



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE INFORMÁTICA**

**FORMULACIÓN DE MÉTRICAS PARA LA EVALUACIÓN  
INTEGRAL DE METODOLOGÍAS DE GESTIÓN DE  
PROYECTOS**

**Por**

Ing. Patricia Raquel Cristaldo

**Directora**

Dra. Daniela López De Luise

**Co-Director**

Dr. Leandro Antonelli

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Informáticas

Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata

Octubre 2023



# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a mi directora Dra. Daniela López De Luise por acompañarme y trabajar a la par día a día a lo largo de este proceso de aprendizaje y formación por darme la oportunidad de iniciarme en la investigación científica por su insistencia, guía, tolerancia y motivación continua, pero por sobre todo por enseñarme que lo más importante es la dedicación, el esfuerzo, el sacrificio y la humildad para poder lograr los resultados esperados.

A mi codirector Dr. Leandro Antonelli por confiar en mí y en esta propuesta. A la Facultad Regional Concepción del Uruguay por el espacio y material brindado.

Un especial agradecimiento a mi esposo, Lisandro, y a mis hijos, Ana Paula, Catalina, María Juana e Ignacio, por acompañar mi esfuerzo con cariño, comprensión y apoyo, y que gracias a su aliento constante me han brindado el soporte fundamental para la realización de este trabajo.

También quisiera agradecer a mis padres, que ya no están físicamente, pero que siempre me incentivaron a crecer y avanzar profesionalmente y en la vida, con esfuerzo, voluntad y perseverancia.

A la Divina Providencia por brindarme las fuerzas necesarias para continuar en todo momento, y por supuesto a todas las personas que colaboraron directa o indirectamente de todo este proceso simplemente GRACIAS!

# RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado el volumen de proyectos de software, como así también la variedad de estos. La gestión de proyectos es un esfuerzo que debe estar coordinado eficazmente para alcanzar una meta en particular o realizar una función específica. Implica varios aspectos: dirección, alcance, interesados, riesgos, planificación y control de actividades, requerimientos del proyecto, y objetivos de negocio. Dependiendo del tipo de proyecto y de la organización, la gestión es llevada a cabo por un gerente, administrador, director o jefe de proyecto, quien se encarga de lograr los objetivos definidos. Además de las habilidades específicas en el área que está inmerso el proyecto, debe poseer conocimientos y competencias para gestionar proyectos, y actitudes básicas de personalidad y liderazgo.

Esta tesis presenta una propuesta para la gestión de proyectos, alineada al desarrollo de métricas y ludificación, centrada en un sistema de medición integral que evalúa la gestión de proyectos. Las métricas aportadas se basan en técnicas normalmente asociadas al procesamiento de lenguaje natural, para traducir los requerimientos del texto para la gestión. El marco de medición propuesto permite evaluar cuantitativamente y de manera transversal metodologías aplicables a distintas fases de un proyecto y/o proyectos en diferentes contextos.

Los estudios de campo y análisis estadísticos realizados permiten asegurar que la propuesta aplicada a casos reales evidencia de manera satisfactoria las características de calidad esenciales para los entornos en que se plantea.

## **PALABRAS CLAVE:**

Gestión de proyectos. Metodologías de gestión. Métricas de calidad. Procesamiento de Lenguaje Natural. Ludificación.

# ABSTRACT

In recent years, the volume of software projects has increased, as has the variety of these. The management of projects is an effort that must be coordinated effectively to reach a particular goal or to realize a specific function. It involves various aspects: direction, scope, interested parties, risks, planning and control of activities, requirements of the project, and business objectives. Depending on the type of project and the organization, management is carried out by a, administrator, director or project manager, who is responsible for achieving the defined objectives. In addition to the specific skills in the area that the project is involved in, the manager must/should have knowledge and skills and basic attitudes of personality and leadership.

This thesis presents a proposal for the management of projects, aligned to the development of metrics and gamification, focused on a comprehensive measurement system that evaluates project management. The metrics provided are based on techniques normally associated with natural language processing, to translate text requirements for management. The proposed measuring framework allows quantitative and transversal evaluation of methodologies applicable to different phases of a project and/or projects in different contexts.

The field studies and statistical analysis performed to real projects is evidence that support that the proposal has essential quality characteristics for the environments in which it is planted.

## KEYWORDS:

Project management. Management methodologies. Quality metrics. Natural Language Processing. Gamification.



---

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT .....	5
ÍNDICE .....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	2
I.1 Motivación y contribuciones.....	6
I.1.a Principales contribuciones .....	7
I.1.b Problemas y contribuciones .....	9
I.2 Objetivo y Alcances.....	11
I.3 Estructura de la Tesis .....	12
CAPÍTULO II: ANTECEDENTES .....	13
II.1 Razones de fracasos de proyectos de TI.....	13
II.2 Factores críticos de éxito de los proyectos de TI.....	18
II.3 Gestión de Proyectos .....	24
II.4 Metodologías y Guías de Gestión de Proyectos .....	29
II.5 Procesamiento de Lenguaje Natural .....	31
II.6 Métricas para la Gestión de Proyectos.....	34
II.7 Ludificación para la Gestión de Proyectos .....	36
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA .....	39
III.1.    Objetivos Específicos .....	39
III.1.a    Análisis preliminar y métodos de validación .....	39
III.1.b    Determinar el nivel de comprensibilidad del negocio.....	51
III.1.c    Establecer el grado de completitud del alcance.....	52
III.1.d    Determinar los criterios de validación de los requerimientos. ....	53
III.1.e    Calcular el grado de trazabilidad de los requerimientos.....	53
III.1.f    Calcular el grado de completitud de las actividades. ....	54
III.1.g    Determinar el grado de estimación de la duración de las actividades del proyecto. ....	54
III.1.h    Calcular el grado de estimación de costos.....	55
III.1.i    Calcular el grado de planificación de la calidad.....	55
III.1.j    Calcular el grado de estimación de los recursos humanos. ....	55

---

III.1.k Determinar el grado de gestión del equipo de proyecto.....	56
III.1.l Determinar el grado de gestión de los interesados.....	56
III.1.m Determinar el grado de gestión de riesgos.....	57
III.1.n Definir un marco de medición.....	57
III.1.o Medir la eficiencia de las metodologías en gestión de proyectos.....	57
III.1.p Determinación de alcances de la propuesta.....	58
II.1.q Divulgación de los avances .....	58
III.2. Desarrollo de la propuesta.....	60
III.2.a Grado de Comprensibilidad del Negocio (GCN) .....	61
III.2.b Grado de Completitud del Alcance (GCA).....	61
III.2.c Criterios de Validación de Requerimientos (CVR).....	62
III.2.d Graduación de Conciso (GradConc) .....	63
III.2.e Graduación de Completo (GradCompl) .....	63
III.2.f Graduación de Consistente (GradCons).....	64
III.2.g Graduación de Ambigüedad (GradAmb) .....	65
III.2.h Graduación de Verificable (GradVerif).....	65
III.2.i Graduación de Trazabilidad (GrTraz).....	66
III.2.j Grado de Completitud de una Actividad (GrComplAct) .....	66
III.2.k Grado de Estimación de la Duración de las Actividades (GEDac) .....	67
III.2.l Grado de Estimación de Costos (GECost).....	68
III.2.m Grado de Estimación de los Recursos para las Actividades (GERAc) .....	70
III.2.n Grado de Planificación de la Calidad (GPCal).....	71
III.2.o Grado de Gestión del Equipo de Proyecto (GGEPPr).....	71
III.2.p Grado de Gestión de los Interesados (GGInt) .....	73
III.2.q Grado de Gestión de Riesgos (GGRI).....	74
CAPÍTULO IV: PROTOTIPO.....	77
IV.1. Evolución del Prototipo .....	77
IV.1.a Metodología de desarrollo.....	77
IV.2.b Parser.....	78
IV.2 Prototipo.....	81
CAPÍTULO V: TEST, ESTADÍSTICAS y MINERÍA DE DATOS.....	84
V.1. Muestra Demográfica .....	84
V.2 Comportamiento de las Métricas.....	86
V.2.a GCN y GCA .....	87
V.2.b CVR.....	93

---

V.2.c GradConc, GradCompl, GradCons, GradAmb, GradVerif, GrTraz, GrComplAct, GEDac, GECost, GERAc.....	99
V.2.d GPCal, GGEPPr.....	101
V.2.e GGInt, GGRi .....	105
V.3 Análisis de Resultados.....	109
V.4 Ludificación aplicada a la gestión de proyectos.....	116
V.4.a Ludificación con <i>Godot Engine</i> .....	117
V.4.b Ludificación con <i>Unreal Engine</i> .....	121
CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LAS MÉTRICAS.....	127
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES .....	133
VII.1 Análisis de soluciones a objetivos e hipótesis .....	133
VII.1.a Validación del modelo (III.1.a).....	133
VII.1.b Determinar el nivel de comprensibilidad del negocio (III.1.b).....	133
VII.1.c Establecer el grado de completitud del alcance (III.1.c).....	134
VII.1.d Determinar los criterios de validación de los requerimientos (III.1.d) .....	134
VII.1.e Calcular el grado de trazabilidad de los requerimientos (III.1.e).....	134
VII.1.f Calcular el grado de completitud de las actividades (III.1.f).....	134
VII.1.g Determinar el grado de estimación de la duración de las actividades del proyecto (III.1.g).....	135
VII.1.h Calcular el grado de estimación de costos (III.1.h) .....	135
VII.1.i Calcular el grado de planificación de la calidad (III.1.i) .....	135
VII.1.j Calcular el grado de estimación de los recursos humanos (III.1.j).....	135
VII.1.k Determinar el grado de gestión del equipo de proyecto (III.1.k).....	136
VII.1.l Determinar el grado de gestión de los interesados (III.1.l).....	136
VII.1.m Determinar el grado de gestión de riesgos (III.1.m).....	136
VII.1.n Definir un marco de medición (III.1.n).....	136
VII.1.o Medir la eficiencia de las metodologías en gestión de proyectos. ....	137
VII.1.p Evaluación: H1 .....	137
VII.1.q Evaluación: H2 .....	138
VII.1.r Evaluación: H3 .....	138
VII.1.s Evaluación: H4.....	138
VII.1.t Evaluación: H5 .....	138
VII.1.u Evaluación: H6 .....	139
VII.2 Hallazgos del trabajo de investigación .....	139
CAPÍTULO VIII: TRABAJO FUTURO .....	141
VIII.1 En relación a la formulación del alcance de proyectos .....	141

---

VIII.2 En relación al marco de medición .....	142
ANEXO A: PRIMER ENCUESTA .....	148
ANEXO B: SEGUNDA ENCUESTA .....	154
REFERENCIAS .....	187

---

# ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2-1. Fallas asociadas a los elementos en los proyectos de TI [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014] .....	15
Fig. 3-1. Proceso para la formulación de métricas para la evaluación integral de metodologías de gestión de proyectos.....	40
Fig. 3-6. Resultado de aplicación de <i>Parse Tree</i> .....	51
Fig. 3-7. Enfoque principal del modelo.....	60
Fig. 5-1. Perfil del encuestado.....	84
Fig. 5-2. Alcance definido.....	85
Fig. 5-3. Tamaño de la organización.....	85
Fig. 5-4. Distribución de las palabras (ID3, 5).....	91
Fig. 5-5. Muestra de Parse Tree para la misión y visión de MVMT .....	95

---

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Factores de fracaso en los proyectos de gestión ágil [Chow T., Chao D., 2008].....	17
Tabla 2-2. Puntualización de los factores de éxito [The Chaos Report, 2020] .....	22
Tabla 2-3. Factores de éxito. Enfoque ágil [Chow T., Chao D., 2008].....	23
Tabla 2-4. Características propias de los enfoques, tradicionales y ágiles, para la gestión de proyectos. ....	28
Tabla 3-1. Parámetros GCN .....	61
Tabla 3-2. Parámetros GCA .....	62
Tabla 3-3. Parámetros CVR .....	63
Tabla 3-4. Parámetros GradConc .....	63
Tabla 3-5. Parámetros GradCompl.....	64
Tabla 3-6. Parámetros GradCons .....	64
Tabla 3-7. Parámetros GradAmb .....	65
Tabla 3-8. Parámetros GradVerif.....	65
Tabla 3-9. Parámetros GrTraz.....	66
Tabla 3-10. Parámetros GrComplAct.....	67
Tabla 3-11. Parámetros GEDAc.....	68
Tabla 3-12. Parámetros GECost.....	69
Tabla 3-13. Parámetros GERAc.....	70
Tabla 3-14. Parámetros GPCal.....	71
Tabla 3-15. Parámetros GGePr.....	72
Tabla 3-16. Parámetros GGInt .....	73
Tabla 3-17. Parámetros GGRI.....	74
Tabla 5-1. Resultados de aplicación de métricas: GCN, GCA .....	87
Tabla 5-2. Distribución de palabras en la definición de las actividades .....	88
Tabla 5-3. Análisis léxico de los textos.....	92
Tabla 5-4. Frecuencia de Distribución de las palabras en el texto por pregunta.....	93
Tabla 5-5. Resultados para la métrica CVR con PT.....	97
Tabla 5-6. Resultados para la métrica CVR.....	99
Tabla 5-7. Resultados de aplicación de métricas: GrCompAct, GEDAc, GECost, GERAc.....	100
Tabla 5-8. Resultados para la métrica GPCal-GGePr (a).....	101
Tabla 5-9. Resultados para la métrica GPCal-GGePr (b) .....	104
Tabla 5-10. Resultados de aplicación de métricas: GGInt, GGRI.....	105
Tabla 5-11. Resultados para la métrica GGInt.....	106
Tabla 5-12. Música para la versión <i>Godot</i> .....	117

---

Tabla 5-13. Música para la version <i>Unreal Engine</i> .....	122
Tabla 5-14. Preguntas en el juego .....	123
Tabla 6-1. Indicadores GCA .....	127
Tabla 6-2. Indicadores GCN .....	127
Tabla 6-3. GCN y GCA según los indicadores .....	127
Tabla 6-4. Indicadores CVR.....	128
Tabla 6-5. Indicadores GrTraz .....	128
Tabla 6-6. Indicadores GrComplAct.....	129
Tabla 6-7. Indicadores GEDAc .....	129
Tabla 6-8. Indicadores GECost .....	129
Tabla 6-9. Indicadores GERAc .....	129
Tabla 6-10. Indicadores GPCal .....	130
Tabla 6-11. Indicadores GGEPPr .....	130
Tabla 6-12. Indicadores GGInt.....	130
Tabla 6-13. Indicadores GGRi .....	131





# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La gestión de proyectos de software comprende la fusión de la Ciencia y la Gestión o Management. Ambos términos, gestión y proyecto, se desarrollan como un conjunto de actividades esencialmente útiles, funcionales y alineadas, con énfasis en la objetividad y con un enfoque en las técnicas y el control. Por ello, la gestión de proyectos implica coordinar acciones con el propósito de alcanzar metas específicas o cumplir funciones particulares. Esta práctica abarca varios elementos esenciales, como la dirección de actividades, la delimitación del alcance, la consideración de los interesados involucrados, la gestión de posibles riesgos, la planificación y el control de tareas, la identificación de los requisitos del proyecto y la alineación con los objetivos empresariales. Cada uno de estos aspectos desempeña un papel fundamental en asegurar el éxito y la efectividad de un proyecto.

Dependiendo del tipo de proyecto y de la organización, la gestión es llevada a cabo por un gerente, administrador, director o líder de proyecto, quien es la persona que se encarga de lograr los objetivos del proyecto [Pmbok, 2021]. Además de las habilidades específicas en el área que está inmerso el proyecto, debe poseer conocimientos y competencias para gestionar proyectos, y actitudes básicas de personalidad y liderazgo.

En la gestión de proyectos conviven dos enfoques: el tradicional y el ágil. La gestión tradicional de proyectos comienza a formalizarse durante la década de 1950 y constituye una estrategia gradual. Desde esta perspectiva los proyectos son previsibles, lineales y con restricciones claramente definidas. Luego de establecer una planificación se pretende acoplarse a su detalle sin mayores cambios [Cicmil S., Cooke–Davies T., et al., 2009] [Collyer S., Warren C., et al., 2010] [Spundak M., 2014]. Este enfoque ha sido utilizado durante mucho tiempo y ha sido destacado por varios autores [Ciric D., Lalic B., et al., 2019] [Najih S., Elhadi S., et al., 2022]. Por otro lado, Alahyari integra una lista de otros autores que exponen la inadecuación del enfoque tradicional [Alahyari H., Berntsson Svensson R., et al., 2017]. Entre otras mencionan la complejidad estructural, la incertidumbre en la definición temprana de los objetivos y la falta de tiempo para concluir los mismos. A diferencia del enfoque tradicional, la gestión ágil de proyectos se formula sobre el concepto de adaptación progresiva y evolutiva (visión, exploración y

---

adaptación). Surge de cambios en las organizaciones tales como: tendencias de reducción de costos, mayor control de proyectos y mejora en la comunicación [Marnada P., Raharjo, et. al, 2022] [Conforto E., Amaral D. (2016)]. Estas ideas han ido ganando visibilidad a partir del año 2001 con un documento denominado Manifiesto Ágil [Beck K., Beedle M., et.al. 2001]. Luego de una primera versión purista proponen el enfoque “híbrido”, que fusiona las propuestas tradicionales con ágiles [Esteki M., Gandomani T., et.al. 2020] [Smoczyńska A., Pawlak M., et al., 2019] [Lalmi A., Fernandes G., Boudemagh Souad S., et al., 2021].

A pesar de las crecientes investigaciones y prácticas en esta temática, se necesita entender mejor porqué tantos proyectos fracasan [Hans R., Marebane S., 2023] [Ramos P., Mota C., 2016] [Montequin S., Fernandez C., et al., 2016]. Si bien una buena gestión de proyectos contribuye a que el proyecto culmine dentro de parámetros de éxito, es poco probable que se evite que fracase [Westenberger J. Schuler K., et al., 2022]. Un proyecto se considera como fracaso si se completa más allá del tiempo asignado, por encima del presupuesto o no conforme a las expectativas del cliente. En consecuencia, si el proyecto no cumple con los requisitos de especificaciones básicas, se considera un fracaso [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014]. Varias investigaciones realizadas sobre fracaso de proyectos de TI en 2018 indican que solo el 29% de los proyectos respetan el tiempo, presupuesto, características y funciones requeridas [Ayat, M., Imran, M., et al, 2021]. En contraste, el 37% no respeta alguno de los ejes. El 52% de los fracasos sufren retrasos, exceden el presupuesto, o implementan menos requerimientos [Albert, M., Balve, P., et al., 2017]. Esto, supera un 10% lo informado en año 2010. El informe muestra una cancelación del proyecto sin producto del 19% [Ayat, M., Imran, M., et al, 2021]. Existen diversos factores para estos resultados en la gestión de proyectos [Patanakul P., 2014] [Taherdoost H., Keshavarzsaleh A., 2016] [Moeuf A., Lamouri S. et al, 2020] [Figueroa-Flores J., Acosta-Gonzaga E., et al., 2020] que condicionan fuertemente la gestión de proyectos en un dominio particular. Estos conducen a la organización a pérdidas significativas, y la creciente incorporación de nuevas tecnologías y estándares para el desarrollo de sistemas de información causan desconcierto en las organizaciones [Sardjono W., Retnowardhani A., 2019]. Entre las razones para no alcanzar los objetivos en tiempo y forma se pueden citar: planificación insuficiente [Hassani R., 2019] [Taboada I, Daneshpajouh A., et al., 2023], pobre definición de requerimientos [Haleem. M, Farooqui F., et al, 2019], falta de habilidades, problemas con la disciplina de gestión y

---

organización por parte de los encargados de llevar adelante los proyectos [Saleem N., 2019].

En vista de lo mencionado, los directores de proyectos se enfrentan frecuentemente a varios desafíos: cambios tecnológicos, tendencias de competencia global y reingenierías. Como ayuda, existen en la industria y la academia numerosas metodologías y guías de gestión de proyectos. Algunas de ellas son: PMBOK [Pmbok, 2021], PRINCE2 [Akelos, 2017] [Horta, 2021], APM [Highsmith J., 2009] [Ries J., 2022], ISO 21500 [Iso 21500:2012, 2012], SCRUM [Sutherland J., 2014] [Van Solingen R., Van Lanen R., 2014], KANBAN [Lei H., Ganjezadeh F., et al., 2015], CRISP-DM [Schröer C., Kruse F., et al, 2021] [Plotnikova V., Dumas M., et al., 2022].

Se han realizado varios estudios comparativos entre las distintas metodologías y guías de gestión de proyectos, los mismos se centran en las vistas lógicas, los flujos de datos y la evolución de la información durante todo su ciclo de vida [Lester A., 2014] [Granulo A., Tanovic A., 2019] [Hasibovic A., Tanovic A., 2019] [Sebestyén Z., Erdei J., et al., 2022].

Estas metodologías y guías definen reglas y parámetros a ser tenidos en cuenta para finalizar con éxito un proyecto [Abdulla H., Al-Hashimi M., 2020], analizan y describen los resultados de la ejecución de proyectos en entornos de TI a partir de la utilización de las metodologías y, evalúan casos de fracasos en la gestión de los mismos.

A los fines de aplicar una metodología apropiada de acuerdo con las características del proyecto, y así colaborar en que la gestión de los mismos resulte exitosa, se formula un conjunto de métricas aplicadas a la descripción del alcance del proyecto. Para medir el desempeño de los proyectos existen diferentes métricas que son descriptas en el capítulo II.6.

En línea con el área disciplinar de la presente investigación, este trabajo se encuentra alineado al desarrollo de métricas aplicadas a la descripción del documento denominado “*Enunciado del Negocio*”, en el cual se detalla el alcance del proyecto, para la evaluación del proceso de aplicación de modelos de gestión. Asimismo, se aportan métricas de carácter original, basadas en procesamiento de lenguaje natural útiles para traducir los requerimientos textuales que forman parte de la gestión de proyectos a cifras

---

de manera sistemática [Martino Di Giuda G., Locatelli M., et al. .2020] [Partha Sarathy B., Abhijay G., et al., 2020] [Hassan F., Le T., 2020].

Finalmente, se propone un método ludificado que aplica las métricas consignadas automáticamente, y sus correspondientes indicadores que permiten evaluar transversalmente diferentes metodologías cuantitativamente. Se muestra el prototipo como herramienta que brinda ayuda para aplicar el método. Esto permite, brindar mejoras a la gestión de proyectos en general y eventualmente en proyectos de diferentes contextos. La problemática de la correcta evaluación de la calidad de gestión, al abarcar la generación de los documentos más sensibles de la organización para el proyecto, implica de manera indirecta un paso normalmente tedioso: el recabado del proceso de gestión de la información. Tradicionalmente este paso se lo ha vinculado a la ingeniería de requerimientos [Antonelli L., Rossi G., et al. 2013] y su impacto ha llevado a desarrollar varias herramientas de interacción con los administrativos de las organizaciones y del proyecto en cuestión, tales como entrevistas [Pressman R., Maxim B., 2019], cuestionarios de variado diseño [Wieggers K., Beatty J., 2013], registro de observaciones [Antonelli L., Rossi G., et al., 2013], y revisión de documentos orgánicos y profesionales [Laplante P., 2017]. Independientemente de su respectiva eficiencia como herramientas, existe un emergente sociocultural que posiciona a las interacciones audiovisuales en un lugar de preferencia. Esto promueve la creación de una propuesta que se relacione con el lenguaje digital como herramienta válida y actual para este proceso, y posiciona a los *serious games* como estrategia ideal. Es específicamente, respondiendo a esta peculiaridad y evolución sico-sociocultural que esta tesis, incorpora la ludificación del proceso de relevamiento y revisión protocolar del proyecto y su organización. Dado que las tecnologías en el ámbito de videojuego evolucionan permanentemente, se incorporan dos orientaciones distintas con plataformas de acceso abierto para el desarrollo y comunidades actuales y dinámicas. La selección incorpora una perspectiva visual y ribetes detectivescos y otra con estética simplista y foco costumbrista. Sendos prototipos se basan uno en *Unreal Engine* [Unreal Engine, 2023] y, el segundo en *Godot Engine* [Godot Engine Documentation, 2023]. La interacción con el videojuego genera una serie de registros que plasman de manera indirecta las características básicas de la realidad documental y organizacional alrededor del proyecto a través de un *log* y formularios específicos. El paso siguiente consiste en el procesamiento automático de esos registros a fin de acomodarlos como datos y aplicar las métricas específicamente diseñadas que

---

son parte de esta tesis. El resultado es un proceso independiente, sistemático y ecuánime de calificación, libre de sesgos por fuera de los generados por la ludificación. Esto se establece como base para la comparación formal entre proyectos y de cada proyecto específico. Como derivación adicional, la compilación de registros y métricas a nivel histórico permitirá a futuro la evaluación sistemática de este tipo de herramientas en diferentes contextos.

## ***1.1 Motivación y contribuciones***

La gestión de proyectos en general y en particular los de software supone un creciente nivel de exigencia en términos de tiempo, costo y calidad [Berg H., Holgeid K., et al., 2023]. A esto contribuyen los riesgos y complejidad, dimensión, cobertura multidisciplinaria (producto de la transversalidad) y el cambio tecnológico acelerado. Los tópicos normalmente estudiados abarcan aspectos tales como: mejoras en la definición y velocidad de recuperación de información en la definición del proyecto, considerando visiones diversas de la información almacenada en los documentos iniciales del proyecto o información obtenida del cliente.

A pesar de todos los avances alcanzados por la comunidad es nuestra opinión que, el problema de la gestión de proyectos no está totalmente resuelto, debido a que aún existen dificultades en la culminación de los mismos, debido a múltiples razones, entre ellas, identificación no clara o mala interpretación de los requerimientos, ya sea por una falta de comprensión del negocio, ausencia de participación de los usuarios, proceso de obtención de información a partir de los documentos, ineficaz e inconsistente, falta de documentación de utilidad real, entre otros. La evidencia bibliográfica indica que la solución no pasaría sólo por definir apropiadamente y a priori las características del proyecto [Anthopoulos L., Reddick C., et al., 2016] [González Moyano C., Pufahl L., et al., 2022] [La Paz A., López R., 2023] sino, además, permitir determinar qué metodología es más adecuada a dichas características. Esto posibilita simplificar el proceso, y apoyar con herramientas más dúctiles a las personas encargadas de definir los documentos esenciales relacionados con el alcance del proyecto. En esto radica la motivación de la presente propuesta, contribuir a la calidad en la definición de los alcances de un proyecto utilizando técnicas de ludificación, estimular la definición de éstas por parte de los

---

gerentes de proyecto, y lograr mayor compromiso de las partes interesadas durante la obtención de los requerimientos.

En resumen, la motivación principal de este trabajo es mejorar el proceso de definición del alcance de un proyecto y, por consiguiente, del producto que contiene el mismo, haciendo más atractiva dicha tarea, incorporando ludificación. En función de ello, este trabajo desarrolla un método que involucra un conjunto de métricas para la identificación del conocimiento implícito que se encuentra dentro de los documentos técnicos que describen el alcance del proyecto, aplicando minería de textos, para descubrir y extraer conocimiento relevante y, generar un modelo que describa las características esenciales del proyecto. Esto es relevante dado que la complejidad del lenguaje natural dificulta el acceso a la información en los textos, por lo que la semántica expresada puede diferir del modelo pretendido de sistema.

### **I.1.a Principales contribuciones**

Las principales contribuciones de este trabajo son:

- El diseño de una métrica que permite ponderar el grado de completitud que presenta la descripción del alcance de un proyecto, plasmado en el documento *Enunciado de Negocio*. Este documento es el resultado de completar una encuesta (Anexo B) diseñada para tal fin. La descripción del documento *Enunciado de Negocio*. es un texto en castellano, con determinado contexto, formado por distintas secuencias de palabras con categoría léxica (sustantivos, verbos, adjetivos, entre otros). Una ponderación relativa de la expresividad utilizada en el documento *Enunciado de Negocio*, permite indicar qué fragmentos del texto son fundamentales para constituir la descripción del alcance del proyecto y asegurar su estado. Entre otras cosas se evalúan la expresión adecuada en cantidad y calidad de los requerimientos de negocio, de los interesados, de soluciones y del proyecto. En esta perspectiva se mostrará que esto facilita tanto a la persona encargada de gestionar el proyecto y al cliente lograr un alcance bien delimitado, y perfilar los documentos asociados.
- El diseño de métricas que permiten establecer los criterios de medición y validación de los requerimientos. Se presenta una dinámica para determinar a partir de los textos que describen los requerimientos, si el mismo es necesario, conciso, completo, consistente, ambiguo y verificable. Utilizando la métrica

---

específicamente diseñada es posible diferenciar automáticamente la expresividad y adecuación de las oraciones. Esto es, que cada oración presente un estilo técnico, donde el enunciado tenga una finalidad práctica, eliminando los mensajes escritos normalmente muy cortos e informales.

- El diseño de una métrica que permite determinar si cada uno de los requerimientos, presentan algún criterio de trazabilidad en su descripción. Se pretende crear matrices de trazabilidad que muestren la relación entre los mismos y, con las historias de usuarios. Esto proporciona una visión visual de cómo los requerimientos están vinculados denotando un estado de avance en su trazabilidad.
- Esto se basa en una extrapolación adecuada de las palabras claves en cada oración del documento que describe el alcance del proyecto. El valor obtenido descansa especialmente en los estilos propuestos y en la ponderación inducida a nivel de sentencias del escrito. De esta forma, se organizan los resultados midiendo la trazabilidad de cada requerimiento.
- El diseño de una métrica, análoga a la mencionada anteriormente, para la determinación del grado de completitud que presenta una actividad derivada a partir de la descripción del alcance del proyecto. Se trabaja aquí con la hipótesis de cuatro perfiles importantes para quienes realizan producción de los textos: documentos escritos con una cierta estructura, que identifican un tópico o tipo de actividad, un rol asociado a cada actividad, un listado de recursos inscriptos a cada actividad y los criterios de aceptación asociados. Asimismo, es de interés detectar dentro de la descripción textual de una actividad, el tiempo de duración y los costos asociados a la misma.
- El diseño de una métrica que determine el grado de planificación de aspectos como: la gestión de la calidad, gestión de los recursos humanos, gestión del equipo de proyecto, gestión de los interesados y gestión de los riesgos. Esto se basa en una extrapolación adecuada de las palabras claves asociadas ya sea a la calidad, a los recursos humanos, al equipo de proyecto, a los interesados y/o a los riesgos, del documento que describe el alcance del proyecto y del documento de lecciones aprendidas. El valor obtenido descansa especialmente en la cantidad de palabras claves, nivel de granularidad y en la ponderación inducida a nivel de sentencias del escrito. De esta manera se organizan los resultados por tipo de gestión, para

---

que tanto el jefe del proyecto como el cliente puedan, refinar desde otro punto de vista una definición más completa del proyecto.

- Definición y diseño de un método ludificado general basado en un marco de medición que integra las métricas propuestas anteriormente y que son evaluadas en el contexto de esta tesis. Permite la realización de tareas de forma más amena, ya que logra evaluar numéricamente el estado de los documentos antes de iniciar las actividades de gestión del proyecto, para luego poder determinar qué metodología de gestión de proyectos es aplicable de acuerdo la eficacia y la eficiencia del contexto particular.
- La funcionalidad que implica relacionar las métricas en un marco común resulta en la identificación del conocimiento implícito que se encuentra dentro de los textos que describen el alcance del proyecto. Esto es, aplicando técnicas de minería de textos y haciendo referencia al proceso de descubrir, extraer conocimiento relevante y no trivial a partir de textos no estructurados. Esto es notable dado que la complejidad del lenguaje natural dificulta el acceso a la información en los textos y aún se está lejos de poder construir representaciones de significado de propósito general a partir de texto sin restricciones.
- Definir e implementar en al menos un prototipo en videojuegos del método ludificado mencionado previamente, que aplique el marco de medición para la mejora de los proyectos. La ludificación busca mejorar el compromiso, la motivación y el desempeño de las personas encargadas de formular el alcance de un proyecto, incorporando elementos y técnicas de juego, haciendo que las actividades sean más atractivas. Esto permite estimular la interacción durante la definición del alcance del proyecto, por parte de los gerentes de proyecto, y lograr mayor compromiso de los demás interesados durante la obtención de los requerimientos. Los proyectos se organizan como un conjunto de desafíos ordenados y que deben cumplirse, esto implica algunas habilidades y mucho esfuerzo de las partes involucradas. La dinámica introducida por este diseño es tal, que permite la elaboración del contenido del plan de gestión de manera autorregulada. Este tipo de diseño hace que se resuelva el problema de la constante intervención humana en el procesamiento de textos.

### **I.1.b Problemas y contribuciones**

---

La investigación aquí presentada está orientada a apoyar a las personas que se encargan de llevar adelante un proyecto, su aporte es la definición de métricas objetivas de valoración técnica e indicadores directamente visualizados por los jefes de proyectos y los principales interesados en el mismo. De acuerdo con lo expresado por la comunidad profesional y científica, acerca del éxito y fracaso en las gestiones de proyectos, los valores continúan siendo muy significativos ya que solo el 31% de los proyectos respetan el tiempo, presupuesto, características y otras funciones requeridas. En contraste, el 19% no respeta alguno de los ejes. El 50% de los proyectos sufren retrasos, exceden el presupuesto, o implementan menos requerimientos [The Chaos Report. 2020]. Varios autores [Stoica R., Brouse P., 2013] [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014] [Govil N., Sharma A., 2022], sostienen que el término “fracaso” es difícil de medir, debido a que puede estar influenciado por diferentes factores, como el proceso de desarrollo del proyecto o bien, otros factores multidimensionales que pueden ser técnicos, económicos, conductuales, psicológicos, políticos, subjetivos, disputas/negociaciones, entre otros. Otros autores [Engelbrecht J., Johnston K., et al., 2017] afirman que puede ser casi imposible llegar a un acuerdo sobre si un proyecto fue exitoso o no, ya que, en reiteradas ocasiones, ha ocurrido que los desarrolladores perciben que el proyecto fue un éxito total y otras partes interesadas lo ven como un fracaso total, es decir, esto también está relacionado con las percepciones de los miembros del proyecto [Ramos P., Mota C., 2014] [Montequin S., Fernandez C., et al. 2016]. Los directores de proyectos se enfrentan frecuentemente a varios desafíos: cambios tecnológicos, tendencias de competencia global y reingenierías. Los estudios empíricos han demostrado que el “fracaso” frecuente de los proyectos de TI, tiene que ver más con aspectos de la organización y la propia gestión del proyecto que, con los conocimientos, las habilidades y las técnicas [Riesener M., Kuhn M., et al., 2023]. La gestión de proyectos de TI es un proceso multidimensional, donde las personas y la tecnología están interconectadas entre sí y, con el entorno del proyecto. Asimismo, en [Govil N., Sharma A., 2022] se afirma que, si demasiadas personas están involucradas, la comunicación es más compleja debido a que involucra conflictos e interrupciones. Esto conduce al fracaso del proyecto, por eso es necesario comprender claramente cómo las personas están llevando a cabo su trabajo. Las prácticas de trabajo utilizadas por los miembros del equipo del proyecto también han sido reportadas como causas muy comunes de fracasos [Fareed M., Su Q., et al., 2021] [Adywiratama A., Ko C., et al., 2022] [Westenberger J., Schuler K., et al., 2022].

---

A fin de poder disminuir las cifras de los fracasos en la gestión de proyectos, se propone un modelo basado en métricas objetivas, automáticas y repetibles, lo que se describe en las secciones correspondientes de este trabajo (cap. III. Descripción de la Propuesta) que permiten evaluar y mejorar el proyecto.

## ***1.2 Objetivo y Alcances***

El objetivo de este trabajo es definir y desarrollar métricas e indicadores para la evaluación transversal de metodologías de gestión de proyectos, incluye desde el diseño y selección de las métricas, definición y ajuste matemático a partir de experimentos reales. Los resultados fueron validados estadísticamente y publicados en la comunidad científica mediante publicaciones descritas en el apartado III.1.q. Se integra además con un sistema ludificado. El proceso completo se realiza a partir de expresiones textuales de la descripción de un proyecto, y se basa en las siguientes hipótesis de trabajo:

- H1: La complejidad de la gestión de los proyectos se deriva de la complejidad de la aplicación de las metodologías y guías de gestión de proyectos.
- H2: La ingeniería de software requiere de un conjunto de métricas e indicadores transversales a las tecnologías de la gestión de proyectos para su correcta evaluación y comparación de eficacia/eficiencia.
- H3: Es posible caracterizar un conjunto de métricas asociadas a las metodologías de gestión de proyectos que permitan medir el desempeño de tales metodologías.
- H4: Es posible definir métricas transversales a las metodologías de gestión de proyectos de acuerdo con los criterios de éxito en gestión de proyectos.
- H5: A partir del uso de herramientas de lenguaje natural y a partir del planteo específico de las expresiones reflejadas en su morfología, es posible definir un conjunto de métricas transversales a las metodologías de gestión de proyectos, sin depender del tipo de proyecto.
- H6: Existe un conjunto de características de calidad asociadas a las metodologías de gestión de proyectos que son esenciales.

---

### ***1.3 Estructura de la Tesis***

El resto de la tesis está organizada de la siguiente manera:

- El capítulo II: presenta los principales antecedentes de gestión de proyectos, procesamiento de lenguaje natural y ludificación, aplicados a la gestión de proyectos.
- En el capítulo III se describe y fundamenta la propuesta.
- El capítulo IV presenta el prototipo implementado.
- El capítulo V presenta la aplicación los test a casos reales, las estadísticas y la minería de datos.
- En el capítulo VI se analizan los resultados de aplicación del marco de medición a casos reales.
- En el capítulo VII se detallan las conclusiones sobre la base del trabajo realizado.
- En el capítulo VIII se describen los posibles trabajos a futuro que serían convenientes para continuar con el desarrollo de la propuesta.

## CAPÍTULO II: ANTECEDENTES

Esta propuesta se orienta a la formulación de métricas aplicadas al texto de un documento que describe el alcance de un proyecto. El conjunto inicial emerge de un trabajo de campo realizado con personas encargadas de gestionar proyectos de TI. El principal objetivo del trabajo es determinar los mecanismos y métricas básicas para el desarrollo adecuado de indicadores, considerando aspectos teóricos, heurísticos y estadísticos. La base de todo el tratamiento se halla focalizada en el procesamiento textual de los contenidos del documento *Enunciado del Negocio*, redactados en idioma castellano.

A fin de mostrar otras estrategias, y como punto de comparación para el lector, a continuación, se describen antecedentes existentes de las razones de fracasos en los proyectos de TI, sección II.1, los factores críticos de éxito de los proyectos de TI, sección II.2, la gestión de proyectos, sección II.3 y las metodologías y guías de gestión de proyectos, sección II.4. Esto pretende mostrar ciertas bases que anteceden a los resultados de aplicar una metodología adecuada al proyecto de acuerdo con sus características. Dado que la mayoría de las metodologías y guías de gestión de proyectos se centran en aspectos formales tales como la documentación, si bien que la misma sea escasa, pero es necesario que la documentación sea de calidad. Por ello es de vital importancia lograr que la documentación esté bien escrita y completa, logrando una mejor comunicación entre el hombre y la máquina, a partir de la descripción adecuada del documento y posterior procesamiento del lenguaje natural, sección II.5, llevando a un terreno más natural y sencillo para el hombre. Asimismo, se presentan las métricas asociadas a la gestión de proyectos en general, sección II.6. Finalmente, a los efectos de lograr un aporte positivo a la ardua tarea de definición del alcance de un proyecto, se propone aplicar técnicas de videojuegos a la formulación de dicho alcance, las más directamente involucrados se presentan en la sección II.7

### ***II.1 Razones de fracasos de proyectos de TI***

Existe vasta literatura, incluyendo teoría y casos de comunidades de profesionales e investigadores sobre los fracasos de los proyectos de TI [Marchewka, 2016] [Westenberger J. Schuler K., et al, 2022] [Tao X., Robson P., et al., 2023].

Diversos autores [Stoica R., Brouse P., 2013] [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014] [Tao X., Robson P., et al., 2023] han destacado la complejidad asociada a la evaluación del término "fracaso" en el contexto de proyectos. Esta complejidad se debe a su susceptibilidad a una amplia gama de factores, que incluyen el proceso de desarrollo del proyecto y otras variables multidimensionales tales como aspectos técnicos, económicos, comportamentales, psicológicos, políticos, subjetivos y disputas o negociaciones [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014]. Engelbrecht y su equipo en 2017 sostienen que, lograr un consenso sobre si un proyecto puede considerarse exitoso o no, resulta una tarea casi insuperable. Esto se debe a que en múltiples ocasiones se ha observado una discrepancia entre la percepción de los desarrolladores, que pueden considerar el proyecto un éxito rotundo, y la percepción de otras partes interesadas que lo clasifican como un fracaso total. En esencia, esto subraya la influencia significativa de las perspectivas de los miembros del proyecto en esta evaluación.

Otros autores coinciden en que las razones generales por las que fracasan los proyectos de TI son: porque no se han alcanzado los objetivos o resultados previstos, se han sobrepasado los tiempos asignados, los recursos o costos, o no se han obtenido los estándares de calidad deseados [Wang J., 2013] [Iriarte C., Bayona S., 2020] [Westenberger J., Schuler K., et al., 2023]. No obstante, estas variables (alcance, calidad, tiempo y costo) son interdependientes, pues si se analiza una se deben estudiar las demás.

Por otra parte, la creciente incorporación de nuevas tecnologías y estándares para el desarrollo de sistemas de información causan desconcierto en las organizaciones [Lester, 2014] [Seran T., Gurău C., et al., 2022]. Aun cuando "las habilidades" en la administración de proyectos se han desarrollado considerablemente, la necesidad de poder gestionar un número cada vez más grande de proyectos con características variables, que además se encuentran en diferentes fases dentro de su ciclo de vida, presenta nuevos y difíciles retos a los directores de proyectos y, por ende, a las organizaciones [Lester, 2014] [Patanakul, 2014] [Schwalbe, 2015].

Los directores de proyectos se enfrentan frecuentemente a varios desafíos: cambios tecnológicos, tendencias de competencia global y reingenierías. Por ello, no debe sorprender el hecho que las organizaciones busquen activamente nuevas maneras de mejorar su desempeño [Han-Chung C., Wen-Min L., et al., 2023] [Khanal G., Shrestha R., et al., 2023]. La realidad y los estudios empíricos han demostrado que el "fracaso"

frecuente de los proyectos de TI, tiene que ver más con aspectos de la organización y la propia gestión del proyecto que, con los conocimientos, las habilidades y las metodologías técnicas [Sanjuan y Froese, 2013].

Como se mencionó anteriormente, las condiciones de éxito y de fracaso relacionadas con un proyecto son, en parte, subjetivas: depende del cristal con que se mira. McLeod y MacDonell [McLeod L., Macdonell S., 2011] han listado factores que afectan el resultado de los proyectos de TI relacionados con el entorno, las personas, los métodos y las tareas, considerados elementos básicos en gestión de proyectos. Lehtinen y otros [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014] presentan estos elementos básicos en relación con las causas comunes de fallas en los proyectos como se muestra en la Figura 2-1. Esto indica que la gestión de proyectos vinculados al software es un proceso multidimensional, donde las personas y la tecnología están interconectadas entre sí y con el entorno del proyecto. Estos autores afirman que, si demasiadas personas están involucradas, la comunicación es más compleja debido a que involucran conflictos e interrupciones. Esto conduce al fracaso del proyecto, por eso es necesario comprender claramente cómo las personas están llevando a cabo su trabajo. Los métodos utilizados para llevar adelante el proyecto, es decir las prácticas de trabajo utilizadas por los miembros del equipo del proyecto, también son causas muy comunes de fracasos [Figueroa-Flores J., et al., 2020].



Fig. 2-1. Fallas asociadas a los elementos en los proyectos de TI [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014]

Otras razones elementales que las investigaciones muestran en qué fracasan los proyectos de TI, están relacionadas con el desconocimiento que tienen las personas interesadas en el mismo. Numerosos autores enuncian las causas probables de fallas en un proyecto presentadas a continuación. Los fracasos aquí considerados, se vinculan a la gestión de proyectos de enfoque tradicional.

- *Falta de compromiso de la dirección* [Nelson, 2007] [Schwalbe, 2015] [Bauer M., van Dinther C., et al., 2020] [Jöhnk J., Weißert M., et al., 2021].
- *Modelo de gestión inapropiado* [Patanakul P., 2014] [Ramos P., Mota C., 2016] [Jöhnk J., Weißert M., et al., 2021].
- *Usuarios poco involucrados* [Young R., Brady S., et al., 2009] [Taherdoost H., Keshavarzsaleh A., 2016].
- *Falta de madurez o estabilidad de la tecnología* [Baier L., Jöhren F., et al., 2019] [Bauer M., van Dinther C., et al., 2020] [Jöhnk J., Weißert M., et al., 2021].
- *Gestión ineficaz de los interesados* [Nelson, 2008] [Patanakul P., 2014]
- *Inadecuada gestión del equipo de proyecto* [Nunkooa D., Sungkur R., 2021] [Taherdoost H., Keshavarzsaleh A., 2016].
- *Escasas reuniones de seguimiento y control* [Young R., Brady S., et al., 2009] [Baier L., Jöhren F., et al., 2019] [Bauer M., van Dinther C., et al., 2020].
- *Documentación insuficiente* [Patanakul P., 2014] [Ramos P., Mota C., 2016].
- *Planificación insuficiente* [Lehtinen T., Mäntylä M., et al., 2014] [Ramos P., Mota C., 2016] [Vujović V., Stevanović V., et al., 2020] [Nunkooa D., Sungkur R., 2021].
- *Plazos de ejecución no realistas* [Shtub A., Rosenwein M., 2016].
- *Falta de habilidades de la persona que gestiona el proyecto* [Shtub A., Rosenwein M., 2016] [Nunkooa D., Sungkur R., 2021].
- *Inadecuada gestión de riesgos asociados al proyecto* [Vujović V., Stevanović V., et al., 2020] [Petronijevic J., Etienne A., et al., 2023] [Lengyel D., Mazzuchi T., et al., 2023].
- *Pobre definición de requerimientos* [Patanakul P., 2014] [Taherdoost H., Keshavarzsaleh A., 2016] [Westenberger J. Schuler K., et al., 2022].
- *Alcance del proyecto no comprendido o cambiante* [Young R., Brady S., et al., 2009] [Montequin S., Fernandez C., et al., 2016] [Jöhnk J., Weißert M., et al., 2021].

Se puede apreciar que, los motivos de fracaso de proyectos en general están relacionados con aspectos vinculados con: la dirección, el alcance, los usuarios, la tecnología, la planificación y el control de actividades y, con cuestiones afines con los requerimientos del proyecto y las habilidades del director de proyecto.

La Paz y López [La Paz A., López R., 2023], distinguen también otras razones de fracaso, como la falta de adaptación a los cambios del negocio y la falta de uso de metodologías de gestión de proyectos.

Por otro lado, hay quienes consideran [Anthopoulos L., Reddick C., et al., 2016] [González Moyano C., Pufahl L., et al., 2022] que muchos de los fracasos en la gestión de los proyectos se deben a la ausencia de agilidad en sus procesos, no sólo en los roles involucrados con los aspectos de gestión, sino también con otros aspectos como personas, procesos y tecnologías.

