ValReCo: Un Proceso de Validación de Requerimientos

Sonia Santana[1][0000-0003-2163-120X], Leandro Antonelli[2,3][0000-0003-1388-0337], Pablo Thomas[4][0000-0001-9861-987X], Alejandro Fernandez[2][0000-0002-7968-6871]

(1) Facultad de Ciencias de la Administración - Universidad Nacional de Entre Ríos
sonia.santana@uner.edu.ar
(2) Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA), Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata
(3) CAETI - Facultad de Tecnología Informática - Universidad Abierta Interamericana
leandro.antonelli@lifia.info.unlp.edu.ar
(4) Instituto de Investigación en Informática (III-LIDI). Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata
Centro Asociado CIC. Buenos Aires, Argentina
pthomas@lidi.info.unlp.edu.ar

Abstract. En este trabajo se presenta la aplicación del proceso de validación de requerimientos colaborativo - ValReCo. Este proceso está basado en estándares y lineamientos de buenas prácticas y sigue la filosofía basada en procesos, de modo que cada una de las fases identificadas se corresponden al proceso de validación de requerimientos a partir de la técnica extracción de entidades de procesamiento de lenguaje natural en un entorno colaborativo. Cada uno de estos procesos define el conjunto de actividades y tareas que deben ser realizadas, así como los roles, guías y productos de trabajo implicados en las mismas. El objetivo principal del trabajo es mostrar la aplicabilidad del proceso ValReCo identificando sus fortalezas y debilidades.

Keyword. validación de requerimientos, técnicas de procesamiento de lenguaje natural, entornos colaborativos.

1 Introducción

En el marco de la Ingeniería de Requerimientos (RE por sus siglas en inglés Requirements Engineering) la validación de los requerimientos es un proceso fundamental en cualquier proyecto de desarrollo de software y debe ser un proceso continuo en el ciclo de vida del desarrollo del sistema. El principal objetivo de la validación de requerimientos es confirmar que los requerimientos especificados sean representaciones de las necesidades y expectativas de los usuarios [1] [2] [3] y que además sean completos, correctos y consistentes [3] entre otras características.

Actualmente, en muchos proyectos los requerimientos se especifican en lenguaje natural sin restricciones para que cada parte interesada los entienda. El proceso de validación de requerimientos formulados de esta manera se realiza de forma manual, debido a la ambigüedad del lenguaje natural y la consiguiente ausencia de un mecanismo automático de validación. Por lo tanto, la validación de los requerimientos y la transición al diseño basado en modelos, requieren mucho tiempo, es propensa a errores y, a menudo, es repetitiva debido a que se deben validar muchos requerimientos. Definir y validar los requerimientos del sistema es una de las actividades más importante en el desarrollo de un sistema de información. A menudo requiere la colaboración de múltiples partes interesadas que tienen diferentes necesidades y perspectivas. En muchos casos, es especialmente difícil facilitar la recopilación y validación de requerimientos de manera eficiente y eficaz en un entorno jerárquico y, al mismo tiempo, animar a las partes interesadas del sistema a compartir libremente sus ideas y opiniones.

Este trabajo se enfoca en una experiencia de aplicación del proceso de validación de requerimientos – ValReCo [4] y presenta un reporte de resultados con sus fortalezas y debilidades. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 describe el proceso ValReCo a partir de la técnica extracción de entidades de procesamiento de lenguaje natural en un entorno colaborativo, basado en redes sociales formadas por equipos centrados en requerimientos (ECR). La sección 3 describe, en primer lugar, la organización del proceso ValReCo y en segundo lugar muestra la aplicabilidad del proceso. La sección 4 presenta los resultados obtenidos identificándose fortalezas y debilidades. Finalmente, la sección 5 expresa las conclusiones y trabajos futuros.

2 Proceso ValReCo

En esta sección, se describe el proceso ValReCo de validación de requerimientos en un entorno colaborativo basado en equipos centrados en requerimientos [4]. ValReCo se basa en la norma ISO/IEC/IEEE 12207 [5] está conformado por el proceso principal y de apoyo, como se muestra en la Figura 1.