Basados en la literatura que corresponde a la gestión ágil de proyectos, Chow y Cao [Chow T., Chao D., 2008] han identificado factores de fracaso en los proyectos que se gestionan bajo tal enfoque y los han clasificado en cuatro dimensiones: organización, personas, procesos y técnicas, que se muestran en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Factores de fracaso en los proyectos de gestión ágil [Chow T., Chao D., 2008]

Dimensión	Factor de fracaso
<b>Organización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de compromiso de la dirección</li> <li>- Cultura de la organización demasiado tradicional</li> <li>- Falta de patrocinio ejecutivo</li> <li>- Cultura organizacional demasiado política</li> <li>- Tamaño de la organización demasiado grande</li> <li>- Falta de disposiciones logísticas ágiles</li> </ul>
<b>Personas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de habilidades conjuntas necesarias.</li> <li>- Falta de capacidad de gestión de proyectos.</li> <li>- Falta de trabajo en equipo.</li> <li>- Resistencia de los individuos o grupos.</li> <li>- Mala relación con el cliente.</li> </ul>

Dimensión	Factor de fracaso
<b>Proceso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcance del proyecto mal definido.</li> <li>- Mala definición de los requerimientos del proyecto.</li> <li>- Mala planificación del proyecto.</li> <li>- Falta de seguimiento del proyecto.</li> <li>- Falta de presencia del cliente.</li> <li>- Papel del cliente mal definido.</li> </ul>
<b>Técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de un conjunto completo de prácticas ágiles correctas.</li> <li>- Tecnologías y herramientas inadecuadas.</li> </ul>

Según lo demostrado por estudios específicos basados en investigaciones empíricas, Gasik [Gasik S., 2016] sostiene que la falta de habilidades y disciplina de gestión y organización de los proyectos, la indefinición de roles y responsabilidades, y la minusvaloración del impacto organizativo de los proyectos TI, están en la base de muchos fracasos.

## ***II.2 Factores críticos de éxito de los proyectos de TI***

El concepto de "factores de éxito" fue desarrollado por D. Ronald Daniel de McKinsey & Company en 1961 y luego fue refinado por John F. Rockart en 1981. En 1995, James A. Johnson y Michael Friesen aplicaron este concepto a varios sectores. Los factores críticos de éxito en los proyectos de TI son elementos vitales para que un proyecto tenga éxito. Es necesario especificarlos claramente, luego convertirlos en requerimientos claves, es decir, medidas que cuantifiquen los objetivos de gestión de proyectos establecidos y acordados, y que permitan medir el desempeño de estos [Marinescu M., Traianpele D., 2012].

Investigadores y profesionales han invertido tiempo en entender la tasa de éxito de los proyectos vinculados con las TI, pero a pesar de los crecientes esfuerzos en investigación y prácticas, aún se necesita entender mejor porqué tan pocos proyectos terminan con éxito [Agarwal N., Rathod U., 2006] [Williams P., Ashil, N., et al., 2015]. Es importante destacar que, si bien los aspectos tecnológicos son importantes, los esfuerzos deben dirigirse a examinar los factores organizativos, como la participación de

las partes interesadas y el apoyo ejecutivo [Varajão J., 2016] [Tam C. Jóia da Costa Moura E., et al., 2020].

Asimismo, Castro y otros [Castro M., Bahli B., et al., 2023], han realizado un estudio a través de una encuesta realizada a 101 profesionales de equipos de proyectos, donde demuestran que el efecto de la confianza en el equipo de proyecto y su director conducen al éxito del proyecto.

Como se dijo anteriormente en relación con las razones de fracasos en los proyectos, el éxito de un proyecto vinculados con las TI es un fenómeno que depende de la perspectiva del sujeto involucrado [Alreemy Z., Chang V., et al., 2016]. Por lo tanto, el éxito (al igual que el fracaso) es difícil de medir, ya que significa diferentes cosas para diferentes personas y proyectos. Sin embargo, es importante tener conocimiento tanto de los factores de éxito como de las causas de los fracasos, cuando se está tratando de predecir el futuro de los proyectos [Cserhádi G., Szabó L., 2014] [Bican P., Brem A., et al., 2021]. Se puede concluir entonces, que el éxito de los proyectos de TI es una construcción multidimensional [Govil N., Sharma A., 2022].

Sobre la numerosa bibliografía en la temática, a continuación, se recopilan los factores críticos de éxito más relevantes en los proyectos de TI, propuestos por diversos autores:

- *Dinámica del equipo*: los equipos eficaces reflejan su capacidad para generar productos de calidad, proporcionan beneficios a sus miembros como aprendizaje, conocimiento y satisfacción; y los fortalece para la realización de tareas futuras [Osei-Kyei R., Chan A., 2015] [Varajão, 2016].
- *Apoyo de la organización*: en términos de autoridad, consistencia de objetivos y provisión de recursos. Esto le genera a los empleados preocupación por el bienestar de la organización, es decir, se produce reciprocidad con mayor esfuerzo laboral [Cserhádi G., Szabó L., 2014] [Ramos P., Mota C., 2016] [Constantino F. Gravio G., et al., 2015] [Riesener M., Kuhn M., et al., 2023].
- *Definición de requerimientos, alcance y limitaciones*: es un proceso que debe lograr provocar, documentar, analizar, priorizar y acordar los requerimientos y luego comunicarlo a las partes interesadas. De lo contrario produce un efecto negativo en el proyecto [Constantino F. Gravio G., et al., 2015] [Taherdoost H., Keshavarzsaleh A., 2016] [Westenberger J. Schuler K., et al., 2022].

- *Comunicación y colaboración*: establecer canales de comunicación y colaboración permanentes [Cserháti G., Szabó L., 2014] [Ramos P., Mota C., 2016] [Riesener M., Kuhn M., et al., 2023].
- *Participación de los usuarios*: escuchar e interpretar las expectativas de todos los usuarios y partes involucradas, planificarlas y gestionarlas adecuadamente. Asegurar la aceptación del trabajo por parte de los usuarios y otras partes interesadas [Alias Z., Zawawi E., et al., 2014] [Chou S., Pramudawardhani D., 2015] [Osei-Kyei R., Chan A., 2015].
- *Objetivos claros de negocios*: establecer una visión estratégica e integral del proyecto a partir de objetivos claros, además de formular claramente el valor y los beneficios de negocio que se obtienen al realizar el proyecto [Cserháti G., Szabó L., 2014] [Albert, M., Balve, P. et al., 2017] [Riesener M., Kuhn M., et al., 2023].
- *Gestión de riesgos*: es necesario un proceso de gestión del riesgo y el desarrollo de estrategias de mitigación para hacer frente a los riesgos del proyecto [Osei-Kyei R., Chan A., 2015] [Moeuf A., Lamouri S., et al., 2020] [Lengyel D., Mazzuchi T., et al., 2023].
- *Políticas y procedimientos para gestión de proyectos*: se deben aplicar durante todo el ciclo de vida del proyecto [Osei-Kyei R., Chan A., 2015] [Taherdoost H., Keshavarzsaleh A., 2016] [Albert, M., Balve, P. et al., 2017].
- *Gestión de la contratación*: riguroso proceso que debe garantizar que el contratista adjudicado es capaz de entregar los resultados esperados [Osei-Kyei R., Chan A., 2015] [Sanchez O., Terlizzi M., et al. 2017].
- *Compromiso, disponibilidad, coordinación y competencias de los participantes del proyecto* [Cserháti G., Szabó L., 2014] [Hans R., Marebane S., 2023] [Montalbán-Domingo L., Casas-Rico J., et al. 2023].
- *Conductas de apoyo emocional entre los miembros del equipo de proyecto*: las mismas deben ser propuestas por el líder de proyecto, donde las competencias de cada miembro del equipo son agrupadas en parámetros (profesionales, gerenciales y psicosociales), a los fines de que los miembros del equipo funcionen de manera armónica y estén guiados por los mismos valores. De esta forma, se ayuda a poner de manifiesto comportamientos o conductas que promueven la cohesión grupal. [Cserháti G., Szabó L., 2014] [Osei-Kyei R., Chan A., 2015] [Tam C. Jóia da Costa Moura E., et al., 2020] [Montalbán-Domingo L., Casas-Rico J., et al. 2023].

- *Tecnología*: utilizar tecnologías maduras, es decir que se puedan evaluar a través de criterios como calidad, durabilidad, costo inicial, costo continuo, facilidad de uso, estandarización, disponibilidad y características extras [Elkadi H., 2013] [Osei-Kyei R., Chan A., 2015] [Tam C. Jónia da Costa Moura E., et al., 2020] [Hans R., Marebane S., 2023].
- *Gestión eficaz y eficiente del director del proyecto*: un buen director de proyecto debe comprender los procesos básicos relacionados con la obtención y el manejo del equipo de trabajo, seleccionar en cantidad y calidad las personas necesarias para ejecutar las tareas que requiere el proyecto, definir las capacidades, experiencias, roles y responsabilidades de cada miembro del equipo, administrar los recursos del proyecto y realizar el seguimiento correspondiente, entender y manejar operativamente los factores que generan desvíos con respecto al trabajo planificado, y aprender a negociar eficientemente los conflictos que pudieran aparecer en el desarrollo del proyecto [Ramos P., Mota C., 2016] [Varajão J., 2016] [Blaskovics B., 2016] [Ayat, M., Imran, M., et al., 2021] [Montalbán-Domingo L., Casas-Rico J., et al. 2023].
- *Seguimiento y control del proyecto*: el director del proyecto debe realizar, controlar y actualizar en forma permanente los planes detallados, en los cuales los hitos y las actividades aparecen bien especificadas en el tiempo. Además, debe monitorear, evaluar y obtener retroalimentación puntual a lo largo de toda la ejecución del proyecto [Varajão J., 2016] [Riesener M., Kuhn M., et al., 2023].
- *Diferencias de percepción entre las partes interesadas y los profesionales de las TI*: atenuar dichas diferencias a través de la ayuda de especialistas externos [Ayat, M., Imran, M., et al., 2021] [Riesener M., Kuhn M., et al., 2023].
- *Elección de una metodología de gestión de proyectos adecuada*: entre los beneficios se incluyen un mejor control del alcance y objetivos del proyecto, la reducción de riesgos, procesos más eficientes, satisfacción de los clientes, y coherencia con otros procesos de la organización [Varajão J., 2016] [Ayat, M., Imran, M., et al., 2021] [Montalbán-Domingo L., Casas-Rico J., et al. 2023].

Algunos autores coinciden en la existencia del denominado “triángulo de oro” o “triángulo de hierro”, formado por los factores críticos desde el punto de vista del director del proyecto que debe completar su trabajo a tiempo, dentro del presupuesto asignado y cumpliendo con el alcance [Williams P., Ashil, N., et al. 2015] [Pollack J., Helm J., et al., 2018]. En dicha representación se le asigna un rango de mayor a menor importancia a

cada uno de los tres lados del triángulo: en primer lugar, calidad del resultado si el proyecto cumple con las expectativas del cliente, si se completó dentro del plazo previsto en segundo lugar y, por último, si el proyecto se culminó dentro del presupuesto. Williams y otros [Williams P., Ashil, N., et al., 2015]. muestran en sus resultados que la tardanza en la ejecución de un proyecto tiene un impacto negativo en el cliente. Por otro lado estos autores, junto con los de otros estudios, sugieren que el “triángulo de oro” debe ser ampliado para incluir tanto la satisfacción del cliente y la calidad de la relación con éste, para medir el éxito del proyecto [Pollack J., Helm J., et al., 2018].

La Guía PMBOK en su quinta edición [Pmbok Guide, 2013] pone énfasis en el papel de los interesados en el proyecto y la gestión de sus expectativas como factores de éxito de proyectos.

Quaranta [Quaranta N. 2019] establece que, del conjunto de factores críticos de éxito de un proyecto, los más importantes a tener en cuenta son los vinculados a las habilidades en la gestión de personas. Entre los cuales cita: el bienestar, la seguridad, la motivación de los miembros del equipo, la resolución rápida de conflictos y, la adecuada y frecuente comunicación entre los miembros del equipo que lleva adelante el proyecto.

Con relación a los factores de éxito, el Grupo Standish Internacional [The Chaos Report, 2020], especifica diez factores de éxito a través de una lista de prioridades, asignando un puntaje sobre cien puntos según su importancia, los cuales son presentadas en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Puntualización de los factores de éxito [The Chaos Report, 2020]

Factores de éxito	Puntos
<i>Apoyo ejecutivo:</i> brindar apoyo es el principal responsable del resultado del proyecto.	15
<i>Madurez emocional:</i> cubrir el estado emocional de las personas que participan del proyecto.	15
<i>Participación de los usuarios:</i> otorgar participación a los usuarios en el proyecto, ya que tienen un efecto importante en la resolución de conflictos.	15
<i>Optimización:</i> definir prioridades a optimizar, tamaño, complejidad, trabajo, entrega rápida.	15
<i>Recursos especializados:</i> formar a las personas que forman parte del proyecto, ya que de ellos depende el éxito del proyecto.	10
<i>Arquitectura estándar:</i> grupo consistente de prácticas integradas, servicios y productos para el desarrollo, implementación y operación de las aplicaciones de software.	8
<i>Proceso ágil:</i> aplicar agilidad en los procesos en cuanto a participación del usuario y apoyo ejecutivo.	7

Factores de éxito	Puntos
<i>Ejecución:</i> centrar la ejecución en el gobierno y la vigilancia del proyecto, enfocándose en los procedimientos y controles financieros.	6
<i>Experiencia en gestión de proyectos:</i> procesar experiencias anteriores en gestión de proyectos, principalmente el control de la progresión de las tareas, y motivar la participación de los interesados y los miembros del equipo.	5
<i>Objetivos de negocios claros:</i> mantener los objetivos del proyecto alineados con la estrategia de la organización.	4

Los tres primeros factores representan el 50% de los puntos asignados con respecto al resto. Los últimos cinco factores de éxito si bien ayudan, aportan un menor beneficio al éxito de los proyectos. Es decir, cuanta mayor cantidad de todos estos factores estén presentes en un proyecto, mayor será la probabilidad de éxito del mismo, a pesar de que no tienen que estar todos presentes para que el proyecto se complete exitosamente.

Por otro lado, Chow y Cao [Chow T., Chao D., 2008] al igual que lo hicieron con los factores de fracaso, distinguen factores de éxito en los proyectos que se gestan utilizando un enfoque ágil, y los clasifican en cinco dimensiones: organización, personas, procesos, técnicas y proyecto, los cuales se muestran en la Tabla 2-3. Estos datos fueron recogidos de un estudio realizado a más de cien proyectos de diversas organizaciones ubicadas en diferentes lugares geográficos. Sus autores concluyen que los factores más relevantes para el éxito de los proyectos son: correcta estrategia de entrega, buen ejercicio de técnicas de ingeniería ágiles y equipo de gestión de alta capacidad.

Tabla 2-3. Factores de éxito. Enfoque ágil [Chow T., Chao D., 2008]

Dimensión	Factor de éxito
<b>Organización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fuerte apoyo ejecutivo. Administrador o patrocinador comprometido.</li> <li>– Cultura de la organización cooperativa, en lugar de jerárquica.</li> <li>– Cultura de comunicación oral o cara a cara.</li> <li>– Establecimiento de entorno de trabajo de estilo ágil.</li> </ul>
<b>Personas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Miembros del equipo competentes, con experiencia y motivados</li> <li>– Coherencia y trabajo en equipo auto-organizado.</li> <li>– Buenas relaciones con los clientes.</li> </ul>
<b>Proceso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Agilidad en la gestión de requerimientos y en la gestión de proyectos.</li> <li>– Fuerte comunicación diaria cara a cara.</li> <li>– Fuerte presencia y compromiso con el cliente.</li> <li>– El cliente tiene plena autoridad.</li> </ul>

Dimensión	Factor de éxito
<b>Técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normas de codificación definidas previamente.</li> <li>– Diseño simple.</li> <li>– Cantidad correcta de documentación.</li> <li>– Adecuada formación técnica del equipo.</li> </ul>
<b>Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Proyectos dinámicos, agenda acelerada.</li> <li>– Proyectos con equipos pequeños.</li> <li>– Evaluación de costos y de riesgos por anticipado.</li> </ul>

Según las investigaciones, los proyectos que son liderados por personas con talento claramente terminan con muy buenos resultados y, por consiguiente, reciben el apoyo de la organización [Pmbok Guide, 2021].

Más allá que muchos investigadores han abordado diversos factores críticos de éxito durante la ejecución de los proyectos de TI, las habilidades blandas, relaciones y una adecuada comunicación pueden garantizar el cumplimiento de tales factores [Osei-Kyei R., Chan A., 2015] [Quaranta N. 2019] [Hans R., Marebane S., 2023].

### **II.3 Gestión de Proyectos**

De acuerdo con la primera definición adoptada por la Organización Mundial de Normalización ISO 10006<sup>1</sup>, versión 2003, un proyecto *“es un proceso único que consiste en un conjunto de actividades coordinadas y controladas, que contiene las fechas inicio y fin, y que es llevado a cabo para lograr un objetivo conforme a los requerimientos específicos, incluyendo limitaciones de tiempo y de costos”*. Al mismo tiempo, la Asociación Internacional para la Dirección de Proyectos (IPMA)<sup>2</sup> propone otra definición: *“El proyecto es un conjunto de acciones a lograr con los recursos dados, para cumplir con un objetivo definido, como parte de una misión específica, y para la realización de los cuales han sido identificados no sólo un comienzo, pero también un fin”*. El Instituto de Gerenciamiento de Proyectos [Pmbok Guide, 2021] resume la definición de proyecto en la siguiente frase *“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado, único. La naturaleza temporal de los proyectos, indican un principio y un fin definidos. El final se alcanza cuando se*

<sup>1</sup> <https://dgn.isolutions.iso.org>

<sup>2</sup> [www.ipma.world](http://www.ipma.world)

*logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto”.*

Todo proyecto crea un resultado único, es decir, aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables del proyecto, esta repetición no altera la unicidad fundamental del objetivo del proyecto. Un esfuerzo de trabajo permanente es por lo general un proceso repetitivo, puesto que sigue los procedimientos existentes de una organización. En contraposición, debido a la naturaleza única de los proyectos, puede existir incertidumbre respecto de los productos, servicios o resultados que se generan. Las tareas del proyecto pueden ser nuevas para el equipo del proyecto, lo que hace necesario planificar con mayor dedicación que si se tratara de un trabajo de rutina. Además, los proyectos se llevan a cabo en todos los niveles de una organización. Un proyecto puede involucrar a una sola persona, una sola unidad o múltiples unidades dentro de la organización.

Por tanto, un proyecto puede generar: un producto que puede ser un componente de otro elemento o un elemento final en sí mismo, la capacidad de realizar un servicio o, un resultado, tal como un producto o un documento.

La palabra gestión viene del latín, se forma del prefijo *gestiō* y del vocablo *-ōnis* que significa acción y efecto de administrar o gestionar. La etimología da la idea que la gestión se refiere a hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o un deseo cualquiera. Por lo tanto, la gestión de proyecto es llevar adelante un conjunto de acciones coordinadas que implican diversas habilidades y recursos, para lograr un resultado específico en un intervalo de tiempo definido [Tahri H. Kaitouni, O., 2013].

La literatura revela que ambos términos, gestión y proyecto, se han desarrollado como un conjunto de actividades esencialmente útiles, funcionales y alineadas, con énfasis en la objetividad y con un enfoque en las técnicas y el control, donde la gestión de proyectos es un esfuerzo coordinado para alcanzar una meta en particular o realizar una función específica [Niknazar P. Bourgault M., 2017].

Por otro lado, la Guía PMBOK [Pmbok Guide, 2021] define a la gestión de proyectos como *"la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requerimientos del proyecto"*.

Wang y otros, [Wang X., Wei, X., et al., 2023] destacan la importancia del liderazgo en la gestión de proyectos, más aún, un desafío en un entorno de trabajo remoto. Estos autores realizaron un trabajo que ha involucrado a 52 sujetos donde expresan lo siguiente: (1) los líderes emplean un uso consistente y de alto nivel de las TI en todo el proceso de trabajo, especialmente en las etapas de planificación y cierre de un proyecto; (2) los líderes alternan el uso de las TI para combinar tareas específicas en diferentes fases del proyecto. Dos plataformas de medios (foro de discusión en equipo e intercambio de documentos) se destacan como las más importantes para que los líderes generen confianza y ejecuten tareas; (3) en un entorno de gestión de proyectos con un grupo de miembros transitorios con tareas claramente definidas y responsabilidades urgentes, la creación de confianza es una responsabilidad de liderazgo continua y muy importante que precede a otras responsabilidades de liderazgo. La confianza se construye en gran medida alternando el uso de medios de TI.

En la gestión de proyectos conviven dos enfoques: el enfoque tradicional y el enfoque ágil. La gestión tradicional de proyectos ha establecido sus principios en la década de 1950 y es un enfoque gradual, donde se identifican las actividades del proyecto y la secuencia de pasos a realizar desde el inicio del mismo. Este enfoque debe garantizar la solidez y aplicabilidad a proyectos de diversos tamaños y complejidad. La idea básica es que los proyectos son relativamente simples, previsibles, lineales y con restricciones claramente definidas, para luego establecer una planificación detallada y seguir esa planificación sin muchos cambios [Spundak M., 2014]. El objetivo principal de este enfoque es la optimización y eficiencia en el seguimiento de un plan detallado y documentado de proyecto para finalizar dentro del tiempo, presupuesto y alcance previstos.

Este enfoque de gestión de proyectos ha sido utilizado durante mucho tiempo y su éxito en la gestión de estos ha sido destacado por varios estudiosos [Whitty S., Maylor H., 2009] [Kerzner H., 2010]. Por otro lado, Alahyari y otros [Alahyari H., Berntsson Svensson R., et al., 2017] exponen que las principales razones de inadecuación del enfoque tradicional de la mayoría de los proyectos de hoy en día son: la complejidad estructural, la incertidumbre en la definición de objetivos y la falta de tiempo para concluir los mismos.

A diferencia del enfoque tradicional, la gestión ágil de proyectos no se formula sobre el concepto de anticipación (requisitos, diseño, planificación y seguimiento), sino sobre el concepto de adaptación (visión, exploración y adaptación). Este enfoque tiene como objetivo dar garantías a los proyectos en base a las demandas principales: valor al producto o servicio, teniendo como base la innovación y la flexibilidad, reducción del tiempo de desarrollo, el trabajo en equipo, la colaboración entre las partes interesadas y la adaptabilidad a los cambios frecuentes, a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto. Es decir, estos valores son la base de la gestión de un proyecto, subrayando la colaboración e interacción continua entre el equipo de trabajo y el cliente. Este enfoque ha provocado cambios en las organizaciones tales como: tendencias de reducción de costos, mejor control de los proyectos y mejor comunicación [Marnada P., Raharjo T., et al., 2022] [Shameem M., Nadeem M., 2023]. La llegada de este nuevo paradigma está estrechamente relacionado con el campo de la ingeniería de software, cuyas ideas han ganado visibilidad a partir del año 2001 con el Manifiesto Ágil [Beck K., Beedle M., et al., 2001] [Conforto E., Amaral D., 2016]. Este Manifiesto fue escrito por un grupo de autores que establecieron cuatro pilares fundamentales del concepto “ágil”, como un conjunto de aspectos a valorar por sobre otros [Beck K., Beedle M., et al., 2001]:

- *Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas*: no se niega la necesidad de procesos y herramientas, sino que los procesos ayudan al trabajo, ya que sirven de guía de operación.
- *Producto funcionando sobre documentación extensiva*: la perspectiva subyacente al *Manifiesto Ágil* establece el éxito desde el punto de vista de la entrega de valor para el negocio.
- *Colaboración con el cliente sobre negociación contractual*: las prácticas ágiles cobran particular relevancia para el desarrollo de productos difíciles de definir con detalle al inicio, o cuando los requerimientos suelen ser muy volátiles por los cambios en el entorno del negocio.
- *Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan*: en entornos inestables, donde el cambio es continuo e imprevisible, se requiere una capacidad para la evolución rápida y continua.

Por otra parte, el *Manifiesto Ágil*, tras estos cuatro valores descritos previamente, presenta principios que se focalizan en el cliente y el valor de su negocio. Los requisitos del proyecto cambian todo el tiempo, se prioriza la entrega temprana del producto.

Además, los individuos que rodean al proyecto deben estar motivados y comunicados, ya que las mejores ideas emergen en los equipos autoorganizados. Estos valores y principios son las bases de las diferentes metodologías y guías de gestión de proyectos de enfoque ágil.

Si bien esto fue escrito para el desarrollo ágil de software, todos estos valores pueden aplicarse casi directamente a la gestión de cualquier tipo de proyectos [Spundak M., 2014].

La adaptabilidad es una característica clave e, inclusive, muchos autores afirman que es más importante que la previsibilidad (base del enfoque tradicional), ya que los cambios son inevitables [Conforto E., Amaral D., 2016]. Además, este enfoque hace hincapié en documentar sólo lo necesario, de forma tal de no afectar el ciclo de vida del proyecto y el resultado en el desperdicio de recursos [Alahyari H., Berntsson Svensson R., et al., 2017] [Ciric D., Lalic B., et al., 2020].

La Tabla 2-4 resume las principales particularidades de cada uno de los enfoques donde difieren principalmente sobre la base de los siguientes supuestos y principales características.

Los opositores del enfoque ágil sostienen que, si bien aún existe una falta de evidencia empírica en la aplicación exitosa del enfoque ágil en los proyectos, últimamente hay cada vez más pruebas de investigación con resultados de aplicación exitosa [Conforto E., Amaral D., 2016] [Ciric D., Lalic B., et al., 2020] [Lalmi A., Fernandes G., et al., 2023].

Tabla 2-4. Características propias de los enfoques, tradicionales y ágiles, para la gestión de proyectos.

Enfoque Tradicional	Enfoque Ágil
Plan de proyecto lineal, focalizado en el proceso y el plan lineal.	Plan de proyecto no lineal, con modificaciones y actualizaciones frecuentes, focalizado en las personas. Es decir, el enfoque iterativo ayuda a una rápida implementación.
Permite iniciar un proyecto con los requerimientos iniciales claros y documentados.	Requerimientos poco claros.
Bajo nivel de incertidumbre.	Objetivos del proyecto poco claros, solicitudes incompletas e impredecibles.
Es más apropiado en proyectos de gran tamaño.	Es más apropiado para proyectos creativos, innovadores, o desarrollo de nuevos productos.

Enfoque Tradicional	Enfoque Ágil
Muchos miembros en el equipo de trabajo y muy especializados, que trabajan individualmente dentro de los equipos.	Los miembros del equipo deben trabajar en un lugar común en equipos pequeños, favoreciendo la constante colaboración entre ellos.
Los usuarios no tienen tanta participación.	Colaboración estrecha y frecuente con el usuario final del proyecto.
Documentación requerida abundante.	Poco acento en la documentación, por lo que el conocimiento del proyecto es principalmente tácito.
Se requiere experiencia de los miembros del equipo en gestión de proyectos.	Se requiere mucha comunicación entre los miembros del equipo, por sobre la experiencia.
Énfasis en el control, lo que provoca aumento del orden. En general la gerencia, controla.	Énfasis en la auto organización, la interacción y las reglas simples, las cuales provocan el orden. La gerencia tiene el rol de facilitador y dar apoyo.
Los riesgos del proyecto son predecibles y es posible gestionarlos a través de una planificación anticipada, detallada y compleja.	Es imposible controlar el futuro porque los riesgos son impredecibles debido a la incertidumbre, por lo tanto, no hay necesidad de una planificación anticipada y detallada.

## II.4 Metodologías y Guías de Gestión de Proyectos

Una metodología (del griego *metà* "más allá", *odòs* "camino" y *logos* "estudio"), hace referencia al conjunto de procedimientos basados en principios lógicos, utilizados para alcanzar una gama de objetivos que rigen en una investigación científica o en una exposición doctrinal. En el ámbito de la gestión de proyectos, podemos definir una metodología como un conjunto de prácticas, técnicas, procedimientos y normas, utilizados por quienes trabajan en esta disciplina, y así lograr sistematizar los procesos en los que se descompone la gestión de un proyecto [Pmbok Guide, 2021].

El uso de metodologías puede aportar muchas ventajas a la gestión de proyecto de software, entre ellos:

- Facilitar la tarea de planificación.
- Suministrar la tarea del control y seguimiento de un proyecto.
- Mejorar la relación costo/beneficio.
- Optimizar el uso de recursos disponibles.
- Facilitar la evaluación de resultados y el cumplimiento de los objetivos.
- Facilitar la comunicación efectiva entre los interesados del proyecto.
- Optimizar las fases del proceso de desarrollo.

- Facilitar el mantenimiento del producto final.
- Permitir la reutilización de partes del producto.
- Garantía de un nivel de calidad en el producto final.
- Ayudar en el cumplimiento de los plazos de tiempo fijados en la definición del proyecto.
- Definir el ciclo de vida que más se ajuste a las condiciones y características del desarrollo.

Según la filosofía de desarrollo del producto del proyecto, tanto las guías de buenas prácticas como las metodologías de gestión de proyectos, se pueden clasificar según dos grupos o enfoques: *tradicionales* y *ágiles*, ya descrito en la sección II.3.

Existen numerosas metodologías y guías de buenas prácticas en la gestión de proyectos, y que corresponden a los enfoques tradicional o ágil. En esta tesis se seleccionan las siguientes:

- La Guía PMBOK es el estándar de gestión de proyectos del PMI (Project Management Institute) [Pmbok Guide, 2021]. Su primera versión se publicó en el año 1987 y recientemente se ha publicado la quinta edición, cuya finalidad es documentar y estandarizar la información y prácticas de gestión de proyectos ampliamente aceptadas.
- PRINCE2 es una metodología estructurada de gestión tradicional de proyectos que cubre la administración, control y organización de todo tipo de proyectos, incluidos los vinculados con las TI. Fue creada por la Agencia Central de Computación y Telecomunicaciones, (CCTA) en 1989 [Prince2 2009] [Portman H., 2009] [Böhm A. 2009].
- METRICA V3 es una metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información de enfoque tradicional, propuesta por el Ministerio de Administraciones Públicas del Gobierno de España [MetricaV3, 2000], cuya última versión fue liberada en julio del año 2001. Fue desarrollada para la sistematización de las actividades que dan soporte al ciclo de vida del software en el sector público.

- ATERN, es un marco de trabajo basado en un conjunto de buenas prácticas aprendidas por los miembros del Consorcio DSDM (Método de Desarrollo de Sistemas Dinámicos)<sup>3</sup>, cuya última versión fue lanzada en el año 2007.
- APM (Agile Project Management) es una metodología ágil de proyectos que abarca un ciclo de vida de proyecto, compuesto por cinco fases: visualizar, especular, explorar, adaptar y cerrar [Highsmith J., 2010] [Savell J., 2019].
- SCRUM es una metodología ágil en la que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente y en equipo a los fines de obtener el mejor resultado de un proyecto [Schwaber K., Sutherland J., 2011].

Se han realizado varios estudios comparativos entre las distintas metodologías y guías de gestión de proyectos, pero los mismos se centran en las vistas lógicas, los flujos de datos y la evolución de la información durante todo su ciclo de vida [Lester A., 2014] [Lei H. Ganjeizadeh F., et al., 2015] [Shtub A., Rosenwein M., 2016] [Granulo A., Tanovic A., 2019] [Lalmi A., Fernandes G., et al., 2023].

## ***II.5 Procesamiento de Lenguaje Natural***

Un lenguaje se puede definir como un conjunto de reglas o un conjunto de símbolos donde se combinan y utilizan para transmitir información. El Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP, por sus siglas en inglés) es una subdisciplina de la inteligencia artificial y la lingüística que se centra en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano [Tunstall L., von Werra L., et al., 2022]. El objetivo principal del NLP es permitir que las máquinas comprendan, interpreten y generen lenguaje humano de manera similar a como lo hacen los seres humanos. Esto incluye la capacidad de analizar y entender la estructura gramatical, el significado y el contexto del lenguaje en diferentes niveles de complejidad.

Es decir, el NLP busca habilitar la comunicación efectiva entre humanos y computadoras a través del lenguaje natural, lo que implica diversas tareas, como:

- Análisis de sentimiento: determinar si un fragmento de texto expresa emociones positivas, negativas o neutrales.
- Traducción automática: convertir texto de un idioma a otro de manera automática.

---

<sup>3</sup><http://www.dsdm.org/dig-deeper/book/dsdm-atern-handbook>

- Extracción de información: identificar y extraer información específica, como nombres propios, fechas o eventos, de un texto.
- Generación de lenguaje natural: crear automáticamente textos coherentes y contextuales.
- Preguntas y respuestas: responder preguntas formuladas por humanos a partir de información textual.
- Clasificación de texto: categorizar texto en diferentes clases o etiquetas, como spam o no spam, positivo o negativo, entre otros.
- Análisis de entidades: reconocer y clasificar entidades como nombres de personas, lugares y organizaciones.
- Resumen automático: crear resúmenes concisos de textos largos.

Para lograr estos objetivos, el NLP utiliza una combinación de técnicas lingüísticas, estadísticas y de aprendizaje automático. A medida que avanza la tecnología, se han desarrollado modelos cada vez más sofisticados, como los basados en redes neuronales, que han impulsado mejoras significativas en la capacidad de las máquinas para comprender y generar lenguaje humano de manera más precisa y contextual.

Esencialmente, NLP surgió para facilitar el trabajo del usuario y para satisfacer el deseo de comunicarse con la computadora a través del lenguaje natural, y puede ser clasificado en dos partes, es decir, Comprensión del Lenguaje Natural o Lingüística y, Generación del Lenguaje Natural que evoluciona en la tarea de comprender y generar el texto. La Lingüística es la ciencia del lenguaje que incluye la fonología que se refiere al sonido, la morfología de la formación de las palabras, la estructura de oraciones sintácticas, sintaxis, semántica y pragmática que refiere a la comprensión. Noah Chomsky, uno de los primeros lingüistas del siglo XII dio comienzo a la formulación de teorías sintácticas, marcando una posición única en el campo de la lingüística teórica que ha revolucionado el área de la sintaxis [Chomsky N., 1965]. Además, la Generación de Lenguaje Natural (NLG) es el proceso de producir frases, oraciones y párrafos que son significativos.

Hay una gran cantidad de trabajos de investigación sobre administración e ingeniería de requisitos, algunos de ellos utilizan NLP (Procesamiento del lenguaje natural) y algunos implementan métricas que involucran otros conceptos mencionados en la sección anterior. A continuación, se introducirá una lista muy reducida de los principales trabajos en el campo.

Entre los trabajos realizados en gestión de requisitos merece una mención especial las metodologías basadas en ágiles como enfoque para manejar recursos limitados. En [Karhapää P., Behutiye W., et al., 2021] hay una evaluación práctica con pequeñas y medianas empresas. Las estadísticas resultantes se utilizaron para desarrollar y probar un modelo teórico que relaciona los requisitos con su entorno. Un estudio similar en [Alsaqaf W, Daneva M, et al., 2019] se centra en ágil para grandes sistemas, y [Franch X. Gómez C., et al., 2018] presentan un análisis exploratorio con un método basado en datos para obtener, evaluar y documentar los requisitos en un *backlog*. En cuanto a los requisitos no funcionales, en [Ameller D., Franch X., et al., 2021] los autores muestran que es posible determinar qué barreras y beneficios tienen los requisitos no funcionales utilizando solo un sondeo. Concluyen que más herramientas e investigación permitirán enfoques prácticos novedosos e interesantes en el futuro. En [Hamdani M., Haider Butt W., et al., 2019] se presenta un marco para el modelado interactivo de nuevas interfaces de usuario, utilizando NLP para extraer características textuales de la documentación de requisitos.

Otros trabajos con procesamiento del lenguaje están alineados con una propuesta de Galinier [Galinier F., 2018], quien formula un modelo formal para reducir los problemas de congruencia y consistencia en la definición de requisitos. El modelo se ha ampliado [Bruel J., Ebersold S., et al., 2019] para varios idiomas. Naziri y otros [Naziri S., Rhazali Y., et al., 2020] estudian NLP para traducir historias de usuarios en su lugar. Esta toma la especificación de requerimientos y realiza un seguimiento hasta la etapa de diseño. En [Naumchev A., Meyer B., 2016] y [Naumchev A., Meyer B., et al., 2017] traduce los requisitos en lenguaje sencillo a una descripción formal mediante una representación programática. Algo similar se encuentran en [Nazir F., Butt W., et al., 2017] y [Garousi V., Bauer S., et al., 2020]. Otros enfoques implican la construcción de documentos C [Menaka Pushpa A., 2020] a partir de la derivación automática del inglés mediante técnicas de PNL. Existe un TLP (Technical Language Processing) que convierte los textos originales [Brundagea M., Sexton T., et al., 2021]. Una iniciativa fusiona los datos de la industria con el procesamiento del lenguaje [Dawood H., Siddle J., et al., 2020] como una forma de validar e identificar rápidamente las solicitudes de cambio durante la evolución del ciclo de vida del sistema. Varias perspectivas y herramientas desarrollan enfoques para la extracción de conocimiento [Mahmoud A., Niu N., 2015] [Michalke V., Hartig K., et al., 2016] [Guo J., Cheng J., et al., 2017] [Schlutter A., Vogelsang A., 2020] de los

documentos de requisitos. Muchos de ellos obtienen un gráfico que ayuda al usuario a buscar diferentes interpretaciones semánticas.

Otros usos de NLP en este contexto incluyen la expresión gráfica automática de documentos en inglés simple [Schlutter A., Vogelsang A., 2018], que representan los requisitos del sistema. Otro proyecto, bastante similar, está en [Barakhnin V. Kozhemyakina O., et al., 2019]. Representa un sistema que procesa un corpus de textos recopilando requisitos para el procesamiento a gran escala: la modularidad, la capacidad de escalamiento de los componentes y la independencia entre módulos son parte de las consideraciones.

Si bien la investigación de minería de texto y PNL se ha establecido durante décadas, aún existen lagunas en la literatura que informa sobre el uso de estas técnicas en la creación de aplicaciones del mundo real. Por ejemplo, normalmente analizan tareas únicas y, a veces simplificadas, y no analizan en profundidad la heterogeneidad y la inconsistencia de los datos que son comunes en los problemas del mundo real o su implicación en el desarrollo de sus métodos.

## ***II.6 Métricas para la Gestión de Proyectos***

Lo descripto precedentemente en las secciones II.1, II.2, y II.3, constituye una parte seminal del presente estudio y enmarca gran parte de las derivaciones y propuestas actuales. Las características consideradas para definir el conjunto de métricas se basan en los hallazgos de muchos autores [Ramos P., Mota C., 2016] [Iriarte C., Bayona S., 2020] [Adywiratama A., Ko C., et al., 2022] [Westenberger J., Schuler K., et al., 2022]

Un comentario especial es importante para los sistemas con Inteligencia Artificial (IA) [Thomas R., Uminsky D., 2022] para mantener bajo control los riesgos que pueden surgir debido al alto nivel de complejidad en este tipo de software. Menos dramático es el caso de los proyectos de innovación abierta, pero también merecen atención [Shaikh I., Randhawa K., et al., 2021].

En [Barclay C., Osei-Bryson K., 2010] se propone un entorno genérico que se inspira en los principios del Pensamiento Centrado en el Valor (VFT) y el método Meta-Pregunta-Métrica (GQM) para desarrollar criterios de desempeño respecto a los valores de los interesados en el proyecto. GOCAME (Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation) es un sistema de valoración [Becker P., 2014] que se

combina con GQM [Papa M., 2014], C-INCAMI (Contextual-Information Need, Concept Model, Attribute, Metric and Indicator) [Rivera M., 2018] asociados con las métricas de calidad más frecuentes [Arvanitou E., Ampatzoglou A., et al., 2017] [Friedman A., Flaounas I., 2018] [Jaleel A., Arshad S., et al., 2019] [Tebes G., Peppino D., et al., 2020].

En [Raza B., Aslam A., et al., 2020] se desarrolla un método basado en predicciones para medir el comportamiento de un almacén de datos. En [Ahmad M., Odeh M., et al., 2018] [Kbaiera W., Ghannouchib S., 2019] se establecen mediciones de calidad para evaluar modelos de procesos de negocio. Algunas métricas son desarrolladas para áreas específicas. Introducen la posibilidad de un análisis cuantitativo para negocios colaborativos. Por caso en bancos [Ivan I., Ciurea C., et al., 2014] aplican una combinación de Inteligencia Artificial con semántica. Para el ámbito de PYMES [Basso, D., 2014] la explotación de información es fundamental y se mide con parámetros diferentes. Se definen entonces tres categorías: datos, modelos y proyectos. En medicina en cambio se suele centrar en la calidad de imágenes reconstruidas de las tomografías [Chillarón M., Quintana-Ortí G., et al., 2020]. En *Cloud Computing* se establecen métricas para medir fluctuaciones en la demanda de recursos y servicios [Benmakrelouf S., St-Onge C., et al., 2020], escalabilidad [Al-Said Ahmad A., Andras P., 2019] y la seguridad [Le N., Hoang D., 2017]. En software existe un amplio repertorio. Algunas alternativas permiten evaluar la propensión de fallas [Rhmanna W., Pandey B., et al., 2020] con redes neuronales [Kumar L., Misra S., et al., 2017], evaluación de riesgos [Arar Ö., Ayan K., 2016] con revisión libre y aplicación de indicadores, para predecir la mantenibilidad del código fuente aplicando técnicas de aprendizaje automático [Gopal M., Amirthavalli M., 2019] [Zagane M., Abdi M., et al., 2020], para la legibilidad del código [Siddiqui T., Ahmad A., 2019] y para estimar defectos en el código fuente [Al Mamun M., Berger C., et al., 2019] [Kapur R., Sodhi B., 2020].

Las métricas presentadas en el PMBOK [Pmbok, 2021] evalúan el desempeño de proyectos según el método EVM (Gestión del Valor Ganado). Pero los proyectos con múltiples caminos de trabajos paralelos requieren métricas especiales [Li X., Moreschini S., et al., 2022]. En el ámbito de la gestión de riesgos [Mas A., Mesquida L., et al., 2020] [Roy S., 2022] sirven para dar apoyo al gerente de proyecto, evaluando el trabajo de los desarrolladores [Silva Ferreira M., Almeida Martins L., et al., 2019]. En [Mas A., Mesquida L., et al., 2020] se definen métricas ágiles para monitorear y controlar las mejores prácticas de los estándares ISO/IEC/IEEE 12207 e ISO/IEC TR 29110-5-1-2.

Asimismo, se presentan métricas para controlar temas muy específicos tales como las citadas en Vanhoucke [Vanhoucke M., 2011] [Harclerode M., Macbeth T., et al., 2016] [Wood D., 2017] [Meding W., Staron M., et al., 2021]. Otras métricas evalúan la legibilidad del código fuente [Siddiqui T., Ahmad A., 2019] y estiman defectos en el código fuente [He P., Li B., et al., 2015] [Al Mamun M., Berger C., et al., 2019] [Kapur R., Sodhi B., 2020]. Incluso existen métricas relacionadas con las diferentes etapas de producción: producto, proceso, prueba, mantenimiento y satisfacción del cliente, utilizando algoritmos de aprendizaje automático [Siri D., 2019].

## ***II.7 Ludificación para la Gestión de Proyectos***

El término “ludificación” fue creado en 2002 por el diseñador de juegos Nick Pelling [Galetta G., 2013] [Patricio R., Carrizo Moreira A., 2022] pero obtuvo un interés generalizado recién en la década del 2010, donde los juegos tuvieron aplicaciones en contextos donde los usuarios los utilizaban para obtener comportamientos deseados [Deterding S., Dixon D., et al., 2011]. Las contribuciones a la literatura sobre ludificación se han centrado particularmente en la educación y el aprendizaje [Attali Y., Arieli-Attali M., 2015] [Gibson D., Ostaszewski N., et al., 2015] [Toda A., Valle P., et al., 2017] la salud [McKeown S., Krause C., et al., 2016] [Regalado Chamorro M., Medina Gamero A., et al., 2021] el marketing [Lucassen G., Jansen, S., 2014] [Noorbehbahani F., Salehi F., et al. 2019] y en comportamientos sociales [Schoech D., Boyas J., et al., 2013]. Asimismo, a pesar de la creciente evolución, la ludificación es todavía un concepto reciente. Es más que un proceso técnico de aplicar elementos y herramientas del juego que proporcionen diversión y disfrute [Suh A., Wagner C., et al., 2018]. Genera diversas dinámicas de juego, como recompensas, competencia, altruismo y autoexpresión, apoyando la satisfacción de las necesidades psicológicas de las personas, tales como, autonomía, competencia y relaciones interpersonales [Mitchell R., Schuster L., et al., 2020] [Suárez-López M., Blanco-Marigorta A., et al., 2023]. La selección de los elementos del juego, como las recompensas y el nivel de competencia, aporta a que las personas se mantengan motivadas y comprometidas [Patricio R., Carrizo Moreira A., 2022].

En cuanto a la gestión de equipos, la ludificación juega un papel clave en la coordinación de los miembros del equipo y los altos directivos. Varios estudios sugieren

el uso de enfoques de juegos para apoyar el proceso de innovación y la colaboración entre equipos. Puede aplicarse como una práctica de innovación colaborativa que genera oportunidades para apoyar la creatividad colectiva y ayudar a las partes en conflicto a alcanzar un consenso [de Paula Porto D., Martins de Jesus G., et al., 2020] [Patricio R., Carrizo Moreira A., 2022]. Por otro lado, permite una autogestión en un equipo con una distribución de poder más equilibrada que brinde igualdad de oportunidades a todos sus miembros.

Asimismo, otros autores [Friedrich J., Becker M., et al., 2019], ilustran las ventajas de implementar componentes de juegos en los proyectos de gestión del conocimiento, permitiendo entre otras cosas, garantizar un adecuado manejo de este recurso, atendiendo aspectos centrales como la motivación humana y la voluntad individual de compartir el conocimiento. La ludificación ha demostrado ser un enfoque factible para aumentar la motivación de los empleados.

Por otro lado, un reciente estudio [Bizzi L., 2023] establece que la visión lúdica ofrece una de las soluciones más prometedoras para que los gerentes de proyectos de tecnología de la información innoven sus rendimientos. Sin embargo, la evidencia sobre sus ventajas es aún muy limitada. Por lo que este autor, muestra los beneficios de la concepción de videojuegos para el desempeño general del trabajo y los mecanismos de intermediación a través de los cuales ejerce sus efectos ventajosos. La participación de las personas en este tipo de iniciativas altera favorablemente sus cogniciones, transfiriendo su efecto sobre las actitudes y comportamientos en el lugar de trabajo.



# CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En este capítulo se realiza un análisis de los objetivos específicos de la propuesta descrita en la sección III.1. Los aportes de esta se tratan en la sección III.2.

## **III.1. Objetivos Específicos**

Esta sección presenta, analiza y justifica los objetivos específicos e hipótesis de esta propuesta, describiendo de forma concisa las actividades comprendidas. En algunos casos se indican referencias a otras secciones, donde se aborda con un mayor nivel de detalle.

### **III.1.a Análisis preliminar y métodos de validación**

Esta subsección analiza los pasos que fundamentan la propuesta. Los principales lineamientos se encuentran en el capítulo II, sobre las razones de fracaso en la gestión de proyectos (sección II.1), los factores críticos de éxito (sección II.2), las metodologías de gestión de proyectos (sección II.3), procesamiento de lenguaje natural (sección II.5), métricas para la gestión de proyectos (sección II.6) y técnicas de ludificación (sección II.7). Allí se remarcan las similitudes y diferencias entre estas alternativas más clásicas y el modelo de la propuesta que aquí se presenta que, además es apto para distintos contextos y problemas. Los antecedentes se presentan en la sección I.1.

El Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD, por sus siglas en inglés) surge a fines de los 90 a partir de publicaciones de Fayyad y otros [Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., et al., 1996a] [Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., et al., 1996b] y es un proceso que consiste en extraer información relevante y útil a partir de grandes volúmenes de datos.

El proceso de extracción de información para la formulación de métricas para la evaluación integral de metodologías de gestión de proyectos se muestra a continuación. La Figura 3-1, muestra el *framework* de la propuesta planteada en la presente tesis.