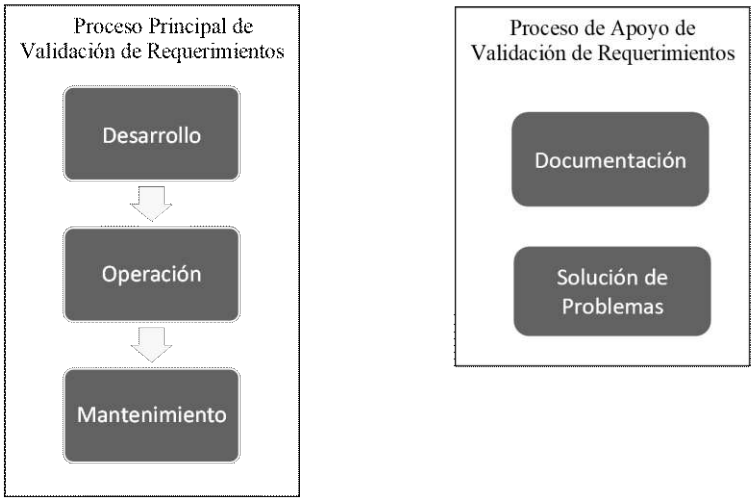

Fig. 1. Procesos de ValReCo [4]

A continuación, en Figura 2 se describen las actividades del proceso principal y el proceso de apoyo de ValReCo, productos de entradas y salidas de cada actividad bajo los lineamientos de la norma ISO 9001 [6] y de buenas prácticas, para el fortalecimiento y la claridad de las actividades.

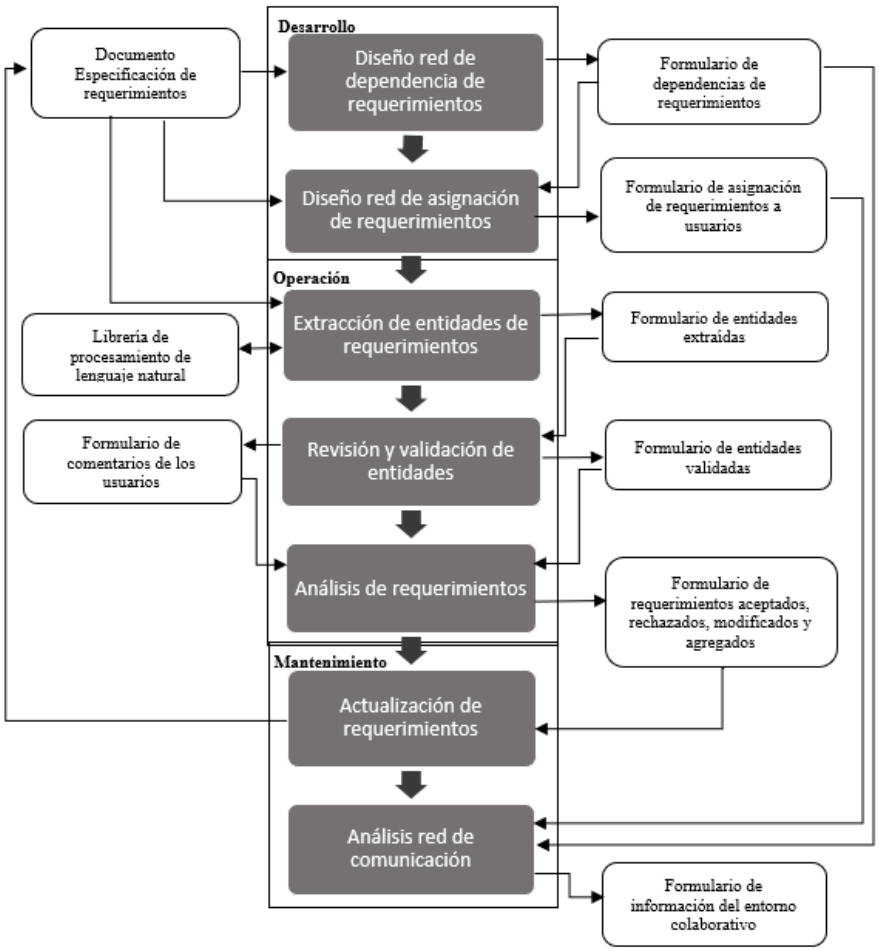

Fig. 2. Proceso ValReCo

3 Ejecución del proceso ValReCo

En esta sección se muestra la aplicación del proceso de validación de requerimientos colaborativo – ValReCo, para conocer sus fortalezas y debilidades.

3.1 Organización del proceso ValReCo

La experiencia de aplicación del proceso ValReCo se desarrolló en un grupo conformado por docentes y estudiantes del área de Ingeniería de Software. Participaron un total siete stakeholders, cinco usuarios del sistema, S1, S2, S3, S4 y S5 y dos analistas A1 y A2. Asimismo, se seleccionaron seis requerimientos con prioridad alta de la especificación de requerimientos de un Sistema de Vuelos, Alojamiento y Alquileres de Autos, que se describen a continuación:

R1: Verificar usuario registrado. El sistema deberá verificar el usuario con el correo y contraseña.

R2: Acceder al carro de compras. El sistema deberá mostrar oferta de vuelo, alojamiento o alquiler de auto para comprar o reservar. Cada oferta deberá incluir número de la oferta, descripción y precio.

R3: Buscar ofertas de alquileres de autos. El sistema deberá mostrar ofertas de alquiler de auto. Cada oferta deberá incluir ciudad y fecha retiro, ciudad y fecha devolución, tipo auto y precio.
R4: Agregar ofertas al carro de compras. El sistema deberá agregar ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto al carro de compras.
R5: Reservar ofertas: El sistema deberá reservar ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto.
R6: Comprar ofertas. El sistema deberá comprar ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto.

Luego, considerando los requerimientos y los stakeholders mencionados anteriormente, se diseñó el entorno colaborativo del proceso ValReCo. Como se muestra en la Figura 3, el entorno colaborativo de ValReCo está conformado por tres planos: **Plano de requerimientos** donde se encuentran los requerimientos a validar, **Plano de artefactos** donde se encuentra el proceso principal y de apoyo de ValReCo y **Plano de equipos centrados en requerimientos** donde se encuentran los ECR conformados por los stakeholders.

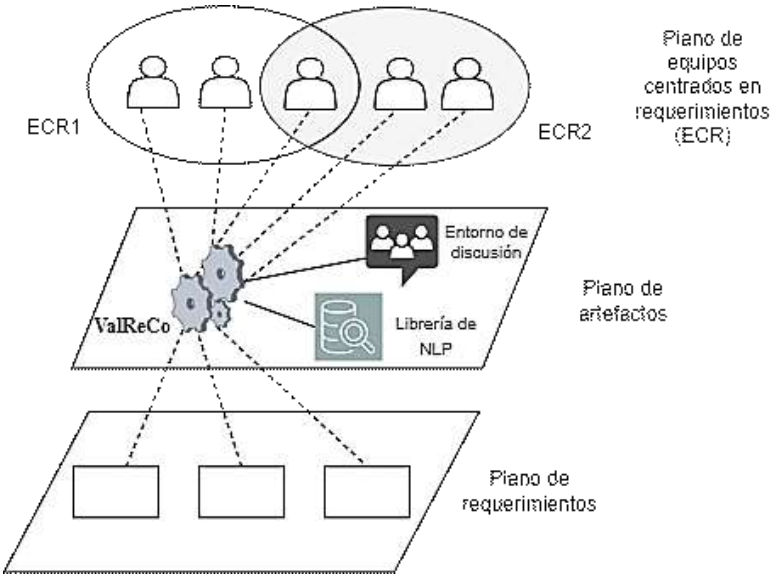

Fig.3. Esquema colaborativo de equipos del proceso ValReCo.

Por último, se analizaron las dependencias y asignaciones de los requerimientos a validar, como se muestra en la Tabla 1, y se crearon los ECR del proceso ValReCo como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 1. Dependencia y asignaciones de los requerimientos.

Requerimiento	Asignado a	Depende de
R1	S2 S3	-
R2	S1	R1
R3	S3	-
R4	S3 S4	R1 R3
R5	S4 S5	R4
R6	S1	R4

Tabla 2. Equipos centrados en requerimientos.

ECR	Stakeholders
ECR1	S1 S2 S3
ECR2	S2 S3 S4
ECR3	S3 S4 S5
ECR4	S1 S3 S4

Se generaron como salida los siguientes formularios como se muestran en la Figura 4 y 5.