Fig. 3-1. Proceso para la formulación de métricas para la evaluación integral de metodologías de gestión de proyectos

- **Encuesta:** el instrumento utilizado para recolectar los datos es una encuesta. Es decir, los interesados (gerentes o jefes de proyectos) a través de técnicas de ludificación descritas en el capítulo V, sección 4, completan los ítems solicitados por la encuesta y se obtiene como resultado el documento *Enunciado del Negocio* necesario para aplicar las métricas descritas en la sección III.2 y determinar qué metodología de gestión de proyectos aplica de acuerdo con las características del mismo.
- **Selección:** se realiza la selección de los datos pertinentes provenientes de diversas fuentes, como bases de datos, almacenes de datos u otros repositorios. Los datos seleccionados son tomados de los textos del documento *Enunciado del Negocio*, el mismo contiene la descripción del alcance, listado de requerimientos del proyecto, necesidades de los interesados, entre otros. A los efectos de simplificar la extracción de textos, se procedió al diseño de una encuesta (Anexo B) que le permita al jefe de proyecto reunir toda la información necesaria para asegurar que se incluya todo el trabajo requerido para completar el proyecto satisfactoriamente, logrando una mayor aproximación a los factores críticos de éxito descritos en el apartado II.2. Asimismo, este documento le ayuda al jefe del proyecto, con conocimientos en gestión de proyectos o no, poder relevar las necesidades de los interesados con mayor precisión y profesionalismo, y así poder plasmarlas en un documento de texto.
- **Preprocesamiento:** los datos seleccionados se someten a una serie de pasos de preprocesamiento, que incluyen la limpieza, integración, transformación y

reducción de los datos. Esto se realiza con el objetivo de asegurar que los datos estén en un formato adecuado y de calidad para el análisis subsiguiente.

A partir de los datos arrojados en el formulario de la encuesta, se preparan los datos para el siguiente paso.

A continuación, se presenta el “Algoritmo 1.” utilizado en esta etapa. Los algoritmos fueron realizados con el lenguaje *Python* en el entorno de desarrollo y experimentación *Spyder* [Müller A., Guido S., 2016] [Bergfort B., Bilbro R., et al., 2018].

El algoritmo que se detalla a continuación utiliza la librería *Pandas* para el armado del *dataset*. El mismo se arma para facilitar su tratamiento.

#### Algoritmo 1.

```
import pandas as pd

df = pd.read_excel(r'D:\Users\User\Documents\Proyecto Encuestas
Patricia\RespuestasEncuestas.xlsx')

#Asignamos nombres de columnas
df.iloc[0][0]='Pregunta'
df.columns = df.iloc[0]
df.drop(df.index[0],inplace=True)
df.drop(columns=['EMPRESA 10'],inplace=True)

#nueva columna con numero correspondiente a la pregunta
listapreg=[1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,2,3,3,3,3,3,3,4,4,4,4,5,5,5,5,5,
,5,6,6,6,6,6,6,7,7,7,7,7,7,8,8,8,8,8,8,9,10,10,10,10,11,11,11,
12,12,12,12,13,13,13,13,13,13,14,14,14]
df['NumPreg']=listapreg

#reemplazamos vacios
df=df.fillna("")

#unimos de acuerdo al numero
dfnueva=df.groupby('NumPreg').agg({
    'Pregunta': 'first',
    'EMPRESA 1': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 2': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 3': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 4': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 5': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 6': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 7': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 8': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
    'EMPRESA 9': lambda x: ' '.join((map(str,x))),
})

#guardamos nuevo df
ruta=r'D:\Users\User\Documents\Proyecto Encuestas.xlsx'
dfnueva.to_excel(ruta, index = False)
print('Dataframe guardado con exito en ' + ruta)
```

A continuación, se describe el algoritmo antes descripto paso a paso:

**1. \*\*Importación de bibliotecas:\*\***

El código comienza importando la biblioteca `pandas` como `pd`. Esta biblioteca se utiliza para el manejo y manipulación de datos en formato tabular.

**2. \*\*Carga de datos desde un archivo:\*\***

Utiliza `pd.read_excel()` para cargar datos desde un archivo ubicado en `D:\Users\User\Documents\ProyectoEncuestasPatricia\RespuestasEncuestas.xlsx`. Los datos se cargan en un `DataFrame` llamado `df`.

**3. \*\*Asignación de nombres de columnas:\*\***

La primera fila del `DataFrame df` se usa como encabezado de columnas. Luego, se renombra la primera columna a 'Pregunta' utilizando `df.iloc[0][0]`.

**4. \*\*Eliminación de columnas no deseadas:\*\***

Se utiliza `df.drop(columns=['EMPRESA 10'], inplace=True)` para eliminar la columna 'EMPRESA 10' del `DataFrame`, que no es necesaria en el análisis.

**5. \*\*Asignación de números de pregunta:\*\***

Se crea una lista llamada `listapreg` que contiene números que corresponden a las preguntas en el `DataFrame`. Estos números se asignan a una nueva columna llamada 'NumPreg' en el `DataFrame df`.

**6. \*\*Rellenar valores vacíos:\*\***

Las celdas vacías en el `DataFrame` se llenan con cadenas vacías utilizando `df=df.fillna("")`.

**7. \*\*Agrupación de datos:\*\***

Los datos en el `DataFrame` se agrupan según el número de pregunta (`NumPreg`) utilizando `df.groupby('NumPreg').agg(...)`. Se crea un nuevo `DataFrame` llamado `dfnueva` que contiene las siguientes columnas:

`'Pregunta'`: La primera pregunta en cada grupo.

`'EMPRESA 1'` a `'EMPRESA 9'`: Se combinan las respuestas de todas las empresas para cada pregunta en una sola cadena de texto, separada por espacios.

**8. \*\*Guardar el nuevo DataFrame:\*\***

El nuevo `DataFrame dfnueva` se guarda en un archivo en la ubicación `D:\Users\User\Documents\ProyectoEncuestas.xlsx` utilizando `dfnueva.to_excel()`.

Se imprime un mensaje indicando que el `DataFrame` se ha guardado exitosamente.

En resumen, este código toma datos de un archivo que contiene las respuestas de

las encuestas, luego realiza una serie de transformaciones en los datos, como la asignación de números de pregunta y la agrupación de respuestas por pregunta, y luego guarda los datos transformados en un nuevo archivo. El objetivo es reorganizar y formatear el texto “crudo” es recopilado desde el formulario de la encuesta para su posterior análisis.

- **Minería de datos:** a los efectos de descubrir patrones y tendencias a partir de los datos arrojados por las encuestas, se aplican técnicas de minería de datos. Los datos son limitados y preprocesados con el fin de descubrir relaciones previamente desconocidas. Es decir, comprende el análisis exploratorio de los datos, la modelización estadística, el agrupamiento, la clasificación, la minería de reglas de asociación y otras técnicas pertinentes. Esta fase involucra la aplicación de algoritmos y técnicas de aprendizaje automático, estadística, visualización y otras disciplinas relacionadas para explorar y analizar los datos con el objetivo de descubrir patrones, tendencias, relaciones o estructuras ocultas. Es decir, se centra en el análisis y la extracción de conocimiento a partir de los datos, mediante la aplicación de técnicas y algoritmos de minería de datos con el fin de obtener información valiosa y relevante.

### III.1.a.i Técnica de minería de datos: Tokenización

Es un proceso que consiste en dividir un texto en unidades más pequeñas llamadas *tokens* [Vijayarani S., Janani R., 2016]. Estos tokens pueden ser palabras, caracteres, subpalabras u otros elementos dependiendo del nivel de granularidad deseado. El objetivo es segmentar el texto en unidades significativas para facilitar el análisis y el procesamiento posterior. Al dividir el texto en *tokens*, se crea una estructura más manejable para realizar tareas como el etiquetado gramatical, el análisis sintáctico, la generación de n-gramas y otras técnicas de procesamiento del lenguaje natural. A continuación, se muestra como cada palabra se representa como un *token* individual, lo que permitirá luego aplicar las métricas.

El primer paso, es tomar el texto *tokenizado* como se muestra a continuación en la Figura 3-2:

['(', ')', ',', '.', '/', ':', '?', 'a', 'administración', 'al', 'alcance', 'algunos', 'anticuadas', 'análisis', 'aprobado', 'asignación', 'bpm', 'buen', 'cada', 'capacitación', 'clientes', 'completamente', 'comprensión', 'compromiso', 'con', 'conocidas', 'conocimiento', 'conocimientos', 'convicción', 'cuáles', 'de', 'debería', 'decisiones', 'defectuoso', 'definidas', 'definidos', 'del', 'desarrollar', 'desarrollo', 'descripción', 'deslinde',

'discrecionalidad', 'diseñado', 'distribución', 'distribuido', 'documentación', 'dueño', 'economía', 'eficientes', 'el', 'en', 'entrenamiento', 'entrevistas', 'enumere', 'equipo', 'escasa', 'estado', 'evolución', 'facilidad', 'fecha', 'formalización', 'funcionales', 'funcionamiento', 'gestión', 'grado', 'ha', 'herramientas', 'hipótesis', 'identificación', 'identificador', 'impactadas', 'implementación', 'implementado', 'incompleto', 'integrantes', 'interesados', 'la', 'las', 'liderazgo', 'liste', 'los', 'líder', 'manual', 'mayor', 'muchos', 'más', 'necesario', 'necesarios', 'negocio', 'no', 'normas', 'nuevo', 'o', 'ordenados', 'ordenamiento', 'org', 'organización', 'para', 'pasos', 'país', 'permanente', 'plantean', 'poco', 'poseer', 'presupuesto', 'procedimientos', 'proceso', 'procesos', 'producto', 'proyecto', 'que', 'reglas', 'requerimiento', 'requerimientos', 'respecto', 'responsabilidades', 'restricciones', 'se', 'secuencia', 'seguimiento', 'servicio', 'si', 'siguiente', 'siguientes', 'sistemas', 'situaciones', 'soluciones', 'supuestos', 'tareas', 'testado', 'tic', 'tiempo', 'todas', 'trámites', 'técnicas', 'ud', 'un', 'usuarios', 'utilizado', 'verán', 'y', 'área', 'áreas', 'único']

Fig. 3-2. Texto tokenizado de un *Enunciado del Negocio*

El siguiente algoritmo está desarrollado en *Python* y es diseñado para realizar un análisis de complejidad de oraciones utilizando el paquete *Natural Language Toolkit* (NLTK) y *Stanford's CoreNLPParser*. El código descrito se encarga de la extracción y análisis de datos provenientes de un archivo llamado '*EncuestasFormateadas.xlsx*'.

```
#len(raw) #busca longitud total
#raw=raw[236:1834]
raw=raw[236:]
rawP1=raw[raw.rfind("Requerimientos de negocio (NO
DEFINIDOS)") + len("Requerimientos de negocio (NO
DEFINIDOS)") : raw.rfind("Requerimientos funcionales (NO
DEFINIDOS)")]
rawP2=raw[raw.rfind("Requerimientos funcionales (NO
DEFINIDOS)") + len("Requerimientos funcionales (NO
DEFINIDOS)") : raw.rfind("Requerimientos No funcionales (NO
DEFINIDOS)")]
rawP3=raw[raw.rfind("Requerimientos No funcionales (NO
DEFINIDOS)") + len("Requerimientos No funcionales (NO
DEFINIDOS)") : raw.rfind("Enumere los requerimientos de los
interesados")]
rawP4=raw[raw.rfind("Enumere los requerimientos de los
interesados") + len("Enumere los requerimientos de los
interesados") : raw.rfind("Enumere los requerimientos de
soluciones")]
rawP5=raw[raw.rfind("Enumere los requerimientos de
soluciones") + len("Enumere los requerimientos de
soluciones") : raw.rfind("Liste las áreas de la organización
que se verán impactadas con la gestión del proyecto y con la
implementación del producto o servicio")]
rawP6=raw[raw.rfind("Liste las áreas de la organización que
se verán impactadas con la gestión del proyecto y con la
implementación del producto o servicio") + len("Liste las áreas
de la organización que se verán impactadas con la gestión del
proyecto y con la implementación del producto o
servicio") : raw.rfind("Enumere los requerimientos de
entrenamiento necesarios")]
rawP7=raw[raw.rfind("Enumere los requerimientos de
entrenamiento necesarios") + len("Enumere los requerimientos de
entrenamiento necesarios") : raw.rfind("Enumere las
restricciones:")]
rawP8=raw[raw.rfind("Enumere las
restricciones:") + len("Enumere las
```

```

restricciones:"):raw.rfind("Ud. ha utilizado herramientas y
técnicas para la descripción del ALCANCE:")]
rawP9=raw[raw.rfind("Ud. ha utilizado herramientas y técnicas
para la descripción del ALCANCE:")]+len("Ud. ha utilizado
herramientas y técnicas para la descripción del
ALCANCE:"):raw.rfind("Cuáles?")]
rawP10=raw[raw.rfind("Cuáles?")+len("Cuáles?"):]

tokens=nltk.wordpunct_tokenize(raw)
tokens=tokens[1:] #elimino ENCUESTA
tokensP1=nltk.wordpunct_tokenize(rawP1)
tokensP2=nltk.wordpunct_tokenize(rawP2)
tokensP3=nltk.wordpunct_tokenize(rawP3)
tokensP4=nltk.wordpunct_tokenize(rawP4)
tokensP5=nltk.wordpunct_tokenize(rawP5)
tokensP6=nltk.wordpunct_tokenize(rawP6)
tokensP7=nltk.wordpunct_tokenize(rawP7)
tokensP8=nltk.wordpunct_tokenize(rawP8)
tokensP9=nltk.wordpunct_tokenize(rawP9)
tokensP10=nltk.wordpunct_tokenize(rawP10)

#print(tokens)
#tokensP1=tokens[20:30]

#type(text)
#type(tokens)

text=nltk.Text(tokens)
textP1=nltk.Text(tokensP1)
textP2=nltk.Text(tokensP2)
textP3=nltk.Text(tokensP3)
textP4=nltk.Text(tokensP4)
textP5=nltk.Text(tokensP5)
textP6=nltk.Text(tokensP6)
textP7=nltk.Text(tokensP7)
textP8=nltk.Text(tokensP8)
textP9=nltk.Text(tokensP9)
textP10=nltk.Text(tokensP10)

#genero el vocabulario
words=[w.lower() for w in text]
vocab = sorted(set(words))

#se puede agregar al final de una lista con append
#vocab.append('blog')

#se puede concatenar en str pero no en list, usando +
set(w.lower() for w in text)

```

El código importa varias bibliotecas necesarias, como *CoreNLPParser* de NLTK, *nltk.tree*, *pandas*, *Counter* y *json*.

- **Función obtenerCorpus(numeroEmpresa, numeroPregunta):**

Esta función toma dos argumentos: *numeroEmpresa* y *numeroPregunta*.

Si *numeroEmpresa* es igual a 10, crea una nueva columna llamada

'UnionEmpresas' en un DataFrame llamado `dfnueva` sumando los valores de todas las columnas en cada fila.

Si `numeroPregunta` es igual a 14, concatena todos los valores de la columna 'UnionEmpresas' separados por comas en una variable llamada `celda`. Si no se cumple ninguna de las condiciones anteriores, asigna el valor de la celda correspondiente en el DataFrame `dfnueva` a la variable `celda`. Devuelve `celda`.

- **Función `parsearTexto(texto)`:**

Esta función toma un argumento `texto`, que es la oración que se va a analizar. Utiliza el parser de CoreNLP para analizar el texto y obtiene una lista de producciones gramaticales.

Luego, itera sobre cada producción y guarda la longitud de la lista de producciones en una lista llamada `listaProducciones`. Devuelve `listaProducciones`.

- **Lectura del archivo:**

El código lee un archivo llamado '`EncuestasFormateadas.xlsx`' y lo almacena en un DataFrame llamado `df`.

Inicialización del parser de CoreNLP:

Se inicializa el parser de CoreNLP y se lo guarda en la variable `parser`.

- **Análisis de datos:**

Luego, el código realiza un bucle anidado en el que recorre cada pregunta y empresa en un rango determinado. Para cada combinación de pregunta y empresa, se llama a la función `obtenerCorpus()` para obtener el texto a analizar.

Si el resultado de `obtenerCorpus()` no es una cadena vacía, se llama a la función `parsearTexto()` para obtener la lista de producciones gramaticales. Para cada producción en la lista, se guarda su complejidad en un archivo con un nombre que incluye la pregunta, la empresa y el número de producción. Finalmente, se imprime un mensaje indicando que las complejidades se han guardado con éxito.

En resumen, este código procesa un archivo que contiene datos de encuestas, extrae el texto de las celdas correspondientes según la pregunta y la empresa, analiza la complejidad gramatical de las oraciones en esas celdas utilizando el

parser de CoreNLP y guarda los resultados en archivos de texto separados. El objetivo es realizar un análisis de la complejidad gramatical de las respuestas plasmadas en el documento resultante de aplicar las encuestas.

- **Lematización y Truncado:** es el proceso lingüístico que consiste en reducir una palabra a su forma base o lema, también conocido como la raíz o el lexema. El objetivo es normalizar las palabras, de modo que diferentes formas flexionadas o conjugadas de una misma palabra se agrupen bajo un único lema. Se aplica en tareas como la recuperación de información, la clasificación de textos, la traducción automática y el análisis de sentimientos, entre otras. La lematización permite tratar las palabras como unidades más generales y abstractas, lo que facilita el análisis y la extracción de información de los textos.

A continuación, se muestra un ejemplo aplicado al texto que muestra la Figura 3-2 y que luego se aplica para cada métrica explicada en el capítulo V, sección 2.

- Conteo con repeticiones = 264 palabras
- Conteo sin repeticiones = 149 palabras
- Diversidad léxica= 0.5643939393939394
- Distribución del texto = Figura 3-3

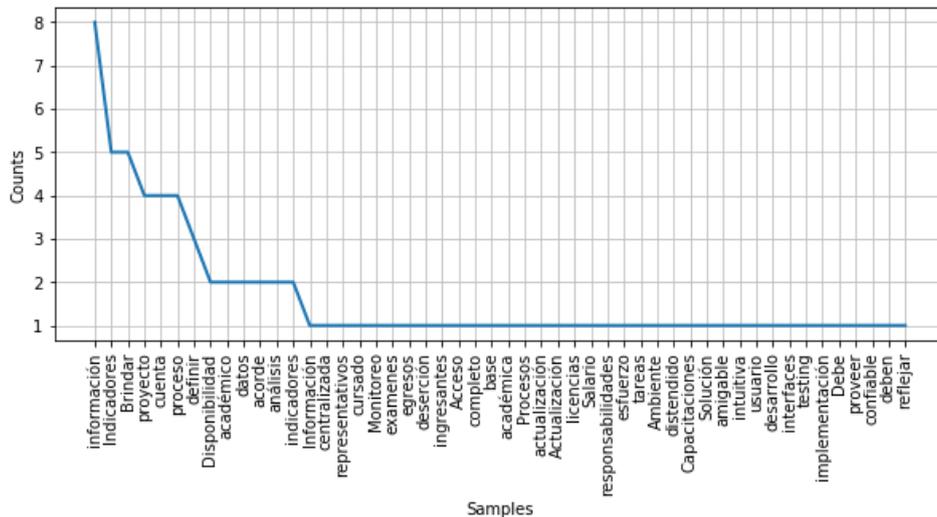


Fig. 3-3. Distribución del texto

- Diez palabras con mayor frecuencia:

[('de', 28), ('la', 11), ('y', 9), ('del', 8), ('los', 8), ('(', 7), (')', 7), ('organización', 4), ('en', 4), ('.', 4)]

- Distribución acumulada: = Figura 3-4

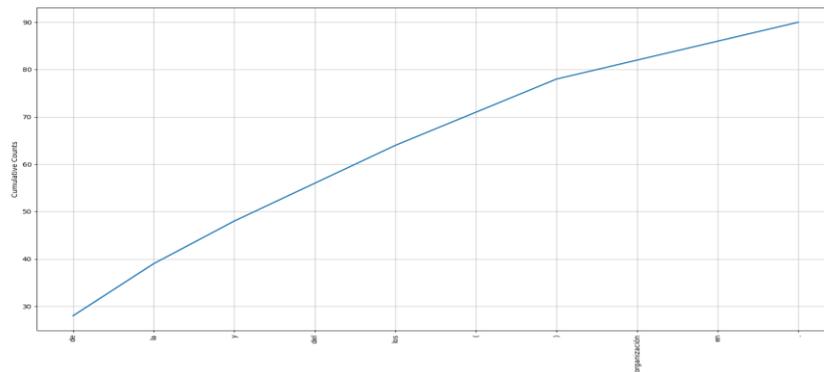


Fig. 3-4. Distribución acumulada

○ Palabras que aparecen una vez

['Buen', 'equipo', 'Convicción', 'nuevo', 'desarrollar', 'Normas', 'Reglas', 'anticuadas', 'poco', 'definidas', 'Escasa', 'capacitación', 'muchos', 'integrantes', 'clientes', 'Funcionamiento', 'defectuoso', 'incompleto', 'algunos', 'Ordenamiento', 'administración', 'más', 'eficientes', 'Distribución', '/', 'tareas', 'Mayor', 'facilidad', 'seguimiento', 'trámites', 'No', 'Discrecionalidad', 'decisiones', 'usuarios', 'Permanente', 'deslinde', 'interesados', 'procesos', 'BPM', 'Conocimientos', 'análisis', 'desarrollo', 'Liderazgo', 'soluciones', 'Manual', 'distribuido', 'áreas', 'verán', 'impactadas', 'gestión', 'implementación', 'producto', 'servicio', 'TODAS', 'entrenamiento', 'necesarios', 'Comprensión', 'un', 'proceso', 'secuencia', 'pasos', 'ordenados', 'restricciones', ':', 'economía', 'país', 'Grado', 'tiempo', 'org', 'presupuesto', 'necesario', 'supuestos', 'hipótesis', 'plantean', 'respecto', 'a', 'situaciones', 'no', 'conocidas', 'completamente', 'Formalización', 'área', 'TIC', 'Cada', 'requerimiento', 'debería', 'poseer', 'siguiente', 'identificación', 'Identificador', 'Único', 'Descripción', 'Dueño', 'Fecha', 'Documentación', 'Estado', 'Al', 'siguientes', 'aprobado', 'diseñado', 'implementado', 'testado', 'Ud', 'ha', 'utilizado', 'herramientas', 'técnicas', 'para', 'descripción', 'ALCANCE', 'SI', 'Cuáles', '?', 'Entrevistas']

○ Palabras de más de diez caracteres

['Comprensión', 'Conocimiento', 'Conocimientos', 'Descripción', 'Discrecionalidad', 'Distribución', 'Documentación', 'Entrevistas', 'Formalización', 'Funcionamiento', 'Identificador', 'Ordenamiento', 'Procedimientos', 'Requerimientos', 'administración', 'capacitación', 'completamente', 'desarrollar', 'descripción', 'distribuido', 'entrenamiento', 'funcionales', 'herramientas', 'identificación', 'implementación', 'implementado', 'integrantes', 'interesados', 'organización', 'presupuesto', 'requerimiento', 'requerimientos', 'responsabilidades', 'restricciones', 'seguimiento', 'situaciones']

- Lista de distribución de cada palabra = Figura 3-5

*FreqDist*({2: 57, 1: 37, 3: 27, 8: 22, 9: 16, 10: 16, 5: 14, 11: 13, 14: 12, 7: 11, ...})

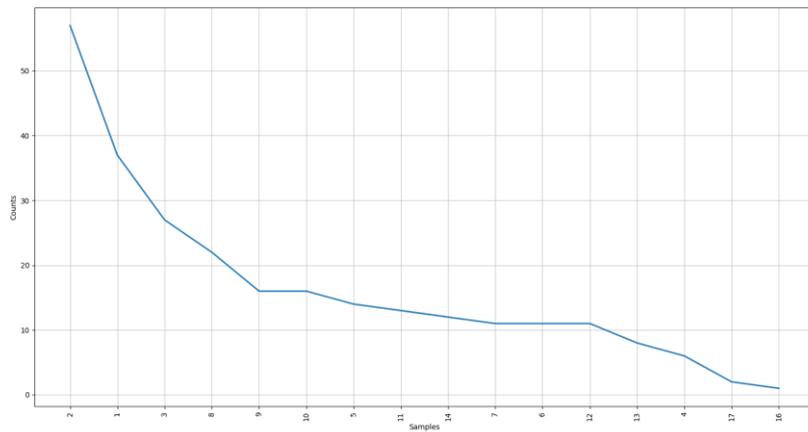


Fig. 3-5. Distribución de cada palabra

### III.1.a.ii Técnica de minería de datos: *Parse Tree*

Se ha trabajado utilizando la técnica *parse tree*, también conocido como árbol de análisis sintáctico o árbol de derivación. Es un ordenamiento jerárquico que representa la estructura sintáctica de una oración o expresión en un lenguaje formal, utilizado en el análisis sintáctico de lenguajes naturales y lenguajes de programación. Se construye aplicando reglas gramaticales y algoritmos de análisis sintáctico a una secuencia de *tokens* o palabras. Cada nodo del árbol representa una entidad gramatical, una frase, una palabra, un operador y, las relaciones entre los nodos reflejan la estructura sintáctica y jerárquica de la oración o expresión. El *parse tree* muestra cómo los componentes léxicos o *tokens* de una oración se combinan según las reglas gramaticales para formar una estructura coherente [Galitsky B., 2013]. Cada nodo interno del árbol corresponde a una regla gramatical aplicada en el análisis sintáctico, y las hojas representan los *tokens* individuales o las palabras de la oración.

Esta herramienta es utilizada para verificar la corrección sintáctica de una oración o expresión, así como para facilitar el análisis y la comprensión del significado estructural de un texto. Esto permite una representación visual y jerárquica de la estructura sintáctica de una oración o expresión, obtenida mediante el análisis sintáctico y la aplicación de reglas gramaticales.

**Algoritmo 2.**

```

from nltk.parse import CoreNLPParser
import nltk.tree
import pandas as pd
from collections import Counter
import json

def obtenerCorpus(numeroEmpresa,numeroPregunta):
    dfnueva=df.drop(columns=['Pregunta'])
    if numeroEmpresa==10:
        dfnueva['UnionEmpresas'] = dfnueva.values.sum(axis=1)
        if numeroPregunta==14:
            celda=dfnueva['UnionEmpresas'].str.cat(sep=', ')
        else:
            celda=dfnueva.iloc[numeroPregunta]['UnionEmpresas']
    else:
        if numeroPregunta==14:
            celda=dfnueva.iloc[:, numeroEmpresa-1].str.cat(sep=', ')
        else:
            celda=dfnueva.iloc[numeroPregunta,numeroEmpresa-1]
    return celda

def parsearTexto(texto):
    listaProducciones=[]
    parse=list(parser.raw_parse(texto))
    for oracion in parse:
        tags=parse[0].productions()
        listaProducciones.append(len(tags))
    return listaProducciones

df = pd.read_excel('EncuestasFormateadas.xlsx')
parser = CoreNLPParser(url='http://localhost:9003')
parse=list(parser.raw_parse('Yo corro en mi bicicleta roja'))
for numeroPregunta in range(13):
    for numeroEmpresa in range(9):
        # analisis NLP
        corpus=obtenerCorpus(numeroEmpresa,numeroPregunta)
        if corpus!='':
            listaProducciones=parsearTexto(corpus)
            for num, produccion in enumerate(listaProducciones,
start=1):
                rutadatos=f'Pregunta{numeroPregunta}-
Empresa{numeroEmpresa}-Producciones.txt'
                complejidad=str(produccion)
                with open(rutadatos, 'wt') as out:
                    out.write(complejidad)
                print(f'Complejidad para la pregunta {numeroPregunta} de la
empresa {numeroEmpresa} guardadas con éxito')

```

El resultado de aplicar el “Algoritmo 2.” se muestra en la Figura 3-6, donde se expresan los nodos hojas de las palabras claves.



proyecto, de forma tal de sentar las bases sólidas de un proyecto de calidad [Pmbok Guide, 2021].

Una vez descrito el documento *Enunciado del Negocio*, es posible determinar el nivel de comprensibilidad del negocio que se basa en el concepto de misión, visión y objetivos. Corresponde entonces validar la presencia de dichos conceptos en los documentos, y aspectos tales como la cobertura completa, claridad, compatibilidad con la estructura organizacional, etc. Para ello la métrica definida en la sección III.1.a (en detalle se encuentra en la sección III.2) objetiviza numéricamente cada uno de estos aspectos valiéndose de procesamiento de lenguaje natural, trabajando siempre sobre la base de las hipótesis de esta tesis y el planteo intrínseco de que las expresiones efectivas del lenguaje reflejan en su morfosintaxis aspectos de la semántica de manera suficiente a los efectos de estos estudios. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2021]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.c Establecer el grado de completitud del alcance.**

El alcance del proyecto debe ser una descripción detallada del producto (características y funciones del producto o servicio) y del proyecto (actividades a realizar para entregar el producto o servicio con las características y funciones especificadas). En el mismo se definen y documentan las necesidades de los interesados en el proyecto [Pmbok Guide, 2021]. Por ello, es necesario que el documento *Enunciado del Negocio*, contenga en su descripción de los requerimientos del negocio (las necesidades y oportunidades de la organización), los requerimientos de los interesados (necesidades de quienes participan del proyecto), los requerimientos de soluciones (características y funcionalidades del producto o servicio), los requerimientos del proyecto (acciones y procesos que el proyecto debe proveer) y, requerimientos de calidad (condiciones o criterios que el producto satisface).

Este conjunto de requerimientos descritos en el documento *Enunciado del Negocio*, se corresponden a un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación

de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2021]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

#### **III.1.d Determinar los criterios de validación de los requerimientos.**

Dentro del ámbito de la *Ingeniería de Requerimientos*, la validación de los requerimientos es una tarea esencial en cualquier proyecto de software, y es un proceso que debe llevarse a cabo más allá de la definición del alcance del proyecto. La validación de los requerimientos tiene como objetivo principal asegurar que su especificación sea una representación precisa de las necesidades y expectativas de los interesados [Laplante P., Kassab M., 2022] [Pmbok Guide, 2021] [Cheng B., Atlee J., 2009]. Además, es crucial que estos requerimientos sean completos, correctos y consistentes, entre otras características.

Por ello, se busca comprender la naturaleza de la información necesaria para validar los requerimientos, abordando preguntas como quién debe validarlos, qué criterios se deben utilizar, en qué momento llevar a cabo la validación, por qué es importante y cómo se debe realizar. Asimismo, se analizan comparativamente las características y restricciones de los enfoques considerados, tomando en cuenta las necesidades de información específicas y los criterios establecidos.

Por ello, en el documento *Enunciado del Negocio*, se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. Para evaluar preliminarmente el rendimiento y la eficiencia, se ha desarrollado una métrica específica y se ha aplicado en un contexto particular [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2021]. Los detalles sobre la formulación de la métrica y su aplicación se encuentran descritos en dicho estudio, específicamente en la sección II.6, donde se presentan los antecedentes relacionados.

#### **III.1.e Calcular el grado de trazabilidad de los requerimientos.**

La trazabilidad es el seguimiento de cada uno de los requerimientos, aseverándose que no se omite ninguno de ellos. La guía de buenas prácticas [Pmbok Guide, 2021] recomienda elaborar una matriz que permita asegurar que los requerimientos definidos y aprobados, contenidos en el documento, *Enunciado del Negocio*, del proyecto se desarrollen, implementen, testeen y aprueben y, sean efectivamente parte del producto o servicio final entregado al cliente. Cada requerimiento para asegurar su trazabilidad debe

contener un conjunto de atributos tales como: identificador único, descripción textual, dueño, fuente, prioridad, estado, fecha de aprobación, entre otros.

Este conjunto de requerimientos descritos en el documento *Enunciado del Negocio*, se corresponden a un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2021]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.f Calcular el grado de completitud de las actividades.**

El modelo propuesto analiza el grado de completitud de las diferentes actividades contenidas en el *Enunciado del Negocio*. Por ello, cada actividad debe contener un identificador único, la fecha de inicio, la fecha de finalización, responsable, personas y recursos asignados, supuestos y esfuerzo.

Cada elemento contenido en la descripción del documento debe estar asociado a un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se trabajó en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.g Determinar el grado de estimación de la duración de las actividades del proyecto.**

Determinar el grado de estimación de la duración de las actividades y del proyecto, entiende a la identificación de las actividades contenidas en el *Enunciado del Negocio*, sus interrelaciones y una planificación gradual con las duraciones de las actividades. Por ello, cada actividad debe tener una serie de atributos descripta anteriormente, entre ellos, los requisitos de los recursos asociados a las mismas. Por tanto, en la descripción del documento, debe contener un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos

contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.h Calcular el grado de estimación de costos.**

El grado de estimación de los costos, es el proceso mediante el cual se desarrolla una estimación aproximada de los recursos económicos necesarios para realizar las actividades del proyecto. Para lo cual, cada actividad contenida en el *Enunciado del Negocio* debe estar relacionada a alguna herramienta y/o técnica de estimación de costos, los responsables que participarán en el proceso y los niveles de autoridad de cada uno de los interesados de tal actividad. Por tanto, en la descripción del documento, debe contener un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.i Calcular el grado de planificación de la calidad.**

Consiste en describir, cuantificar, y documentar los requisitos de calidad que se debería cumplir, como la comparación de los resultados esperados como los obtenidos, mediante el control de la calidad. Por tanto, cada actividad descrita en el *Enunciado del Negocio* debe tener asociada herramientas y/o técnicas para la planificación y el control de calidad, y todos los potenciales riesgos asociados a cada una. Por tanto, en la descripción del documento, debe contener un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.j Calcular el grado de estimación de los recursos humanos.**

El grado de estimación de los recursos humanos consiste en que cada actividad tenga definidos los roles, las responsabilidades, habilidades, aptitudes, cualidades, conocimientos y relaciones de las personas que forman parte del equipo de proyecto. Asimismo, se debe tener presente las mejoras en la interacción entre las personas, el desarrollo de las capacidades actuales y el fomento de nuevos conocimientos. Por tanto, en la descripción del documento *Enunciado del Negocio*, debe contener un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.k Determinar el grado de gestión del equipo de proyecto.**

La gestión de los recursos humanos define los roles, responsabilidades, características, cualidades, conocimientos y relaciones jerárquicas de las personas que forman parte del equipo del proyecto. El resultado es la unidad de medida en la mejora de la interacción entre las personas, el desarrollo de sus capacidades actuales y fomentar nuevos conocimientos en cada uno. En la descripción del documento *Enunciado del Negocio*, debe contener un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.l Determinar el grado de gestión de los interesados.**

Los interesados en el proyecto deben ser identificados al inicio de la gestión del mismo y determinar su influencia, así como también sus necesidades particulares. De acuerdo a los indicadores, se deben desarrollar estrategias para gestionar de forma efectiva a los interesados y definir mecanismos de participación en la toma de decisiones basados en sus intereses y necesidades. Esto indica que, en la descripción del documento *Enunciado del Negocio*, debe contener un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se

encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.m Determinar el grado de gestión de riesgos.**

Se deben identificar y documentar todos los eventos que pueden afectar los objetivos del proyecto, para determinar las prioridades de cada uno, la probabilidad de ocurrencia y el impacto asociado. Por ello es necesario desarrollar planes de respuesta a los riesgos. En la descripción del documento *Enunciado del Negocio*, debe contener un conjunto de palabras claves en las que se aplican las técnicas descritas en la sección III.1.a, la métrica explicada en detalle se encuentra en la sección III.2. El modelo propuesto es apto para distintos contextos y problemas. A fin de evaluar preliminarmente su rendimiento y eficiencia, se ha trabajado en la formulación de la métrica y su aplicación [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022]. Los antecedentes se presentan en la sección II.6.

### **III.1.n Definir un marco de medición.**

A partir de las métricas asociadas a cada objetivo específico descrito precedentemente, se define un marco de medición a fin de evaluar las metodologías de gestión de proyectos. Como resultado se espera obtener un resultado métrico que exprese el grado de aplicabilidad, eficacia y eficiencia de las metodologías de gestión de proyectos para proyectos de diferentes características, tales como tamaño y contexto. Es esperable, que el marco de medición sea aplicable, como sistema de comparación entre diferentes metodologías de gestión de proyectos.

### **III.1.o Medir la eficiencia de las metodologías en gestión de proyectos**

A partir de la descripción del proyecto en el documento *Enunciado del Negocio* se procura determinar qué metodologías de gestión de proyectos se ajustan a las características del proyecto y luego medir la eficiencia de tales metodologías. Los hallazgos estadísticos encontrados pretenden mejorar la toma de decisiones y optimizar la ejecución de los proyectos, aportando a los casos de éxitos en la gestión de proyectos.

Los pasos para llevar a cabo este proceso son: la recopilación de los datos a partir de la descripción del alcance del proyecto, descritos en la sección III.1.a; la aplicación de las métricas formuladas en la sección III.2; posteriormente el estudio de casos y resultados descritos en el capítulo V.

### **III.1.p Determinación de alcances de la propuesta**

El objetivo de la presente investigación es proponer y describir un marco de medición robusto, flexible y confiable, capaz de adaptarse a cambios en el contexto del proyecto y/o a proyectos de diferentes características. Dicho modelo debe ser lo suficientemente ágil y sencillo para poder ser utilizado por personas con o sin conocimiento en gestión de proyectos. También debe ser práctico y que demande escaso tiempo para que sea efectivamente utilizado. En la sección III.2. se presenta el modelo en detalle, mientras que en el capítulo VI sección VI.2 se presenta su implementación. El marco de medición se aplica sobre los datos arrojados a partir de una encuesta diseñada especialmente para ayudar al jefe de proyecto a la descripción del alcance del mismo, permitiendo contextualizar los datos y encontrar información oculta en ellos.

### **III.1.q Divulgación de los avances**

Durante el desarrollo de esta investigación se realizaron diversas publicaciones de resultados parciales obtenidos:

- a. **Patricia R. Cristaldo, Daniela López De Luise, Lucas La Pietra, Anabella De Battista, Jude Hemanth (2021)** - “*Metrics for the Systematic Evaluation of Project Management Methodologies*”. Global Research and Development Journal for Engineering, ISSN online 2455-5703, Vol.6 Issue 5, April 2021.
- b. **Patricia R. Cristaldo, Daniela López De Luise, Lucas La Pietra, Anabella De Battista (2021)** - “*Adjustment Level Metrics for Requirements in Project Management*”. Proceedings of 2021 8th Intl. Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCOMI 2021), IEEE ISSN: 2640-0146, ISBN: 978-1-7281-8682-5, IEEE Catalog Number: CFP2144Z-USB, Cairo, Egypt. 2021.
- c. **Patricia R. Cristaldo, Daniela López De Luise, Lucas La Pietra, Anabella De Battista (2021)** - “*Metrics for validation and traceability of Project Management Requirements*”. ID **GRDJEV06I050009** has been approved in GRD Journal for Engineering, ISSN: 2455—5703.

- d. **Patricia R. Cristaldo, Daniela López de Luise, Lucas La Pietra, Anabella De Battista and Jude Hermanth (2021)** – Capítulo de libro: — “*Data Mining-Based Metrics for the Systematic Evaluation of Software Project Management Methodologies*”. Blockchain. Artificial Intelligence, and the Internet of Things., pag. (35-51) – Editorial Springer – DOI: 10.1007/978-3-030-77637-4\_3.
- e. **Patricia Cristaldo, María Daniela López de Luise, Lucas La Pietra, Soledad Retamar, Anabella De Battista (2022)** – “*Medición para la evaluación transversal de metodologías de gestión de proyectos*”. XXIV WORKSHOP DE INVESTIGADORES EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN (WICC), Mendoza, Argentina.
- f. **Patricia Cristaldo, María Daniela López de Luise, Lucas La Pietra (2022)** – “*Métricas para Metodologías de Gestión de Proyectos: planificación de calidad y equipo de gestión*”. VI IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON) Buenos Aires, Argentina.
- g. **Patricia Cristaldo, María Daniela López de Luise, Lucas La Pietra (2022)** – “*Influencia de la Visión Organizacional en los riesgos de la Gestión de proyectos*”. 10º Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información - CONAIISI 2022, Entre Ríos. Argentina. ISBN 978-950-42-0218-9.
- h. **Patricia R. Cristaldo, Daniela López de Luise, Lucas La Pietra (2023)** – “*Metrics for Project Management Methodologies Elicitation*”. – Capítulo de libro: Perspectives and Considerations on the Evolution of Smart Systems. DOI: 10.4018/978-1-6684-7684-0.ch008.
- i. **Patricia Cristaldo, María Daniela López de Luise, Lucía Thea, Luciana Valiente (2023)** – “*Experiencia Ludificada para el desarrollo de Métricas en Gestión de Proyectos*”. 11º Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información - CONAIISI 2023, Tucumán. Argentina.

Dichas publicaciones representan una validación por parte de la comunidad científica y son el respaldo de esta propuesta.

### III.2. Desarrollo de la propuesta

Esta sección presenta y describe en profundidad el objetivo central de esta propuesta, detallando el marco de medición que contiene al conjunto de métricas propuestas (III.1). La arquitectura central de esta propuesta consta de tres pasos, Figura 3-7 derivada de la Figura 3-1.

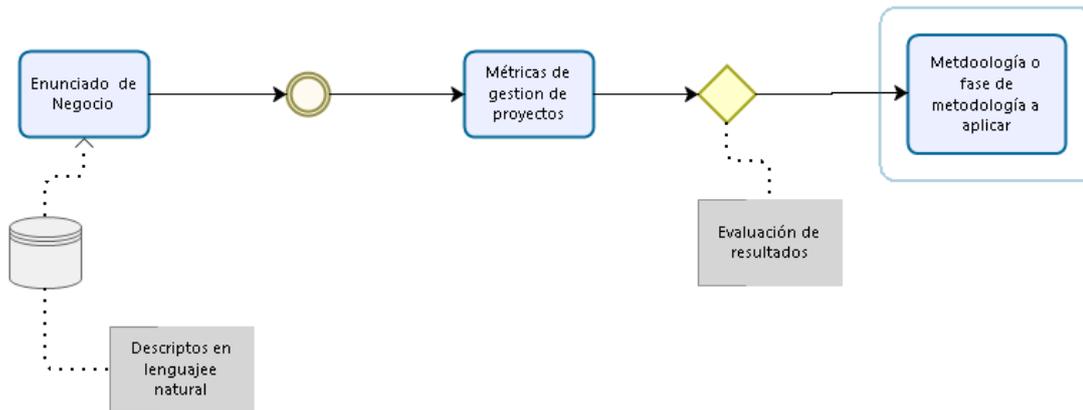


Fig. 3-7. Enfoque principal del modelo

Este modelo comprende una segmentación visible mínima posible del marco de medición propuesto. Es una típica abstracción en tres pasos, una ligada a la parte de la recolección de los requerimientos y descripción del alcance del proyecto por parte de los interesados del proyecto, otra a la aplicación de las métricas propuestas y otra a la elección de la metodología de gestión de proyectos a aplicar.

De acuerdo con las directrices de buenas prácticas en la gestión de proyectos, la gestión del alcance engloba el conjunto de procedimientos esenciales destinados a garantizar que se abarque la totalidad de las tareas necesarias para culminar el proyecto de manera exitosa [Pmbok Guide, 2021]. Teniendo esto en cuenta, es importante formalizar el documento inicial del proyecto, *Enunciado del Negocio* con una descripción completa de la lista de requerimientos, de forma tal de sentar las bases sólidas de un proyecto de calidad, según la bibliografía citada precedentemente. A continuación, se describen las métricas contenidas en el marco de medición para la evaluación integral de metodologías de gestión de proyectos, cuyas publicaciones se describen en la sección III.1.q., las mismas se aplican al estudio de caso en el capítulo IV.