Nombre Dependencia de Requerimientos		**Fecha** 21/05/2024		**Versión** 1.0
Propósito El propósito es documentar las dependencias de los requerimientos a validar.				
Audiencia a la que se dirige: Stakeholders				
Procedimientos Determinar la dependencia de los requerimientos.				
Responsabilidades: Analistas				
Requerimientos		**Depende de**		
Id.	**Nombre**	**Id.**	**Nombre**	
R2	Acceder al carro de compras	**R1**	Verificar usuario registrado	
R4	Agregar ofertas al carro de compras	**R1** **R3**	Verificar usuario registrado Buscar ofertas de alquileres de autos	
R5	Reservar ofertas	**R4**	Agregar ofertas al carro de compras	
R6	Comprar ofertas	**R4**	Agregar ofertas al carro de compras	

Fig.4. Formulario de dependencia de requerimientos

Nombre Asignación de Requerimientos a stakeholders		**Fecha** 21/05/2024		**Versión** 1.0
Propósito El propósito es documentar los stakeholders responsables de validar cada requerimiento.				
Audiencia a la que se dirige: Stakeholders				
Procedimientos Determinar que stakeholders validarán los requerimientos.				
Responsabilidades: Analistas				
Requerimientos		**Validado por**		
Id.	**Descripción**	**Id.**	**Nombre stakeholder**	
R1	Verificar usuario registrado	S2 S3	… …	
R2	Acceder al carro de compras	S1	…	
R3	Buscar ofertas de alquileres de autos	S3	…	
R4	Agregar ofertas al carro de compras	S3 S4	… …	
R5	Reservar ofertas	S4 S5	… …	
R6	Comprar ofertas	S1	…	

Fig.5. Formulario de asignación de requerimientos

El proceso ValReCo aplica la técnica reconocimiento de entidades nombradas de NLP para validar los requerimientos. Para la experiencia de aplicación presentada se desarrolló un script en Python, que se utilizó para extraer las entidades nombradas de los requerimientos mediante la librería Spacy y el motor de coincidencia de reglas Matcher. La secuencia de pasos utilizada para extraer entidades es la siguiente:

1. Importar la biblioteca Spacy y el Matcher.
2. Cargar el modelo de lenguaje en español es_core_news_md.
3. Definir el texto de los requerimientos proporcionados.
4. Procesar el texto con el modelo NLP de Spacy.
5. Crear una instancia de Matcher.

6. Definir patrones para identificar verbos (Acciones), sustantivos (Objetos) y sustantivos específicos (Campos del Objeto).
7. Aplicar el matcher al documento procesado.
8. Extraer entidades: se itera sobre los resultados del matcher y se almacena las entidades en un diccionario.
9. Imprimir resultados de las entidades extraídas por categoría.

El uso de Matcher de Spacy, permitió aplicar el reconocimiento de entidades nombradas (NER por sus siglas en inglés) ajustando los patrones para identificar verbos, sustantivos y sustantivos específicos. A diferencia del NER estándar, que utiliza un modelo pre entrenado para identificar entidades generales y no puede examinar entidades específicas, inusuales o de un dominio en particular.

Luego, de ejecutar el script para extraer las entidades de los requerimientos, la información permitió generar los siguientes formularios, como se muestra en la Figura 6.