### III.2.a Grado de Comprensibilidad del Negocio (GCN)

De acuerdo con la literatura presentada en la sección anterior, es importante determinar el nivel de comprensibilidad en el *Enunciado del Negocio* (misión, visión, alcance). A fin de determinar una métrica a partir de las apreciaciones y parámetros hallados, se define:

$$\text{GCN} = \text{relPalCla} * \text{relParr} \quad (\text{ec.01})$$

Se consideran las siguientes referencias que se observan en la Tabla 3-1, donde se expresan para cada parámetro de la ecuación (ec.01), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-1. Parámetros GCN

Parámetro	Valor	Descripción
relPalCla	$\text{promedio} \left( \frac{p}{\text{parr}} \right)$	Relación entre las palabras claves
relParr	$mPF * fPF$	Relación entre los párrafos
p	Pclaves ( <i>sustantivos &lt; 10% ∨ 5 – 10 palabras menos usadas</i> )	Palabras claves
parr	Contar párrafos	Número de párrafos

### III.2.b Grado de Completitud del Alcance (GCA)

La descripción del documento *Enunciado del Negocio* debe contener:

- Los Requerimientos de Negocio (RQN) que determinan las necesidades y oportunidades del emprendimiento. Se expresa mediante la lista de requisitos. Cuando no existe se valora como 0.
- Los Requerimientos de los Interesados (RQI) basado en las necesidades de las personas que participan, generalmente más allá de los requisitos oficiales de los proyectos. Cuando no existe se valora como 0.
- Los Requerimientos de Soluciones (RQS): características que se pretenden para el producto o servicio. Cuando no existe se valora como 0.
- Los Requerimientos del Proyecto (RQP): número de actividades/procesos que se deben proporcionar. Cuando no existe se valora como 0.
- Los Requerimientos de Calidad (RQC): condiciones/criterios a cumplir. Cuando no existe se valora como 0.

$$\begin{aligned}
 \text{GCA} = & \text{pond}(\text{RQN}) * \log_2(\text{pond}(\text{RQN})) + \text{pond}(\text{RQI}) * \log_2(\text{pond}(\text{RQI})) + \\
 & \text{pond}(\text{RQS}) * \log_2(\text{pond}(\text{RQS})) + \text{pond}(\text{RQP}) * \log_2(\text{pond}(\text{RQP})) + \\
 & \text{pond}(\text{RQC}) * \log_2(\text{pond}(\text{RQC})) \qquad \qquad \qquad (\text{ec.02})
 \end{aligned}$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-2, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.02), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-2. Parámetros GCA

Parámetro	Valor	Descripción
<b>RQN</b>	$= \sum(r) / \sum (\text{RQN}, \text{RQI}, \text{RQS}, \text{RQP}, \text{RQC})$ $r = \text{count} (Z \geq 0)$ $\text{RQN} \in [0..1)$	Requerimientos del Negocio
<b>RQI</b>	$= \sum(r) / \sum (\text{RQN}, \text{RQI}, \text{RQS}, \text{RQP}, \text{RQC})$ $r = \text{count} (Z \geq 0)$ $\text{RQN} \in [0..1)$	Requerimientos de los Interesados
<b>RQS</b>	$= \sum(r) / \sum (\text{RQN}, \text{RQI}, \text{RQS}, \text{RQP}, \text{RQC})$ $r = \text{count} (Z \geq 0)$ $\text{RQN} \in [0..1)$	Requerimientos de Soluciones
<b>RQP</b>	$= \sum(r) / \sum (\text{RQN}, \text{RQI}, \text{RQS}, \text{RQP}, \text{RQC})$ $r = \text{count} (Z \geq 0)$ $\text{RQN} \in [0..1)$	Requerimientos del Proyecto
<b>RQC</b>	$= \sum(r) / \sum (\text{RQN}, \text{RQI}, \text{RQS}, \text{RQP}, \text{RQC})$ $r = \text{count} (Z \geq 0)$ $\text{RQN} \in [0..1)$	Requerimientos de Calidad

### III.2.c Criterios de Validación de Requerimientos (CVR)

Es una evaluación numérica de varias características del *Parse Tree* que representa el documento *Enunciado del Negocio* (misión, visión, alcance). A partir de las apreciaciones y parámetros se define:

$$\begin{aligned}
 \text{CVR} = & \text{p}(\text{nec}).\text{nec} + \text{p}(\text{conc}).\text{conc} + \text{p}(\text{comp}).\text{comp} + \text{p}(\text{cons}).\text{cons} + \\
 & \text{p}(\text{amb}).\text{amb} + \text{p}(\text{verif}).\text{verif} \qquad \qquad \qquad (\text{ec.03})
 \end{aligned}$$

En la Tabla 3-3, se describen las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.03), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-3. Parámetros CVR

Parámetro	Valor	Descripción
p(nec)	= 1 (si riesgo del negocio es alto), = 0.5 (si riesgo del negocio es neutral), = 0.1 (si riesgo del negocio es bajo)	p necesario
p(conc)	$= \frac{r}{\text{nro. de nodos secundarios}}$	p conciso
p(comp)	$= \frac{\text{nro. de nodos fuera del subárbol}}{(\text{nro. de descendientes} + \text{nro. de nodos fuera del subárbol})}$	p completo
p(cons)	=# consistencias/# requerimientos	p consistente
p(amb)		
p(verif)	r/total nodos hasta nivel n del árbol de requisitos.	p verificable
r	=#requerimientos desplegados=#nodos hojas del subárbol	número de requerimientos

### III.2.d Graduación de Conciso (GradConc)

Representa la eficiencia de la reducción en la expresión lingüística. Se basa en los recuentos de sustantivos combinados con la misma tasa para los verbos. La descripción del documento *Enunciado del Negocio* debe contener una cantidad de sustantivos igual a los contenidos en el alcance del proyecto, y que se repiten en el árbol de requisitos, ídem para verbos.

$$\text{GradConc} = (\text{nro. sustantivos}) + (\text{nro. verbos}) / \text{nro. palabras descripción del alcance} \quad (\text{ec.04})$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-4, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.04), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-4. Parámetros GradConc

Parámetro	Valor	Descripción
nro. sustantivos	= count sustantivos	número de sustantivos
nro. verbos	= count verbos	número de verbos
nro. palabras	= count palabras	número de palabras

### III.2.e Graduación de Completo (GradCompl)

Representa qué tan significativo es el texto y qué tan bien cubre los temas relevantes.

$$\text{GradCompl} = (\text{nro. req. funcionales}) + (\text{nro. req. no funcionales}) / \text{RQN} \quad (\text{ec.05})$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-5, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.05), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-5. Parámetros GradCompl

Parámetro	Valor	Descripción
nro. req. funcionales	= <i>count req. funcionales</i>	número de requerimientos funcionales
nro. req. no funcionales	= <i>count req. no funcionales</i>	número de requerimientos no funcionales
RQN	= $\sum(r) / \sum(\text{RQN, RQI, RQS, RQP, RQC})$ r = count (Z >= 0) RQN ∈ [0..1)	Requerimientos del Negocio

### III.2.f Graduación de Consistente (GradCons)

La presente métrica cuenta las contradicciones de los requisitos, utilizando las partículas negativas del lenguaje ante otra positiva para el mismo sustantivo o verbo.

$$\text{GradCons} = (\text{nro. contr. en el req. PT}) + (\text{nro. restric. req.}) / (\text{nro. nodos hoja subárbol PT de req.}) \quad (\text{ec.06})$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-6, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.06), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-6. Parámetros GradCons

Parámetro	Valor	Descripción
nro. contr. en el req. PT	= <i>count req. PT</i>	número de contradicciones en el requerimiento PT
nro. restric. req.	= <i>count restric. req.</i>	número de restricciones en los requerimientos
nro nodos hoja subárbol PT req.	= <i>count nodos hoja</i>	número de nodos en el subárbol PT de requerimientos
PT		Parse Tree

### III.2.g Graduación de Ambigüedad (GradAmb)

La descripción de requisitos mediante una sola interpretación extrapolando adjetivos calificativos y no calificativos. Se evalúa la borrosidad de la semántica.

$$\text{GradAmb} = (\text{nro. nodos adj.}) + \text{nro. nodos} \quad (\text{ec.07})$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-7, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.07), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-7. Parámetros GradAmb

Parámetro	Valor	Descripción
nro. nodos adj.	= <i>count nodos adj.</i>	número de nodos adjetivos descriptivos
nro. nodos	= <i>count nodos</i>	número de nodos

### III.2.h Graduación de Verificable (GradVerif)

Determina si la declaración de requisitos es adecuada para inspecciones, análisis, demostraciones y/o pruebas.

$$\text{GradVerif} = \sum(\text{pv}(\text{nodo})/\text{nro. nodos}) \quad (\text{ec.08})$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-8, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.08), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-8. Parámetros GradVerif

Parámetro	Valor	Descripción
pv(nodo)	=1 (si $\exists$ un proceso finito realizable y/o $\exists$ pruebas realizables) =0 (si $\nexists$ un proceso finito realizable y/o $\nexists$ pruebas realizables)	cantidad de nodos verificables
nro. nodos	= <i>count nodos</i>	número de nodos

### III.2.i Graduación de Trazabilidad (GrTraz)

Para calcular el grado de trazabilidad de un requerimiento, el mismo debe contener en su descripción los siguientes estados: aprobado, diseñado, implementado, testeado, entre otros.

$$\text{GrTraz} = \frac{\sum (\text{atributo: ID} + \text{oración} + \text{propietario} + \text{origen} + \text{prioridad} + \text{estado})}{6} \quad (\text{ec.09})$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-9, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.09), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-9. Parámetros GrTraz

Parámetro	Valor	Descripción
<b>ID</b>	= {1 si existe Identificador único, 0}	identificación del requerimiento.
<b>oración</b>	= {1 si se puede extraer de la declaración de alcance, de lo contrario 0}	descripción del requerimiento.
<b>propietario</b>	= {1 si es explícito quién determinó el estado, de lo contrario 0}	responsable del requerimiento.
<b>origen</b>	= {1 se ha explicitado la identidad de quien ha determinado el estado, 0}	secretaría o área donde proviene el requerimiento.
<b>prioridad</b>	= {1 si su prioridad está explícita en la lista de requisitos, de lo contrario 0}	grado de prioridad del requerimiento.
<b>estado</b>	= {1 si su estado es explícito según la lista de estado, de lo contrario 0}	estados=aprobado, en proceso, no aprobado

### III.2.j Grado de Completitud de una Actividad (GrComplAct)

$$\text{GrComplAct} = \sum_{i=1}^n \frac{D_i + R_i + GEDAc_i + ARAct_i + C_i + GERAc_i}{8}$$

(ec.10)

El modelo consta de n actividades con un conjunto de 8 características ai a evaluar. LTA es una lista de tipos de actividades disponibles definidas por la organización. Cuando ai está en LTA, se valora en 1 ya que es una buena señal de que la actividad fue prevista y planificada.

ARActi usa rol(x) para evaluar si el rol asignado al personal y relacionado con la actividad ai es bueno y obtiene un 1 como puntaje, de lo contrario es 0.

A continuación, se observa en la Tabla 3-10, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.10), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-10. Parámetros GrComplAct

Parámetro	Valor	Descripción
$D_i$	$= \{1: type(a_i) \in LTA \ 0: Type(a_i) \notin LTA \}$	$= \{1: se\ identifica\ en\ listado\_tipo\_actividades; \ 0: no\ se\ identifica\ en\ listado\_tipo\_actividades\}$
$LTA$	$= \{técnicas, \ capacitación, \ gestión, \ funcional, \ no\ funcional\}$	listado_tipo_actividades
$ARAct_i$	$= \{1: role(a_i) \in LDR \ 0: role(a_i) \notin LDR \}$	$= \{gerente\ de\ proyecto, \ analista\ funcional, \ líder, \ capataz, \ analista\ comercial, \ gerente\ financiero, \ programador, \ analista, \ analista\ no\ funcional, \ tester\}$
$R_i$	$= \{1: resource(a_i) \in LDI \ 0: resource(a_i) \notin LDI \}$	Ri representa los recursos previstos relacionados con ai. Tenga en cuenta que solo los tipos de recursos son relevantes y enumerados en LDI. .
$LDI$	$= \{materiales, \ maquinaria, \ natural, \ financiero\}$	listado_tipo_recursos
$C_i$	$= \left\{ 1 \Leftrightarrow \exists \frac{c}{c = criteria} (a_i) \wedge c \in T_{acc} \ else 0 \right\}$	son criterios de aceptación para considerar si ai puede considerarse completada. Si este es el caso, el criterio (x) es 1, lo que indica un manejo saludable. Existe un documento de Prueba de aceptación para orientar esta evaluación (T).

### III.2.k Grado de Estimación de la Duración de las Actividades (GEDac)

Evalúa si la duración de una actividad fue bien estimada y cumplida. Si esto es cierto, la puntuación es 1, lo que indica una buena gestión.

$$GEDAc_i = \frac{\sum_{j=1}^m [G_j + H_j + RRA_j + NHTEA_j + NHTER_j + NHTDC_j + NHTCC_j + FEO_j + NRI_j]}{11}$$

(eq.11)

A continuación, se observa en la Tabla 3-11, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.11), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-11. Parámetros GEDAc

Parámetro	Valor	Descripción
$G_j$	$= GMx_j + RetCG_j$	es el nivel de granularidad o detalle definido.
$GMx_j$	$= \{10: HoraHombreDefinida\ 5: Me$	corresponde al nivel máximo de detalle en la especificación de duración del proyecto.
$RetCG_j$	$= \{10: iniciación, 9: análisis, 7: diseño, 5: codificación (híbridos), 3: beta (ágil), 1: alfa (creación de prototipos)\}$	es el grado de retraso en el proyecto para adoptar la granularidad declarada por GMx para las tareas de actividad. Depende del modelo de gestión, pero las etapas se definieron en general como una de las siguientes: iniciación, análisis, diseño, codificación, beta, alfa. Cualquier otro caso tiene que estar asociado a una de las opciones proporcionadas.
$H_j$	$= MedLeccAp_j + DesPlan_j$	evalúa la antigüedad del equipo del proyecto.
$MedLeccAp_j$	$= \{0: no\ 5: opcional\ 10: obligatorio\}$	son las lecciones aprendidas en proyectos pasados.
$DesPlan_j$	$= \{0: no\ 1: > 90\% \ 5: \% \ 6: \% \ 9: \% \ 10: \% \}$	es la desviación entre el plan y los hechos reales. Cuando el proyecto aún está en ejecución, la desviación se evalúa considerando el estado actual.
$RRA_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	define si hay suficientes fundamentos en los requisitos para determinar los recursos.
$NHTEA_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	número de herramientas utilizadas para realizar la predicción de la duración de la actividad.
$NHTER_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	número de herramientas utilizadas para realizar la estimación de recursos asociados a cada actividad.
$NHTDC_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	número de herramientas utilizadas para el desarrollo de cronogramas.
$NHTCC_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	número de herramientas utilizadas para seguimiento y control del cronograma.
$FEO_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	evalúa las influencias externas. Es 1 cuando hay hechos extraorganizacionales que influyen en el proyecto, en caso contrario es 0.
$NRI_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	número de riesgos identificados.

En este contexto, la actividad  $a_i$  tiene  $m$  tareas. Tener en cuenta que  $G_j$  y  $H_j$  también forman parte de  $GECost$  y  $GERAc$ .

### III.2.1 Grado de Estimación de Costos (GECost)

Evalúa el detalle/precisión de la estimación de costos.

$$GECost = \frac{\sum_{j=1}^m G_j + H_j + EvalAltCost_j + CostOpor_j + FO_j + NRI_j}{11}$$

(eq.12)

A continuación, se observa en la Tabla 3-12, las referencias asociadas a cada

parámetro definido en la ecuación (ec.12), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-12. Parámetros GECost

Parámetro	Valor	Descripción
$G_j$	$= GMx_j + RetCG_j$	es el nivel de granularidad o detalle definido.
$GMx_j$	$= \{10: HoraHombreDefinida\ 5: Mesh\}$	corresponde al nivel máximo de detalle en la especificación de duración del proyecto.
$RetCG_j$	$= \{10: iniciación, 9: análisis, 7: diseño, 5: codificación(híbridos), 3: beta(ágil), 1: alfa (creación de prototipos)\}$	es el grado de retraso en el proyecto para adoptar la granularidad declarada por GMx para las tareas de actividad. Depende del modelo de gestión, pero las etapas se definieron en general como una de las siguientes: iniciación, análisis, diseño, codificación, beta, alfa. Cualquier otro caso tiene que estar asociado a una de las opciones proporcionadas.
$H_j$	$= MedLeccAp_j + DesPlan_j$	evalúa la antigüedad del equipo del proyecto.
$MedLeccAp_j$	$= \{0: no\ 5: opcional\ 10: obligatorio\}$	son las lecciones aprendidas en proyectos pasados.
$DesPlan_j$	$= \{0: no\ 1: > 90\% \ 5: \% \ 6: \% \ 9: \% \ 10: \% \}$	es la desviación entre el plan y los hechos reales. Cuando el proyecto aún está en ejecución, la desviación se evalúa considerando el estado actual.
$EvalAltCost$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	se refiere a los enfoques alternativos elegidos para el costeo. Si hay más de una propuesta para realizar la estimación el valor es 1, en caso contrario es 0.
$CostOpor$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	El costo de oportunidad es la puntuación de los beneficios potenciales de cualquier fuente. Es 1 si hay una fuente.
$NHTEC$	número de metodologías técnicas aplicadas durante el costeo. Su valor acumula 1 por cada uno de los siguientes: Juicio de expertos, estimación analógica, estimación paramétrica, estimación bottom-up, estimación de tres valores, análisis de reservas, costo de calidad y software de estimación	<i>Cantidad de Herramientas y Técnicas para la Estimación de Costos</i>
$NHTPP$	número de herramientas y técnicas utilizadas para el presupuesto. Agrega 1 para cada uno de los siguientes: Suma de costos, análisis de reservas, juicio de expertos y datos históricos.	<i>Cantidad de Herramientas y Técnicas para la Preparación del Presupuesto</i>
$NHTCC$	número de herramientas y técnicas utilizadas para el control de gastos. Considera 1 para cada uno de los siguientes: Software de Gestión de Valor Ganado, Proyecciones, Revisión de Desempeño, Análisis de Varianza, Análisis de Reservas y Gestión de Proyectos.	Cantidad de <b>Herramientas y Técnicas</b> para el Control de los Costos
$FO_j$	Es 1 si hay hechos organizativos que influyen en el proyecto.	influencias organizacionales

### III.2.m Grado de Estimación de los Recursos para las Actividades (GERAc)

La calidad de la estimación realizada para cada recurso requerido para la tarea  $j$  perteneciente a la actividad  $a_i$

$$GERAc = \frac{\sum_{j=1}^m G_j + H_j + Rec_j + RecGestion_j + RecLeg_j}{9} \quad (eq.13)$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-13, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.13), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-13. Parámetros GERAc

Parámetro	Valor	Descripción
$G_j$	$= GMx_j + RetCG_j$	es el nivel de granularidad o detalle definido.
$GMx_j$	$= \{10: HoraHombreDefinida\ 5: Mes\}$	corresponde al nivel máximo de detalle en la especificación de duración del proyecto.
$RetCG_j$	$= \{10: iniciación, 9: análisis, 7: diseño, 5: codificación(híbridos), 3: beta(ágil), 1: alfa (creación de prototipos)\}$	es el grado de retraso en el proyecto para adoptar la granularidad declarada por GMx para las tareas de actividad. Depende del modelo de gestión, pero las etapas se definieron en general como una de las siguientes: iniciación, análisis, diseño, codificación, beta, alfa. Cualquier otro caso tiene que estar asociado a una de las opciones proporcionadas.
$H_j$	$= MedLeccAp_j + DesPlan_j$	evalúa la antigüedad del equipo del proyecto.
$MedLeccAp_j$	$= \{0: no\ 5: opcional\ 10: obligatorio\}$	son las lecciones aprendidas en proyectos pasados.
$DesPlan_j$	$= \{0: no\ 1: > 90\% \ 5: \% \ 6: \% \ 9: \% \ 10: \% \}$	es la desviación entre el plan y los hechos reales. Cuando el proyecto aún está en ejecución, la desviación se evalúa considerando el estado actual.
$Rec_j$	$= RecCog_j + RecComp_j + RecInfra_j$	
$RecCog_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	disponibilidad de recursos cognitivos para la estimación realizada
$RecComp_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	disponibilidad de recursos computacionales.
$RecInfra_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	existencia de recursos de infraestructura.
$RecGestion_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	si existen recursos de gestión para esta estimación de tareas.
$RecLeg_j$	$= \{1: identifica\ 0: noidentifica\}$	si existen recursos para evaluar la legalidad de la tarea.

### III.2.n Grado de Planificación de la Calidad (GPCal)

Implica que cuya descripción debe contener los requerimientos de negocio, requerimientos de los interesados, requerimientos de soluciones, requerimientos de proyecto y requerimientos de calidad. Si no está presente uno de estos elementos se evalúa en cero.

$$GPCal = \sum ((GMx + RetCG) + (MedLeccAp + DesPlan)) \quad (eq.14)$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-14, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.14), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-14. Parámetros GPCal

Parámetro	Valor	Descripción
<b>GMx</b>	= $GMx_j + RetCG_j$	granularidad máxima.
<b>GMx<sub>j</sub></b>	= {10: HoraHombreDefinida 5: MesHora}	corresponde al nivel máximo de detalle en la especificación de duración del proyecto.
<b>RetCG<sub>j</sub></b>	= {relevamiento=10, análisis=9, diseño=7, codificación(híbridas)=5, beta=3(ágiles), alfa(prototipado)=1}	es el grado de retraso en el proyecto para adoptar la granularidad declarada por GMx para las tareas de actividad. Depende del modelo de gestión, pero las etapas se definieron en general como una de las siguientes: iniciación, análisis, diseño, codificación, beta, alfa. Cualquier otro caso tiene que estar asociado a una de las opciones proporcionadas.
<b>H<sub>j</sub></b>	= $MedLeccAp_j + DesPlan_j$	evalúa la antigüedad del equipo del proyecto.
<b>MedLeccAp<sub>j</sub></b>	= {0: no 5: opcional 10: obligatorio }	son las lecciones aprendidas en proyectos pasados.
<b>DesPlan<sub>j</sub></b>	= {no = 0, > 90% = 1, [70 – 90)% = 5, [30 – 70)% = 6, [20 – 30)% = 7, [10 – 20)% = 9, [0 – 10)% = 10}	Mide el desvío entre lo ejecutado y lo planificado.

### III.2.o Grado de Gestión del Equipo de Proyecto (GGEPr)

Implica la evaluación del desempeño de las personas, la resolución de problemas, la administración de los cambios, entre otros.

GGEPr

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j=1}^m \left[ (GMx + RetCG) + MedLeccAp + DesPlan \right] + Cant_{MecDesHab} + \\
 & Cant_{Capac} + Cant_{PremRec} + Cant_{SupportGcia} + Cant_{ResolConfl} + Cant_{FlowsCom} + \\
 & Cant_{ChangesAprob} \\
 = & \frac{\quad}{9}
 \end{aligned}$$

(eq.15)

A continuación, se observa en la Tabla 3-15, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.15), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-15. Parámetros GGEPr

Parámetro	Valor	Descripción
$G_j$	$= GMx_j + RetCG_j$	es el nivel de granularidad o detalle definido.
$GMx_j$	$= \{10: HoraHombreDefinida 5: Me\}$	corresponde al nivel máximo de detalle en la especificación de duración del proyecto.
$RetCG_j$	$= \{10: iniciación, 9: análisis, 7: diseño, 5: codificación(híbridos), 3: beta(ágil), 1: alfa (creación de prototipos)\}$	es el grado de retraso en el proyecto para adoptar la granularidad declarada por GMx para las tareas de actividad. Depende del modelo de gestión, pero las etapas se definieron en general como una de las siguientes: iniciación, análisis, diseño, codificación, beta, alfa. Cualquier otro caso tiene que estar asociado a una de las opciones proporcionadas.
$H_j$	$= MedLeccAp_j + DesPlan_j$	evalúa la antigüedad del equipo del proyecto.
$MedLeccAp_j$	$= \{0: no 5: opcional 10: obligatoria\}$	son las lecciones aprendidas en proyectos pasados.
$DesPlan_j$	$= \{0: no 1: > 90\% 5: \% 6: \% 9: \% 10: \% \}$	es la desviación entre el plan y los hechos reales. Cuando el proyecto aún está en ejecución, la desviación se evalúa considerando el estado actual.
$Cant_{MecDesHab}$	$= \{1: identifica 0: noidentifica \}$	cantidad de mecanismos para el desarrollo de habilidades
$Cant_{Capac}$	$= \{1: identifica 0: noidentifica \}$	cantidad de capacitaciones
$Cant_{PremRec}$	$= \{1: identifica 0: noidentifica \}$	cantidad de premios y reconocimientos.
$Cant_{SupportGcia}$	$= \{1: identifica 0: noidentifica \}$	cantidad de soportes de gerencia.
$Cant_{ResolConfl}$	$= \{1: identifica 0: noidentifica \}$	cantidad de resolución de conflictos.
$Cant_{FlowsCom}$	$= \{1: identifica 0: noidentifica \}$	cantidad de flujos de comunicación.
$Cant\_Changes\_Aprob$	$= \{1: identifica 0: noidentifica \}$	cantidad de cambios aprobados. $= \sum$ (cambios solicitados, cambios rechazados).

### III.2.p Grado de Gestión de los Interesados (GGInt)

Implica describir junto a los requerimientos de negocio, los requerimientos pertinentes de los interesados en el proyecto, ya de su concepción de la solución, ya de su perspectiva del proyecto y/o requerimientos de calidad. Si no es posible evaluar alguno de estos elementos de la métrica, se lo evalúa en cero.

$$GGInt = \sum (\# reg\_int + interés + influencia + \#expectativas\ satisfechas + poder + clasif\_int + cant\_HT\_Identif\_Int + cant\_HT\_Rel\_Int + cant\_HT\_Ctrl\_Int + MedLeccAp)$$

(eq.16)

A continuación, se observa en la Tabla 3-16, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.16), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-16. Parámetros GGInt

Parámetro	Valor	Descripción
#reg_int	= {1: identifica en list_ident_int 0:	cantidad de solicitudes identificadas
list_ident_int	= {nombre, cargo, rol, contacto}	cargo del interesado
interés	= {bajo=1, medio=5, alto=10}	
influencia	= {bajo=1, medio=5, alto=10}	nivel de influencia del interesado en el proyecto
#expectativas satisfechas	= {1: se identifica; 0: no se identifica}	cantidad de expectativas
poder	= {bajo=1, medio=5, alto=10}	nivel de poder del interesado en el proyecto
clasif_int	= {1: se identifica en list_clasif_int; 0: no se identifica en list_clasif_int }	descripción de identificación del interesado
list_clasif_int	= {interno, externo, influencia positiva, influencia negativa, influencia neutral}	listado de clasificación del interesado
cant_HT_Identif_Int	= $\sum$ (juicio de expertos, análisis de interesados, reuniones)	cantidad de herramientas y técnicas para identificar los interesados.
cant_HT_Rel_Int	= $\sum$ (juicio de expertos, reuniones, técnicas de análisis)	cantidad de herramientas y técnicas para manejar la relación con los interesados.

Parámetro	Valor	Descripción
cant_HT_Ctrl_Int	= $\sum$ (software, juicio de expertos, reuniones)	cantidad de herramientas y técnicas para controlar la relación con los interesados.
MedLeccAp	= {no=0, opcional=5, obligatoria=10}	mide las lecciones aprendidas

### III.2.q Grado de Gestión de Riesgos (GGRi)

Implica la identificación, análisis cualitativo, análisis cuantitativo, planificación de respuestas, y control de los riesgos.

$$\begin{aligned}
 GGRi = \sum & (Cant\_Ri\_Identif + RiXEtap + (MedLeccAp + DesPlan) \\
 & + Plan\_Rta\_Ri + cant\_HT\_Identif\_Ri + cant\_HT\_Cualit\_Ri \\
 & + cant\_HT\_Ctrl\_Ri + cant\_HT\_Cuanti\_Ri \\
 & + cant\_HT\_Plan\_Rta\_Ri)
 \end{aligned}
 \tag{eq.17}$$

A continuación, se observa en la Tabla 3-17, las referencias asociadas a cada parámetro definido en la ecuación (ec.17), su correspondiente valor y descripción.

Tabla 3-17. Parámetros GGRi

Parámetro	Valor	Descripción
Cant_Ri_Identif	= {1: is identified in list <sub>Ri_Identif</sub> ; nt <sub>int</sub> 0: not identified}	cantidad de riesgos identificados
list_Ri_identif	= {identificador, descripción, dueño, fecha de identificación, prob_ocurrencia, impacto, severidad, plan_rta_ri}	listado de riesgos identificados
prob_ocurrencia	= {bajo=1, medio=5, alto=10}	probabilidad de ocurrencia del riesgo.
impacto	= {bajo=1, medio=5, alto=10}	nivel de impacto del riesgo
severidad	= {bajo=1, medio=5, alto=10}	
Plan_Rta_Ri	= {1: se identifica; 0: no se identifica}	plan de respuestas a los riesgos
RiXEtap	= {inicio = 10, planificación = 9, ejecución y control = 7, cierre = 5}	riesgos por etapas
MedLeccAp	= {no=0, opcional=5, obligatoria=10}	mide lecciones aprendidas.
DesPlan	= {0: no 1: > 90% 5: % 6: % 9: % 10: % }	mide el desvío entre lo ejecutado y lo planificado.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Descripción</b>
<b><i>cant_HT_Identif_Ri</i></b>	= $\sum$ (revisión de documentos, técnicas de recolección de información, análisis de las listas de verificación, análisis de supuestos, técnicas de diagramación, análisis FODA, juicio de expertos, reuniones)	cantidad de herramientas y técnicas para identificar los riesgos.
<b><i>cant_HT_Cualit_Ri</i></b>	= $\sum$ (evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos, matriz de probabilidad de impacto, evaluación de la calidad de los datos de los riesgos, categorización de los riesgos, evaluación de la urgencia de los riesgos, juicio de expertos, reuniones)	cantidad de herramientas y técnicas para analizar los riesgos cualitativamente.
<b><i>cant_HT_Ctrl_Ri</i></b>	= $\sum$ (reevaluación de los riesgos, auditorías de los riesgos, análisis de variaciones y tendencias, medición del rendimiento técnico, análisis de reservas, reuniones)	cantidad de herramientas y técnicas para controlar los riesgos.
<b><i>cant_HT_Cuanti_Ri</i></b>	= $\sum$ (recolección de datos y representación de datos, análisis cuantitativo, técnicas de modelaje, juicio de expertos, reuniones)	cantidad de herramientas y técnicas para analizar los riesgos cualitativamente.
<b><i>cant_HT_Plan_Rta_Ri</i></b>	= $\sum$ (estrategias para riesgos negativos o amenazas, estrategias para riesgos positivos u oportunidades, estrategias de contingencia, juicio de expertos, reuniones)	cantidad de herramientas y técnicas para planificar las respuestas a los riesgos



## CAPÍTULO IV: PROTOTIPO

En este capítulo se presentan los detalles de la implementación del marco de medición, que fue evolucionando desde la formulación de las primeras métricas hasta lograr la totalidad de estas. Este proceso se describe en la sección IV.1, en la sección IV.2 se describe de forma general la arquitectura del prototipo y finalmente en la sección IV.3 se presentan las justificaciones de las tecnologías utilizadas.

### **IV.1. Evolución del Prototipo**

En esta sección se presenta de manera resumida la evolución del prototipo, mostrando alguno de los módulos más importantes desarrollados para el Parser, y algoritmo desarrollado para el prototipo (todos fueron implementados en lenguaje Java). Realizando una descripción general, sin entrar en los detalles de implementación de los mismos.

#### **IV.1.a Metodología de desarrollo**

A continuación, se detallan algunas consideraciones específicas al proceso de desarrollo del marco de medición:

1. Los algoritmos se hallan implementados en *Python*.
2. Cada una de las métricas que en su conjunto componen el marco de medición para la evaluación de metodologías y guías de gestión de proyectos, se desarrollaron como prototipos evolutivos, de forma tal que cada métrica puede ser invocada independientemente del resto.
3. La actividad asociada a cada métrica fue diseñada para facilitar la rápida adaptación de las personas que interactúan con las mismas.
4. Cada métrica fue depurada individualmente, siguiendo una lista de casos prediseñados y luego se realizó una verificación integral del funcionamiento conjunto de a pares consecutivos de métricas.
5. En todos los casos se extendieron estadísticas, lo que ha permitido poder realizar verificaciones puntuales (por ejemplo, para estudiar detalladamente el comportamiento de las personas encargadas de completar las encuestas, o para



```
print('Dataframe guardado con exito en ' + ruta)
```

A continuación, se muestra parte del código que refiere a la tarea de tomar las palabras claves de cada documento “*Enunciado del Negocio*” resultante de cada una de las encuestas realizadas a las organizaciones estudiadas. Las estadísticas de la aplicación del mismo se presentan en el Capítulo VI.

```
import pandas as pd
import nltk
import string
import matplotlib.pyplot as plt

def obtenerCorpus(numeroEmpresa,numeroPregunta):
    dfnueva=df.drop(columns=['Pregunta'])
    if numeroEmpresa==10:
        dfnueva['UnionEmpresas'] = dfnueva.values.sum(axis=1)
        if numeroPregunta==14:
            celda=dfnueva['UnionEmpresas'].str.cat(sep=', ')
        else:
            celda=dfnueva.iloc[numeroPregunta]['UnionEmpresas']
    else:
        if numeroPregunta==14:
            celda=dfnueva.iloc[:, numeroEmpresa-1].str.cat(sep=', ')
        else:
            celda=dfnueva.iloc[numeroPregunta,numeroEmpresa-1]
    return celda

def obtenerEmpresayPreg(numeroEmpresa,numeroPregunta):
    if numeroEmpresa==10:
        Empresa='todas'
    else:
        Empresa=df.columns[numeroEmpresa]
    if numeroPregunta==14:
        Pregunta='todas'
    else:
        Pregunta=df.iloc[numeroPregunta]['Pregunta']
    return Empresa,Pregunta

def obtenercantidades(words):
    cantidad=len(words)
    cantidadesinrepetir=len(set(words))
    if cantidad>0:
        diversidadlexica=cantidadesinrepetir/cantidad
    else:
        diversidadlexica=0
    return cantidad,cantidadesinrepetir,diversidadlexica

def generarfreqdist(words):
    stopwords = nltk.corpus.stopwords.words('spanish') +
list(string.punctuation)
    freqdist = nltk.FreqDist(w for w in words if w.lower() not in stopwords)
    return freqdist

def generardffrec(freqdist):
    dffreq = pd.DataFrame(freqdist.items(), columns=['Palabra', 'Frecuencia'])
    return dffreq

df = pd.read_excel('EncuestasFormateadas.xlsx')

#escriba el numero de la empresa y pregunta sobre el que desea trabajar.
#14 y 10 analizan todas las preguntas y empresas respectivamente
```

```

for numeroEmpresa in range(9):
    #análisis NLP
    corpus=obtenerCorpus(numeroEmpresa,14)
    empresa,pregunta=obtenerEmpresayPreg(numeroEmpresa,14)
    words = nltk.tokenize.word_tokenize(corpus)
    cantidad,cantidadesinrepetir,diversidadlexica=obtenercantidades(words)
    freqdist=generarfreqdist(words)
    dffreq=generardffrec(freqdist)
    frecl=freqdist.hapaxes()
    long_words = [w for w in words if len(w) > 10]
    cantpalabraslargas=len(long_words)

    #creamos cadenas de texto que conforman el .txt
    string1=f'para la empresa "{empresa}" y todas las preguntas se relevaron
los siguientes datos: \n'
    string2=f'se detectaron {cantidad} palabras, de las cuales
{cantidadesinrepetir} no estan repetidas \n'
    string3=f'por lo tanto, la diversidad lexica es de {diversidadlexica} \n'
    string4=f'se detectaron {cantpalabraslargas} palabras de más de 10 letras
\n \n'
    string5='la lista de palabras con repetición es '+str(words)+'\n \n'
    string6='la lista de palabras sin repetición es '+str(set(words))+'\n \n'
    string7='la lista de palabras largas es '+str(set(words))+'\n \n'
    listastr=[string1,string2,string3,string4,string5,string6,string7]

    #guardamos en un archivo
    rutadatos=f'Empresa{numeroEmpresa}-datos.txt'
    f= open(rutadatos,"w+")
    for x in listastr:
        f.write(x)
    f.close()

    #guardamos las imagenes
    fig = plt.figure(figsize = (10,4))
    plt.gcf().subplots_adjust(bottom=0.15)
    freqdist.plot(50)
    plt.show()
    rutafreqdist=f'Empresa{numeroEmpresa}-freqDist.png'
    fig.savefig(rutafreqdist, bbox_inches = "tight")
    fig = plt.figure(figsize = (10,4))
    plt.gcf().subplots_adjust(bottom=0.15)
    freqdist.plot(10,cumulative=True)
    plt.show()
    rutafreqdistcum=f'Empresa{numeroEmpresa}-freqDistCum.png'
    fig.savefig(rutafreqdistcum, bbox_inches = "tight")
    print(f'Datos e imagenes para la empresa {numeroEmpresa} guardadas con
éxito')

for numeroPregunta in range(13):
    for numeroEmpresa in range(9):
        #análisis NLP
        corpus=obtenerCorpus(numeroEmpresa,numeroPregunta)
        empresa,pregunta=obtenerEmpresayPreg(numeroEmpresa,numeroPregunta)
        words = nltk.tokenize.word_tokenize(corpus)
        cantidad,cantidadesinrepetir,diversidadlexica=obtenercantidades(words)
        freqdist=generarfreqdist(words)
        dffreq=generardffrec(freqdist)
        frecl=freqdist.hapaxes()
        long_words = [w for w in words if len(w) > 10]
        cantpalabraslargas=len(long_words)

        #creamos cadenas de texto que conforman el .txt
        string1=f'para la empresa "{empresa}" la pregunta "{pregunta}" se
relevaron los siguientes datos: \n'
        string2=f'se detectaron {cantidad} palabras, de las cuales
{cantidadesinrepetir} no estan repetidas \n'
        string3=f'por lo tanto, la diversidad lexica es de {diversidadlexica}
\n'

```

```

        string4=f'se detectaron {cantpalabraslargas} palabras de más de 10
letras \n \n'
        string5='la lista de palabras con repetición es '+str(words)+'\n \n'
        string6='la lista de palabras sin repetición es '+str(set(words))+'\n
\n'

        string7='la lista de palabras largas es '+str(set(words))+'\n \n'
        listastr=[string1,string2,string3,string4,string5,string6,string7]

        #guardamos en un archivo
        rutadatos=f'Pregunta{numeroPregunta}-Empresa{numeroEmpresa}-datos.txt'
        f= open(rutadatos,"w+")
        for x in listastr:
            f.write(x)
        f.close()

        #guardamos las imagenes
        fig = plt.figure(figsize = (10,4))
        plt.gcf().subplots_adjust(bottom=0.15)
        freqdist.plot(50)
        plt.show()
        rutafreqdist=f'Pregunta{numeroPregunta}-Empresa{numeroEmpresa}-
freqDist.png'
        fig.savefig(rutafreqdist, bbox_inches = "tight")
        fig = plt.figure(figsize = (10,4))
        plt.gcf().subplots_adjust(bottom=0.15)
        freqdist.plot(10,cumulative=True)
        plt.show()
        rutafreqdistcum=f'Pregunta{numeroPregunta}-Empresa{numeroEmpresa}-
freqDistCum.png'
        fig.savefig(rutafreqdistcum, bbox_inches = "tight")
        print(f'Datos e imagenes para la pregunta {numeroPregunta} de la
empresa {numeroEmpresa} guardadas con éxito')

```

## IV.2 Prototipo

En esta sección se muestran los programas que se complementan con los códigos presentados en las secciones anteriores. Este marco de medición permite a través de las métricas detalladas precedentemente, evaluar las metodologías, obteniendo un resultado métrico que expresa el grado de aplicabilidad, eficacia y eficiencia en diferentes contextos. El código desarrollado en *Python* se muestra a continuación:

```

import pandas as pd
import numpy as np
df=pd.read_csv('Encuestas2.csv')
#Metricas
parametrosDFMetricas=['username','GPCal','GGEPr','GGInt','GradAdecHerramGesInt',
', 'GradGesRies','GGDoc']
parametrosGPCal=['GMx','RetCG','MedLeccAp','DesPlan']
parametrosGGEPr=['DesarrolloHab','Capacitaciones','PremiosyRecon','SoportesGer
encias',
                'ResolConflictos','FlujosComunicacionales']
parametrosGGInt=['interesados','interes','influencia','expectativasSatisfchas',
', 'poder']
parametrosGradAdecHerramGesInt=[]
parametrosGradGesRies=['probabilidadDeOcurrencia','riesgosIdentificados']
parametrosGGDoc=['documentos','localizacionDocumento','MedLeccAp','consultas']
parametrosMetricasHastaAhora=['username',
                                'lecciones aprendidas',

```

```

de la calidad',
calidad',
equipo del proyecto',
equipo del proyecto',
interesados',
riesgos',
cualitativamente los riesgos',
cuantitativamente los riesgos',
respuestas a los riesgos',
'herramientas y tecnicas para el aseguramiento
'herramientas y tecnicas para el control de la
'herramientas y tecnicas para planificar el
'herramientas y tecnicas para desarrollar el
'herramientas y tecnicas para identificar los
'herramientas y tecnicas para identificar los
'herramientas y tecnicas para identificar
'herramientas y tecnicas para identificar
'herramientas y tecnicas para planificar las
'requisitos de negocio',
'requisitos funcionales',
'requisitos no funcionales',
'requisitos de interesados',
'requisitos de proyectos',
'requisitos de calidad',
'grado completitud de alcance'
]

#Calculos metricas

#usuarios
listUser= list(df.iloc[:,1])

#Calculo lecciones aprendidas
dictMedLeccAp={'Sí.':1,'Sí':1, 'No':0}
dictMedLeccAp2={6:10,0:0, 1:5,2:5,3:5,4:5,5:5}
dfMedLeccAp = df.filter(regex='Registra Lecciones
Aprendidas').replace(dictMedLeccAp)
listMedLeccAp=list(dfMedLeccAp.sum(axis = 1, skipna =
True).replace(dictMedLeccAp2))

def count_tools(value,separator):
    if value!=value:
        return 0
    else:
        if value=="Ninguna de las anteriores.":
            return 0
        else:
            listvalue=value.split(separator)
            return len(listvalue)

#calculo requerimientos
#requisitos de negocio
dfReqNeg = list(df.iloc[:,20].apply(lambda x: count_tools(x,';')))

#requisitos funcionales
dfReqFun = list(df.iloc[:,22].apply(lambda x: count_tools(x,';')))

#requisitos no funcionales / de soluciones (RQS)
dfReqNoFun = list(df.iloc[:,24].apply(lambda x: count_tools(x,';')))

#requisitos de interesados (RQI)
dfReqInt = list(df.iloc[:,26].apply(lambda x: count_tools(x,';')))

#requisitos de proyectos (RQP)
dfReqProy = list(df.iloc[:,28].apply(lambda x: count_tools(x,';')))

#requisitos de calidad (RQC)
dfReqCal = list(df.iloc[:,30].apply(lambda x: count_tools(x,';')))

```

```

#calculo grado completitud de actividad
dfGradoCompAlc= []
for i in range(len(dfReqNeg)):
    res=dfReqNeg[i]*np.log2(dfReqNeg[i])+dfReqInt[i]*np.log2(dfReqInt[i])+ \
dfReqNoFun[i]*np.log2(dfReqNoFun[i])+dfReqProy[i]*np.log2(dfReqProy[i])+ \
    dfReqCal[i]*np.log2(dfReqCal[i])
    dfGradoCompAlc.append(res)

#calculo herramientas y tecnicas para el aseguramiento de la calidad
dfAsegCal = list(df.iloc[:,67].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para el control de la calidad
dfContCal = list(df.iloc[:,64].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para planificar el equipo del proyecto
dfPlanEq = list(df.iloc[:,68].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para desarrollar el equipo del proyecto
dfDesEq = list(df.iloc[:,70].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para identificar los interesados
dfInteres = list(df.iloc[:,74].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para identificar los riesgos
dfRiesgos = list(df.iloc[:,78].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para identificar cualitativamente los riesgos
dfRiesgosCual = list(df.iloc[:,80].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para identificar cuantitativamente los
riesgos
dfRiesgosCuan =list( df.iloc[:,82].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#calculo herramientas y tecnicas para planificar las respuestas a los riesgos
dfRespRiesgos = list(df.iloc[:,84].apply(lambda x: count_tools(x,',')))

#generacion del df
dfMetricas = pd.DataFrame(list(zip(listUser,
listMedLeccAp,dfAsegCal,dfContCal,
dfPlanEq,dfDesEq,dfInteres,dfRiesgos,dfRiesgosCual,
dfRiesgosCuan,dfRespRiesgos,dfReqNeg,
dfReqFun,dfReqNoFun,dfReqInt,dfReqProy,
dfReqCal,dfGradoCompAlc)),
columns =parametrosMetricasHastaAhora)

dfMetricas.to_excel("metricas.xlsx")

```

# CAPÍTULO V: TEST, ESTADÍSTICAS Y MINERÍA DE DATOS

En este capítulo se presentan los detalles de las pruebas de campo realizadas con el prototipo detallado en el capítulo anterior, en empresas u organizaciones que pertenecen a la industria del software. En la sección V.1 se describe la muestra demográfica; en la sección V.2 se describe el comportamiento de las métricas para este conjunto de casos. Se presentan las estadísticas descriptivas por cada métrica en el marco de medición en la sección V.3 y finalmente en la sección V.4 se describen las técnicas de ludificación de las encuestas al finalizar las pruebas de campo.

## V.1. *Muestra Demográfica*

El estudio de esta sección se basa la descripción de un conjunto reducido de organizaciones pertenecientes a la industria del software que trabajan con gestión de proyectos. Como se aprecia en la Figura 5-1, los perfiles de los encuestados son variados (líder de proyecto, gerentes de proyectos informáticos, dueño de la empresa y directores administrativos sin formación en informática).

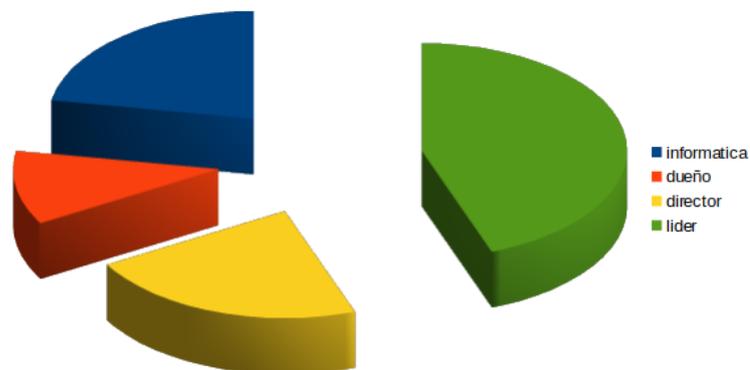


Fig. 5-1. Perfil del encuestado

La muestra de los datos denota una partición muy notable: una en que las personas encargadas de gestionar un proyecto, sean gerentes de proyectos con formación en gestión

de proyectos o no, definen previamente el alcance del producto y del proyecto, y otra, en la que no lo definen como ilustra la Figura 5-2.

Para la generación del documento que describe el alcance del proyecto, denominado *Enunciado del Negocio*, se ha formulado una primera encuesta (ver Anexo A) en la que no se ha logrado el objetivo debido a que muchas de las personas encargadas de llevar adelante un proyecto desconocen las terminologías propias de un proyecto. Esto ha derivado en el diseño de una segunda encuesta (ver Anexo B) donde se asiste a la persona encargada de gestionar un proyecto, a partir de los datos solicitados en la encuesta.

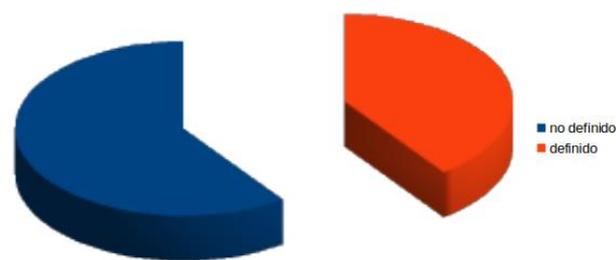


Fig. 5-2. Alcance definido

Sobre el total de encuestados de la muestra en su mayoría son organizaciones del sector privado (80%), mientras que sólo el 20% son del sector público. Por otro lado, el 40 % de las organizaciones, al momento de realizar la encuesta, tienen entre 11 y 20 empleados, el 30% más de 30 empleados y el 20% menos de 10 empleados, Figura 5-3.

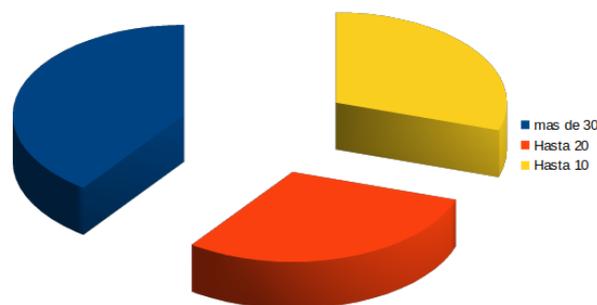


Fig. 5-3. Tamaño de la organización

De los encuestados validados, el 65% son gerentes y directores de proyectos, y el 35% son coordinadores de proyectos y miembros de equipos de proyectos. El 20% de los encuestados acredita tener conocimientos en metodologías y guías de buenas prácticas en

gestión de proyectos. Otro dato destacable es que el 60% de los encuestados confirma tener definido el alcance del proyecto y del producto, no así los restantes encuestados.

Como se aprecia en la Figura 5-2, los alcances no siempre estaban definidos a pesar de que todas son empresas en ejercicio. Las métricas de este estudio pretenden determinar no sólo las características de los documentos de administración en relación del tipo de empresa y negocio central de la misma.

A fin de incorporar e interpretar desde la subjetividad del encuestado, en el alcance de proyectos reales y, se considera como parte de las métricas este hecho. Es de recordar que éstas son parte de un conjunto que abarca otros documentos esenciales de la gestión como la misión y la visión empresariales.

## ***V.2 Comportamiento de las Métricas***

En esta sección se estudia el comportamiento de las métricas diseñadas en el capítulo III.2 y aplicadas a la muestra descrita en la sección anterior. Esta propuesta trabaja sobre varios pilares de gestión. De acuerdo con la guía de buenas prácticas en gestión de proyectos [Pmbok Guide, 2021], la gestión del alcance es el conjunto de procesos para asegurar todas las tareas necesarias para completar con éxito un proyecto. Teniendo en cuenta eso, es importante formalizar adecuadamente la declaración del alcance del negocio como una lista adecuada y completa de los requerimientos de los interesados. De esta manera se sienta una base sólida para un proyecto de calidad.

Tal como se expresó precedentemente se realizó dos encuestas (Anexo A, Anexo B) en donde en la primera encuesta solo respondieron 10 empresas, mientras que en la segunda encuesta respondieron 35 empresas. A los fines comparativos solo mostramos los datos arrojados por las mismas 10 empresas que accedieron a responder ambas encuestas. Las mismas se nombran como ID1, ID2, ID3, ID4, ID5, ID6, ID7, ID8, ID9 e ID10.

Para una mayor claridad en la descripción a continuación, se subtitula cada métrica, pero muchas herramientas descritas en la sección IV.2 son de aplicación común a cada una.

### V.2.a GCN y GCA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar la métrica GCN (Grado de Comprensibilidad del Negocio) y GCA (Grado de Completitud del Alcance) empleando procesamiento automático lingüístico a cada descripción del documento *Enunciado del Negocio*. Del resultado de las encuestas realizadas a las empresas y como se aprecia en la Figura 5-2, los alcances de los proyectos no siempre estaban definidos, a pesar de que todas son empresas en ejercicio. Las métricas desarrolladas pretenden determinar no sólo las características de los documentos de administración en relación del tipo de empresa y negocio central de la misma.

A fin de incorporar e interpretar desde la subjetividad del encuestado, en el alcance de proyectos reales y, se considera como parte de las métricas este hecho. De estos documentos y de los alcances comunicados, se obtiene la Tabla 5-1, que resulta de la aplicación de las ecuaciones 01 a 07 descritas en el capítulo III.2, que determinan la gestión del alcance de proyecto.

Tabla 5-1. Resultados de aplicación de métricas: GCN, GCA

	<b>GCN</b>	<b>GCA</b>	<b>RQN</b>	<b>RQI</b>	<b>RQS</b>	<b>RQP</b>	<b>RQC</b>
<i>ID1</i>	0.3	0.01	0.3	0.2	0.25	0.05	0.05
<i>ID2</i>	0.6	0.02	0.13	0.13	0.38	0.38	0.0
<i>ID3</i>	0.25	0.11	0.1	0.1	0.0	0.28	0.0
<i>ID4</i>	0.33	0.26	0.03	0.03	0.35	0.64	0.02
<i>ID5</i>	0.15	0.01	0.15	0.0	0.0	0.01	0.58
<i>ID6</i>	0.35	0.22	0.31	0.32	0.11	0.08	0.12
<i>ID7</i>	0.63	0.22	0.25	0.29	0.12	0.24	0.17
<i>ID8</i>	0.61	0.21	0.68	0.67	0.70	0.16	0.15
<i>ID9</i>	0.68	0.32	0.51	0.33	0.41	0.62	0.72
<i>ID10</i>	0.74	0.31	0.41	0.55	0.52	0.41	0.75

La determinación de una medida implica la sistematización de la recolección de la información, pero también la generación consistente de los documentos sobre los que se trabaja y por, sobre todo, el procesamiento conservando el sesgo de modelización en

todas las instancias, por eso no se realiza en ningún momento interpretaciones subjetivas ni estudios diferenciando los casos.

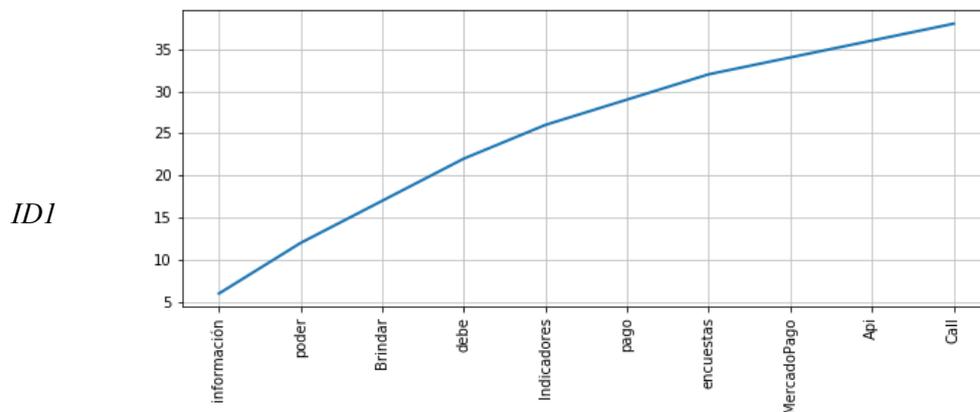
Para cada métrica se procesa sistemáticamente y se etiquetan los sustantivos, verbos, entre otros. En algunos casos se tuvieron que reorganizar algunas respuestas, ya que los requerimientos funcionales se confundían como requerimientos de negocios, entre otros ejemplos.

A fin de complementar lo anterior, se realiza el análisis lingüístico de cada alcance por separado utilizando la librería de *Octave* NLTK<sup>(c)</sup>. Esto permite obtener complementos numéricos sobre la expresividad y complejidad del lenguaje descriptivo de los documentos, e indirectamente de la información contenida.

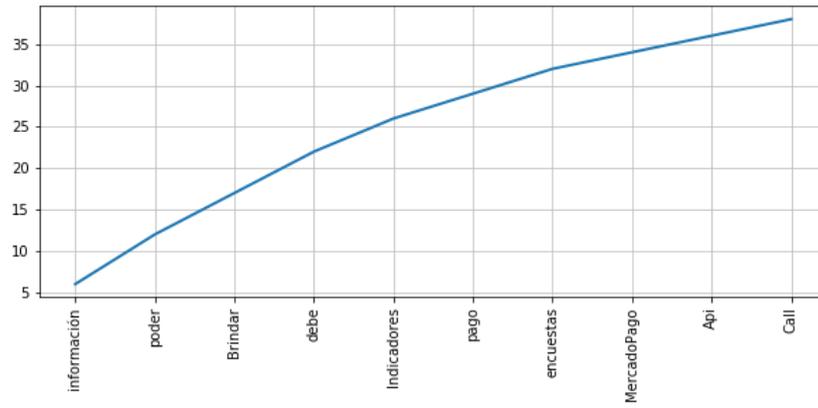
Los hallazgos son útiles para determinar el grado de adecuación de las métricas propuestas para medir la calidad del modelo de gestión aplicado a proyectos específicos dentro de organizaciones reales.

Según hallazgos previos [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2021], la semántica y la calidad de la documentación pueden estar relacionadas con la distribución de palabras en un texto. De acuerdo con esto, las palabras relevantes tienen una distribución de frecuencias que no se encuentra en los extremos más bajo ni más alto del histograma. Asimismo, la variedad y convivencia de ciertas palabras tiene profunda relación con la expresividad y formalidad del texto. La Tabla 5-2 muestra las frecuencias de las palabras contenidas en los documentos que describen cada alcance de las actividades definidas en los casos estudiados.

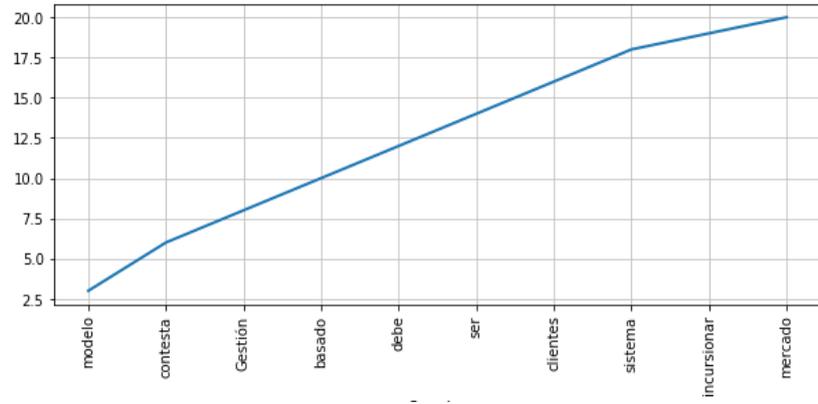
Tabla 5-2. Distribución de palabras en la definición de las actividades



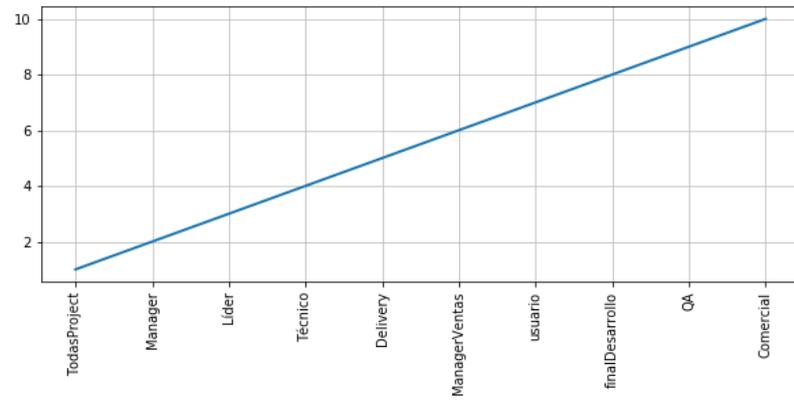
ID2



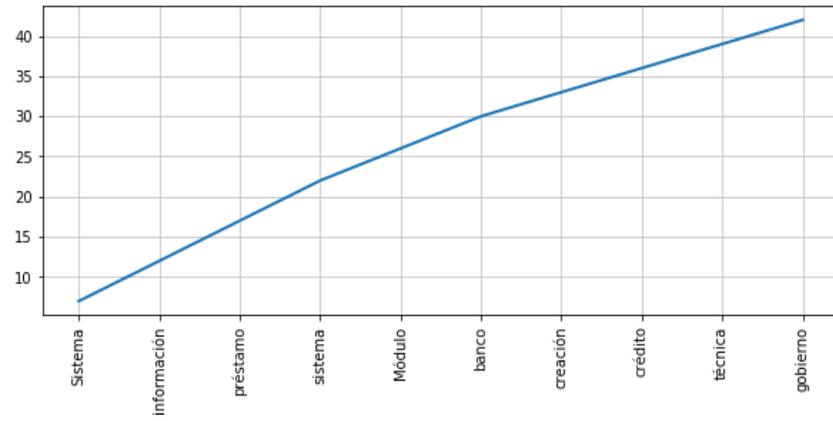
ID3



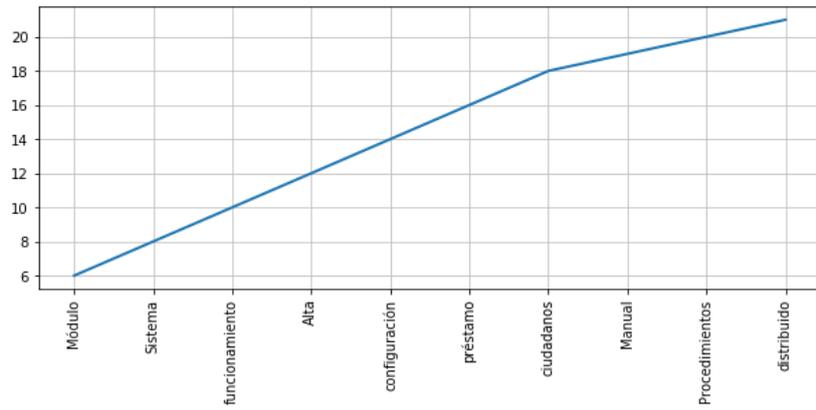
ID4



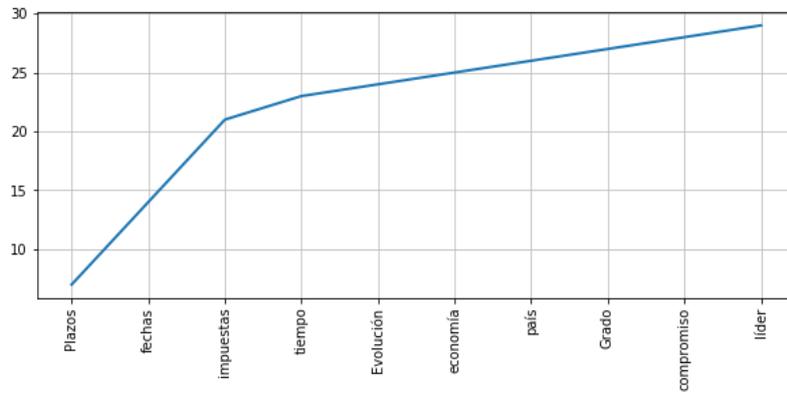
ID5



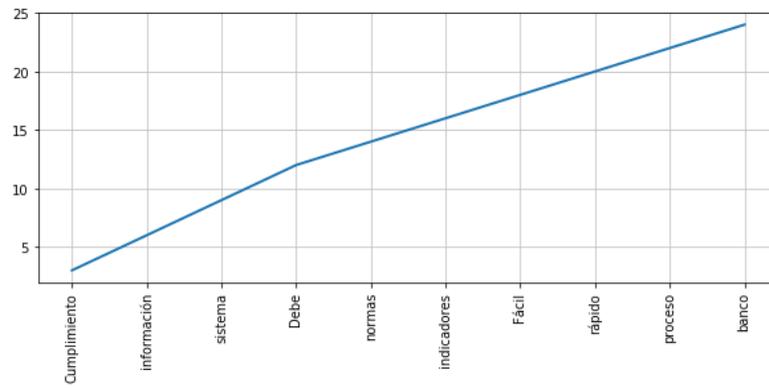
ID6



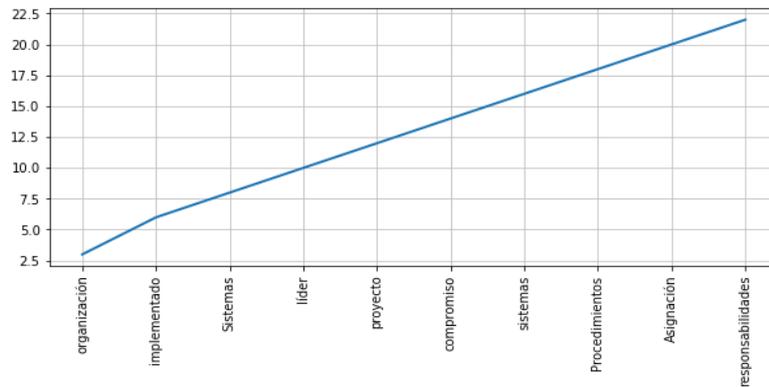
ID7



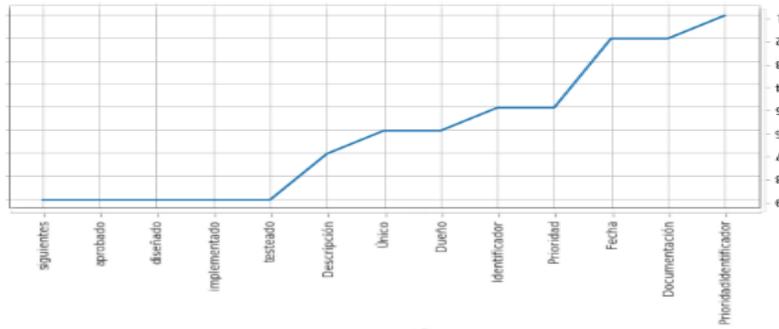
ID8



ID9



ID10



Ambos estudios se relacionarán para establecer la adecuación de las métricas planteadas para medir éste y otros factores. En la Figura 5-4 se muestran el comportamiento de las frecuencias de las palabras claves correspondientes a todas las respuestas concatenadas para determinar el alcance.

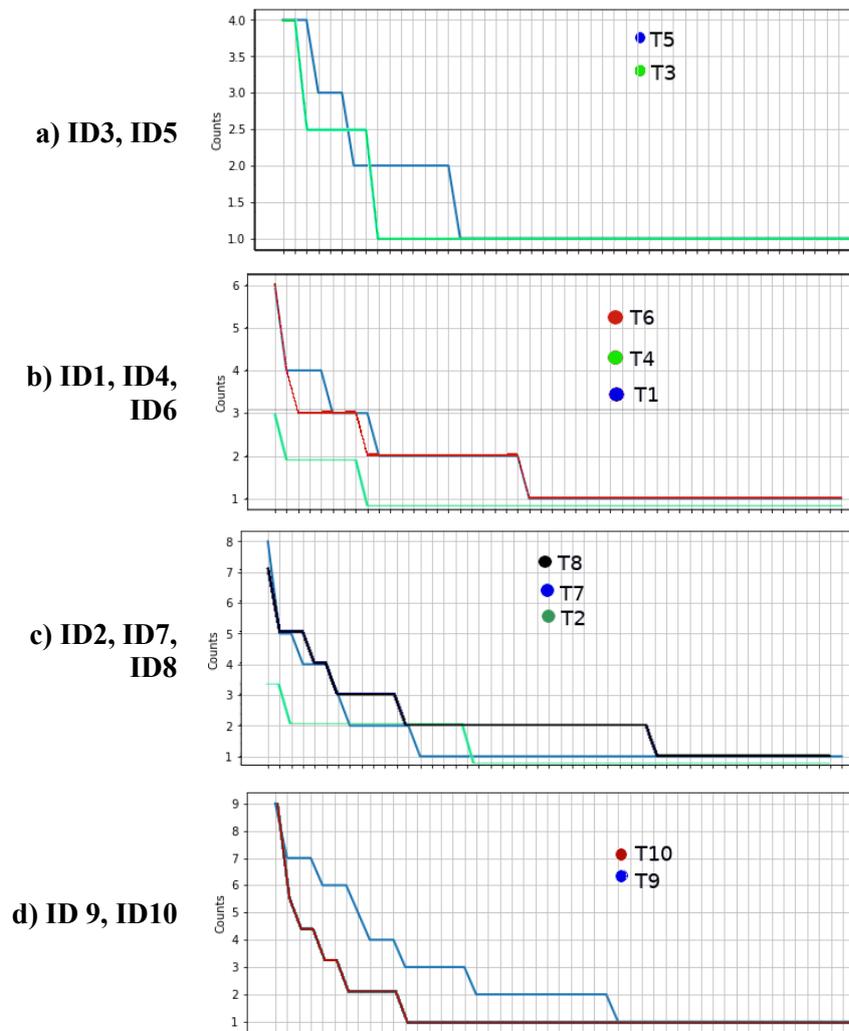


Fig. 5-4. Distribución de las palabras (ID3, 5)

Para su mejor comparación durante la discusión de resultados, se han colocado superpuestas aquellas que corresponden a las mismas características.

A continuación, se presentan una comparación entre los documentos del *Enunciado del Negocio*. En la Tabla 5-4 se observa la comparación entre las diversas características del texto descripto en el documento desde el punto de vista lingüístico:

**DL:** Diversidad léxica

**SR:** Cantidad de palabras sin repetición

**CR:** Cantidad de palabras con repetición

**PMD:** Cantidad de palabras con longitud mayor a 10 caracteres

En la métrica GCA, a su vez se discriminan los valores parciales de sus componentes RQN, RQI, RQS, RQP y RQC. En la Tabla 5-4 se observa el comportamiento de la distribución e las palabras en cada ID. Las **L** representan un comportamiento lineal, donde todas las palabras presentan frecuencia idéntica (valor 1).

Tabla 5-3. Análisis léxico de los textos

	<b>CR</b>	<b>SR</b>	<b>DL</b>	<b>PMD</b>
<i>ID1</i>	281	129	0.46	37
<i>ID2</i>	206	113	0.55	37
<i>ID3</i>	212	121	0.57	24
<i>ID4</i>	159	99	0.62	18
<i>ID5</i>	211	141	0.67	19
<i>ID6</i>	218	109	0.50	37
<i>ID7</i>	175	90	0.51	30
<i>ID8</i>	318	153	0.48	29
<i>ID9</i>	415	210	0.51	29
<i>ID10</i>	415	210	0.51	29

Las entradas con valor **NO**, corresponden a los casos en que el encuestado no responde a la pregunta. El resto de las celdas presentan palabras (una o más), que superan el valor promedio del resto y por lo tanto se consideran de valor especial para el análisis.

Obsérvese que, de 50 entradas, el 42% presentan entradas lineales, y el 10% no son respondidas. En total suman un 52%.

Tabla 5-4. Frecuencia de Distribución de las palabras en el texto por pregunta

ID	RQN	RQI	RQS	RQP	RQC
ID1	L	L	PAGOS	L	L
ID2	L	CONOCIMIENTO	SISTEMA	L	L
ID3	PAGOS	L	NO	PLATAFORMA INTEGRACIÓN	NO
ID4	L	NO	ALTA	L	L
ID5	L	NO	NO	NO	DEBE SER
ID6	L	TÉCNICAS	L	L	L
ID7	DISPONIBILIDAD	L	L	PROYECTO CUENTA PROCESO	L
ID8	SISTEMA	SISTEMA	MÓDULO PRÉSTAMO	PROCESO	L
ID9	GESTIÓN	L	MÓDULO	PROCESO BANCO	DATOS DEBEN SE
ID10	ENCUESTAS RESULTADOS	GOBIERNO SERVIDORES	APLICACIÓN DEBE SER	CUMPLIMIENTO NORMAS	CRÉDITOS MÓDULO PRÉSTAMO

### V.2.b CVR

A continuación, se presenta los resultados obtenidos al aplicar la métrica CVR (Criterios de Validación de los Requerimientos) empleando procesamiento automático lingüístico a cada descripción del documento *Enunciado del Negocio*.

Varios elementos de las ecuaciones de las métricas consideran que se ha realizado un *Parse Tree* (PT). Es una entidad de NLP para representar la estructura de las oraciones en un texto escrito en lenguaje natural. En este contexto, toda palabra se considera un elemento que pertenece a una gramática G, forma parte de un diccionario D y tiene una categoría lingüística entre un conjunto predefinido de categorías. Cada categoría determina la función de trabajo de esos elementos. La gramática sigue ciertas reglas de formación (frecuentemente llamadas sintácticas). Para fines de lingüística computacional, el árbol explica cómo funcionan las categorías y las reglas en el texto que se representa. El proceso de derivación tiene dos tipos de elementos: no terminales (los que se aplican a elementos de la gramática como categorías y reglas) y terminales (elementos del diccionario). Cada terminal pertenece a una categoría y es parte de una regla, que combinada con otras reglas construye un árbol que expresa una jerarquía estructural de

categorías. Esa es la estructura sintáctica de una cadena. Cada frase colapsa en un nodo o elemento raíz.

El proceso se conoce en el campo de la lingüística computacional como marcado de frase, que conduce a los marcadores de frase o marcadores P. Fueron introducidos por primera vez por Noam Chomsky y representan la estructura profunda de una oración generada al aplicar ciertas reglas lingüísticas de estructura predefinidas. Como ejemplo, se toma la declaración de misión y visión de MVMT, que dice: "El estilo no debería romper el banco" [Mas A., Mesquida L., 2020].

De abajo hacia arriba, de izquierda a derecha, las palabras de las oraciones se clasifican, etiquetan y someten a reglas en orden de arriba a abajo. Aquí se aplican las siguientes etiquetas:

**Style** ← **Sustantivo**  
**Shouldn't** ← **Verbo auxiliar**  
**break** ← **Verbo**  
**the** ← **Artículo**  
**bank** ← **Sustantivo**  
**y los nodos son los siguientes**  
**N: Sustantivo**  
**AV: Verbo Auxiliar**  
**V: Verbo**  
**D: Artículo**  
**VP: Frase Verbal**  
**NP: Frase Sustantivo**  
**Un conjunto simple de reglas gramaticales podría ser:**  
**D + N → NP**  
**AV + V → VP**  
**VP + NP → VP**  
**N + VP → S**

La Figura 5-5 muestra un árbol de análisis simple. Allí, los círculos son elementos no terminales y los rectángulos son elementos terminales. Se observa que los elementos terminales son el conjunto actual de palabras en la oración.

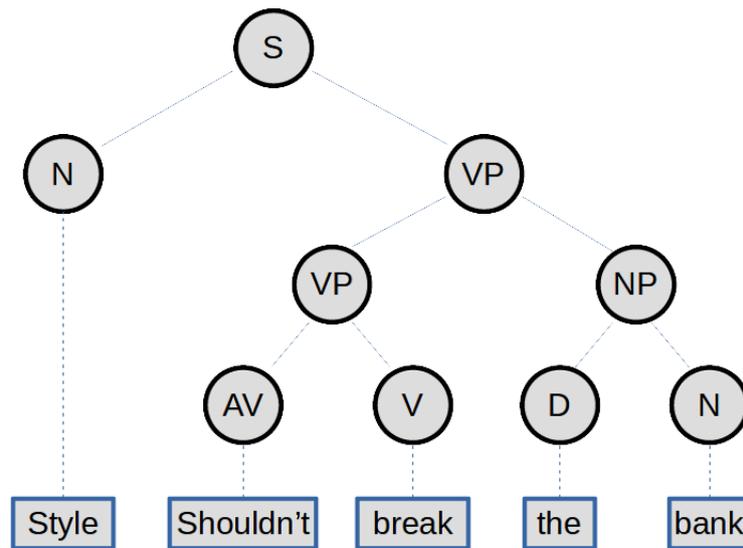


Fig. 5-5. Muestra de Parse Tree para la misión y visión de MVMT

Los marcadores de frase, o marcadores P, se introdujeron en la gramática generativa de transformación temprana, tal como la desarrollaron Noam Chomsky y otros. Un marcador de frase que representa la estructura profunda de una oración que se genera aplicando reglas de estructura de frase. Entonces, esta aplicación puede sufrir más transformaciones.

Los marcadores de frase pueden presentarse en forma de árboles (como en el árbol de análisis anterior), pero a menudo se dan en forma de "expresiones entre paréntesis", que ocupan menos espacio en la memoria y son adecuadas para el procesamiento automático. Siguiendo con el ejemplo anterior, la expresión entre paréntesis correspondiente al árbol basado en los términos dados anteriormente se define como sigue:

[S [N *Style*][VP [VP [AV *Shouldn't*][V *Break*]][NP [D *the*][N *bank*]]]]

Es importante notar que a veces la jerga de la teoría de grafos se aplica en este contexto [Fang R., Liao H., et al., 2023]. Por lo tanto, los nodos hoja o hoja se refieren a elementos terminales, los nodos son elementos no terminales y la raíz es un elemento especial etiquetado como "S", el elemento inicial que representa la oración completa. Un nodo hijo es un elemento debajo de otro elemento en la estructura de un árbol, que se llama nodo padre. Tenga en cuenta también que el árbol siempre tiene el nodo raíz en la parte superior y las hojas en la parte inferior. Un subárbol es un subgráfico que comienza

en cierto nodo y sus descendientes. El nivel de un nodo es el número de nodos para obtener la raíz.

Tal como se describió anteriormente, es importante tener en cuenta que las métricas propuestas se definen para determinar no solo la calidad de la documentación formal desarrollada por los interesados, sino también las características principales de la organización, aquellas características que no se pueden obtener de las peculiaridades de la documentación. Esa información sutil generalmente está relacionada con los diferentes tipos de empresas y depende del enfoque del negocio.

Las métricas propuestas también incorporan y evalúan la subjetividad del encuestado respecto al alcance de proyectos reales. Para ello, una serie de preguntas en la encuesta consideran esta perspectiva específicamente.

La determinación de una medida implica no sólo la recopilación sistemática de información, sino también el trabajo consistente sobre los documentos considerados. Todo el procesamiento de datos conserva el sesgo de modelado para cada instancia. Si bien se aplican métricas sobre información que puede ser subjetiva desde la perspectiva del voluntario, no existen interpretaciones o estudios subjetivos que diferencien los casos. Este punto de vista y formalidad es diferente de muchos otros estudios e investigaciones en el campo.

Cada muestra en el conjunto de datos se usa para calcular la métrica que muestran en la Tabla 5-5.

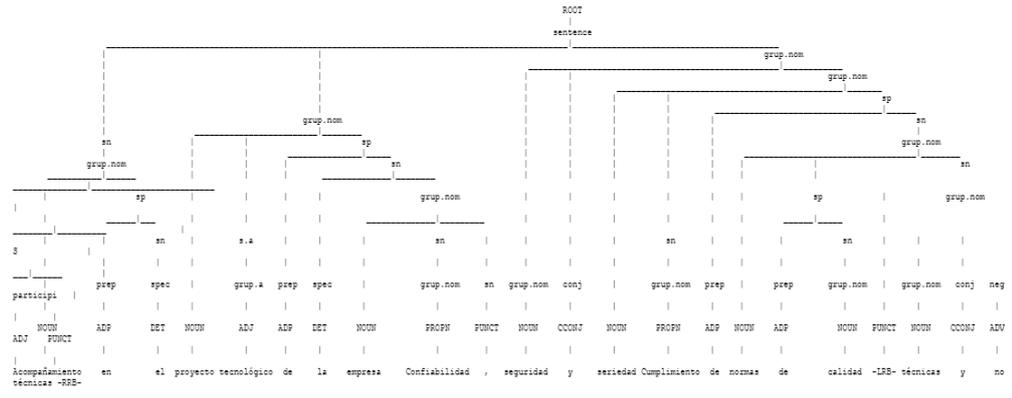
Tabla 5-5. Resultados para la métrica CVR con PT

ID	CVR
ID1	<pre> graph TD     ROOT[ROOT] --&gt; sentence[sentence]     sentence --&gt; an1[an]     sentence --&gt; an2[an]     sentence --&gt; an3[an]     sentence --&gt; an4[an]     an1 --&gt; s_a[s.a]     an1 --&gt; prep1[prep]     an1 --&gt; an1_1[an]     s_a --&gt; PROPN[PROPN]     s_a --&gt; NOUN[NOUN]     prep1 --&gt; ADP[ADP]     prep1 --&gt; DET[DET]     an1_1 --&gt; NOUN[NOUN]     an2 --&gt; grup_nom1[grup.nom]     an2 --&gt; grup_verb[grup.verb]     an2 --&gt; spec1[spec]     grup_nom1 --&gt; NOUN[NOUN]     grup_verb --&gt; VERB[VERB]     spec1 --&gt; DET[DET]     an3 --&gt; prep2[prep]     an3 --&gt; an3_1[an]     prep2 --&gt; ADP[ADP]     an3_1 --&gt; NOUN[NOUN]     an4 --&gt; grup_nom2[grup.nom]     an4 --&gt; prep3[prep]     an4 --&gt; an4_1[an]     grup_nom2 --&gt; NOUN[NOUN]     prep3 --&gt; ADP[ADP]     an4_1 --&gt; NOUN[NOUN]     an4_1 --&gt; PUNCT[PUNCT]     an4_1 --&gt; NOUN[NOUN]     an4_1 --&gt; ADP[ADP]     an4_1 --&gt; DET[DET]     an4_1 --&gt; NOUN[NOUN]     </pre> <p>Seguimiento periódico de los detractores Obtener una mejora del nivel de satisfacción . Disponibilidad de los indicadores</p>
ID2	<pre> graph TD     ROOT[ROOT] --&gt; sentence[sentence]     sentence --&gt; an1[an]     sentence --&gt; grup_nom[grup.nom]     an1 --&gt; sp1[sp]     an1 --&gt; an1_1[an]     sp1 --&gt; NOUN[NOUN]     sp1 --&gt; ADP[ADP]     sp1 --&gt; NOUN[NOUN]     an1_1 --&gt; CONJ[CONJ]     an1_1 --&gt; PROPN[PROPN]     an1_1 --&gt; PROPN[PROPN]     an1_1 --&gt; ADP[ADP]     an1_1 --&gt; DET[DET]     grup_nom --&gt; NOUN[NOUN]     grup_nom --&gt; PROPN[PROPN]     grup_nom --&gt; NOUN[NOUN]     grup_nom --&gt; CONJ[CONJ]     grup_nom --&gt; NOUN[NOUN]     grup_nom --&gt; ADP[ADP]     grup_nom --&gt; NOUN[NOUN]     grup_nom --&gt; sp2[sp]     grup_nom --&gt; an2[an]     grup_nom --&gt; an3[an]     sp2 --&gt; NOUN[NOUN]     sp2 --&gt; PROPN[PROPN]     sp2 --&gt; ADP[ADP]     an2 --&gt; NOUN[NOUN]     an2 --&gt; PROPN[PROPN]     an2 --&gt; ADP[ADP]     an2 --&gt; NOUN[NOUN]     an3 --&gt; NOUN[NOUN]     an3 --&gt; PROPN[PROPN]     an3 --&gt; ADP[ADP]     an3 --&gt; NOUN[NOUN]     </pre> <p>Conocimiento de procesos y BFM Conocimiento de la organización Conocimientos análisis y desarrollo de sistemas Liderazgo de proyecto</p>
ID3	<pre> graph TD     ROOT[ROOT] --&gt; sentence[sentence]     sentence --&gt; s[s]     s --&gt; an1[an]     s --&gt; grup_nom[grup.nom]     an1 --&gt; sp1[sp]     an1 --&gt; an1_1[an]     sp1 --&gt; NOUN[NOUN]     sp1 --&gt; ADP[ADP]     sp1 --&gt; DET[DET]     an1_1 --&gt; NOUN[NOUN]     grup_nom --&gt; s_a[s.a]     grup_nom --&gt; prep1[prep]     grup_nom --&gt; spec1[spec]     s_a --&gt; ADJ[ADJ]     s_a --&gt; VERB[VERB]     spec1 --&gt; DET[DET]     spec1 --&gt; NOUN[NOUN]     grup_nom --&gt; prep2[prep]     grup_nom --&gt; grup_nom1[grup.nom]     grup_nom --&gt; prep3[prep]     grup_nom --&gt; grup_nom2[grup.nom]     grup_nom --&gt; prep4[prep]     grup_nom --&gt; grup_nom3[grup.nom]     grup_nom --&gt; prep5[prep]     grup_nom --&gt; grup_nom4[grup.nom]     grup_nom --&gt; prep6[prep]     grup_nom --&gt; grup_nom5[grup.nom]     grup_nom --&gt; prep7[prep]     grup_nom --&gt; grup_nom6[grup.nom]     </pre> <p>incursionar en el mercado masivo explotar el modelo de negocio de SAAS posicionamiento de marca</p>
ID4	<pre> graph TD     ROOT[ROOT] --&gt; sentence[sentence]     sentence --&gt; neg[neg]     sentence --&gt; VERB[VERB]     neg --&gt; ADV[ADV]     neg --&gt; no[no]     VERB --&gt; contesta[contesta]     </pre>
ID5	<pre> graph TD     ROOT[ROOT] --&gt; sentence[sentence]     sentence --&gt; neg[neg]     sentence --&gt; VERB[VERB]     neg --&gt; ADV[ADV]     neg --&gt; no[no]     VERB --&gt; contesta[contesta]     </pre>

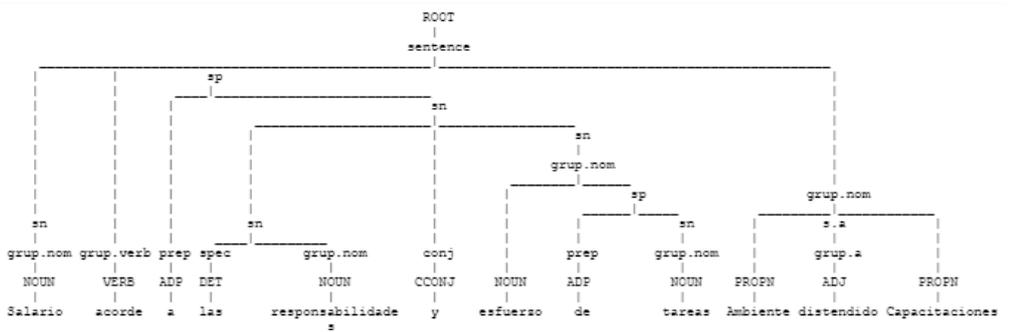
ID

CVR

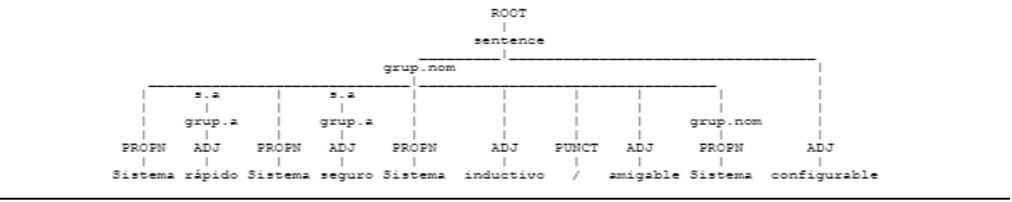
ID6



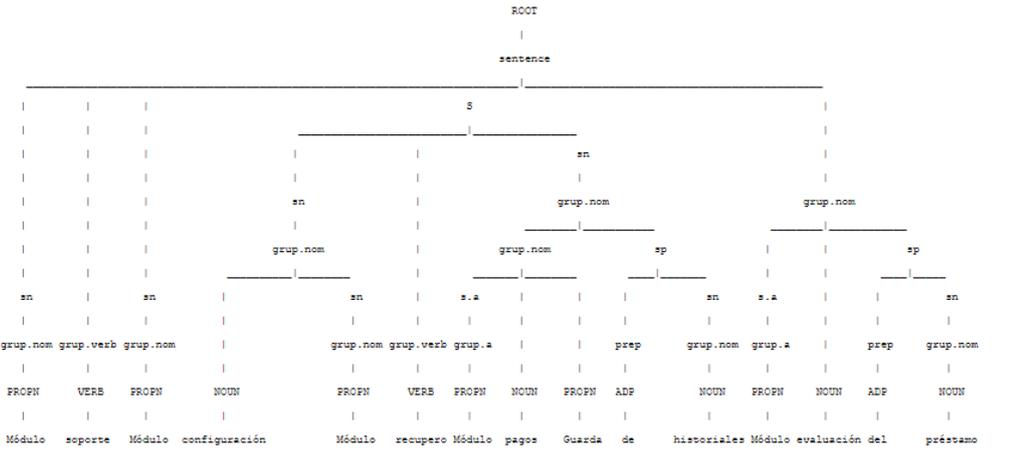
ID7



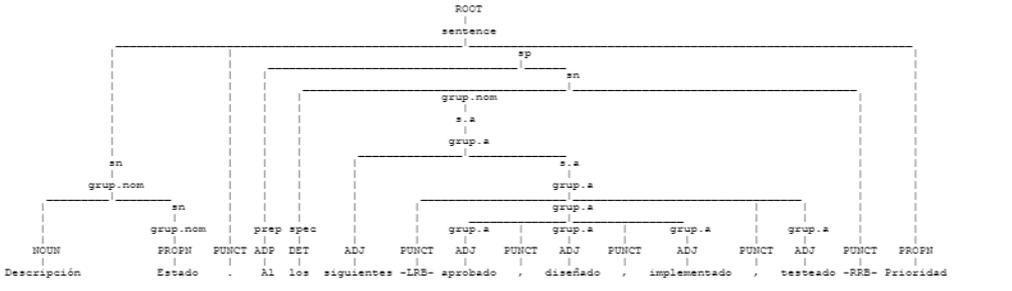
ID8



ID9



ID10



Para proporcionar una mejor base de comparación, los textos que pertenecen a las mismas secciones en el documento *Enunciado del Negocio* se evalúan en el mismo grupo. En la Tabla 5-6 se muestra un resumen del PT obtenido.

Tabla 5-6. Resultados para la métrica CVR

ID	Tags	CVR
ID1	{"PROPN": 1, "NOUN": 7, "ADP": 4, "DET": 3, "VERB": 1, "PUNCT": 1}	0.47
ID2	{"NOUN": 7, "ADP": 4, "CCONJ": 2, "PROPN": 4, "DET": 1}	0.50
ID3	{"VERB": 1, "DET": 2, "NOUN": 6, "ADP": 4, "ADJ": 4, "PROPN": 3, "PUNCT": 3, "CCONJ": 1}	0.63
ID4	{"ADV": 1, "VERB": 1}	0.04
ID5	{"ADV": 1, "VERB": 1}	0.04
ID6	{"NOUN": 8, "ADP": 4, "DET": 2, "ADJ": 2, "PROPN": 2, "PUNCT": 3, "CCONJ": 2, "ADV": 1}	1.03
ID7	{"NOUN": 4, "VERB": 1, "ADP": 2, "DET": 1, "CCONJ": 1, "PROPN": 2, "ADJ": 1}	0.21
ID8	{"PROPN": 4, "ADJ": 5, "PUNCT": 1}	0.19
ID9	{"SCONJ": 4, "DET": 5, "NOUN": 6, "AUX": 1, "ADJ": 3, "VERB": 4, "ADP": 3, "PUNCT": 1}	1.18
ID10	{"NOUN": 7, "ADJ": 2, "CCONJ": 1, "ADP": 5, "DET": 4, "PROPN": 1, "PUNCT": 2}	0.89

Como se puede observar, los valores que arroja la métrica CVR expresan coincidentemente con los arrojados por la Tabla 5-5. Es decir, para los casos puntuales de los ID4 y ID5, es casi nula la presencia de palabras claves en referencia a los Criterios de Validación de los Requerimientos. Por tanto, para estos casos no se encuentra descrito dichos criterios en el documento *Enunciado del Negocio* de las organizaciones implicadas. Por el contrario, para los casos ID9 y ID10, presentan amplia variedad de palabras claves en relación a los Criterios de Validación de los Requerimientos.

### V.2.c GradConc, GradCompl, GradCons, GradAmb, GradVerif, GrTraz, GrComplAct, GEDac, GECost, GERAc

A continuación, se presenta los resultados obtenidos al aplicar la métrica GradConc (Graduación de Conciso), GradCompl (Graduación de Completo), GradCons (Graduación de Consistente), GradAmb (Graduación de Ambigüedad), GradVerif (Graduación de Verificable), GrTraz (Graduación de Trazabilidad), GrComplAct (Grado de Completitud de una Actividad), GEDac (Grado de Estimación de la Duración de las Actividades), GECost (Grado de Estimación de Costos ) y GERAc (Grado de Estimación

de los Recursos para las Actividades) empleando procesamiento automático lingüístico a cada descripción del documento *Enunciado del Negocio*.

Para la correcta aplicación de las métricas propuestas, las respuestas de las encuestas se consideran como un *corpus* en lenguaje natural, y se procesan sistemáticamente. Los textos se etiquetan según sustantivos, verbos, etc. siguiendo procedimientos estandarizados del Procesamiento del Lenguaje Natural, utilizando bibliotecas de *Python*.

La única excepción a lo anterior son las ordenaciones de las respuestas, ya que en algunos casos hubo que reasignar determinadas respuestas a otras preguntas. Esto sucede cuando el entrevistado tiene una confusión en la definición de ciertos conceptos. Todos los casos detectados corresponden a errores en la diferenciación entre los distintos tipos de requisitos: negocio, interesados, soluciones, proyecto y calidad.

En cuanto a los alcances reportados, los resultados de las métricas se encuentran en la Tabla 5-7. De la aplicación de las ecuaciones 01 a 04, el grado de completitud de las actividades, el grado de estimación de la duración de las actividades y del proyecto, el grado de estimación de costos y el grado de estimación de los recursos humanos.

Tabla 5-7. Resultados de aplicación de métricas: GrCompAct, GEDAc, GECost, GERAc

ID	<i>GrCompAct</i>	<i>GEDAc</i>	<i>GECost</i>	<i>GERAc</i>
<i>ID1</i>	1.13	0.01	0.23	2.27
<i>ID2</i>	1.56	1.02	1.13	0.73
<i>ID3</i>	5.25	4.91	4.19	6.12
<i>ID4</i>	2.33	3.26	1.03	0.93
<i>ID5</i>	1.15	2.31	1.15	0.0
<i>ID6</i>	3.35	2.22	0.31	0.32
<i>ID7</i>	3.63	1.22	0.00	0.00
<i>ID8</i>	3.61	2.21	1.68	0.17
<i>ID9</i>	5.68	3.22	2.51	5.33
<i>ID10</i>	7.14	5.31	3.14	7.55

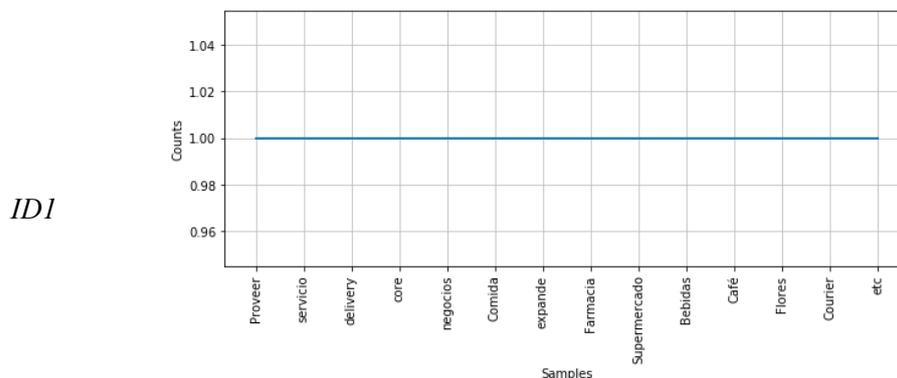
Se debe tener en cuenta que los conceptos que se evalúan aquí también son esenciales para otros documentos principales en las organizaciones: declaraciones de misión y visión de la empresa. En la tabla precedente se puede observar, los valores que arrojan las métricas GrCompAct, GEDAc, GECost y, GERAc. Es decir, cada valor que muestra la Tabla 5-7, representa la cantidad de palabras claves en referencia a cada métrica. Particularmente se puede observar para el caso *IDI0*, posee los valores mas altos, es decir que el documento *Enunciado del Negocio* para esa organización, está completo o al menos se aproxima a lo requerido por la bibliografía para tener un alcance bien definido.

### V.2.d GPCal, GGEPr

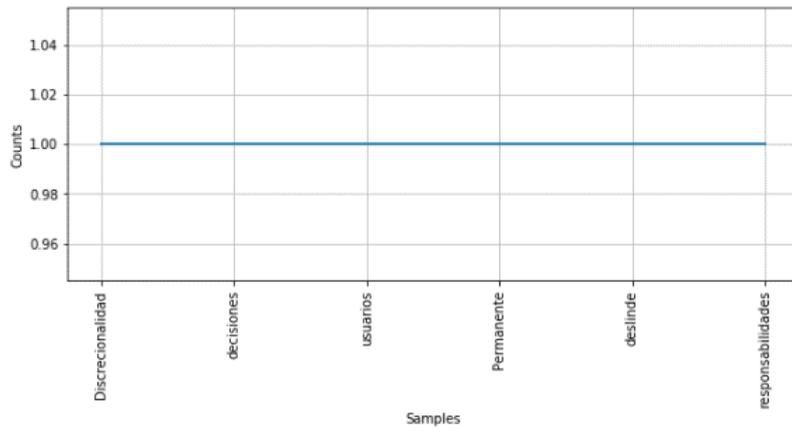
A continuación, se presenta los resultados obtenidos al aplicar la métrica GPCal (Grado de Planificación de la Calidad), GGEPr (Grado de Gestión del Equipo de Proyecto), empleando procesamiento automático lingüístico a cada descripción del documento *Enunciado del Negocio*.