Nombre Entidades extraídas		**Fecha** 21/05/2024		**Versión** 1.0
Propósito El propósito es documentar las entidades extraídas de los requerimientos a validar.				
Audiencia a la que se dirige: Stakeholders				
Procedimientos Extraer las entidades de los requerimientos a validar.				
Responsabilidades: Analistas				
Requerimientos		**Entidades extraídas**		
Id.	**Descripción**	**Tipo**	**Descripción**	
R1	Verificar usuario registrado. El sistema deberá verificar el usuario con el correo y contraseña.	Entidades nombradas: ACCIONES: verificar CLASES: sistema, usuario CAMPOS: correo, contraseña		
R2	Acceder al carro de compras. El sistema deberá mostrar oferta de vuelo, alojamiento o alquiler de auto para comprar o reservar. Cada oferta deberá incluir número de oferta, descripción y precio.	Entidades nombradas: ACCIONES: mostrar, comprar, reservar, incluir CLASES: sistema, oferta, vuelo, alojamiento, alquiler, auto CAMPOS: número de oferta, descripción, precio		
R3	Buscar ofertas de alquileres de autos. El sistema deberá mostrar oferta de alquiler de auto. Cada oferta deberá incluir ciudad y fecha retiro, ciudad y fecha devolución, tipo auto y precio.	Entidades nombradas: ACCIONES: mostrar, incluir CLASES: sistema, oferta, alquiler, auto CAMPOS: ciudad, fecha, retiro, devolución, tipo, precio		
R4	Agregar ofertas al carro de compras. El sistema deberá agregar ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto al carro de compras.	Entidades nombradas: ACCIONES: agregar OBJETOS: sistema, ofertas, vuelo, alojamiento, alquiler, auto, carro, compras CAMPOS: ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto, carro de compras		
R5	Reservar ofertas. El sistema deberá reservar ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto.	Entidades nombradas: ACCIONES: reservar OBJETOS: sistema, ofertas, vuelo, alojamiento, alquiler, auto CAMPOS: ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto		
R6	Comprar ofertas. El sistema deberá comprar ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto.	Entidades nombradas: ACCIONES: comprar OBJETOS: sistema, ofertas, vuelo, alojamiento, alquiler, auto CAMPOS: ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto		

Fig.6. Formulario de entidades extraídas

A continuación, se procedió a efectuar la revisión y validación manual para confirmar la precisión del modelo, es decir, si las entidades nombradas extraídas de los requerimientos eran relevantes y precisas. Para la actividad se creó un foro de discusión, como se muestra en la

Figura 7, para que los stakeholders puedan expresar discrepancias o dudas sobre las entidades extraídas de los requerimientos.

Fig.7. Foro de revisión y validación de entidades extraídas

Finalizado el foro de discusión, se generaron los siguientes formularios como se muestran en Figura 8 y 9.

Nombre Entidades extraídas validadas		**Fecha** 21/05/2024		**Versión** 1.0
Propósito El propósito es documentar las entidades extraídas de los requerimientos validadas por los stakeholders.				
Audiencia a la que se dirige: Analistas				
Procedimientos Validar manualmente las entidades de los requerimientos utilizando un foro de discusión.				
Responsabilidades: Stakeholders				
Requerimientos		**Entidades extraídas**		
Id.	**Descripción**	**Tipo**	**Descripción**	**Validada**
R1	Verificar usuario registrado	Entidades nombradas: ACCIONES: verificar CLASES: sistema, usuario CAMPOS: correo, contraseña		SI
R2	Acceder al carro de compras	Entidades nombradas: ACCIONES: mostrar, comprar, reservar, incluir CLASES: sistema, oferta, vuelo, alojamiento, alquiler, auto CAMPOS: número de oferta, descripción, precio		Existe un comentario de S2
R3	Buscar ofertas de alquileres de autos	Entidades nombradas: ACCIONES: mostrar, incluir CLASES: sistema, oferta, alquiler, auto CAMPOS: ciudad, fecha, retiro, devolución, tipo, precio		SI
R4	Agregar ofertas al carro de compras.	Entidades nombradas: ACCIONES: agregar OBJETOS: sistema, ofertas, vuelo, alojamiento, alquiler, auto, carro, compras CAMPOS: ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto, carro de compras		SI
R5	Reservar ofertas.	Entidades nombradas: ACCIONES: reservar OBJETOS: sistema, ofertas, vuelo, alojamiento, alquiler, auto CAMPOS: ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto		Existe un comentario de S4
R6	Comprar ofertas.	Entidades nombradas: ACCIONES: comprar OBJETOS: sistema, ofertas, vuelo, alojamiento, alquiler, auto CAMPOS: ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto		SI