La Tabla 5-8, muestra los resultados de aplicar las métricas propuestas en la sección anterior, GPCal y GGEPr. En los cálculos del Grado de Planificación de la Calidad, se denotan todos valores bajos, sólo se expresa para ID9 e ID10, con leves ascensos de valores. Esto indica que las empresas de la muestra no consideran en la descripción del alcance la planificación de la calidad en los inicios de sus proyectos

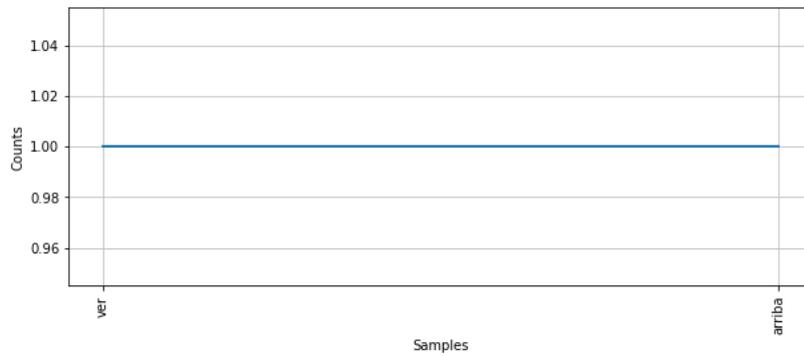
Tabla 5-8. Resultados para la métrica GPCal-GGePr (a)



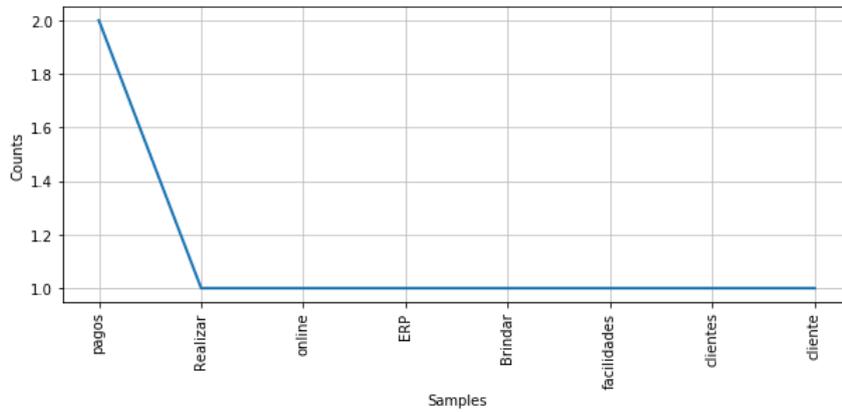
ID2



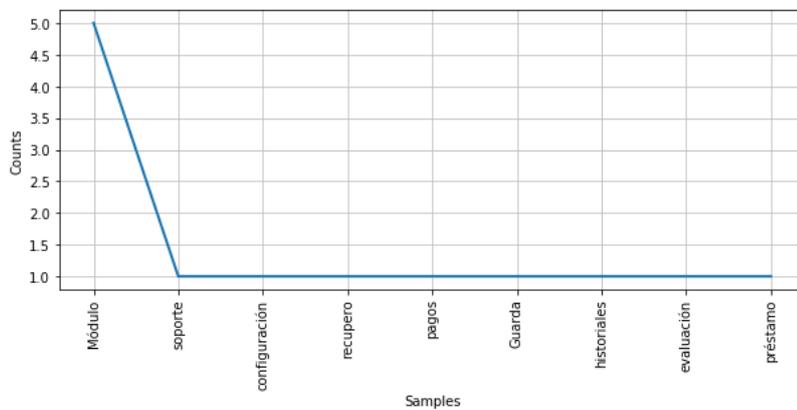
ID3



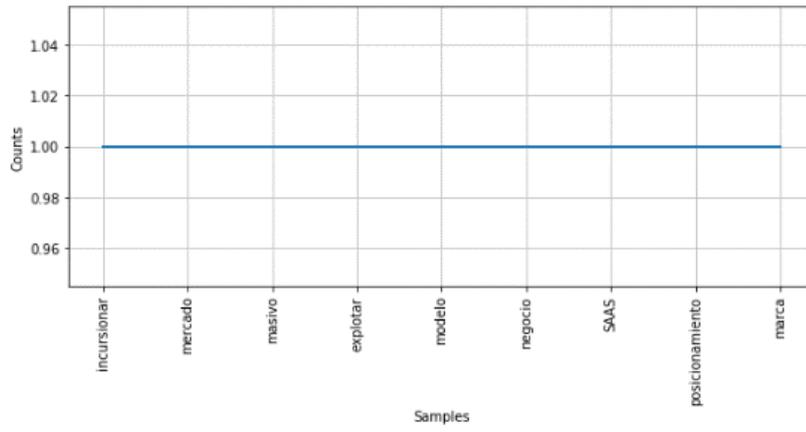
ID4



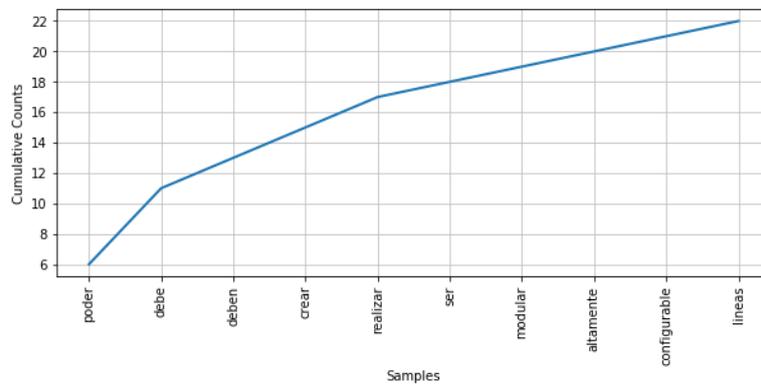
ID5



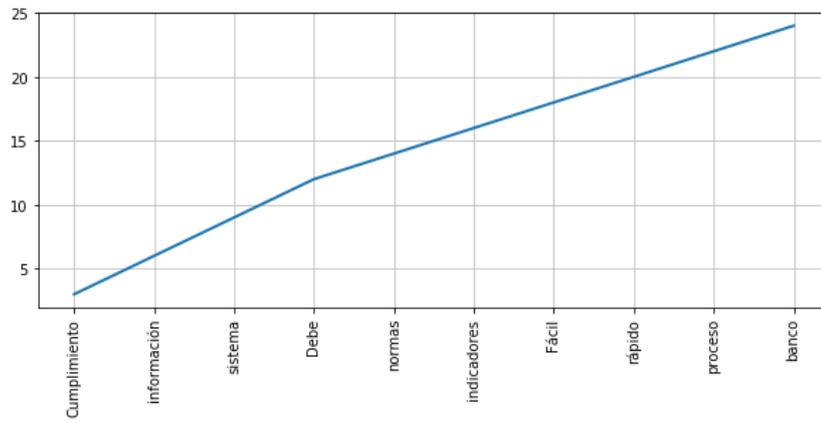
ID6

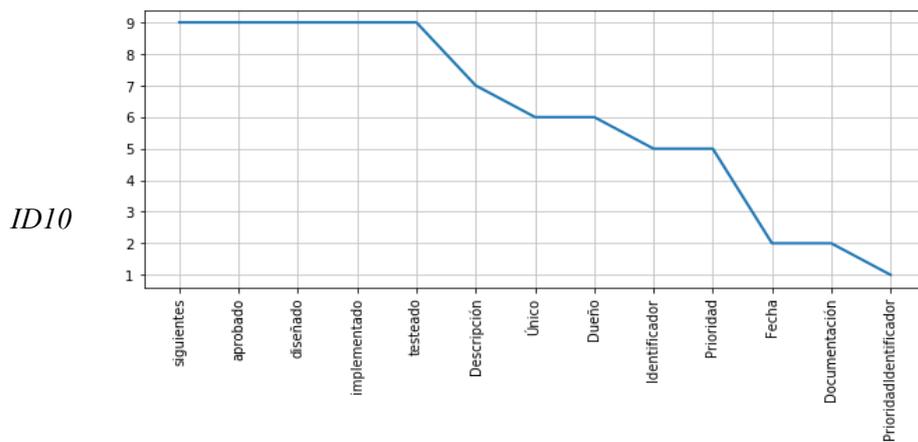
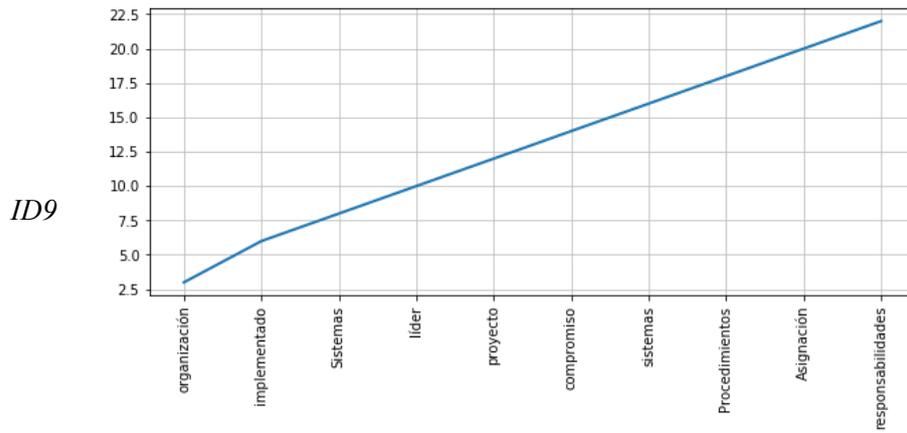


ID7



ID8





La Tabla 5-9, muestra los resultados de aplicar las métricas propuestas en la sección anterior, GPCal y GGRPr

Tabla 5-9. Resultados para la métrica GPCal-GGePr (b)

ID	GPCal	GGEPr
<i>ID1</i>	0.33	2.31
<i>ID2</i>	0.03	1.73
<i>ID3</i>	0.01	2.12
<i>ID4</i>	1.03	3.93
<i>ID5</i>	1.05	1.99
<i>ID6</i>	0.31	2.32
<i>ID7</i>	1.07	4.12
<i>ID8</i>	1.18	3.17

<b>ID</b>	<b>GPCal</b>	<b>GGEPr</b>
<i>ID9</i>	2.02	5.31
<i>ID10</i>	2.82	6.52

En la tabla precedente se puede observar, los valores que arrojan las métricas GPCal y GGEPr. Es decir, cada valor que muestra la Tabla 5-9, representa la cantidad de palabras claves en referencia a cada métrica. Particularmente se puede observar para el caso *ID10*, posee los valores mas altos, es decir que el documento *Enunciado del Negocio* para esa organización, está completo o al menos se aproxima a lo requerido por la bibliografía para tener un alcance bien definido.

### **V.2.e GGInt, GGRi**

A continuación, se presenta los resultados obtenidos al aplicar la métrica GGInt (Grado de Gestión de los Interesados), GGRi (Grado de Gestión de Riesgos), empleando procesamiento automático lingüístico a cada descripción del documento *Enunciado del Negocio*. Nótese que a la complejidad propia de obtener e interpretar objetiva y numéricamente a partir de un texto como la descripción de alcances, se suma la inexistencia de métricas previas de este tipo.

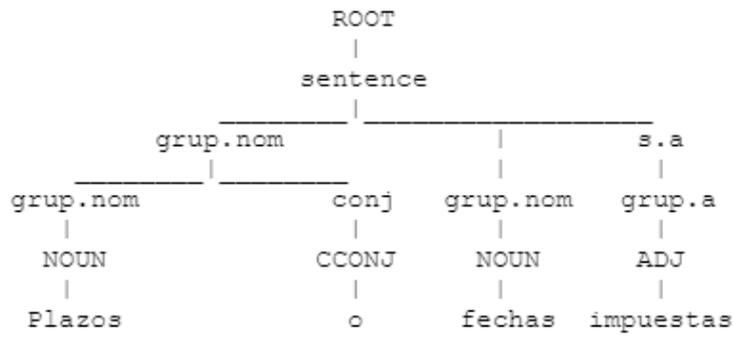
En la Tabla 5-10 se puede observar que, de los alcances comunicados, resulta de la aplicación de las ecuaciones 01 y 02, que determinan el grado de gestión de riesgos y el grado de gestión de interesados. Es de recordar que éstas son parte de un conjunto que abarca otros documentos esenciales de la gestión como la misión y la visión empresariales.

Tabla 5-10. Resultados de aplicación de métricas: GGInt, GGRi

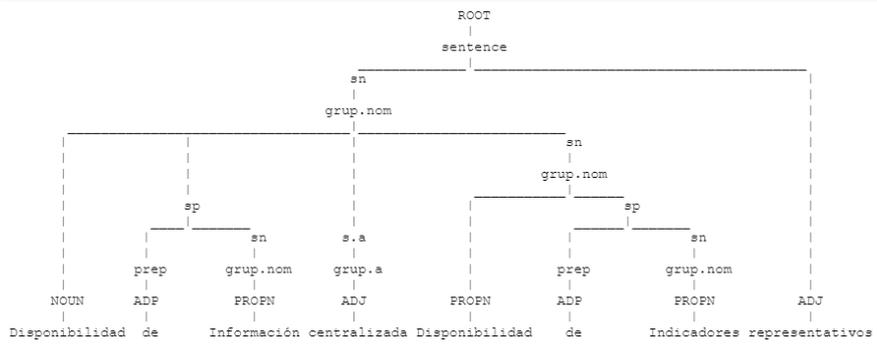
<b>ID</b>	<b>GGInt</b>	<b>GGRi</b>
<i>ID1</i>	3.69	5.41
<i>ID2</i>	1.98	4.33
<i>ID3</i>	3.01	5.12
<i>ID4</i>	0.03	4.03



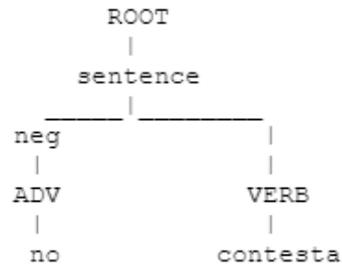
ID2



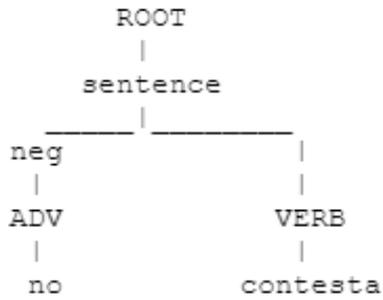
ID3



ID4



ID5







Como se observa en la Tabla 5-1, el GCN mayor se da en la *ID10*, seguido por *ID9* y *ID7* (todos mayor o igual a 0,63). Esto indica que estas empresas presentan un mayor grado de alcance de comprensión del negocio, reflejado en la descripción de sus alcances. Es decir, corresponden a empresas donde el documento estaba definido, tal como lo muestra la Figura 5-2, pero cada una tiene un tamaño diferente (una grande, otra mediana y otra pequeña). En ninguno de los casos, el que responde la encuesta es el dueño de la empresa u organización, sino un empleado especializado en gestión de desarrollo de software o un *señority* en administración de proyectos a escala. El GCN es mínimo en la descripción del alcance del caso *ID3*, y en el caso *ID5*. Coincidentemente con los datos que muestra la Tabla 5-2, los mismos casos presentan una complejidad léxica semejante, esto es, el grado de riqueza de expresión de la información. Es interesante apreciar que se cumple que los bajos niveles conteos de repetición de palabras se da en estos dos *Enunciados de Negocio*, de hecho, prácticamente son las mínimas de todo el conjunto. A la vez que si se toma de la Tabla 5-3, el producto de DL x SR, presenta resultados más pequeños de todo el conjunto, indicando menor expresividad del texto. También se da que sus valores PMD se encuentran en valores bajos a medio. La Figura 5-4 muestra efectivamente que la cantidad de "saltos" en las frecuencias son pocos (2 y 3 respectivamente). Mientras que el GCN para los enunciados de los alcances de *ID1*, *ID4* y *ID6* tienen un valor entre 0,3 y 0,5. Esto constituye un valor un poco mejor que el anterior, y corresponde a la vez con textos de mayor diversidad léxica y el producto DL x SR mayor (0.0275, 0.0858, 0.077). Esto significa que estaríamos ante textos más elaborados, expresivos y con mayor extensión y, se correspondería con mayor información aportada y por lo tanto mejor comprensión del negocio. Esto a su vez coincide con los máximos niveles de PMD en dos de los tres casos. Los conteos acá son también un tanto mayor para dos de los tres casos. Obsérvese, además que la empresa de *ID4* no cuenta con máximo PMD pero si uno de los DL más altos, como detalla la Tabla 5-3.

Para los casos *ID2*, *ID7* y *ID8*, el GCN tienen un rango superior a los anteriores (de 0,5 a 0,65), esto supone un grado de elaboración mayor y de expresividad más eficaz. Eso se refleja en textos más variados que antes, es decir, la cantidad de saltos en las imágenes de la Tabla 5-2 superan los 3 saltos, y el PMD son mayores según lo que muestra la Tabla 5-3. También se nota que el DL x SR es en promedio más alto. Esto comprende

empresas más maduras en cuanto a la administración interna. De los casos estudiados, dos son pequeñas empresas y una, es una gran empresa. En todos los casos los voluntarios que respondieron las encuestas poseen conocimientos más acabados de proyectos. Ninguna de las empresas u organizaciones estudiadas posee sucursales, pero dos de ellas están en capitales provinciales importantes. En estos casos el grado de determinación del alcance está balanceado y es bastante bueno.

En cuanto a los *ID9* y *ID10*, ambos presentan los mayores valores. Su conteo máximo de palabras es el mayor, el valor DL x SR también (0,21) y la cantidad de saltos no baja de 5 en la gráfica 5 d), mostrando una riqueza y diversidad de máximos valores. Sin embargo, las palabras tienen un PMD menor que en otros casos, con lo que se recurre a palabras más cortas y presumiblemente de uso más frecuente.

En estos casos coincide el mayor nivel de GCA, mostrando la máxima calificación en cuanto a formalización. Corresponde a empresas grandes, donde el responsable de responder la encuesta es el líder de proyecto. Tal lo expresado mas arriba, las empresas no poseen sucursales y radican en una capital de provincia importante. Es interesante observar que en uno de los casos el alcance no estaba definido previamente, y eso se refleja en un GCA inferior.

En ambos casos las empresas son centros establecidos, sólidos en la industria y con experiencia en metodologías de gestión de proyectos.

Por otra parte, el GCA también es de los más bajos para estos mismos casos. Se corresponde con empresas donde el voluntario que responde es el director, poseen el alcance definido a nivel organización (Figura 5-2), pero aparentemente no está completamente logrado ya que no logran responder las preguntas típicas que lo describen. También presentan problemas en la determinación del grado de alcance. Estos casos corresponden a empresas locales de Concepción del Uruguay, dedicadas a la consultoría de software.

Obsérvese también que, en la distribución de palabras en general que muestra la Tabla 5-2, los tres casos *ID7*, *ID9* y *ID10*, presentan la mayor diversidad léxica (cantidad de escalones en la curva), reflejando mayor riqueza expresiva. En el próximo capítulo se analizarán los indicadores asociados.

Estos casos caen todos en la franja de valores intermedios de GCA, típicamente son empresa medianas y grandes, ubicadas en diferentes provincias y países. Corresponden a empresas de ingeniería con insumos y personal de diversos perfiles, típicamente esparcidos geográficamente en más de una ciudad o que pertenecen al ámbito estatal. En estos casos, el grado de comprensión del negocio es muy superior al caso anterior, pero no completo. En contraste el alcance está más perfectamente definido.

Un dato interesante que aporta el estudio de la Tabla 5-2, tiene que ver con el interés que pone la empresa en cada instancia respecto a su línea de negocio. En el caso de *ID3*, aparece como destacable sólo "NO" en el caso de servicios, En el caso de requerimientos de negocios aparece "Pagos" y en requerimientos de proyecto "Plataforma" e "integración". Siendo una empresa del rubro de software indicaría que hay un producto no totalmente determinado, pero sí que se pretenden pagos de los productos. En el caso de *ID5* la situación es peor, ya que no se vislumbra ningún término significativo.

En cuanto a las empresas de GCA intermedio, se observan como relevantes algunos términos ya más definidos como el caso del *ID7* donde se detecta la "disponibilidad" como un factor que la empresa tiene como su característica clave.

Por tanto, las empresas donde el GCA y GCN son elevados, presentan diferenciaciones de palabras mucho más específicas, típicamente alineadas con su producto principal.

Continuando con el análisis de los resultados de las métricas, se observa que el CVR es más alto pertenece a *ID9*, seguido de *ID6*, *ID10* y *ID3*, todos con un valor superior a 0,5, ver Tabla 5-6. Esto indica que estas empresas muestran un mayor grado de comprensión del alcance del negocio, de acuerdo con lo que se expresa en la redacción de los documentos. El CVR para los casos *ID4* y *ID5* presentan valores por debajo de 0,1, en los que el testado es el director de la empresa. Por lo general, el alcance se define a nivel organizacional, pero no de manera detallada. Es decir, se denota que no pueden responder preguntas típicas sobre la declaración del alcance. También presentan valores menores de RQN, RQI, RQS, RQP, y RQC, según la Tabla 5-1. Estos casos, *ID4* y *ID5*, corresponden a organismos estatales.

El CVR para los casos *ID1* y *ID2*, los valores están entre 0,3 y 0,5. Eso significa un valor un poco mejor que *ID4* y *ID5*, y su vez representa documentos con un mayor grado de diversidad léxica, como se aprecia en la Tabla 5-2. Aquí los documentos son más elaborados, expresivos y de mayor tamaño. Esto está relacionado con más información en el documento de texto y, por lo tanto, con una madurez de alcance más detallada.

Estos casos se encuentran en la zona intermedia para el CVR, relacionados con medianas y grandes empresas, distribuidas geográficamente en varias provincias y países. El campo de las industrias son las empresas de suministro y varios tipos de dotación de personal. El grado de comprensión del negocio es claramente superior a los casos anteriores, pero no perfecto. Por el contrario, el alcance se ha definido aún mejor.

El CVR para *ID7* y *ID8* está entre 0,1 y 0,3, lo que representa un mayor grado de elaboración y una mayor eficacia en la expresión. Corresponden a empresas que brindan servicios de desarrollo de software. Los voluntarios tienen escasos conocimientos de gestión en todos los casos, pero algunos de ellos están en formación. He aquí, que el grado de definición del alcance es equilibrado y bastante bueno.

En los casos *ID6* como el *ID9*, presentan los valores más altos. Representan grandes empresas y el voluntario es el líder del proyecto. Es importante señalar que en una de las empresas existía ya el documento de declaración de alcance. Ambos casos pertenecen a empresas muy bien establecidas, líderes en el mercado y con una sólida experiencia en metodologías de gestión de proyectos.

Por otro lado, la métrica GrComplAct proporciona una evaluación global de la finalización de las actividades. En la Tabla 5-7 se presenta el resumen de los valores obtenidos. El mayor valor corresponde a la prueba *ID10*, seguida de las pruebas correspondientes a *ID9* y *ID3*. El mayor valor corresponde a las empresas con mayor calidad en el ámbito de las actividades empresariales. Por lo general, representa organizaciones con una misión, visión y documentación técnica bien definidas, aunque difieren en el tamaño. Ninguno de los casos tiene al propietario como voluntario durante las pruebas, sino a personal técnico, especializado en la gestión de proyectos a gran escala. Estos hallazgos son compatibles con las métricas aplicadas anteriormente para Criterios de Validación de Requerimientos (CVR) y el Grado de Trazabilidad de los

Requerimientos (GrTraz). Los valores más altos, *ID9* y *ID10*, coinciden con los valores más altos de otras métricas como Grado de Comprensibilidad del Negocio (GCN) y Grado de Completitud del Alcance (GCA).

Al mismo tiempo, los casos *ID4* y *ID5* presentan las métricas más bajas, también compatibles con los hallazgos obtenidos en las métricas CVR y GrTraz. La única excepción es *ID3* que tiene valores altos de CVR y GrTraz, pero los valores obtenidos con GCN y GCA son bajos. Estas organizaciones son empresas públicas donde la definición de los requisitos es buena, pero hay una baja comprensión del negocio. El caso *ID3* es la excepción con un mejor desempeño, porque las actividades son más pequeñas y sencillas. Se puede observar en la Figura 5-8, el conjunto de frecuencia de palabras: el foco está principalmente en la gestión del mercado de consumo: clientes, gestión, mercado, consumidor, entre otros.

Con respecto a los resultados para los *ID6*, *ID7* y *ID8*, los números obtenidos a partir de la métrica definida GrComplAct, dan valores intermedios (entre 0,3 y 0,5). Esto constituye el mismo grado de conformidad con el plan y las actividades que para las métricas CVR, GRTraz, GCN y GCA. Estos casos son empresas medianas, ubicadas en diferentes países y provincias. Son empresas enfocadas en productos relacionados con la ingeniería y el perfil de los encuestados es diverso. Tienen ramas ampliamente distribuidas. Esas características hacen necesaria una buena comprensión del negocio, la misión y la visión. Pero la métrica denota deficiencias en la comprensión. La jerga involucrada en las respuestas de la encuesta incluye palabras como sistema, plan y lograr, palabras que son inexistentes en el resto de los casos planteados en la Figura 5-8, excepto para *ID10*.

A continuación, se analiza GPCal y GGEPr por ello para cada encuesta, se solicitaron los requerimientos de calidad (RQC) cuyos resultados son bajos, tal como los muestra la Tabla 5-1. En general, se encuentra que los alcances de proyectos no describen claramente las características, funciones y requerimientos del producto o servicio y de la gestión del mismo, ya que muchas veces queda difuso. En los resultados de las encuestas realizadas, se pueden observar diferencias entre las mismas, según fueran respondidas por profesionales con conocimientos en gestión de proyectos o no.

El GPCal mayor que muestra la Tabla 5-9 se da en la *ID10*, seguido por *ID9*. Esto indica que estas empresas presentan mayor grado de alcance de comprensión del negocio y particularmente a lo vinculado particularmente a la calidad. Corresponden a empresas donde el documento estaba definido, pero cada una tiene un tamaño diferente (una grande, y otra mediana). Estos datos coinciden con los resultados de las métricas anteriormente aplicadas para la Validación de los Requerimientos (CVR), Grado de Trazabilidad de los Requerimientos (GrTraz), Grado de Comprensibilidad del Negocio (GCN) y el Grado de Completitud del Alcance (GCA).

Asimismo, a través del uso de herramientas estadísticas de lenguaje natural, se puede determinar la efectividad de las métricas planteadas. Esto lo muestra la Tabla 5-8, donde por ejemplo para el caso de los RQC de *ID1*, *ID2*, *ID3* y *ID6*, muestran valores nulos. Es decir, los gerentes de proyecto involucrados no han podido atender dicho requerimiento. Lo mismo podemos encontrar para otros requerimientos en otras encuestas.

El GGEPr, en los casos de *ID1*, *ID2*, *ID3* y *ID6* presentan escasa distribución de palabras en la Tabla 5-8. Se observa que en los casos estudiados *ID10* continúa en valores altos, mientras que *ID3*, *ID4* y *ID9* caen a valores intermedios para la determinación del GGEPr. Esto demuestra que la aplicación de las métricas a los casos estudiados, para algunos casos, se vislumbran términos vinculados a las actividades, ya sea duración, costos o los recursos necesarios para llevarla a cabo, y en otros casos es nula. Por otro lado, las empresas con conocimientos claros en gestión de proyectos definen claramente sus actividades de acuerdo a los requerimientos utilizando palabras específicas, típicamente alineadas a las áreas del conocimiento.

Con respecto a GGInt y GGRi, cuyos valores muestra la Tabla 5-10. Por ello para cada encuesta, se solicitaron los Requerimientos de Interesados (RQI). Los resultados que arroja la Tabla 5-1, dan una idea de los *RQI* especificados son bajos. Al igual que casos anteriores, en los resultados de las encuestas realizadas, se pueden observar las diferencias, según fueran respondidas por profesionales con conocimientos en gestión de proyectos o no.

Asimismo, se hizo un modelado aplicando *Parse Tree* para la métrica cuyos resultados muestra la Tabla 5-10. El GGInt mayor se da en la *ID10*, seguido por *ID9*. Esto indica que estas empresas presentan mayor grado de alcance de comprensión del negocio

y particularmente a lo vinculado a la gestión de interesados. Corresponden a empresas donde el documento estaba definido, pero cada una tiene un tamaño diferente (una grande, y otra mediana). Estos datos coinciden con los resultados de las métricas anteriormente aplicadas para la Validación de los Requerimientos (CVR), el Grado de Trazabilidad de los Requerimientos (GrTraz), Comprensibilidad del Negocio (GCN) y el Grado de Completitud del Alcance (GCA).

Para el análisis del GGRi, se observa que los resultados de la Tabla 5-9, presenta un cambio en los valores, ya que ninguno de los casos estudiados cae en valores bajos, y sorprendentemente en su mayoría son valores altos, tales como *ID1*, *ID3*, *ID6*, *ID7*, *ID9* y *ID10*. Esto muestra que la aplicación de las métricas a los casos estudiados, más allá del conocimiento que cada empresa tenga en gestión de proyectos, son muy cuidados con la gestión de los riesgos. Es decir, las empresas con conocimientos claros en gestión de proyectos o no, definen claramente sus actividades de acuerdo con los requerimientos utilizando palabras específicas, típicamente alineadas a las áreas del conocimiento.

#### ***V.4 Ludificación aplicada a la gestión de proyectos***

De acuerdo a lo expresado inicialmente cuyos antecedentes se presentan en la sección II.7 a continuación, se describen la implementación de las técnicas de ludificación a la gestión de proyectos.

La ludificación del proceso de documentación de una empresa no es nueva [Muszyńska K., 2020]. Esta propuesta tiene como objetivo contribuir a los proyectos de software mediante la implementación de logros y avances alineados con los núcleos fundamentales del *Octalysis Framework*. El sistema de niveles, experiencia y recompensas aborda directamente la necesidad de desarrollo personal y realización profesional. La capacidad de personalización y retroalimentación proporciona un empoderamiento tangible y fomenta la participación activa. Además, aspectos como la sana competencia entre pares, la aparición de recompensas inesperadas y la creación de un sentido de urgencia ayudan a fortalecer la influencia social, alimentan la curiosidad y generan aversión a la pérdida. Estas estrategias tienen el potencial de mejorar la motivación y el compromiso en la gestión de proyectos, abordando las necesidades

psicológicas y emocionales de quienes participan en el proceso de una manera particularmente efectiva [Kai Chou Y., 2015].

#### V.4.a Ludificación con *Godot Engine*

*Godot Engine* es un motor de videojuegos 2D y 3D multiplataforma, gratuito, de código abierto, bajo licencia MIT y desarrollado por la comunidad Godot [Godot Engine Documentation, 2023]. Godot permite exportar videojuegos creados para PC (Windows, OS X y Linux), móviles con Android/iOS y HTML5.

##### V.4.a.i Plataforma

Particularmente para este trabajo, la ludificación recopila información basada en las aventuras de un carpincho llamado *Cimarrón*. A continuación, se expresan las características de la aplicación:

- Propuesta de juego: esta implementación utiliza Godot para gamificar la recopilación de datos.
- Nombre: el nombre del prototipo para recopilar información es *Capybara Spaceship*, en referencia a la corriente principal de la historia.
- Tipo de juego: el prototipo consiste en contemplar la etapa inicial de la gestión del proyecto a través de una aventura conversacional en la que cada miembro del equipo puede avanzar en su juego individual, generando aportes al proyecto que se está trabajando en ese momento.
- Aspecto visual y artístico de un juego: la Tabla 5-12 es el resumen de las piezas musicales utilizadas en la experiencia gamificada.

Tabla 5-12. Música para la versión *Godot*

Nombre de autor y canción	Uso
Sergio “Nardo” González - Sendero del Capibara	Menú principal, Créditos, Fin
Sergio “Nardo” González - Hermano Capibara	Durante el juego

- Iluminación, Colores, Interfaz de Usuario y Animaciones: las texturas, colores, luces y detalles son aquellos relacionados con la naturaleza y las costumbres argentinas. En cuanto a la animación y la interfaz de usuario, una interfaz 2D. Los sprites y activos se crean con herramientas como pixel art y con diseños que son

intuitivos de usar y visualmente amigables, es decir, que tienen aspectos que no cansan la vista dado el contexto y el uso.

- Personajes: el personaje principal es el líder de la rebelión del carpincho a quien llaman “Cimarrón”. Su nombre representa un animal salvaje y un mate amargo en relación a las tradiciones argentinas. Para colaborar con la aventura de *Cimarrón*, existe un grupo de carpinchos que representan al usuario del juego. Ese grupo se llama “Malón”. Su nombre se refiere al grupo de individuos en un ataque indio generalmente a un pueblo con el objetivo de robar, quemar y tomar cautivos en relación con las tradiciones argentinas.
- Historia: desesperados por el calentamiento global y la invasión de su hábitat natural, los capibaras de Nordelta estudian el comportamiento humano. Ellos pretenden evolucionar y lograr abrirse camino fuera del planeta hacia un lugar donde puedan desarrollar su especie y mejorar su calidad de vida.

#### V.4.a.ii Contexto

En 2014 se hace pública una dramática situación en Nordelta. Las voces de los vecinos comenzaron a preocuparse por la presencia de ciertos animales llamados capibaras [Iglesias G., 2021] [Horvat A., 2022] [Agrofy News, 2021] [Chisleanchy R., 2021]. Para el año 2020, la población de esos animales aumentó a 400 capibaras, y los expertos calculan un aumento del 17% entre 2020 y 2021. Esto podría llevar a una reproducción descontrolada, llegando probablemente a un total aproximado de 3.000 ejemplares para el año 2022, lo que resultaría en una situación muy compleja. El reclamo de la población local surgió a partir de que los animales estaban invadiendo su territorio y testimonios de ataques de carpinchos a las mascotas de los vecinos. ¿Pero fueron los capibaras los verdaderos invasores?

Según los expertos, el problema surgió porque la instalación del barrio se ha desarrollado sin un estudio de impacto ambiental previo, imponiéndose a la naturaleza y avasallando un lugar que estaba preparado para otro ecosistema, lo que consecuentemente ha ocurrido con otros roedores, jaguares, ocelotes y cánidos. El problema se ha discutido en reuniones con la dirección de flora y fauna, la gestión ambiental del municipio de Tigre, biólogos del CONICET (Comité Nacional de Ciencia y Tecnología) y representantes de la AVN (asociación de vecinos local). Se plantearon soluciones tales como, establecer un plan para lograr una convivencia pacífica con la fauna. Esto conlleva

a la creación de sitios específicos para albergar a los capibaras con suficiente vegetación para protegerlos y alimentarlos. Varios vecinos no estuvieron totalmente de acuerdo con esto y atacaron a algunos carpinchos con bates, aire comprimido y rifles.

Ante estas condiciones desfavorables *Cimarrón*, el carpincho líder, ha decidido que la convivencia en este espacio ya no era la mejor manera para ellos. Por lo que, debían encontrar un nuevo hábitat donde evitar situaciones traumáticas tanto para los humanos como para su especie. Cómo lograrlo fue la siguiente pregunta que se hizo *Cimarrón*. Posteriormente, ha decidido comandar una tropa para investigar el comportamiento de la gente y descubrir cómo encontrar un nuevo hogar.

#### **V.4.a.iii Mecánica de Juego**

Es importante recordar en este punto que la ludificación se emplea aquí como herramienta de relevamiento y formación de la base de datos indispensable para nutrir al sistema de minería de textos que precede a la aplicación de los módulos de métrica. Los componentes de los documentos de gestión de proyectos son obtenidos con las metas y niveles de cada etapa del videojuego. A continuación, se presentan los niveles que se discutirán aquí.

**Nivel 1 - Acceso a la casa:** los capibaras (interpretados por los usuarios) en este nivel tienen como objetivo acceder a un dispositivo tecnológico, que observaron es utilizado por humanos. Para lograr el objetivo es necesario construir un puente de troncos para acceder a la casa que cuenta con la tecnología más accesible, según sus propias investigaciones. Siempre que se ingresen los requisitos comerciales relevantes para el proyecto en desarrollo, los registros se adquieren y se agregan al stock del usuario. Una vez que se acumulan 10 troncos, se forma un puente de troncos que conduce a la casa.

**Nivel 2 - En busca de tecnología:** los carpinchos de este nivel tienen como objetivo conseguir una computadora desde la cual puedan obtener recomendaciones de destinos y objetos requeridos para su expedición. Para lograr el objetivo de este nivel es necesario que *Cimarrón* ingrese a la vivienda, tome la computadora y la prenda para buscar la información. *Cimarrón* accede a la vivienda cuando los usuarios le entregan los planos. Para poder dar el plan, deben ingresar los requisitos funcionales relevantes al proyecto.

**Nivel 3 - En busca de información:** los capibaras de este nivel tienen como objetivo obtener recomendaciones de destinos y objetos necesarios para su expedición. Han decidido implementar una Inteligencia Artificial (IA) de la que hablan los vecinos de dos patas. Para lograr el objetivo de este nivel, *Cimarrón* inicia sesión en el navegador, busca la herramienta de IA y hace preguntas que le serán útiles para su aventura. Al ingresar a la IA, hace preguntas y obtiene los resultados que guían los próximos pasos de su malón. Desde la perspectiva del nivel del juego, *Cimarrón* obtiene las respuestas cuando el malón ingresa información sobre las partes interesadas relevantes del proyecto. Entre estos, debe detallar quiénes son los interesados y cuáles son sus requisitos.

**Nivel 4 - Selección de nuevo hábitat:** los carpinchos de este nivel tienen como objetivo obtener un informe sobre el mejor lugar para migrar al exterior del planeta Tierra. Para el objetivo de este nivel, *Cimarrón* detalla a la IA cuáles son sus condiciones de supervivencia y cuáles serían sus comodidades. Por tanto, conviene especificar dentro de las opciones disponibles del nivel anterior cuál sería su ubicación óptima. Desde la experiencia del usuario, *Cimarrón* obtiene el informe cuando los carpinchos del equipo especifican los requisitos del proyecto y los requisitos de calidad del proyecto relevante. Al ingresar los requisitos del proyecto escriben P. Lo mismo ocurre con C cuando es un requisito de calidad para poder contar favorablemente para la adquisición del informe.

**Nivel 5 - Búsqueda de objetos listados:** los capibaras de este nivel tienen como objetivo recolectar los objetos necesarios para su viaje. Para lograr el objetivo de este nivel, *Cimarrón* les dice dónde encontrar cada elemento en la lista de supervivencia. Los objetos del inventario se adquieren uno a la vez proporcionando restricciones o supuestos del proyecto bajo análisis. Al ingresar la información sobre la restricción de la empresa, el Carpincho escribe R. De manera similar debe presionar S para proporcionar una suposición. De esta forma permite adquirir objetos.

**Nivel 6 - Montaje de nave espacial:** el objetivo de los capibaras en este nivel es montar su nave espacial. *Cimarrón* deberá dar indicaciones a sus compañeros con la secuencia correcta en la que deben colocar las piezas de la nave espacial. La gamificación requiere que al ensamblar la nave espacial *Malon* ingrese las herramientas y técnicas requeridas por el proyecto.

**Nivel 7 - Listo para despegar:** los carpinchos de este nivel tienen como objetivo asegurarse de llevar los elementos necesarios y entrar a la embarcación. *Cimarrón* debe comprobar que todo lo que la IA le dijo que era indispensable está ahí y asegurarse de que todos los que están en el malón entren a la nave. En este momento de la historia, la tripulación está lista para despegar, pero sólo si los miembros de la tripulación del carpincho cooperan con la última fase del alcance del proyecto. Para poder embarcarse deberán ingresar a las herramientas y técnicas de documentación de requisitos.

Una vez adquiridas las condiciones necesarias para subir de nivel, el juego despliega la opción de seguir aportando al proyecto, en cuyo caso el jugador acumula logotipos de la UTN (Universidad Tecnológica Nacional) que muestran el presupuesto de progreso para determinar un estado al final del juego que le servirá como incentivo competitivo para sus compañeros de trabajo. Cuando hay más aportes por hacer, se presenta la opción de continuar al siguiente nivel mediante otro comando de texto.

#### **V.4.b Ludificación con *Unreal Engine***

##### **V.4.b.i Plataforma**

*Unreal Engine* es un motor de juegos ampliamente utilizado en Epic Games. Se puede utilizar para crear y desarrollar videojuegos, experiencias de realidad virtual, visualizaciones arquitectónicas y más. UE es de uso gratuito para aprender y desarrollar proyectos internos. Epic Games permite la distribución de proyectos comerciales sin pagar ninguna tarifa a la empresa. Esto incluye cualquier producto que no genere ingresos o cuyos ingresos caigan por debajo del umbral de regalías (si es inferior a 1 millón de dólares). *Unreal Engine* es un motor de juegos versátil que admite varias plataformas como Windows, iOS, Android, macOS, PlayStation, Xbox y muchas otras [Unreal Engine, 2023].

A continuación, se expresan las características de la aplicación:

- Propuesta de juego: en este apartado se describe el prototipo del juego, su nombre, estética, misión central y mecánica, y el planteamiento para gamificar la recogida de datos haciendo uso de las numerosas funcionalidades de Unreal Engine.
- Nombre: el juego es *Antonio Holmes* y el *Royal Enigma*. La inclusión del apellido “Holmes” aporta familiaridad instantánea al hacer un guiño a un personaje

legionario de la literatura, y con este guiño se pretende mostrar al usuario que se trata de un videojuego de rompecabezas. El segundo segmento del nombre se refiere a la ubicación de la historia y al corazón de la narrativa del juego.

- Música: esta sección incluye la descripción del estilo, la música y las opciones de diseño del juego. La Tabla 5-13 es un resumen de las piezas musicales utilizadas en la experiencia gamificada.

Tabla 5-13. Música para la versión *Unreal Engine*

Canción	Fuente	Uso
Flujo de Tiempo Loop 1	Fiftysounds	Main menu
Noche de Lounge	Fiftysounds	Level option 1
Secuencias Aleatorias Loop 1	Fiftysounds	Level option 2

- Fondo, sprites e interfaz de usuario: todos los recursos utilizados para el desarrollo del juego son 2D. La mayoría de los recursos son pixel art, con escenarios de castillos y mazmorras.
- Personajes: durante el juego, el usuario se encuentra con dos personajes diferentes. El primero es el rey *Leandro*, quien encomendará a *Antonio Holmes* la misión de descubrir el contenido del misterio centenario de la prueba del tesoro en su castillo; y *Antonio Holmes*, con quien el usuario podrá jugar.
- Historia: la misión principal de este juego sigue a *Antonio Holmes*, el tartaranieta de Sherlock Holmes, para encontrar las pistas ocultas para abrir todos los cofres del tesoro en el castillo del rey *Leandro III*, que han estado allí durante siglos y no. uno ha podido abrirlos. El rey prometió a *Holmes* que podría quedarse con una fracción de cada cofre que lograra abrir, en agradecimiento por su servicio a la Corona.

#### V.4.b.iii Mecánica de Juego

Esta sección detalla la forma en que el usuario puede jugar y los logros e incentivos otorgados:

- Introducción al juego: antes de iniciar el juego se deben introducir datos sobre el usuario y la organización.
- Desentrañar pistas: el jugador ingresará los requisitos. El usuario encontrará pistas alrededor del mapa, que contienen preguntas llamadas “pistas” que el usuario

responderá escribiéndolas con un teclado. Al final del Capítulo, habrá un archivo .txt disponible con las entradas.

- El final: al final, el usuario tendrá una buena recopilación de requisitos.

El juego está dividido en niveles, a los que ahora se hará referencia como capítulos. Los capítulos son: Requisitos comerciales, Requisitos funcionales, Requisitos no funcionales, Requisitos de las partes interesadas, Requisitos del proyecto, Requisitos de calidad, Restricciones, Supuestos y Herramientas. La siguiente Tabla 5-14, muestra las preguntas asociadas a cada capítulo del juego.

Tabla 5-14. Preguntas en el juego

Capítulo	Preguntas
Requerimientos de Negocio	
Requerimientos de Negocio	¿Cuál es el objetivo principal del proyecto ?
	¿Cuáles son los desafíos específicos a resolver?
	¿Cuáles son las oportunidades de negocio a aprovechar?
	¿Cuáles son los factores de éxito?
	¿Cuáles son las características y funcionalidades claves?
	¿Cómo afecta el proyecto a la organización?
Requerimientos Funcionales	
Requerimientos Funcionales	¿Cuáles son las actividades específicas para el Sistema/Software/producto?
	¿Qué tareas/procesos manuales se automatizarán/afectarán?
	¿Qué tareas/procesos manuales se automatizarán/afectarán?
	¿Qué datos deben recopilarse, almacenarse y mostrarse?
	¿Qué datos deben recogerse, almacenarse y mostrarse?
	¿Qué sistemas/servicios externos están conectados? ¿cómo?
Requerimientos No Funcionales	
Performance	¿Cuál es el número máximo de usuarios simultáneos?
	¿Cuál es el número máximo de usuarios simultáneos?
Disponibilidad	¿Cuál es el tiempo de inactividad más largo por mes/año?
	¿Cómo es el procedimiento de recuperación? ¿Disponibilidad máxima?
Seguridad	¿Cuáles son los requisitos de autenticación/autorización del usuario?
Escalabilidad	¿Cómo escala el sistema con los usuarios/datos?
Usabilidad	¿Existen estándares de acceso/usabilidad específicos para cada tipo de usuario?
Tecnología	¿Qué software/hardware son compatibles?
Respecto a los reglamentos y leyes	¿Qué reglamentos/estatutos deben aprobarse?
	¿Cuáles son las garantías de cumplimiento legal en materia de privacidad de datos?
Requerimientos de los Interesados	
Clientes/Usuarios finales	¿Cuáles son las necesidades/expectativas del cliente?
	¿Cuáles son las funcionalidades relevantes según ellos?
Equipo de staff	¿Cuáles son sus requisitos para cumplir con sus deberes?
Equipo Administrativo	¿Cuáles son los objetivos estratégicos/financieros?

	¿Cuáles son los informes/métricas para un seguimiento adecuado?
Interesados	¿Qué información se necesita para evaluar el desempeño financiero/de ganancias?
Proveedores y Socios	¿Cómo se comparte la información crítica con ellos?
Comunidad	¿Cómo afecta el proyecto a la comunidad/grupos de interés específicos?
Clientes potenciales	¿Qué características/funcionalidades podrían atraer nuevos clientes?
<b>Requerimientos del Proyecto</b>	
Alcance del proyecto	¿Existen límites claros para las funciones/entregas?
Calendario/plazos	¿Existen hitos/plazos críticos?
Presupuesto/recursos	¿Cuál es el presupuesto disponible?
Grupo de proyecto	¿Cómo organiza/comunica el equipo durante el proyecto?
Comunicación	¿Qué canales de comunicación utilizarán el equipo/las partes interesadas?
	¿Cómo se mantendrán informados a los stakeholders sobre la evolución del proyecto?
Gestión de riesgos	¿Qué riesgos podrían afectar el éxito del proyecto?
	¿Cómo se identifican/evalúan/gestionan los riesgos durante el proyecto?
Calidad y pruebas	¿Qué estándares de calidad deben cumplirse en los entregables?
	¿Cómo se planifican/ejecutan las pruebas para garantizar la calidad?
Documentos y entregables	¿Qué documentación técnica/manuales/otros se entregan?
Aprobaciones y validaciones	¿Quién realiza las aprobaciones?
Implementación/despliegue	¿Cómo es la implementación/despliegue del producto?
Capacitación/soporte	¿Qué capacitaciones necesitan los usuarios/equipo?
<b>Requerimientos de Calidad</b>	
Funcionalidad	¿Cuáles son las características clave del producto/servicio según los objetivos?
Fiabilidad	¿Qué tiempos de disponibilidad/inactividad se toleran?
Usabilidad	¿Qué usabilidad/accesibilidad se requiere?
	¿Cómo se garantiza que la interfaz de usuario sea clara/simple?
Seguridad	¿Qué seguridad se implementa para los datos y la privacidad?
Mantenibilidad	¿Qué codificación/documentación/mejores prácticas se aplican?
Escalabilidad	¿Qué estrategias de escalabilidad se implementan?
<b>Restricciones</b>	
Tiempo	¿Hay plazos específicos o pasos relevantes?
	¿Cuál es el plazo para el desarrollo/implementación?
Presupuesto	¿Cuál es el presupuesto para los componentes del proyecto?
Recursos humanos	¿Existe alguna limitación en la disponibilidad del equipo?
	¿Cuántas colaboraciones funcionarán/qué antigüedad?
	¿Se requieren ciertas tecnologías/plataformas?
Tecnología	¿Existen límites de procesamiento/almacenamiento/ ancho de banda?
Capacidad	¿Qué regulaciones/estatutos se deben imponer? ¿Cómo afectará al proyecto?
Reglamentos y estatutos	¿Qué restricciones físicas existen para el hardware o los equipos?
Espacio físico	¿Hay restricciones de compatibilidad con otros sistemas/tecnologías?

Compatibilidad	¿Existen restricciones a los cambios en la estructura/roles de la organización?
Cambios de organización	¿Existen restricciones por políticas internas?
Políticas internas	¿Existen influencias externas que podrían afectar el proyecto?
Supuestos	
Requerimientos de datos	¿Existen supuestos sobre la disponibilidad, precisión o calidad de los datos?
Tecnología y plataformas	¿Cuáles son las premisas sobre las tecnologías/plataformas que se utilizarán?
Disponibilidad de recursos	¿Existen premisas sobre la disponibilidad de los recursos requeridos?
Cronograma	¿Se supone que los hitos se lograrán en un plazo determinado?
Comportamiento del usuario	¿Existen hipótesis sobre cómo interactuarán los usuarios con el producto/servicio?
Seguridad y privacidad	¿Existen premisas sobre amenazas/riesgos?
Cambios de organización	¿Se aceptan o adoptan cambios en las instalaciones existentes sobre el personal?
Reglamentos y estatutos	¿Existen premisas sobre problemas de cumplimiento de reglamentos/estatutos?
Mitigación de riesgos	¿Existen premisas sobre la probabilidad/impacto del riesgo?

Al comienzo del capítulo hay preguntas desencadenantes relacionadas con pistas que se deben buscar dentro de la sala. El jugador tiene que encontrar cuál de ellos contiene una pregunta desencadenante. El juego termina cuando se han abierto todos los cofres de todos los capítulos. Luego, el usuario recibe puntos de bonificación y puede haber completado un logro o recibido una insignia especial. Después de terminar todos los capítulos, el usuario recibe experiencia puntuando "unidades" para el perfil personal. Otro incentivo para el usuario es el perfil. El perfil muestra insignias, progreso de nivel y premios virtuales como canjear "oro" de cofres por premios virtuales (más baratos) o premios reales (más caros) para la organización o empresa. En esta versión, el usuario puede alcanzar 15 niveles. La barra de experiencia comienza con 50 unidades de experiencia necesarias para subir de nivel. Cada nivel requiere 0,20 más de experiencia que el anterior. Finalmente, el perfil del usuario también podría mostrar las insignias obtenidas y qué tan lejos están de alcanzar las siguientes insignias (por ejemplo, el logro de 100 requisitos de contribución acumulados, cuya finalización le otorgará una insignia de detective dorada).



## CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE LAS MÉTRICAS

En el capítulo previo se describen los test realizados en 10 empresas de diversos sectores. Como paso posterior se evalúan las métricas y su significación de acuerdo a los valores obtenidos en cada caso. Los indicadores que arroja cada métrica son esenciales a la hora de seleccionar una metodología de gestión de proyectos acorde a la naturaleza y contexto del proyecto.

La Tabla 6-1 es un resumen de los valores hallados y su relación con los casos. También propone una calificación indicadora para los rangos de valores asociados.

Tabla 6-1. Indicadores GCA

ID	GCA	Indicador
1,2,3,4,5	<0.2	BAJO
4,6,7,8	[0.2 – 0.3]	MEDIO
2,7,8	>0.3	ALTO

De manera similar a lo realizado con los valores de GCA, en la Tabla 6-2 se presenta un resumen de GCN y una propuesta de indicadores.

Tabla 6-2. Indicadores GCN

ID	GCN	Indicador
3,5	<0.3	MUY BAJO
1,4,6	[0.3 – 0.5)	BAJO
2,7,8	[0.6 – 0.68)	MEDIO
9,10	>=0.68	ALTO

En la Tabla 6-3, se presenta un resumen de los casos, y las características dominantes según GCA, GCN, y los conteos lingüísticos de sus textos. Se observan claras delimitaciones que deberán ser confirmadas estadísticamente con más cantidad de casos.

Tabla 6-3. GCN y GCA según los indicadores

ID	GCN	CM	SRxDL	GCA
3,5	MUY BAJO	<= 4	<0.003	BAJO
1,4,6	BAJO	[3 - 6]	[0.03-0.08]	BAJO - MEDIO
2,7,8	MEDIO	[5 - 8]	[0.01 – 0.2]	MEDIO
9,10	ALTO	[8 – 9]	(0.2 - 1]	ALTO

La Tabla 6-4 es un resumen de los resultados y su relación con la ID de casos. También propone un indicador de calificación para los rangos de valores de la métrica.

Tabla 6-4. Indicadores CVR

ID	GVR	Indicador
4,5	<0.1	BAJO
1,2,7,8	[0.1 – 0.5]	MEDIO
3,6,9,10	>0.5	ALTO

De manera similar, la Tabla 6-5 presenta un resumen de los valores de GrTraz y ciertos indicadores.

Tabla 6-5. Indicadores GrTraz

ID	GrTraz	Indicador
4,5	<0.1	MUY BAJO
7,8	[0.1 – 0.3)	BAJO
1, 2	[0.3 – 0.5)	MEDIO
2,7,8	[0.3 – 0.5)	ALTO
3,10	>=1	MUY ALTO

Cuando las empresas tienen una descripción de los requerimientos en el nivel MEDIO, relacionado con el desempeño en RQN, RQI, RQS, RQP y RQC, hay ciertas palabras relevantes que se detectan automáticamente. Por ejemplo, en el *IDI* y *ID3* surge la palabra “disponibilidad” como un factor de valor para la empresa, que además es su principal característica presentada en el mercado. Mientras que, en empresas con declaración de requisitos en nivel ALTO, hay palabras más relevantes y son más específicas y muy relacionadas con las características principales de su producto, tal lo mostrado en el capítulo VI.

La Tabla 6-6 presenta un resumen de los valores de GrTraz y ciertos indicadores.

Tabla 6-6. Indicadores GrComplAct

ID	GrComplAct	Indicador
1,2,4,5	<0.3	BAJO
6,7,8	[0.3 – 0.5]	MEDIO
3,9,10	>0.5	ALTO

Las Tablas 6-7 y 6-8 respectivamente, muestran los indicadores propuestos.

Tabla 6-7. Indicadores GEDAc

ID	GEDAc	Indicador
1,2,5,6,7,8	<0.3	BAJO
3,4,9	[0.3 – 0.5]	MEDIO
10	>0.5	ALTO

Tabla 6-8. Indicadores GECost

ID	GECost	Indicador
1,2,4,5,6,7,8,9	<0.3	BAJO
10,3	[0.3 – 0.5]	MEDIO
-	>0.5	ALTO

Como en las demás métricas, el caso *ID10* presenta valores altos, pero los casos de prueba con *ID3* y *ID9* bajan a valores intermedios para la métrica GEDAc, Tabla 6-7. En cuanto a los números de GECost, la mayoría de los casos presentan valores bajos a excepción de *ID10* e *ID3*, con valores intermedios como ilustra la Tabla 6-8. La Tabla 6-9 presenta las métricas GERAc para las pruebas, donde no existen valores intermedios.

Tabla 6-9. Indicadores GERAc

ID	GERAc	Indicador
1,2,4,5,6,7,8	<0.3	BAJO
-	[0.3 – 0.5]	MEDIO
3,9,10	>0.5	ALTO

Los indicadores determinados para estas métricas se pueden observar combinados. Casos como el *ID10* representan una organización con buena realización de

actividades porque las estimaciones de recursos y costos son técnicamente correctas. Pero casos como *ID3* y *ID9* tienen éxito en el *timing*, buen GrComplAct, porque ambos tienen una buena estimación de los recursos para cada actividad, pero no se controlan los gastos, ya que *ID9* tiene GECost con indicador BAJO y la duración del proyecto no es lo planeado. Tanto el *ID3* como el *ID9* tienen GEDAc con indicador MEDIO, pero la jerga utilizada para describir el *Enunciado del Negocio* está orientada a la comercialización del producto (compromiso, compromiso, responsabilidad, comercialización, etc.) y no orientada al producto (API, módulos, funcionalidades, entre otros). Por lo que el foco del esfuerzo empresarial está más en el marketing y la imagen que en la calidad del producto final.

A continuación, se muestran los indicadores afectados a GPCal, GGEPPr, GGInt y GGRi.

Tabla 6-10. Indicadores GPCal

ID	GPCal	Indicador
1,2,3	<0.3	BAJO
4,5,6,7,8, 9, 10	[0.3 – 0.5]	MEDIO
-	>0.5	ALTO

Tabla 6-11. Indicadores GGEPPr

ID	GGEPPr	Indicador
1,2,5,6,7,8	<0.3	BAJO
3,4,9	[0.3 – 0.5]	MEDIO
10	>0.5	ALTO

Tabla 6-12. Indicadores GGInt

ID	GGInt	Indicador
2,4,5	<0.3	BAJO
1,3,6,7,8,9	[0.3 – 0.5]	MEDIO
10	>0.5	ALTO

Tabla 6-13. Indicadores GGRi

ID	GGRi	Indicador
.....	<0.3	BAJO
2,4,5,8	[0.3 – 0.5]	MEDIO
1,3,6,7,9,10	>0.5	ALTO

Se puede observar que los casos *ID2*, *ID4* e *ID5* presentan valores similares (BAJOS) para el indicador correspondiente en la Tabla 6-2 y presentan una escasa distribución de palabras en la Tabla 5-1. El mismo análisis podría aplicarse a las demás empresas.

La Tabla 6-13 muestra un cambio en los valores, ya que ninguno de los casos estudiados cae en valores BAJOS, pero la mayoría son valores altos, *ID1*, *ID3*, *ID6*, *ID7*, *ID9* y *ID10* para la determinación del GGRi,

Este comportamiento indica que las métricas son útiles para ir más allá del conocimiento que tiene cada empresa sobre la gestión de proyectos. En algunos casos, las empresas con conocimientos claros en gestión de proyectos o no, definen claramente sus actividades de acuerdo con los requisitos utilizando palabras específicas, típicamente alineadas a las áreas de conocimiento.

El GGInt más alto se presenta en el *ID10*, seguido del *ID 9*, según lo indicado en la Tabla 5-10. La explicación es que estas empresas tienen un alto conocimiento del negocio y particularmente del relacionado con la gestión de los interesados. Están bien documentados. Los resultados coinciden con resultados anteriores para métricas de Validación de requisitos (CVR) y Grado de trazabilidad de requisitos (GrTraz), Comprensibilidad empresarial (GCN) y Grado de integridad del alcance (GCA) [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2021], [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2022] [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2023]. De igual manera, se puede observar que en los casos de *ID2*, *ID4* y *ID5* presentan indicador BAJO en la Tabla 6-13, escasa distribución de palabras en la Tabla 5-11. El mismo análisis podría aplicarse al resto de los casos.

El GPCal más alto es para el caso *ID10*, seguido por el caso *ID9*, según ilustra la Tabla 5-9. Esto se debe a que estas empresas presentan un alto conocimiento del negocio y particularmente de las vinculadas a la calidad. Su documentación está bien formalizada,

pero cada uno tiene un tamaño diferente. Estos resultados coinciden con los resultados de las métricas aplicadas anteriormente para Validación de Requisitos (CVR) y Grado de Trazabilidad de Requisitos (GrTraz), Comprensibilidad de Negocios (GCN) y Grado de Completitud del Alcance (GCA) [Cristaldo P., López de Luise D., et al., 2021].

Con un análisis similar, los casos *ID1*, *ID2*, *ID3*, *ID4* y *ID5* coinciden en valores BAJOS para el indicador GCA y presentan una escasa distribución de palabras en la Tabla 5-2. Algo similar se observa en el resto de las empresas. Algo interesante es que el caso *ID10* continúa en valores altos, mientras que *ID3*, *ID4* e *ID9* caen a valores intermedios de GGEPr, según la Tabla 6-11.

A partir del documento *Enunciado del Negocio* de un proyecto, es posible derivar las principales características y problemas de la empresa y el enfoque de la cadena de producción. La calidad de la gestión y algunos síntomas son explícitos utilizando estas métricas. La encuesta utilizada para mostrar las métricas tiene empresas con perfiles, producciones y tamaños diversos, por lo que el conjunto reducido de preguntas sobre la misión, visión y alcance puede reflejar esas diferencias y el enfoque que se les da para obtener resultados. Este es un pequeño ejemplo de cómo se pueden usar métricas simples para evaluar y comparar numéricamente la forma en que una organización aplica las herramientas y los enfoques. También confirma que hay mucha información a considerar que está detrás de la forma en que se elige e implementa un modelo de gestión.

Por esto se concluye que las métricas propuestas son muy útiles para la generación de un alcance de proyecto claro y completo, para determinar luego qué metodología de gestión de proyecto es conveniente utilizar.

## CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones, que responden a los objetivos e hipótesis propuestos para este trabajo de investigación y los hallazgos obtenidos como consecuencia del mismo. En la sección VII.1 se presenta un análisis de la solución a los objetivos e hipótesis, y en la sección VII.2 hallazgos del trabajo investigación.

### ***VII.1 Análisis de soluciones a objetivos e hipótesis***

En esta sección se describen brevemente los resultados obtenidos respecto a los principales objetivos e hipótesis planteados para este trabajo de investigación. A fin de no reiterar detalles, se referencia para cada ítem al capítulo y sección donde se estudia el tópico en cuestión.

#### **VII.1.a Validación del modelo (III.1.a)**

El objetivo específico planteado para este trabajo consiste en la validación apropiada del modelo propuesto. Para ello se emplearon las encuestas Anexo A y Anexo B a empresas del sector de software y de tecnologías de la información y la comunicación. Los resultados se expresaron en el capítulo V.

#### **VII.1.b Determinar el nivel de comprensibilidad del negocio (III.1.b)**

Los resultados de aplicar la métrica para calcular el Grado de Comprensibilidad del Negocio (GCN), ha permitido identificar a partir de los documentos que describen los alcances de los proyectos y los requerimientos en diferente nivel de especificidad, son compatibles con análisis lingüísticos sencillos y tradicionales. Otro punto interesante es relacionar las métricas para la identificación del conocimiento implícito que se encuentra dentro de los textos que describen el alcance del proyecto, aplicando técnicas de minería de textos, haciendo referencia al proceso de descubrir y extraer conocimiento relevante y no trivial a partir de textos no estructurados. Esto es relevante dado que la complejidad del lenguaje natural dificulta el acceso a la información en los textos y aún se está lejos

de poder construir representaciones de significado de propósito general a partir de texto sin restricciones.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.b)

### **VII.1.c Establecer el grado de completitud del alcance (III.1.c)**

El Grado de Completitud del Alcance (GCA) busca identificar a partir de palabras claves descriptas en los documentos que detallan los requerimientos de negocio, requerimientos de los interesados, requerimientos de soluciones, requerimientos de proyecto y requerimientos de calidad. Se ha demostrado con los resultados arrojados por las métricas coincidir con los datos arrojados por las encuestas.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.c)

### **VII.1.d Determinar los criterios de validación de los requerimientos (III.1.d)**

La métrica para determinar los Criterios de Validación de Requerimientos (CVR) se aplicaron a un conjunto de prueba de 10 empresas. Los indicadores asociados se relacionan con las especificaciones de los requisitos, que se pueden contrastar fácilmente con los enfoques lingüísticos tradicionales y ad-hoc.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.d)

### **VII.1.e Calcular el grado de trazabilidad de los requerimientos (III.1.e)**

La determinación del Grado de Trazabilidad de los requerimientos (GrTraz), es decir, poder establecer a partir de la descripción de los requerimientos, que los mismos contengan asociados estados tales como: aprobado, diseñado, implementado, testeado, entre otros. Los resultados de la aplicación de la misma a los casos reales estuvieron dentro de los indicadores.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.e)

### **VII.1.f Calcular el grado de completitud de las actividades (III.1.f)**

Los resultados de la aplicación de la métrica CrCompAct, (Grado de Completitud de las Actividades) a los casos reales estuvieron dentro de los indicadores. Esta métrica compuesta por un conjunto de variables para determinar el grado de cumplimiento de las

actividades involucradas en el proyecto. Algunas de las variables que se requieren para esta métrica también son métricas independientes y se pueden utilizar para evaluar diferentes perspectivas de la aplicación y el tipo del modelo de gestión.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.f)

### **VII.1.g Determinar el grado de estimación de la duración de las actividades del proyecto (III.1.g)**

GEDAc, o grado de estimación de la estimación de la actividad, que muestra cómo se aplican las técnicas para determinar la duración de cada actividad.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.g)

### **VII.1.h Calcular el grado de estimación de costos (III.1.h)**

Calcular el grado de estimación de gastos (GECost). Respetando las 10 empresas consideradas en el caso de uso, las métricas e indicadores propuestos han sido lo suficientemente expresivos para entender como números el perfil organizacional.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.h)

### **VII.1.i Calcular el grado de planificación de la calidad (III.1.i)**

La presente métrica proporciona un aporte a los gerentes de proyecto a la hora de determinar la calidad de sus especificaciones del alcance de un proyecto. El Grado de Planificación de la Calidad (GPCal). De los resultados preliminares presentados se puede aseverar que las métricas propuestas permiten explicitar aspectos de calidad en descripciones de las actividades que componen los alcances y de requerimientos en diferente nivel de especificidad, que son compatibles con análisis lingüísticos sencillos y tradicionales.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.i)

### **VII.1.j Calcular el grado de estimación de los recursos humanos (III.1.j)**

La métrica Grado de Estimación de los Recursos Humanos, permite a partir de la descripción de los alcances de los proyectos de las empresas analizadas, recaen dentro de los indicadores establecidos.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.j)

### **VII.1.k Determinar el grado de gestión del equipo de proyecto (III.1.k)**

Si bien algunos de los factores de fallas en los proyectos de software son difíciles de anticipar y manejar, la relevancia de otros factores típicos para una organización particular se puede aclarar fácilmente de antemano. Asimismo, se puede considerar un aporte a la disminución de los factores que contribuyen a los fracasos en los proyectos, indagados en el capítulo II, sección II.2, permitiendo al gerente de proyecto elegir una metodología de gestión de proyecto apropiada al mismo. Se recomienda a los gerentes que tengan una visión clara involucrando aspectos de los recursos, desde la formulación del alcance del proyecto han sido lo suficientemente expresivos para entender como números el perfil organizacional.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.k)

### **VII.1.l Determinar el grado de gestión de los interesados (III.1.l)**

Se ha trabajado con el Grado de Gestión de Interesados (GGInt) que debería contemplar un proyecto a la hora de aplicar una metodología de gestión. Para cada alcance definido por las 10 empresas consideradas en el presente estudio, se aplican las métricas con una propuesta de indicadores. De los resultados preliminares aquí presentados se puede aseverar que las métricas propuestas permiten explicitar aspectos de calidad en descripciones de las actividades que componen los alcances y de requerimientos en diferente nivel de especificidad, que son compatibles con análisis lingüísticos sencillos y tradicionales.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.l)

### **VII.1.m Determinar el grado de gestión de riesgos (III.1.m)**

La determinación del Grado de Gestión de Riesgos (GGRi) recomienda a los gestores tener una visión clara que involucre aspectos relacionados con los riesgos hay una mayor conciencia de los mismos, desde la formulación del alcance del proyecto.

Para más detalles remitirse al capítulo III (sección III.1.m)

### **VII.1.n Definir un marco de medición (III.1.n)**

Se ha mostrado que el conjunto de las métricas propuestas se corresponde globalmente a un marco de medición para determinar que metodología de gestión de proyectos se adapta más de acuerdo a las descripciones del documento *Enunciado del Proyecto*. Es posible lograr el pretendido objetivo, dado que se han automatizado actividades que normalmente requieren la intervención humana. Es decir, a partir de la generación completa del documento *Enunciado del Proyecto*, y luego se aplica la categorización léxica de palabras (es decir la determinación de si una palabra es sustantiva, verbo, etc.) y la determinación del nivel de relevancia de una palabra dentro de un texto.

### **VII.1.o Medir la eficiencia de las metodologías en gestión de proyectos.**

La propuesta definida es un modelo que define y desarrolla métricas e indicadores para la evaluación transversal de metodologías de gestión de proyectos, incluye desde el diseño y selección de las métricas, definición y ajuste matemático a partir de experimentos reales. La implementación de dicha propuesta queda fuera del alcance de este trabajo, y será incluido dentro de los trabajos futuros. Se ha probado con casos concretos, donde gracias al manejo del conjunto de las métricas, que mantienen su capacidad para extraer las palabras relevantes. Esto permite brindar a la persona encargada de gestionar un proyecto poder determinar qué metodología de gestión de proyectos se adapta más adecuadamente a lo definido en el documento que describe el alcance del proyecto.

### **VII.1.p Evaluación: H1**

Este artículo presenta el problema de determinar el estado de las condiciones de PM para evaluar la adecuación de diferentes modelos a casos reales específicos. El conjunto de métricas busca determinar a partir del alcance de un proyecto y, con base en él, evaluar la metodología adecuada para administrar el proyecto. Las métricas presentadas permiten la aplicación de indicadores asociados para una evaluación objetiva de las metodologías de gestión de proyectos. Aplicando técnicas de ludificación se busca facilitar la formulación de alcance del proyecto, permitiendo a través de la aplicación del marco de medición eliminar la complejidad de la aplicación de las metodologías y guías de gestión de proyectos.

### **VII.1.q Evaluación: H2**

El uso de métricas permite explicitar aspectos de calidad en descripciones de las actividades que componen el alcance y de requisitos en diferentes niveles de especificidad, que son compatibles con análisis lingüísticos simples y tradicionales. La ingeniería de software se beneficia enormemente del uso de métricas e indicadores para evaluar la eficacia y eficiencia de los proyectos. Estas métricas proporcionan una base objetiva para mejorar la gestión de proyectos, identificar aspectos relevantes en la descripción del alcance, siguiendo las recomendaciones del PMBok, antes de dar inicio al proceso de gestión propiamente dicho.

### **VII.1.r Evaluación: H3**

El marco de medición presentado en el presente trabajo presenta la formulación de métricas para la evaluación de metodologías de gestión de proyectos, abarcando todas las áreas del conocimiento que debe considerarse en la gestión de proyectos, tales como: gestión del tiempo, gestión de costos, gestión de calidad, gestión de recursos, gestión de interesados, gestión de las comunicaciones y, gestión de riesgos.

### **VII.1.s Evaluación: H4**

El marco de medición presentado fue diseñado a partir de los factores críticos de éxito en la gestión de proyectos formulados en el capítulo II, sección II.1 y sección II.2. Si bien algunos de los factores de falla en los proyectos de SI son difíciles de anticipar y administrar, la relevancia de otros factores típicos para una organización en particular se puede aclarar fácilmente con anticipación. Asimismo, puede considerarse una contribución a la reducción de los factores que contribuyen a los fracasos de los proyectos, permitiendo al director del proyecto elegir una metodología de gestión de proyectos adecuada. Se recomienda a los gestores tener una visión clara que involucre aspectos relacionados con los interesados, ya que como hemos visto, en referencia a los riesgos hay una mayor conciencia de estos, desde la formulación del alcance del proyecto.

### **VII.1.t Evaluación: H5**

El marco de medición propuesto permite relacionar las métricas para la identificación de conocimiento implícito, encontradas en textos que describen el alcance del proyecto, aplicando técnicas de minería de texto, relacionadas con el proceso de

descubrir y extraer conocimiento relevante y no trivial de textos no estructurados. Sin embargo, la complejidad del lenguaje natural dificulta la extracción de información de los textos. En consecuencia, la construcción de representaciones de significado de propósito general a partir del texto aún depende de restricciones.

### **VII.1.u Evaluación: H6**

La formulación de las métricas presentadas para la evaluación de metodologías de gestión de proyectos, proporcionan un aporte a los gerentes de proyecto a la hora de determinar la calidad de sus especificaciones del alcance de un proyecto. Se presenta un subconjunto de las métricas para la evaluación de metodologías de gestión de proyectos, enfocadas en la gestión del alcance del mismo. Los resultados aquí presentados se pueden aseverar que las métricas propuestas permiten explicitar aspectos de calidad en descripciones de las actividades que componen los alcances y de requerimientos en diferente nivel de especificidad, que son compatibles con análisis lingüísticos sencillos y tradicionales.

### **VII.2 Hallazgos del trabajo de investigación**

En esta sección se describen de manera breve los hallazgos obtenidos durante este trabajo de investigación. A partir de las pruebas de campo realizadas con la formulación de la primera encuesta (Anexo A), se obtuvieron las primeras descripciones de los alcances de los proyectos de las empresas. Debido a la escasísima descripción de dichos alcances y el desconocimiento de aspectos claves en gestión de proyectos, se decidió reformular la encuesta (Anexo B), donde se ofreció la opción de ayudar a la descripción del alcance del proyecto, reflejado en el documento *Enunciado del Negocio*, lo que permitió lograr un documento completo. Un hallazgo más significativo aún es poder describir el alcance del proyecto utilizando técnicas de ludificación haciendo que el trabajo de generar un alcance sea muchísimo más ameno.



## CAPÍTULO VIII: TRABAJO FUTURO

En este capítulo se presentan y describen los trabajos futuros que se derivan de esta propuesta o que quedaron fuera del alcance de la misma. Dichos trabajos están referidos a distintos aspectos tratados en esta investigación. En la sección VIII.1 se describen los pendientes relacionados a la formulación del alcance de proyectos, en la sección VIII.2 los relacionados al marco de medición.

### ***VIII.1 En relación a la formulación del alcance de proyectos***

Como se describe en el capítulo III sección II.4, se describe la aplicación de técnicas de Ludificación que la formulación del alcance del proyecto sea más agradable y completo. A tal efecto se espera continuar trabajando en:

- Se busca mejorar la definición de los alcances de un proyecto utilizando videojuegos serios, de forma tal de estimular la definición de los mismos por parte de los gerentes de proyecto, y lograr mayor compromiso de las partes interesadas durante la obtención de los requerimientos.
- A partir de la implementación de los módulos de ludificación, aplicados con distintas plataformas, evaluar dichos comportamientos y generar las correspondientes estadísticas e informes. Existen varios problemas con el éxito del proyecto debido a deficiencias de gestión. El estado del arte indica que está relacionado con la formalidad y la administración del equipo. Este artículo presenta una recopilación de datos gamificada del estado actual del proyecto. La documentación, la planificación y el seguimiento técnico son exigentes y difíciles. Para superar esos inconvenientes, se deriva de la documentación un modelo con métricas. Entre otras cosas pendientes, queda evaluar estadísticamente los registros de la recopilación de datos gamificados y el análisis de esas estadísticas desde la perspectiva de los hallazgos publicados anteriormente.

## **VIII.2 En relación al marco de medición**

Como se describe en el capítulo III sección II.2, el marco de medición propuesto está definido y probado, pero actualmente no implementado. A fin de profundizar el análisis expuesto en esta propuesta queda pendiente:

- Establecer la relación entre las métricas y el conocimiento implícito en los documentos textuales que se utilizan para describir varias partes del proyecto, y un poco de minería de los resultados para descubrir la relación oculta con otras variables. Por la complejidad del lenguaje natural constituye un desafío que puede ayudar a resolver ciertos problemas en el desfase entre las definiciones originales y la producción final, y la cantidad de problemas en los enunciados iniciales de las propuestas elaboradas por las organizaciones.
- Relacionar las métricas para la identificación de conocimiento implícito, encontradas en textos que describen el alcance del proyecto, aplicando técnicas de minería de texto, relacionadas con el proceso de descubrir y extraer conocimiento relevante y no trivial de textos no estructurados. Sin embargo, la complejidad del lenguaje natural dificulta la extracción de información de los textos. En consecuencia, la construcción de representaciones de significado de propósito general a partir del texto aún depende de restricciones.
- Probar estadísticamente la relación entre más casos y métricas, las características de la documentación respetando el sesgo de administración y el impacto en los proyectos actuales y futuros de las métricas de la organización.
- Estas métricas pueden brindar un buen asesoramiento sobre cómo mejorar las prácticas actuales en la empresa de una manera muy precisa. Con una herramienta adecuada para recopilar esta información, se espera que los gerentes y propietarios puedan comprender mejor el proceso de la producción final.
- Ampliar la muestra de este estudio para generalizar los hallazgos y transferirlos a otros contextos.



## DICCIONARIO Y NOMENCLATURA

**Corpus:** Tradicionalmente, los lingüistas han definido corpus como “un conjunto de datos (auténticos) del lenguaje manifestados de forma natural y utilizables como base para la investigación lingüística” [Leech G., Garside R., 1997]. En la actualidad, el término corpus se aplica a “un conjunto de material lingüístico que existe en forma electrónica y que puede ser procesado por una computadora con distintos fines como la investigación lingüística y la ingeniería del lenguaje”. Según el Corpus Encoding Standard<sup>4</sup>, es toda colección de datos lingüísticos, haya sido seleccionada o estructurada según un criterio de diseño o no. Según esta definición un corpus puede contener todo tipo de texto, desde la prosa pura, poemas, dramas, etc. Hasta listas de palabras, y diccionarios.

### A

AI: Artificial Intelligence

### B

BI: Business Intelligence

### C

CVR: Criterios de Validación de los Requerimientos

### D

DEIS: Dirección de Estadísticas e Información de Salud

DGE: Dirección General de Estadística

DM: Data Mining

DSS: Decision Support System

### G

GCA: Grado de Completitud del Alcance

GCN: Grado de Comprensibilidad del Negocio

GECOST: Grado de Estimación de Costos

GEDAC: Grado de Estimación de la Duración de las Actividades

GERAC: Grado de Estimación de los Recursos para las Actividades

GGEPR: Grado de Gestión del Equipo de Proyecto

---

<sup>4</sup> Corpus Encoding Standard. <http://www.cs.vassar.edu/CES/>

GGINT: Grado de Gestión de los Interesados

GGRI: Grado de Gestión de Riesgos

GPCAL: Grado de Planificación de la Calidad

GRADAMB: Graduación de Ambigüedad

GRADCOMPL: Graduación de Completo

GRADCONC: Graduación de Conciso

GRADCONS: Graduación de Consistente

GRADVERIF: Graduación de Verificable

GRCOMPLACT: Grado de Completitud de una Actividad

GRTRAZ: Graduación de Trazabilidad

## **H**

HS: Harmonic Systems

## **I**

IDC: International Data Corporation

## **K**

KDD: Knowledge Discovery in Databases

## **M**

MF: Membership Function

## **P**

PT: Parse Tree

## **R**

RQC: Requerimientos de Calidad

RQI: Requerimientos de Interesados

RQN: Requerimientos de Negocio

RQP: Requerimientos del Proyecto

RQS: Requerimientos de Soluciones

## **S**

SMN: Servicio Meteorológico Nacional

## **T**

TI: Tecnologías de la Información

TM: Time Mining

**U**

UML: Unified Modeling Language



# ANEXO A: PRIMER ENCUESTA

## ¿Cómo plasma el alcance de un proyecto?

### 1. Bienvenido esta Encuesta.

**ORGANIZADORES:** colabora con el grupo de investigación GIBD (Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina).

**OBJETIVO:** realizar una investigación sobre las descripciones textuales del alcance de un proyecto, considerando la totalidad de los requerimientos de negocios, de los interesados, de soluciones, de calidad y del proyecto. El objetivo de la investigación es intentar descubrir las características y factores que pueden influir en la gestión de proyectos.

**AUDIENCIA PREVISTA:** personas encargadas de la gestión de proyectos de software (gerentes de proyectos, jefes de proyectos, entre otros).

**OTROS DETALLES:** sus respuestas son confidenciales. No se utilizarán ni divulgarán nombres o información de su empleador.

**DURACIÓN:** le tomará aproximadamente 15 minutos completar esta encuesta.

**FECHA LÍMITE:** La encuesta se cerrará el próximo 28 de febrero de 2021.

## **2. Dimensión de antecedentes culturales y de experiencia**

Este bloque de preguntas (Dimensión de antecedentes culturales y de experiencia) está relacionado con sus antecedentes culturales y su experiencia.

### **\*1. Género**

- Femenino
- Masculino

### **\* 2. ¿Cuál es tu nivel de educación?**

- Sin estudios
- Estudios de primaria
- Estudios de secundaria
- Licenciatura
- Maestría
- Doctorado
- Otro (especificar)

### **\* 3. En qué país trabajas**

.....

### **\* 4. ¿Cuánto tiempo llevas trabajando en el campo de la gestión de proyectos?**

- [0 - 1) años
- [1 - 5] años
- > 5 años

### **\* 5. ¿Cuánto tiempo llevas trabajando como Gerente de Proyectos/ Jefe de Proyectos/ Project Manager?**

- [0 - 1) años
- [1 - 5] años
- > 5 años

**\* 6. Cuál es tu rol actual?**

- Analista de negocios**
- Analista de software**
- Diseñador**
- Arquitecto de software**
- Programador / codificador**
- Probador de software**
- Gerente de proyecto**
- Ingeniero de mantenimiento**
- Otro (especificar)**

**\* 7. ¿Su empresa suele describir sus proyectos mediante un “Plan de Gestión de Proyectos”?**

- Sí, mi empresa normalmente describe los proyectos obedeciendo un “Plan de Gestión de Proyectos”.**
- Sí, mi empresa normalmente describe los proyectos obedeciendo a las guías de buenas prácticas en gestión de proyectos.**
- No, mi empresa no describe sus proyectos.**

**3. Dimensión Organizacional**

**Este bloque de preguntas (dimensión organizativa) está relacionado con su organización/empresa actual o con la última empresa en la que trabajó.**

**\* 8. ¿Cuál es el número de empleados de su empresa?**

- <10**
- [10 - 50)**
- [50 - 250]**
- > 250**

**\* 9. ¿Cuál es el número de empleados que trabajan en Gestión de Proyectos en su empresa?**

- <10**
- [10 - 50)**

[50 - 250]

> 250

\* 10. ¿Su empresa está distribuida geográficamente (empresa en varios sitios) o no? (empresa de un solo sitio)?

Sí, mi empresa está distribuida geográficamente en varios sitios.

No, mi empresa se concentra en un solo sitio.

\* 11. En cuanto al sector empresarial al que pertenece su empresa, ¿cuál encaja mejor?

Gubernamental. Especificar.

Fabricación

Desarrollo de software, mantenimiento de software, integrador de servicios de software

Proveedor de servicios

Telecomunicaciones

Finanzas

Otro (especificar)

\* 12. ¿Cuál es el papel de la gestión de proyectos en el negocio de su organización?

La gestión de proyectos en sí es el negocio de mi empresa.

La gestión de proyectos es un recurso estratégico para respaldar el negocio de la empresa

La gestión de proyectos

\* 13. ¿Existe una Oficina de Gestión de Proyectos en su organización?

Sí, existe una Oficina de Gestión de Proyectos cuyo objetivo es brindar apoyo a todos los proyectos existentes en la organización.

No, el equipo de gestión de proyectos se crea cuando y si es necesario, cuando surge un proyecto en mi organización.

Otro (especificar)





## ANEXO B: SEGUNDA ENCUESTA



Departamento  
Ingeniería en Sistemas de Información

Sección 1 de 44

### Encuesta sobre aspectos relacionados con la Gestión del Alcance de un Proyecto

OBJETIVO: El objetivo de la investigación es intentar descubrir las características y factores relevantes vinculados y que pueden influir en la gestión de proyectos.

OTROS DETALLES: las respuestas son confidenciales, de estricto uso académico.

DURACIÓN: completar la misma llevará aproximadamente 15 minutos.

FECHA LÍMITE: La encuesta está disponible hasta el 30 de Junio de 2022.

CORREO ELECTRÓNICO de CONTACTO: [cristaldop@frcu.utn.edu.ar](mailto:cristaldop@frcu.utn.edu.ar)

Correo electrónico \*

Sección 2 de 44

Encuesta sobre aspectos relacionados con la Gestión del Alcance de un Proyecto



Descripción (opcional)

Universidad Tecnológica Nacional Regional Concepción del Uruguay



Sección 3 de 44

Encuesta sobre aspectos relacionados con la Gestión del Alcance de un Proyecto



Universidad Tecnológica Nacional Regional Concepción del Uruguay

Antecedentes culturales y de experiencia



Este bloque de preguntas está relacionado con sus antecedentes culturales y su experiencia.

1. Género \*

Mujer

Hombre

Otro/No Declara

Su respuesta es:

2. ¿Cuál es su nivel de educación? (marque sólo el nivel superior) \*

1. Sin estudios

2. Primarios

3. Secundarios

4. Universitarios

5. Posgrados

6. Otro

Si Ud. respondió "Otro" "Universitarios" o "Posgrados" especificar nivel de educación o título obtenido:

Texto de respuesta breve

.....

3. País de residencia. \*

Texto de respuesta breve

.....

4. Cargo/Puesto que más se asemeja al que ocupa en la Empresa/Organización. \*

1. Administrador de Infraestructura.
2. Administrador de Red o Cloud.
3. Administrador de Sistemas.
4. Analista Funcional.
5. Analista de Ciberseguridad.
6. Analista de Negocios.
7. Analista de Sistemas.
8. Analista de Software.
9. Arquitecto Cloud.
10. Arquitecto de Software.
11. Asesor/Consultor.
12. Desarrollador Web.
13. Desarrollador de Software.

13. Desarrollador de Software.
14. Desarrollador de Tecnologías Móviles.
15. Diseñador.
16. Dueño de la Empresa/Organización.
17. Dueño del Producto.
18. Especialista de Datos.
19. Gerente General.
20. Gerente de Informática.
21. Gerente de Proyecto.
22. Gerente de Sistemas.
23. Gerente de TIC
24. Investigador/a
25. Ingeniero de Seguridad.
26. Perito Informático.
27. Probador de Software.
28. Profesionales de Asistencia y Soporte Técnico.
28. Profesionales de Asistencia y Soporte Técnico.
29. Profesional de Seguridad.
30. Programador/Codificador
31. Otro

Si Ud. respondió "Otro" especificar cargo/puesto que ocupa actualmente:

Texto de respuesta breve

5. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en tu cargo/puesto? \*

[0 - 1] años

[1 - 5] años

> 5 años

Su respuesta es:

6. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en Gestión de Proyectos? \*

[0 - 1] años

[1 - 5] años

> 5 años

Su respuesta es:

Sección 5 de 44

Dimensión Organizacional



Este bloque de preguntas (dimensión organizativa) está relacionado con su Empresa/Organización actual o en la última que trabajó.

7. Nombre Empresa/Organización en la que trabaja actualmente. \*

Texto de respuesta breve

.....



8. País de la Empresa/Organización. \*

Texto de respuesta breve

.....

9. Sector al que pertenece la Empresa/Organización. \*

1. Gubernamental (especificar).
2. Fabricación.
3. Desarrollo y mantenimiento de software.
4. Proveedor de servicios.
5. Telecomunicaciones.
6. Finanzas.
7. Otro

---

Si Ud. respondió "Otro" especificar sector al que pertenece la Empresa/Organización para quien trabaja:

Texto de respuesta breve

.....

10. La Empresa/Organización, ¿posee sucursales en otro país? \*

Sí

No

Su respuesta es:

Si Ud. respondió "Sí" especificar país/es donde la Empresa/Organización posee sucursales:

Texto de respuesta breve

11. ¿Cuál es el número de empleados de la Empresa/Organización? \*

<10

[10 - 50)

[50 - 250]

> 250

Su respuesta es:

12. La Empresa/Organización ¿posee un Área o Gerencia de Proyectos ? \*

Sí

No

Su respuesta es:

13. ¿En la Empresa/Organización/Área se suele describir los proyectos mediante un "Plan de Gestión de Proyectos"?

Sí

No

Su respuesta es:

Dimensión: Alcance



Este bloque de preguntas, está relacionado con conocer cómo su Empresa/Organización, describe el alcance del proyecto, cómo definen y documentan las necesidades de los interesados.

14. ¿En la Empresa/Organización/Área en la descripción del alcance, se definen el ALCANCE \* del proyecto y el ALCANCE producto o servicio? (Alcance del Proyecto: es elaborar un plan con el trabajo que se debe realizar para entregar el producto o servicio; Alcance del Producto: son las características y funciones del producto, se guía por los requerimientos)

- Se define el alcance del producto.
- Se define el alcance del proyecto.
- Se definen ambos.
- No se definen.

15. Tome la descripción del alcance de su proyecto actual o el último que haya trabajado. Describa a continuación:

Descripción (opcional)

REQUISITOS de NEGOCIO: necesidades y oportunidades de la Empresa/Organización.

Descripción (opcional)

Seleccione los REQUISITOS de NEGOCIO que correspondan:

- "La empresa quiere abrir su mercado a cualquier interesado en la compra del producto"
- "El producto deberá contribuir a la apertura en el mercado internacional"
- "Ahorrar un xx% en costos de producción por la automatización instalada"

Si Ud. posee OTROS REQUISITOS de NEGOCIOS en su proyecto no contemplados arriba, por favor descríbalos debajo (Máx. 100 caracteres, por cada requisito):

Texto de respuesta largo

REQUISITOS FUNCIONALES: las características y funcionalidades del producto o servicio.

Descripción (opcional)

Seleccione los REQUISITOS FUNCIONALES que correspondan:

- "El servicio automático de atención telefónica al cliente deben atender los llamados de los clientes en un tiempo máximo de 15 segundos"
- "El sistema deberá enviar vía correo electrónico la confirmación de la reserva del usuario"
- "El sistema debe generar un reporte con los datos filiatorios de los estudiantes que cumplan la condición de "aprobación directa"

Si Ud. posee OTROS REQUISITOS FUNCIONALES en su proyecto no contemplados arriba, por <sup>\*</sup> favor descríbalos debajo (Máx. 100 caracteres, por cada requisito):

Texto de respuesta largo  
.....

REQUISITOS NO FUNCIONALES: las características que pueden limitar el producto/servicio o el proyecto, en tiempo y en espacio, ejemplo, mantenimiento, seguridad, entre otros

Descripción (opcional)

Seleccione los REQUISITOS NO FUNCIONALES que correspondan:

- "Validar el ingreso al sistema de un usuario"
- "La información de los pedidos se almacenan en otro servidor según la necesidad"
- "El sistema debe ser capaz de operar adecuadamente con hasta 100.000 usuarios con sesiones concurrentes"

Si Ud. posee OTROS REQUISITOS NO FUNCIONALES en su proyecto no contemplados arriba, \*  
por favor descríbalos debajo (Máx. 100 caracteres, por cada requisito):

Texto de respuesta largo  
.....

---

REQUISITOS de los INTERESADOS: las necesidades de quienes participan en el proyecto.

Descripción (opcional)

---

Seleccione los REQUISITOS de los INTERESADOS que correspondan:

- "El sistema debe generar reportes comerciales que le permitan tomar decisiones al Gerente Comercial"
- "Registrar en el cronograma de actividades las operaciones realizadas de acuerdo con los comprobantes de los clientes"
- "Crecimiento profesional del equipo de proyecto"

---

Si Ud. posee OTROS REQUISITOS de los INTERESADOS en su proyecto no contemplados arriba, \*  
por favor descríbalos debajo (Máx. 100 caracteres, por cada requisito):

Texto de respuesta largo  
.....

REQUISITOS del PROYECTO: acciones y procesos que el proyecto debe proveer.

Descripción (opcional)

Seleccione los REQUISITOS del PROYECTO que correspondan:

- "Para el seguimiento del proyecto se debe utilizar herramientas ágiles"
- "Se requiere la implementación de la firma digital en todos los informes generados por el Gerente de Proyecto (PM)"
- "El Gerente de Proyecto debe acreditar conocimiento inherentes al cargo que ocupa".

Si Ud. posee OTROS REQUISITOS del PROYECTO en su proyecto no contemplados arriba, por favor descríbalos debajo (Máx. 100 caracteres, por cada requisito): \*

Texto de respuesta largo

REQUISITOS de CALIDAD: condiciones o criterios que el producto o servicio debe satisfacer.

Descripción (opcional)

Seleccione los REQUISITOS de CALIDAD que correspondan:

- "Facilidad de uso: el tiempo de entrenamiento del software no debe superar las xx horas"
- "Confiabilidad: x errores permitidos por unidad de tiempo"
- "El producto deberá tener una confiabilidad mayor al xx%"

⋮

Si Ud. posee OTROS REQUISITOS de CALIDAD en su proyecto no contemplados arriba, por favor descríbalos debajo (Máx. 100 caracteres, por cada requisito): \*

Texto de respuesta largo

## 16. Enumere las restricciones

Puede guiarse respondiendo estas preguntas de guía general:

¿Existen factores que limitan su accionar como Jefe de proyecto sobre el alcance del mismo? \*

- Insuficiente conocimiento del negocio y/o de la organización.
- Perfil técnicamente incompetente y/o falta de experiencia.
- Falta de definiciones de responsabilidades del equipo de trabajo/interesados.
- Escasez de mecanismos para lograr un alto grado de compromiso, involucramiento y participación de los interesados con el proyecto.
- Bajo grado de poder de convicción a las autoridades de la organización.
- Falta de compromiso de los interesados en el proyecto.
- Escasa efectividad en las reuniones.
- Los interesados no se involucran.
- Diferencias de percepción entre los interesados.
- Plazos de ejecución del proyecto, no realistas.
- Falta de madurez o estabilidad de la tecnología.
- Escasez de mecanismos para la definición de políticas y procedimientos de gestión de proyectos.
- No identificación de tecnologías y herramientas aplicables y adaptadas a las necesidades del proyecto, del negocio o de la organización.
- Requerimientos no negociables.
- Fechas impuestas por el cliente.
- No identificación de los riesgos.
- Falta de planificación
- Falta de comunicación entre los interesados/entre el equipo de proyecto.
- Documentación insuficiente de progreso y seguimiento
- Otros

---

Enuncie (Máx. 100 caracteres, por cada limitante):

Texto de respuesta largo

---

17. Enumere los supuestos.

(hipótesis que se plantean respecto a situaciones no conocidas completamente)

---

Seleccione los SUPUESTOS que correspondan:

- "Apoyo de la organización insuficiente para con el proyecto".
- "Tecnologías poco maduras".
- "Diferencias de percepción entre los interesados y los profesionales de TI".

---

Si hay SUPUESTOS no contemplados arriba complete debajo (Máx. 100 caracteres, por cada supuesto): \*

Texto de respuesta largo

---

18. Marque los ítems que utiliza para identificar cada requisito: \*

	Identificad...	Descripció...	Dueño.	Fecha de ...	Prioridad.	Estado (ap...	Otros
Su respue...	<input type="checkbox"/>						

---

Si Ud. respondió "Otros" especifica cómo identifica cada requisito:

Texto de respuesta breve  
.....

---

19. Marque la/las herramientas y técnicas que utiliza para la recolección de los requisitos: \*

- Análisis de documentación.
- Cuestionarios.
- Diagrama de afinidad.
- Diagramas de contexto.
- Encuestas.
- Entrevistas.
- Grupo de análisis.
- Mapa de ideas mentales.

- Observación.
- Prototipos.
- Referencias (Benchmarking).
- Talleres.
- Técnica Delphi.
- Técnica nominal de grupos.
- Técnicas de creatividad grupal.
- Técnicas de toma de decisiones grupal.
- Tormenta de Ideas.
- Otras

⋮

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué herramientas y técnicas utiliza:

Texto de respuesta breve

.....

20. Marque la/las herramientas y técnicas que utiliza para la documentación de los requisitos:

\*

- Documento real.
- Documento virtual.
- Plantillas preestablecidas.
- Otras

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué herramientas y técnicas utiliza:

Texto de respuesta breve

.....

Sección 7 de 44

Dimensión: Cronograma



Este bloque de preguntas, está relacionado con conocer cómo su Empresa/Organización, establece los plazos/tiempos de las actividades del proyecto.

21. ¿Ud. establece un proceso donde se establecen políticas y procedimientos necesarios para desarrollar y controlar el cronograma de un proyecto? Marque: \*

- Se define metodología para el desarrollo del cronograma.
- Se establecen unidades de medida.
- Se definen límites de variación de las estimaciones.
- Se establecen previamente los momentos en que se harán los controles de avance y rendimiento.
- Se elabora el formato y la frecuencia en que se enviarán los informes de avances.
- Se describen todos los procesos definidos para gestionar el cronograma.
- Ninguna de los anteriores.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar si establece alguna políticas/procedimientos para desarrollar y controlar el cronograma de un proyecto.

Texto de respuesta breve

---

22. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para definir las actividades que componen cada requisito que Ud. detallo en la pregunta 15?: \*

- Descomposición (subdividir cada requerimiento y sus entregables en partes más pequeñas y manejables).
- Planificación gradual (las actividades se van delineando a medida que se avanza en conocimiento y entendimiento del producto/servicio del proyecto).
- Juicio de expertos (consultas a personas con experiencia, habilidades y conocimientos)
- Ninguno.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para definir las actividades de cada requisito.

Texto de respuesta largo

---

22. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para definir las actividades que componen cada requisito que Ud. detallo en la pregunta 15?: \*

- Descomposición (subdividir cada requerimiento y sus entregables en partes más pequeñas y manejables).
- Planificación gradual (las actividades se van delineando a medida que se avanza en conocimiento y entendimiento del producto/servicio del proyecto).
- Juicio de expertos (consultas a personas con experiencia, habilidades y conocimientos)
- Ninguno.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para definir las actividades de cada requisito.