Fig. 8. Formulario de entidades extraídas validadas

Nombre Comentarios de usuarios/clientes	**Fecha** 21/05/2024	**Versión** 1.0
Propósito El propósito es documentar los comentarios de los stakeholders.		
Audiencia a la que se dirige: Stakeholders		
Procedimientos Registrar los comentarios de los stakeholders que surgen de las discrepancias o dudas sobre las entidades extraídas de los requerimientos a validar.		
Responsabilidades: Stakeholders		
Comentario		**Stakeholders**
"Sería interesante ofrecer la posibilidad al usuario recuperar la contraseña"		S1
"Sería interesante ofrecer al usuario la posibilidad de eliminar reservas"		S2
"Sería interesante aclarar el tiempo que se mantiene la reserva de la oferta, sugerencia 24 hs."		S4

Fig.9. Formulario de comentarios de stakeholders

A partir de los formularios, se analizaron las entidades identificadas de cada requerimiento para conocer si fueron aceptadas, modificadas o rechazadas, en función de la validación de entidades el requerimiento es aceptado, modificado o rechazado. Además, se consideraron los comentarios de stakeholders con la posibilidad de incorporar o eliminar requerimientos. La información obtenida permitió generar el formulario, como se muestra en la Figura 10.

Nombre Requerimientos aceptados, rechazados, modificados y agregados		**Fecha** 21/05/2024		**Versión** 1.0
Propósito El propósito es documentar los requerimientos aceptados, rechazados, modificados y agregados.				
Audiencia a la que se dirige: Analistas				
Procedimientos Analizar los requerimientos en función de la validación de las entidades de los requerimientos.				
Responsabilidades: Analistas				
Requerimientos		**Estado**		
Id.	**Descripción**			
R1	Verificar usuario registrado	Aceptado		
R2	Acceder al carro de compras	Modificado	*"El sistema deberá mostrar oferta de vuelo, alojamiento o alquiler de auto para comprar, **eliminar** o reservar. Cada oferta deberá incluir número, descripción y monto".*	
R3	Buscar ofertas de alquileres de autos	Aceptado		
R4	Agregar ofertas al carro de compras.	Aceptado		
R5	Reservar ofertas.	Modificado	*"El sistema deberá reservar ofertas de vuelo, alojamiento o alquiler de auto **por 24 horas.**"*	
R6	Comprar ofertas.	Aceptado		
R7	Recuperar contraseña	Agregado	*"El sistema deberá poder recuperar la contraseña del usuario"*	

Fig.10. Formulario de requerimientos aceptados, rechazados, modificados y agregados

4 Resultados del proceso ValReCo

Luego, del desarrollo de la experiencia de aplicación del proceso ValReCo se extraen resultados relacionados con el proceso validación y con el entorno colaborativo diseñado en el proceso.

De la ejecución del proceso de validación se extraen los siguientes resultados:

- Los requerimientos R1, R3, R4 y R6 fueron aceptados en el proceso ValReCo.
- Los requerimientos R2 y R5 fueron modificados en el proceso ValReCo.

- El requerimiento R7 fue creado en el proceso ValReCo.

Del análisis del entorno colaborativo, donde se emplearon dos métricas para conocer el tamaño y densidad de los ECR, se extraen los siguientes resultados.

El tamaño de la red es la cantidad de miembros en cada ECR que ayuda a transmitir la coordinación requerida para cada requerimiento. La proporción de miembros del equipo involucrados en un requerimiento particular del total de miembros del equipo en el proyecto también puede indicar el tamaño relativo y el alcance de un requerimiento, como se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Tamaño relativo de los ECR.

ECR	Cant. Stakeholders	Tamaño relativo = Total stakeholders/ Cant. stakeholders ECR
ECR1	3	2
ECR2	3	2
ECR3	3	2
ECR4	3	2

La densidad de la red es la proporción de vínculos que existen en la red sobre el total de vínculos posibles. En la colaboración basada en requerimientos, es una medición de tan estrechamente acoplado está el equipo de requerimientos y refleja la capacidad del equipo para distribuir conocimientos sobre los cambios en los requerimiento o aclaraciones sobre los requerimientos.

Para determinar la densidad de los ECR se calcula como: $\text{Densidad} = \frac{E}{\frac{N(N-1)}{2}}$ y se muestran en la Tabla 4.

Donde:

- E = número de vínculos en el ECR.
- N = número usuarios en el ECR.
- $\frac{N(N-1)}{2}$ número máximo de vínculos posibles en el ECR.

Tabla 4. Densidad de los ECR.