Texto de respuesta largo

---

23. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para estimar la duración de las actividades? \*

- Análisis de alternativas (encontrar la mejor forma de combinar recursos).
- Datos de estimaciones publicadas.
- Estimación ascendente (descomponer una actividad al mayor detalle para estimar).
- Juicio de expertos (consultas a personas con experiencia, habilidades y conocimientos).
- Software de gestión de proyectos.
- Ninguna.
- Otras.

---

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para estimar la duración de las actividades.

Texto de respuesta breve

.....

24. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para estimar los recursos (personas, materiales, equipos o insumos) necesarios para ejecutar cada una de las actividades identificadas? \*

- Estimación analógica (tomar información de proyectos similares).
- Estimación paramétrica (utilizar relaciones estadísticas entre la información histórica, los datos de la industria y otras variables conocidas).
- PERT.
- Técnica Delphi.
- Método de Monte Carlo.
- Ninguno.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para estimar los recursos que conlleva cada actividad.

Texto de respuesta breve

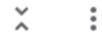
25. Registra Lecciones Aprendidas para generar el cronograma del proyecto? \*

- |                  | Sí.                   | No                    |
|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Su respuesta es: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Si respondió SI, detalle el medio que utilizó (herramientas, etc.)

Texto de respuesta breve

Dimensión: Gestión de Costos



Este bloque de preguntas, está relacionado con conocer cómo su Empresa/Organización, establece los costos de las actividades del proyecto.

26. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para gestionar los costos de un proyecto? \*

- Juicio de Expertos.
- Técnicas de Análisis
- Reuniones.
- No utilizo ninguna herramienta.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para gestionar los costos de un proyecto.

Texto de respuesta breve

.....

27. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para estimar los costos de cada una de las actividades? \*

- Estimación analógica (tomar información de proyectos similares).
- Estimación paramétrica (utilizar relaciones estadísticas entre la información histórica, los datos de la industria y otras variables conocidas).
- Juicio de expertos.
- PERT.
- Análisis de reservas.
- Software de estimaciones.
- Análisis de propuestas de los proveedores.
- Ninguno.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para estimar los costos que conlleva cada actividad.

Texto de respuesta breve

28. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para definir el presupuesto del proyecto?. \*

- Suma de costos (sumar los costos de cada actividad).
- Análisis de reservas.
- Juicio de expertos.
- Relaciones con datos históricos.
- Ninguno.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para definir el presupuesto de un proyecto.

Texto de respuesta breve

29. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para controlar los costos del proyecto? \*

- Gestión del Valor Ganado (EVM).
- Variación del cronograma.
- Variación del costo.
- Ninguno.
- Otras.

---

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para controlar los costos de un proyecto.

Texto de respuesta breve

.....

30. Registra Lecciones Aprendidas para generar el cronograma del proyecto? \*

- |                  | Sí                    | No                    |
|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Su respuesta es: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

---

Si respondió SI, detalle el medio que utilizó (herramientas, etc.)

Texto de respuesta breve

.....

Dimensión: Gestión de la Calidad.



Este bloque de preguntas, está relacionado con conocer cómo su Empresa/Organización, establece la gestión de la calidad del proyecto.

31. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para gestionar la calidad de un proyecto? \*

- Análisis costo-beneficio.
  - Costo de la calidad.
  - Diagramas de causa-efecto (Ishikawa).
  - Diagramas de flujo.
  - Lista de control (checklist).
  - Diagrama de Pareto.
  - Histograma.
  - Diagramas de control.
  - Diagramas de dispersión.
  - Estudios comparativos (Benchmarking).
- 
- Diseño de experimentos.
  - Muestreo estadístico.
  - Reuniones
  - Ninguna.
  - Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para gestionar la calidad de un proyecto.

Texto de respuesta breve

.....

32. ¿Qué técnicas y herramientas utiliza para controlar la calidad del proyecto?: \*

- Técnicas de testing.
- Revisiones de solicitudes de cambio aprobadas.
- Inspecciones.
- Muestreo estadístico.
- Ninguna.
- Otras.

---

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para controlar la calidad del proyecto.

Texto de respuesta breve

.....

33. Registra Lecciones Aprendidas para asegurar la calidad del proyecto? \*

- |                  | Sí                    | No                    |
|------------------|-----------------------|-----------------------|
| Su respuesta es: | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

---

Si respondió Sí, detalle el medio que utilizó (herramientas, etc.)

Texto de respuesta breve

.....

Dimensión: Gestión de los Recursos Humanos.



Este bloque de preguntas, está relacionado con conocer cómo su Empresa/Organización, definen las personas que llevarán a cabo las actividades del proyecto.

34. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para planificar los recursos humanos necesarios y posterior armado del equipo de trabajo del proyecto? \*

- Matriz de asignación de responsabilidades (RAM).
- Red de contactos.
- Negociación con otros gerentes que tengan a su cargo RRHH necesarios para ejecutar las actividades del proyecto.
- Adquisición .
- Equipos en espacios virtuales.
- Análisis de decisiones basadas en criterios múltiples (Disponibilidad, Costo, Experiencia, Habilidades, Conocimientos, Competencias).
- Juicio de expertos.
- Reuniones.
- Ninguna.

Otras

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para planificar y armar el equipo de trabajo del proyecto.

Texto de respuesta breve

35. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para desarrollar el equipo del proyecto?: \*

- Habilidades interpersonales.
- Entrenamientos.
- Actividades de formación de equipos.
- Recompensas y reconocimiento.
- Herramientas de evaluación del personal.
- Ninguna.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para desarrollar el equipo de trabajo del proyecto.

Texto de respuesta breve

36. Registra Lecciones Aprendidas para asegurar la calidad del proyecto? \*

	Sí	No
Su respuesta es:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si respondió SI, detalle el medio que utilizó (herramientas, etc.)

Texto de respuesta breve

## Sección 11 de 44

Dimensión: Gestión de los Interesados. ✕ ⋮

Este bloque de preguntas, está relacionado con conocer cómo su Empresa/Organización, maneja los aspectos esenciales para el manejo de las expectativas de los interesados en el proyecto.

37. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para identificar en forma temprana toda persona que tiene algún tipo de interés en el proyecto? \*

- Análisis de los interesados según sus intereses, expectativas y autoridad.
- Juicio de expertos.
- Reuniones.
- Ninguna.
- Otros.

Si Ud. respondió "Otros" especificar qué técnicas/herramientas utiliza para identificar a los interesados (stakeholders) en el proyecto.

Texto de respuesta breve

---

38. Registra Lecciones Aprendidas durante la identificación, planificación, manejo y control de la relación con los interesados del proyecto? \*

Sí

No

Su respuesta es:

Si respondió SI, detalle el medio que utilizó (herramientas, etc.)

Texto de respuesta breve

---

Dimensión: Gestión de Riesgos.



Este bloque de preguntas, está relacionado con conocer cómo su Empresa/Organización, gestiona los riesgos vinculados con el proyecto.

39. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para identificar los posibles riesgos en el proyecto? \*

- Revisión de documentos.
- Técnicas de recolección de información.
- Análisis de las listas de verificación.
- Análisis de supuestos.
- Técnicas de diagramación.
- Análisis FODA.
- Juicio de expertos.
- Ninguna de las anteriores.
- Otros.

Si Ud. respondió "Otros" especificar cómo identifica riesgos en el proyecto.

Texto de respuesta breve  
.....

---

40. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para analizar cualitativamente los riesgos?. Es decir \*  
priorizar los riesgos mediante la combinación de su probabilidad de ocurrencia e impacto.

- Evaluación de la probabilidad y el impacto.
- Matriz de probabilidad e impacto.
- Evaluación de la calidad de los datos de los riesgos.
- Categorización de los riesgos.
- Evaluación de la urgencia del riesgo.
- Juicio de expertos
- Ninguna de las anteriores.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar cómo realiza el análisis cualitativo de los riesgos en el proyecto.

Texto de respuesta breve  
.....

---

41. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para analizar cuantitativamente los riesgos?. Es decir, \*  
un análisis mas profundo de probabilidades de ocurrencia de los riesgos en el proyecto:

- Técnicas de recolección y representación de datos.
- Análisis de sensibilidad.
- Valor monetario esperado.
- Método de Monte Carlo.
- Juicio de expertos,
- Ninguna de las anteriores.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar cómo realiza el análisis cuantitativo de los riesgos en el proyecto.

Texto de respuesta breve

42. ¿Qué técnicas/herramientas utiliza para planificar las respuestas a los riesgos?: \*

- Estrategias para riesgos negativos o amenazas.
- Estrategias para riesgos positivos u oportunidades.
- Estrategias de contingencias.
- Juicio de expertos.
- Ninguna de las anteriores.
- Otras.

Si Ud. respondió "Otras" especificar cómo planifica las respuestas a los riesgos en el proyecto.

Texto de respuesta breve

43. Registra Lecciones Aprendidas para asegurar la correcta gestión de los riesgos en el proyecto? \*

	Sí	No
Su respuesta es:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Si respondió SI, detalle el medio que utilizó (herramientas, etc.)

Texto de respuesta breve

Fin de la Encuesta!!!!



Muchas gracias por colaborar en esta encuesta. Casi lo has terminado. Solo queda una pregunta .....

¿Le gustaría recibir información sobre los resultados de esta encuesta? \*

- Sí. Especifique su dirección de correo electrónico (no se utilizará para ningún otro propósito ni se enviará a terceros).
- No

Correo electrónico:

Texto de respuesta breve

.....

---

## REFERENCIAS

**Abdulla H., Al-Hashimi M. (2020).** The impact of project management methodologies on project success: a case study of the oil and gas industry. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9639-4.ch023>.

**Adywiratama A., Ko C., Raharjo T., Wahbi A. (2022).** Critical success factors for ICT project: A case study in project colocation government data center. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.154>.

**Agarwal N., Rathod U. (2006).** Defining "success" for software projects: an exploratory revelation. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.11.009>.

**Agrofy News (2021).** Qué pasó con los carpinchos de Nordelta. [news.agrofy.com.ar](https://news.agrofy.com.ar)

**Ahmad M., Odeh M., Green S. (2018).** Metrics for Assessing the Basic Alignment between Business Process and Enterprise Information Architectures with reference to the BPAOntoEIA Framework. IEEE 978-1-7281-0385.

**Akelos (2017).** Managing Successful Projects with PRINCE2. Ed, TSO, The Stationery Office. ISBN-10:0113315333, ISBN-13:978-0113315338.

**Al Mamun M., Berger C., Hanson J. (2019).** Effects of measurements on correlations of software code metrics. <https://doi.org/10.1007/s10664-019-09714-9>.

**Alahyari H., Berntsson Svensson R., Gorschek T. (2017).** A study of value in agile software development organizations. *Journal of Systems and Software*, pp. 271-288.

**Albert, M., Balve, P. and Spang, K. (2017).** Evaluation of project success: a structured literature review. *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 10 No. 4, pp. 796-821. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-01-2017-0004>

**Alias Z., Zawawi E., Yusof K., Aris N. (2014).** Determining Critical Success Factors of Project Management Practice: A Conceptual Framework. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.041>.

---

**Alreemy Z., Chang V., Walters R., Wills G. (2016).** Critical success factors (CSFs) for information technology governance (ITG). <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.017>.

**Al-Said Ahmad A., Andras P. (2019).** Scalability analysis comparisons of cloud based software services. <https://doi.org/10.1186/s13677-019-0134-y>.

**Alsaqaf W, Daneva M, Wieringa R. (2019).** Quality requirements challenges in the context of large-scale distributed agile: an empirical study. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2019.01.009>.

**Ameller D., Franch X., Cabot J. (2021).** Dealing with Non-Functional Requirements in Model-Driven Development: A Survey. <https://doi.org/10.1109/TSE.2019.2904476>.

**Anthopoulos L., Reddick C., Giannakidou I., Mavridis N. (2016).** Why e-government projects fail? An analysis of the Healthcare.gov website. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.07.003>.

**Antonelli, L., Rossi G., Leite, J.C.S.P., Oliveros, A. (2013).** Buenas prácticas en la especificación del dominio de una aplicación. Workshop in Requirements Engineering. Montevideo, Uruguay.

**Antonelli L., Rossi G., Leite J.C.S.P., Araújo J. (2013).** Early identification of crosscutting concerns with the Language Extended Lexicon”, Leandro Antonelli, Requirements. Engineering Journal, <http://dx.doi.org/10.1007/s00766-013-0193-4>.

**Arar Ö., Ayan K. (2016).** Deriving thresholds of software metrics to predict faults on open-source software: Replicated case studies. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.05.018>.

**Arvanitou E., Ampatzoglou A., Chatzigeorgiou A., Galster M., Avgeriou P. (2017).** A mapping study on design-time quality attributes and metrics. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.01.026>.

**Attali Y., Arieli-Attali M. (2015).** Gamification in assessment: do points affect test performance?. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.012>.

---

**Ayat, M., Imran, M., Ullah, A. and Kang, C.W. (2021).** Current trends analysis and prioritization of success factors: a systematic literature review of ICT projects. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-02-2020-0075>.

**Baier L., Jöhren F., Seebacher S. (2019).** Challenges in the Deployment and Operation of Machine Learning in Practice. In: 27th European Conference on Information Systems (ECIS), Stockholm & Uppsala, Sweden.

**Barakhnin V. Kozhemyakina O., Mukhamediev R., Borzilova Y. (2019).** The design of the structure of the software system for processing text document corpus. <https://doi.org/10.17323/1998-0663.2019.4.60.72>.

**Barclay C., Osei-Bryson K. (2010).** Project performance development framework: An approach for developing performance criteria & measures for information systems (IS) projects. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.025>.

**Basso, D. (2014).** Propuesta de Métricas para Proyectos de Explotación de Información. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, pp. 157-218, ISSN 2314-2642, 2014.

**Bauer M., van Dinther C., Kiefer D. (2020).** Machine Learning in SME: An Empirical Study on Enablers and Success Factors". In: AMCIS 2020 Proceedings; 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.314>.

**Beck K., Beedle M., van Bennekum A., Cockburn A., Cunningham W., Fowler M., Grenning J., Highsmith J., Hunt A., Jeffries R., Kern J., Marick B., Martin R., Mellor S., Schwaber K., Sutherland J., Thomas D. (2001)** “Agile Manifesto”. <http://agilemanifesto.org/>.

**Becker P. (2014).** Visión de proceso para estrategias integradas de medición y evaluación de la calidad. Tesis Doctoral. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, pp. 1 - 212.

**Benmakrelouf S., St-Onge C., Kara N., Tout H., Edstrom C., Lemieux Y. (2020).** Abnormal behavior detection using resource level to service level metrics mapping in virtualized systems. <https://doi.org/10.1016/j.future.2019.07.051>.

---

**Berg H., Holgeid K., Jørgensen M., Holst Volden G. (2023).** Successful IT projects – A multiple case study of benefits management practices. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.482>.

**Bergfort B., Billbro R., Ojeda T. (2018).** Applied Text Analysis with Python: Enabling Language-Aware Data Products with Machine Learning. 1st Edición. Ed. O'Reilly Media. ISBN-10: 1491963042, ISBN-13: 978-1491963043.

**Bican P., Brem A., Kraus S., Clauss T. (2021).** Digital platform-based business models – An exploration of critical success factors. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2021.101625>.

**Bizzi L. (2023).** Why to gamify performance management? Consequences of user engagement in gamification. <https://doi.org/10.1016/j.im.2023.103762>.

**Blaskovics B. (2016).** The impact of project manager on project success – The case of ICT sector. <https://doi.org/10.1556/204.2016.38.2.7>.

**Böhm A. (2009).** Application of PRINCE2 and the Impact on Project Management. 1 Ed. Grin Publishing, 60 p. ISBN-10: 3640424247, ISBN-13: 978-3640424245.

**Bruel J., Ebersold S., Galinier F., Naumchev A., Mazzara M., Meyer B. (2019).** Formality in software requirements, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29708.05762>.

**Brundagea M., Sexton T., Hodkiewicz M., Dima A., Lukens S. (2021).** Technical language processing: Unlocking maintenance knowledge. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2020.11.00>.

**Buganová K., Šimíčková J. (2019).** Risk management in traditional and agile project management. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.138>.

**Castro M., Bahli B., Figueiredo R., Barcaui A. (2023).** Forecasting Project Success through Project Team Trust: Brazilian Empirical Study. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01>.

---

**Cheng B., Atlee J. (2009).** Current and Future Research Directions in Requirements Engineering. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-92966-6\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-92966-6_2).

**Chillarón M., Quintana-Ortí G., Vidal V., Verdú G. (2020).** Computed tomography medical image reconstruction on affordable equipment by using Out-Of-Core techniques. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105488>.

**Chisleanchy R. (2021).** La “revolución” de los carpinchos renueva el debate sobre la protección de los humedales en Argentina. [es.mongabay.com](https://es.mongabay.com).

**Chomsky N. (1965).** Aspectos de la teoría de la sintaxis. Ed. Gedisa. ISBN: 8474326729. ISBN-13: 9788474326727.

**Chou S., Pramudawardhani D. (2015).** Cross-country comparisons of key drivers, critical success factors and risk allocation for public-private partnership projects. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2014.12.003>.

**Chow T., Chao D. (2008).** A survey of critical success factors in agile software projects. Journal of systems and software. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.08.020>.

**Cicmil S., Cooke–Davies T., Crawford L., Richardson K. (2009).** Exploring the complexity of projects: Implications of Complexity Theory for project management practice. <https://doi.org/10.1109/EMR.2008.4534312>.

**Ciric D., Lalic B., Gracanin D., Tasic N., Delic M., Medic N. (2019).** Agile vs. Traditional Approach in Project Management: Strategies, Challenges and Reasons to Introduce Agile Author links open overlay. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.314>.

**Collyer S., Warren C., Hemsley B., Stevens C. Aim, fire, aim. (2010)** Project planning styles in dynamic environments. Project Management Journal, pp. 108–121.

**Conforto E., Amaral D. (2016)** Agile project management and stage gate model. A hybrid framework for technology-based companies. Journal of Engineering and Technology Management. pp. 1–4.

---

**Constantino F. Gravio G., Nonino F. (2015).** Project selection in project portfolio management: An artificial neural network model based on critical success factors. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.07.003>.

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L., De Battista A., Hemanth J. (2021).** Metrics for the Systematic Evaluation of Project Management Methodologies. *Global Research and Development Journal for Engineering*, ISSN online 2455-5703, Vol.6 Issue 5.

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L., De Battista A. (2021).** Adjustment Level Metrics for Requirements in Project Management. *Proceedings of 2021 8th Intl. Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCFMI 2021)*, IEEE ISSN: 2640-0146, ISBN: 978-1-7281-8682-5, IEEE Catalog Number: CFP2144Z-USB, Cairo, Egypt.

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L., De Battista A. (2021).** Metrics for validation and traceability of Project Management Requirements. ID GRDJEV06I050009 has been approved in *GRD Journal for Engineering*, ISSN: 2455—5703.

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L., De Battista A., Hemanth J. (2021) –** Capítulo de libro: — “Data Mining-Based Metrics for the Systematic Evaluation of Software Project Management Methodologies”. *Blockchain. Artificial Intelligence, and the Internet of Things.*, pag. (35-51) – Editorial Springer – DOI: 10.1007/978-3-030-77637-4\_3.

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L., Retamar S., De Battista A. (2022).** Medición para la evaluación transversal de metodologías de gestión de proyectos. *XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC)*, Mendoza, Argentina.

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L. (2022).** Métricas para Metodologías de Gestión de Proyectos: planificación de calidad y equipo de gestión. *VI IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)* Buenos Aires, Argentina.

---

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L. (2022).** Influencia de la Visión Organizacional en los riesgos de la Gestión de proyectos. 10º Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información - CONAIISI 2022, Entre Ríos. Argentina. ISBN 978-950-42-0218-9.

**Cristaldo P., López De Luise D., La Pietra L. (2023).** Metrics for Project Management Methodologies Elicitation. – Capítulo de libro: Perspectives and Considerations on the Evolution of Smart Systems. DOI: 10.4018/978-1-6684-7684-0.ch008.

**Cristaldo P., López De Luise D., Thea Lucía I., Valiente Luciana G. (2023).** Experiencia Ludificada para el desarrollo de Métricas en Gestión de Proyectos. 11º Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información - CONAIISI 2023, Tucumán. Argentina.

**Cserháti G., Szabó L. (2014).** The relationship between success criteria and success factors in organisational event projects. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.08.008>.

**Dawood H., Siddle J., Dawood N. (2020).** Integrating IFC and NLP for automating change request validations <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2019.030>.

**de Paula Porto D., Martins de Jesus G., Cutigi Ferrari F., Camargo Pinto Ferraz Fabbri S. (2020).** Initiatives and challenges of using gamification in software engineering: A Systematic Mapping. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110870>.

**Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L. (2011).** From game design elements to gamefulness: defining “Gamification”. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.

**Elkadi H. (2013).** Success and failure factors for e-government projects: A case from Egypt. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2013.06.002>.

**Engelbrecht J., Johnston K., Hooper V. (2017).** The influence of business managers' IT competence on IT project success. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.04.016>.

**Esteki M., Gandomani T., Farsani H. (2020).** A Risk Management Framework for Distributed Scrum Using PRINCE2 Methodology. Bull. Electrical Engineering and Informatics. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i3.1905>.

---

**Fang R., Liao H., Xu Z., Herrera-Viedma E. (2023).** Risk assessment in project management by a graph-theory-based group decision making method with comprehensive linguistic preference information. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2070772>.

**Fareed M., Su Q., Awan A. (2021).** The effect of emotional intelligence, intellectual intelligence and transformational leadership on project success; an empirical study of public projects of Pakistan. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2021.100036>.

**Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. (1996a).** The kdd process for extracting useful knowledge from volumes of data. *Commun. ACM*, 39 (11):27–34.

**Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. (1996b).** Advances in knowledge discovery and data mining. chapter From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview, pages 1–34. American Association for Artificial Intelligence, Menlo Park, CA, USA.

**Fayyad U., Piatetsky-Shapiro G., Smyth P. (1996).** From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. <https://doi.org/10.1609/aimag.v17i3.1230>.

**Figueroa-Flores J., Acosta-Gonzaga E., Ruiz-Ledesma E. (2020).** Causes of failure in the implementation and functioning of information systems in organizations. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, pp. 137-142 <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110618>.

**Franch X. Gómez C., Jedlitschka A., López L., Martínez-Fernández S., Oriol M., Partanen J. (2018).** Data-driven elicitation assessment and documentation of quality requirements in agile software development. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91563-0\\_36](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91563-0_36).

**Friedman A., Flaounas I. (2018).** The Right Metric for the Right Stakeholder: a Case Study of Improving Product Usability. <https://doi.org/10.1145/3292147.3292224>.

**Friedrich J., Becker M., Kramer F., Wirth M., Schneider M. (2019).** Incentive design and gamification for knowledge management. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.02.009>.

---

**Galetta G. (2013).** The gamification: applications and developments for creativity and education. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24817.68965>.

**Galinier F. (2018).** A DSL for Requirements in the Context of a Seamless Approach. <https://doi.org/10.1145/3238147.3241538>.

**Galitsky B. (2013).** Machine learning of syntactic parse trees for search and classification of text. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.09.017>.

**Garousi V., Bauer S., Felderer M. (2020).** NLP-assisted software testing: A systematic mapping of the literature. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106321>.

**Gasik S. (2016).** are public projects different than projects in other sectors? preliminary results of empirical research. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.175>.

**Gibson D., Ostashevski N., Flintoff K., Grant S., Knight E. (2015).** Digital badges in education. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9291-7>.

**Godot Engine Documentation (2023).** <https://docs.godotengine.org/en/stable/index.html>.

**González Moyano C., Pufahl L., Weber I., Mendling J. (2022).** Uses of business process modeling in agile software development projects. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107028>.

**Gopal M., Amirthavalli M. (2019).** Applying Machine Learning Techniques to Predict the Maintainability of Open Source Software. <https://doi.org/10.35940/ijeat.E1045.0785S319>.

**Govil N., Sharma A. (2022).** Estimation of cost and development effort in Scrum-based software projects considering dimensional success factors. <https://doi.org/10.1016/j.advgsoft.2022.103209>.

**Granulo A., Tanovic A. (2019).** Comparison of SCRUM and KANBAN in the Learning Management System implementation process. Telecommunications Forum. <https://doi.org/10.1109/TELFOR48224.2019.8971201>.

---

**Guo J., Cheng J., Cleland-Huang J. (2017).** Semantically Enhanced Software Traceability Using Deep Learning Techniques. International Conference on Software Engineering (ICSE). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSE.2017.9>.

**Haleem M, Farooqui F., Faisal M. (2019).** A Critical Analysis of Software Product Failure: An Indian & Global Perspective. International Journal of Engineering and Advanced Technology. <https://doi.org/10.35940/ijeat.C5941.088619>.

**Hamdani M., Haider Butt W., Waseem Anwar M., Ahsan I., Azam F., Adeel Ahmed M. (2019).** A Novel Framework to Automatically Generate IFML Models From Plain Text Requirements. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2959813>.

**Han-Chung C., Wen-Min L., Qian Long K., Chang-Yan T. (2023).** Using hierarchical network data envelopment analysis to explore the performance of national research and development organizations. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121109>.

**Hans R., Marebane S. (2023).** Are software projects evaluated using software teams' success criteria? A systematic literature review. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.452>.

**Harclerode M., Macbeth T., Miller M., Gurr C., Myers T. (2016).** Early decision framework for integrating sustainable risk management for complex remediation sites: Drivers, barriers, and performance metrics. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.087>.

**Hasibovic A., Tanovic A. (2019).** PRINCE2 vs Scrum in digital business transformation. International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, pp 1514+-1518, <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2019.8756716>.

**Hassan F., Le T. (2020).** Automated Requirements Identification from Construction Contract Documents Using Natural Language Processing, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000379](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000379).

**Hassani R., (2019).** Proposal of a framework and integration of artificial intelligence to succeed IT project planning. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2019/11486>.

---

**He P., Li B., Liu X. Chen J., Ma Y. (2015).** An empirical study on software defect prediction with a simplified metric set. *Information and Software.* <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.11.006>.

**Highsmith J. (2009).** Agile project management: creating innovative products. 2da. Ed. Addison-Wesley. 432 p. ISBN-10: 0321658396, ISBN-13: 978-0321658395.

**Highsmith J. (2010).** Agile project management: creating innovative products. 2da Ed. Boston, MA: Addison-Wesley. 432 p. ISBN-10: 0321658396. ISBN-13: 978-0321658395.

**Horta Y., (2021).** PRINCE2 Fácil: Guía Práctica. Ed. Independently published. ISBN-13: 979-8740633053.

**Horvat A. (2022).** ¿Atacados? Mitos y realidad de la vida de los carpinchos en Nordelta, a un año de las denuncias de los vecinos. Clarín.com.

**Iglesias G. (2021).** Una invasión de carpinchos agita la guerra de clases en Argentina. Elpais.com.

**Iriarte C., Bayona S. (2020).** IT projects success fact objects success factors: a literature review. <https://doi.org/10.12821/ijispm080203>.

**Iso 21500:2012. (2012)** Guidance on Project Management, Geneva: ISO. ISBN-10: 9267107593, ISBN-13: 978-9267107592.

**Ivan I., Ciurea C., Zamfiroiu, A. (2014).** Metrics of Collaborative Business Systems in the Knowledge Based Economy. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.281>.

**Jaleel A., Arshad S., Shoaib M., Awais M. (2019).** Design Quality Metrics to Determine the Suitability and Cost-Effect of Self-\* Capabilities for Autonomic Computing Systems. Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2019.2944119.

**Jöhnk J., Weißert M., Wyrski K. (2021).** Ready or Not, AI Comes— An Interview Study of Organizational AI Readiness Factors" *Business & Information Systems Engineering*; 63 (1): 5–20.

---

**Kapur R., Sodhi B. (2020).** A Defect Estimator for Source Code: Linking Defect Reports with Programming Constructs Usage Metrics. <https://doi.org/10.1145/3384517>.

**Karhapää P., Behutiye W., Rodríguez P., Oivo M., Costal D., Franch X., Aaramaa S., Choraś M., Partanen J., Abherve A. (2021).** Strategies to manage quality requirements in agile software development: a multiple case study. <https://doi.org/10.1007/s10664-020-09903-x>.

**Kai Chou Y. (2015).** Actionable Gamification: Beyond Points, Badges and Leaderboards. Ed. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN-10 : 1511744049, ISBN-13 : 978-1511744041.

**Kbaiera W., Ghannouchib S. (2019).** Determining the threshold values of quality metrics in BPMN process models using data mining techniques. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.161>.

**Kerzner H. (2010).** Project management best practices: achieving global excellence. Hoboken, NJ: Wiley. 2 Ed. 704 p. ISBN: 978-0470528297.

**Khanal G., Shrestha R., Devkota N., Sakhakarmy M., Mahato S., Raj Paudel U., Acharya Y., Kanta Khanal C. (2023).** An investigation of green supply chain management practices on organizational performance using multivariate statistical analysis. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100034>.

**Kumar L., Misra S., Rath S. (2017).** An empirical analysis of the effectiveness of software metrics and fault prediction model for identifying faulty classes. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2017.02.003>.

**La Paz A., López R. (2023).** Recommendation method for customized IT project management. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.493>.

**Lalmi A., Fernandes G., Sassi Boudemagh S. (2023).** Synergy between Traditional, Agile and Lean management approaches in construction projects: bibliometric analysis. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.070>.

---

**Lalmi A., Fernandes G., Boudemagh Souad S., (2021).** A conceptual hybrid project management model for construction projects. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.248>.

**Laplante P. (2017).** Requirements Engineering for Software and Systems (Applied Software Engineering Series). 3era. Ed. Auerbach Publications. ISBN 10:9781138196117, ISBN-13: 978-1138196117.

**Laplante P., Kassab M. (2022).** Requirements Engineering for Software and Systems. Auerbach Publications; 4a edición. ISBN 9781032275994.

**Le N., Hoang D. (2017).** Capability maturity model and metrics framework for cyber cloud security. <https://doi.org/10.12694/scpe.v18i4.1329>.

**Leech G., Garside R. (1997).** Introducing corpus annotation. Corpus Annotation: Linguistic Information from Computer Text Corpora. A.M. McEnery Eds. London: Longman.

**Lehtinen T., Mäntylä M., Vanhanen J., Itkonen J., Lassenius C. (2014).** Perceived causes of software project failures – An analysis of their relationships. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.01.015>.

**Lei H. Ganjezadeh F., Jayachandran P., Ozcan P. (2015).** A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2015.12.001>.

**Lengyel D., Mazzuchi T., Vesely W. (2023).** Establishing risk matrix standard criteria for use in the continuous risk management process. <https://doi.org/10.1016/j.jsse.2023.05.001>.

**Lester A. (2014).** Project Management, Planning and Control. Elsevier Science: Butterworth-Heinemann. 6 Ed. 512 p. ISBN-13:978-0-08-098324-0.

**Li X., Moreschini S., Davide Taibi Z. (2022).** Exploring factors and metrics to select open source software components for integration: An empirical study. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111255>.

---

**Lucassen G., Jansen, S. (2014).** Gamification in consumer marketing - future or fallacy? <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.034>, 2011.

**Mahmoud A., Niu N. (2015).** On the role of semantics in automated requirements tracing. <https://doi.org/10.1007/s00766-013-0199-y>.

**Marchewka, J (2016).** Information Technology Project Management: Providing Measurable Organizational Value. Wiley, 5 Ed. 360p. ISBN-10: 1118911016, ISBN-13: 978-1118911013.

**Marinescu M., Traianpele D. (2012).** Modelling the strategic success factors of the Romanian ICT based Companies. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1092>

**Marnada P., Raharjo T., Hardian B., Prasetyo A. (2022).** Agile project management challenge in handling scope and change: A systematic literature review. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.143>.

**Martino Di Giuda G., Locatelli M., Schievano M., Pellegrini L, Pattini G., Ettore Giana P., Seghezzi E. (2020).** Natural Language Processing for Information and Project Management. Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment, Research for Development, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0_9).

**Mas A., Mesquida L., Pacheco M. (2020).** Supporting the deployment of ISO-based project management processes with agile metrics. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2019.103405>.

**McKeown S., Krause C., Shergill M., Siu A., Sweet D. (2016).** Gamification as a strategy to engage and motivate clinicians to improve care. Healthc. <https://doi.org/10.1177/0840470415626528>.

**Mcleod L., Macdonell S. (2011).** Factors that affect software systems development project outcomes: a survey of research. <https://doi.org/10.1145/1978802.1978803>.

**Meding W., Staron M., Söder O. (2021).** MeTeaM—A method for characterizing mature software metrics teams. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.111006>.

---

**Menaka Pushpa A. (2020).** Automatic Source Code Documentation using Code Summarization Technique of NLP. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.273>.

**MetricaV3, (2000).** Metodología de planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información. Métrica Versión 3. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Gobierno de España.

**Michalke V., Hartig K. (2016).** Explanation Retrieval in Semantic Networks. <https://doi.org/10.14279/depositonce-7136>.

**Mitchell R., Schuster L., Jin, H. (2020).** Gamification and the impact of extrinsic motivation on needs satisfaction: making work fun?. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.11.022>.

**Moeuf A., Lamouri S., Pellerin R., Tamayo-Giraldo S., Tobon-Valencia, E., Eburdy, R., (2020).** Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. *International Journal of Production Research*, pp. 1384-1400. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1636323>.

**Montalbán-Domingo L., Casas-Rico J., Alarcón L., Pellicer E. (2023).** Influence of the experience of the project manager and the foreman on project management's success in the context of LPS implementation, <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102324>.

**Montequin S., Fernandez C., Fernandez O., Balsera J. (2016).** Analysis of the Success Factors and Failure Causes in Projects: Comparison of the Spanish Information y Communication Technology (ICT) Sector. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.180>.

**Müller A., Guido S. (2016).** *Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists* 1st Edición. Ed. O'Reilly Media. ISBN-10: 1449369413. ISBN-13: 978-1449369415.

**Muszyńska K. (2020).** Gamification of communication and documentation processes in project teams. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.022>.

**Najihi S., Elhadi S., Ait Abdelouahid R., Marzak A. (2022).** Software Testing from an Agile and Traditional view. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.116>.

---

**Nasiri S., Rhazali Y., Lahmer M., Chenfour N. (2020).** Towards a generation of class diagram from user stories in agile methods. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.148>.

**Naumchev A., Meyer B. (2016).** Complete contracts through specification drivers. arXiv: 1602.04007.

**Naumchev A., Meyer B., Mazzara M., Galinier F., Bruel J., Ebersold S. (2017).** Expressing and verifying embedded software requirements. arXiv preprint arXiv:1710.02801.

**Nazir F., Butt W., Anwar M., KhanKhattak M. (2017).** The applications of natural language processing (NLP) for software requirement engineering - a systematic literature review. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-4154-9\\_56](https://doi.org/10.1007/978-981-10-4154-9_56).

**Nelson R. (2008).** IT project management: Infamous failure, classic mistakes, and best practices. MIS Quarterly Executive, 6(2), pp. 67–78. <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol6/iss2/4>.

**Niknazar P. Bourgault M. (2017).** Theories for classification vs. classification as theory: Implications of classification and typology for the development of project management theories. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.11.002>.

**Noorbehbahani F., Salehi F., Jafar Zadeh, R. (2019).** A systematic mapping study on gamification applied to e-marketing. <https://doi.org/10.1108/JRIM-08-2018-0103>.

**Nunkooa D., Sungkur R. (2021).** Team conflict dynamics & conflict management: derivation of a model for software organisations to enhance team performance and software quality. <https://doi.org/10.1016/j.gltp.2021.08.007>.

**Osei-Kyei R., Chan A. (2015).** Review of studies on the Critical Success Factors for Public-Private Partnership (PPP) projects from 1990 to 2013 <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.02.008>.

**Papa M. (2014).** Aseguramiento de la Calidad de un Recurso Organizacional: Evaluando y Mejorando una Estrategia Integrada de Medición y Evaluación. Tesis Doctoral. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.

**Partha Sarathy B., Abhijay G., Aditya G., Baisakhi C. (2020).** Natural Language Information Extraction Through Non-Factoid Question and Answering System (NLIEQA Non-Factoid). [https://doi.org/10.1007/978-981-15-3383-9\\_10](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3383-9_10).

**Patanakul P. (2014).** Managing large-scale IS/IT projects in the public sector: Problems and causes leading to poor performance. <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2013.12.004>.

**Patricio R., Carrizo Moreira A. (2022).** Zurlo F. Gamification in innovation teams. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2022.05.003>.

**Petronijevic J., Etienne A., Bassetto S., Siadat A. (2023).** The missing link between project and product risk management: From the review to the call to action. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2023.101770>.

**Plotnikova V., Dumas M., Milani F. (2022).** Applying the CRISP-DM data mining process in the financial services industry: Elicitation of adaptation requirements. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2022.102013>.

**Pmbok Guide. (2013).** Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 5 Ed. NewtownSquare, Pennsylvania 19073-3299 USA. PE: Project Management Institute Inc. ISBN: 978-1-935589-67-9.

**Pmbok Guide. (2021).** A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 7 Ed. Project Management Institute. ISBN: 978-1628256796.

**Pollack J., Helm J., Adler D. (2018).** "What is the Iron Triangle, and how has it changed?". <https://doi.org/10.1108/IJMPB-09-2017-0107>.

**Portman H. (2009).** PRINCE2 in practice, a practical approach to creating project management documents. Zaltbommel: Van Haren. 122 p. ISBN-13: 978-9087533281, ISBN-10: 9087533284.

**Pressman R., Maxim B. (2019).** ISE Software engineering: a practitioners approach. 9na. Ed. McGraw-Hill Education. ISBN-10: 1260548007, ISBN-13: 978-1260548006.

---

**Prince2 (2009).** An introduction to PRINCE2: managing and directing successful projects. Office of Government Commerce. Stationery Office, 123 p. ISBN-10: 0113311885, ISBN-13: 978-0113311880.

**Quaranta N. (2019).** Comunicação eficaz: um fator crítico de sucesso no trabalho em equipe. vol.31, n.1, pp.21-46. ISSN 1669-2721.

**Ramos P., Mota C. (2014).** Perceptions of success and failure factors in information technology projects: a study from Brazilian companies. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.040>.

**Ramos P., Mota C. (2016).** Perceptions of success and failure factors in information technology projects: a study from Brazilian companies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, pp. 349 – 357.

**Raza B., Aslam A., Sher A., Malik A., Faheem M. (2020).** Autonomic performance prediction framework for data warehouse queries using lazy learning approach. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106216>.

**Regalado Chamorro M., Medina Gamero A., Hinojosa Núñez M., Rodríguez Pérez A. (2021).** Gamification in health: A change in health education. <https://doi.org/10.1016/j.appr.2021.100102>.

**Rhanna W., Pandey B., Ansari G., Pandey D. (2020).** Software fault prediction based on change metrics using hybrid algorithms: An empirical study. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.03.006>.

**Ries J. (2022).** Agile Project Management: 3 Books in 1: The Complete Guide to Agile Project Management. ISBN-13: 979-8423193096.

**Riesener M., Kuhn M., Keuper A., Schub G. (2023).** A literature analysis on success factors and their corresponding scientific approaches in multi-project management. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.157>.

**Rivera M. (2018).** Enfoque Integrado de Medición, Evaluación y Mejora de Calidad con soporte a Metas de Negocio y de Necesidad de Información: Aplicación de Estrategias a

---

partir de Patrones de Estrategia. Tesis Doctoral. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata.

**Roy S. (2022).** Optimizing safety budget allocation in process industry using risk metrics. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2022.104832>.

**Saleem N. (2019).** Empirical Analysis of Critical Success Factors for Project Management in Global Software Development. International Conference on Global Software Engineering, <https://doi.org/10.1109/ICGSE.2019.00025>, 2019.

**Sanchez O., Terlizzi M., de Oliveira Cesar de Moraes H. (2017).** Cost and time project management success factors for information systems development projects. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.09.007>.

**Sanjuan A., Froese T. (2013).** The Application of Project Management Standards and Success Factors to the Development of a Project Management Assessment Tool. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.03.035>.

**Sardjono W., Retnowardhani A. (2019).** Analysis of Failure Factors in Information Systems Project for Software Implementation at the organization. Proceedings of 2019 International Conference on Information Management and Technology, pp.141-145, <https://doi.org/10.1109/ICIMTech.2019.8843725>.

**Savell J. (2019).** Agile Project Management: A Beginner's Guide to Agile Implementation and Leadership. Ed. Independently. ISBN-10: 1710123699, ISBN-13: 978-1710123692.

**Schlutter A., Vogelsang A. (2018).** Knowledge Representation of Requirements Documents Using Natural Language Processing. <https://doi.org/10.14279/depositonce-7776>.

**Schlutter A., Vogelsang A. (2020).** Knowledge Extraction from Natural Language Requirements into a Semantic Relation Graph. <https://doi.org/10.1145/3387940.3392162>.

---

**Schoech D., Boyas J., Black B. Elias-Lambert N., Boyas F., Black, M. (2013).** Gamification for behavior change: lessons from developing a social, multiuser, web-tablet based prevention game for youths. <https://doi.org/10.1080/15228835.2013.812512>.

**Schröer C., Kruse F., Marx Gómez J. (2021).** A Systematic Literature Review on Applying CRISP-DM Process Model. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.199>.

**Schwaber K., Sutherland J. (2011).** The Scrum Guide, the Definitive Guide to scrum: The Rules of the Game. [http://www.scrum.org/Portals/0/Documents/ScrumGuides/Scrum\\_Guide.pdf](http://www.scrum.org/Portals/0/Documents/ScrumGuides/Scrum_Guide.pdf), (acceso 14.08.23).

**Sebestyén Z., Erdei J., Alfreakhat D. (2022).** Impact of methodologies and standards on the owner's economic benefit in projects. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08843>.

**Seran T., Gurău C., Pellegrin-Boucher E. (2022).** Information systems' adoption in meta-organizations. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.054>.

**Shaikh I., Randhawa K. (2021).** Managing the risks and motivations of technology managers in open innovation: Bringing stakeholder-centric corporate governance into focus. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102437>.

**Shameem M., Nadeem M., Taha Zamani A. (2023).** Genetic algorithm based probabilistic model for agile project success in global software development. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.109998>.

**Shtub A., Rosenwein M. (2016).** Project Management: Processes, Methodologies, and Economics. Pearson, 3 Ed. 736p. ISBN-10: 0134478665. ISBN-13: 978-0134478661.

**Siddiqui T., Ahmad A. (2019).** Mining software repositories for software metrics (MSR-SM): conceptual framework. <https://doi.org/10.35940/ijitee.J1051.0881019>.

**Silva Ferreira M., Almeida Martins L., Júnior P., Costa H. (2019).** Measuring developer work to support the software project manager: an exploratory study. <https://doi.org/10.1145/3364641.3364651>.

---

**Siri D. (2019).** Machine learning algorithm application in software quality improvement using metrics. <https://doi.org/10.35940/ijeat.F1359.0986S319>.

**Smoczyńska A., Pawlak M., Poniszewska-Marańda, A. (2019).** Hybrid agile method for management of software creation. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, pp. 101-115.

**Spundak M. (2014).** Mixed agile/traditional project management methodology – reality or illusion? <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.105>.

**Stoica R., Brouse P. (2013).** IT project failure: A proposed four-phased adaptive multi-method. *Approach*. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.01.076>.

**Suárez-López M., Blanco-Marigorta A., Gutiérrez-Trashorras A. (2023).** Gamification in thermal engineering: Does it encourage motivación and learning? <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.07.006>

**Suh A., Wagner C., Liu L. (2018).** Enhancing user engagement through gamification. <https://doi.org/10.1080/08874417.2016.1229143>.

**Sutherland J. (2014).** *Scrum: The art of doing twice the work in half the time*. New York: Crown Business. 256 p. ISBN-10: 038534645X, ISBN-13: 978-0385346450.

**Taboada I, Daneshpajouh A., Toledo N., de Vass T. (2023).** Artificial Intelligence Enabled Project Management: A Systematic Literature Review. <https://doi.org/10.3390/app13085014>.

**Taherdoost H., Keshavarzsaleh A. (2016).** Critical Factors that Lead to Projects Success/Failure in Global Marketplace. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.01.151>.

**Tahri H. Kaitouni, O. (2013).** IT Project Management in non-projectized organization. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.04.036>.

**Tam C. Jóia da Costa Moura E., Oliveira T., Varajão J. (2020).** The factors influencing the success of on-going agile software development projects. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.02.001>.

**Tao X., Robson P., Wang C. (2023).** To learn or not to learn from new product development project failure: The roles of failure experience and error orientation. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102830>.

**Tebes G., Peppino D., Becker P., Matturro G., Solari M., Olsina L. (2020).** Analyzing and documenting the systematic review results of software Testing ontologies. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106298>.

**The Chaos Report. (2020).** The Standish Group. Disponible en <https://secure.standishgroup.com/reports/flyers/CM2020-TOC.pdf>.

**Thomas R., Uminsky D. (2022).** Reliance on metrics is a fundamental challenge for AI. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2022.100476>.

**Toda A., Valle P., Isotani S. (2017).** The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education, in: HEFA 2017, Higher Education for All. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2_9).

**Tunstall L., von Werra L., Wolf T. (2022).** Natural Language Processing with Transformers: Building Language Applications with Hugging Face 1st Edición. Ed. O'Reilly Media. ISBN-10: 9355420323, ISBN-13: 978-9355420329.

**Unreal Engine (2023).** <https://www.unrealengine.com/es-ES>.

**Van Solingen R., Van Lanen R. (2014).** (Scrum for managers) Scrum voor Managers. Den Haag: Academic Service. EAN: 9789012585903, 2014.

**Vanhoucke M. (2011).** On the dynamic use of project performance and schedule risk information during project tracking. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2010.09.006>.

**Varajão J. (2016).** Success Management as a PM knowledge area – work-in-progress. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.256>.

**Vijayarani S., Janani R. (2016).** Text Mining: open source tokenization tools – An Analysis. <https://doi.org/10.5121/acii.2016.3104>.

---

**Vujović V., Stevanović V., Stevanović M., Stojanov J., Cao Y., Alhamadi Y., Jermittiparsert K., Van Le H., Wakil K., Radojkovic I. (2020).** Project planning and risk management as a success factor for IT projects in agricultural schools in Serbia. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101371>.

**Wang J. (2013).** Perspectives and Techniques for Improving Information Technology Project Management. 1er. Ed. IGI Global. 360 p. ISBN-10:1466628006, ISBN-13: 978-1466628007.

**Wang X., Wei, X., Van Wart, M. McCarthy A., Liu C., Kim S., Ready D. (2023).** The role of E-leadership in ICT utilization: a project management perspective. <https://doi.org/10.1007/s10799-021-00354-4>.

**Westenberger J., Schuler K., Schlegel D. (2022).** Failure of AI projects: understanding the critical factors. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.11.074>.

**Whitty S., Maylor H. (2009).** And then came Complex Project Management. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.03.004>.

**Wieggers K., Beatty J. (2013).** Software Requirements (Developer Best Practices). 3er. Ed. ISBN-10: 0735679665, ISBN-13: 978-0735679665.

**Williams P., Ashil, N., Naumann E., Jackson, E. (2015).** Relationship quality and satisfaction: Customer-perceived success factors for on-time projects. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.07.009>.

**Wood D. (2017).** High-level integrated deterministic, stochastic and fuzzy cost-duration analysis aids project planning and monitoring, focusing on uncertainties and earned value metrics. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2016.11.045>.

**Young R., Brady S., Nagle, D. (2009).** How to save a failing project: chaos to control. Vienna, VA: Management Concepts. 234 p. ISBN 978-1-56726-239-1.

**Zagane M., Abdi M., Alenezi M. (2020).** Deep Learning for Software Vulnerabilities Detection Using Code Metrics. 10.1109/ACCESS.2020.2988557.