ECR	E	N	N(N-1) /2	Densidad
ECR1	3	3	3	1
ECR2	3	3	3	1
ECR3	3	3	3	1
ECR4	3	3	3	1

Como resultado del análisis de los ECR se generó un formulario para informar el estado del entorno colaborativo, como se muestra en la Figura 11.

Nombre Información del entorno colaborativo	**Fecha** 24/05/2024	**Versión** 1.0
Propósito El propósito es documentar información del entorno colaborativo del proceso ValReCo.		
Audiencia a la que se dirige: Analistas		
Procedimientos Aplicar técnicas de análisis a la red de comunicación para conocer el tamaño y la densidad de los ECR		
Responsabilidades: Analistas		
Cantidad de usuarios/clientes del proceso de validación: 7		

ECR	Cantidad de stakeholders	Tamaño relativo	Densidad
ECR1	3	2	1
ECR2	3	2	1
ECR3	3	2	1
ECR4	3	2	1

Fig.11. Formulario de información del entrono colaborativo

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

El presente trabajo muestra una experiencia de aplicación del proceso ValReCo para validación de requerimientos en un entorno colaborativo.

El proceso ValReCo se basa en una estructura centrada en el requerimiento como unidad de trabajo en torno a la cual se produce la colaboración. Al adoptar una perspectiva de colaboración sobre el requerimiento, busca mejorar la comprensión de los muchos aspectos que rodean la comunicación, la coordinación y la conciencia de los equipos multifuncionales a lo largo del proceso, y que enfrentan desafíos de naturaleza socio técnica y organizacional.

En cuanto, al uso de técnica NER utilizando Spacy, con Matcher permite definir patrones específicos que se puede personalizar según las necesidades a diferencia de NER estándar que solo utiliza un modelo preentrenado para identificar entidades como personas, organizaciones, fechas entre otras. De igual manera el procesamiento puede ser refinado y extendido para mejorar la precisión de la clasificación.

La red de comunicación generada a partir del uso de un foro de discusión, es útil para identificar la actividad de comunicación generada en torno a un requerimiento y una indicación de comportamientos como pedir aclaraciones sobre cambios de requerimientos y comunicación.

Para analizar el entorno colaborativo se utilizan dos métricas, la primera, es el tamaño relativo de los ECR, se puede observar que la cantidad de miembros de los ECR involucrados en un requerimiento es mayor al tamaño relativo obtenido, lo que pueden surgir problemas de coordinación durante la validación del requerimiento. La segunda, es la densidad de los ECR, en la colaboración basada en requerimientos, es una medición que indica que tan estrechamente acoplado está el equipo de requerimientos y refleja la capacidad del equipo para distribuir conocimiento sobre los cambios en los requerimientos o aclaraciones sobre los requerimientos. La densidad de los ECR es alta, lo que sugiere que los miembros del equipo se comunican mucho entre sí en la validación del requerimiento. La búsqueda de aclaraciones fue el tema de discusión del foro, entonces se puede concluir que algunos requerimientos son ambiguos y problemáticos porque requiere mucho intercambio de información para aclararlos.

Como trabajo futuro se realizarán distintos experimentos exhaustivos del proceso ValReCo con mayor cantidad de requerimientos, que permitirá obtener y analizar

información de la validación de requerimientos en distintos contextos y proyectos de aplicación.

Referencias

1. P. A. Laplante: Requirements Engineering for Software and Systems, CRC Press (2019).
2. B. H. C. Cheng, J. M. Atlee: Current and Future Research Directions in Requirements Engineering, Design Requirements Engineering A Ten-Year Perspective, Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 14, pp. 11–43 (2019).
3. S. L. Pfleeger: Software Engineering – Theory and Practice, Prentice Hall (1998).
4. Sonia Santana, Leandro Antonelli, Pablo Thomas: Proceso de validación de requerimientos aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural en un entorno colaborativo, Internacional WER 2024, Buenos Aires, (2024).
5. ISO/IEC/IEEE 12207:2017: Systems and software engineering, Software life cycle processes, https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/37/63712.html, último acceso 15/06/2024.
6. ISO/IEC 9001:2015 (es), Sistemas de gestión de la calidad — Requerimientos, https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es, último acceso 15/06/2024.