



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA LA GESTIÓN DE LA TRAZABILIDAD DE LOS REQUISITOS FUNCIONALES -HACIA ATRÁS Y HACIA OTROS REQUISITOS- EN LA ETAPA DE ELICITACIÓN DE REQUISITOS EN MICROEMPRESAS DESARROLLADORAS DE *SOFTWARE*”

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERA EN COMPUTACIÓN**

PRESENTA

METZTLI RAMÍREZ GONZÁLEZ

DIRECTORA DE TESIS

DRA. CARLA LENINCA PACHECO AGÜERO

CODIRECTOR

DR. IVAN ANTONIO GARCIA PACHECO

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAX. A DICIEMBRE 2023

Tesis presentada el 14 de diciembre de 2023

ante los siguientes sinodales:

Dr. Carlos Alberto Fernández y Fernández

Ing. David Martínez Torres

M. C. Everth Haydeé Rocha Trejo

Director de Tesis:

Dra. Carla Leninca Pacheco Agüero.

Co-director de Tesis:

Dr. Iván Antonio García Pacheco

Dedicatoria

A mi familia, que siempre me dieron todo y más para poder crecer y poder cumplir este sueño.

A mi madre, por su amor incondicional, por enseñarme sobre la vida.

A mi padre, por su enseñanza y sabiduría, por su guía y apoyo.

A mi tía, Estela y mi prima, Ixchel, por acogerme en su hogar.

A Anita que me enseñó la verdadera fortaleza.

A mis amigos de la vida, Kent, Nikol, Diana, Jesús y Dazahui, por ser mi soporte, mi inspiración y mi alegría.

A mis amigos y colegas de la universidad, Carlos Payán, Víctor, Erika, Carlos Manuel, Luisa y Marco, que hicieron soportable y emocionante mi trayecto en la universidad, me ayudaron a no rendirme y compartieron su vida conmigo.

Agradecimientos

Por medio de estas líneas quiero agradecer:

A mi universidad, Universidad Tecnológica de la Mixteca, por ofrecerme la excelencia en educación que me permitirá llegar a la excelencia profesional.

A mi directora de tesis, Dra. Carla Leninca Pacheco Agüero, por la guía, el apoyo, la paciencia, el tiempo, los conocimientos, el esfuerzo y la compañía que me brindó.

A mi co-director de tesis, Dr. Iván Antonio García Pacheco, por su paciencia, sus conocimientos y las facilidades que me otorgó para realizar este proyecto.

Al M.E.C. Josué Neftalí García Matías, por el tiempo dedicado a la revisión de estilo y formato del documento de tesis y por sus contribuciones para que éste fuera el correcto.

A todos mis profesores por los conocimientos y enseñanzas que me dieron, y que me permitieron concluir mi carrera universitaria.

A Carlos Antonio Payán Rosales, por su enseñanza, su instrucción, su apoyo y la paciencia que me brindó siempre que lo necesité.

A Víctor Antonio Vásquez Tejada, por sus recomendaciones y por impulsarme a realizar este proyecto de tesis.

A Luisa Andrea Morales García, por ser mi compañera durante el desarrollo de este trabajo y por brindarme ideas que me ayudaron a desarrollar esta tesis.

A Rubén Emmanuel Santiago Martínez, por los consejos, conocimientos y asesoramiento que me permitió terminar exitosamente este proyecto.

Al personal de la empresa participante en la evaluación empírica presentada, por su disposición a compartir la documentación necesaria para evaluar el desempeño de la herramienta computacional creada.

Índice

Índice	ix
Lista de tablas	xiii
Lista de Figuras	xix
Resumen	xxxv
1. Introducción.....	1
1.1. Contexto del problema.....	1
1.2. Importancia del problema.....	4
1.3. Necesidad de resolución	6
1.3.1. Herramientas comerciales de <i>software</i>	6
1.3.2. Propuestas.....	6
1.4. Delimitaciones de la tesis	7
1.5. Hipótesis del trabajo	7
1.6. Objetivos del trabajo.....	8
1.7. Aproximación a la solución.....	8
1.7.1. Diseño y desarrollo de la herramienta de <i>software</i>	8
1.7.2. Evaluación empírica de la herramienta de <i>software</i>	10
1.8. Estructura de la tesis	13
2. Marco teórico.....	15
2.1. La Ingeniería de Requisitos en las pequeñas empresas de <i>software</i>	15
2.1.1. Elicitación de requisitos.....	17
2.2. Requisitos, calidad y trazabilidad.....	19
2.2.1. Importancia de la trazabilidad	19
2.2.2. Tipos de trazabilidad de los requisitos	21

2.3. Estado del arte.....	23
2.3.1. Propuestas actuales	23
2.3.2. Herramientas comerciales.....	31
3. Diseño y desarrollo de TrazaReq.....	45
3.1. Gestión de usuarios y privilegios.....	46
3.1.1. Análisis y definición de requisitos: primer incremento	47
3.1.2. Diseño: primer incremento	54
3.1.3. Implementación: primer incremento.....	83
3.1.4. Validación: primer incremento	88
3.1.5. Mantenimiento: primer incremento	101
3.2. Gestión de los requisitos funcionales	101
3.2.1. Análisis y definición de requisitos: segundo incremento	102
3.2.2. Diseño: segundo incremento.....	110
3.2.3. Implementación: Segundo incremento	146
3.2.4. Validación: segundo incremento	150
3.2.5. Mantenimiento: segundo incremento	160
3.3. Realización de la trazabilidad hacia otros requisitos funcionales asociados	160
3.3.1. Análisis y definición de requisitos: tercer incremento	162
3.3.2. Diseño: tercer incremento.....	177
3.3.3. Implementación: tercer incremento	240
3.3.4. Trazabilidad hacia requisitos asociados.....	249
3.3.5. Validación: tercer incremento.....	251
3.3.6. Mantenimiento: tercer incremento.....	256
3.4. Realización de la trazabilidad hacia atrás	265
3.4.1. Análisis y definición de requisitos: cuarto incremento.....	265
3.4.2. Diseño: cuarto incremento.....	269
3.4.3. Implementación: cuarto incremento	285
3.4.4. Validación: cuarto incremento.....	290
3.4.5. Mantenimiento: cuarto incremento.....	293
4. Evaluación empírica de TrazaReq.....	325
4.1. Caso de estudio	326
4.1.1. Adición de requisitos funcionales.....	333
4.1.2. Actualización de un requisito	335

4.1.3. Eliminación de requisitos funcionales.....	345
4.1.4. Método.....	349
4.1.5. Resultados empíricos.....	350
5. Conclusiones	353
6. Bibliografía.....	355
7. Anexo A.- Acrónimos	363
8. Anexo B.- Requisitos	365
9. Anexo C.- Diseño de la arquitectura	371
9.1. Diagramas de subsistema.....	371
9.1.1. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas Usuario.....	371
9.1.2. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas Proyectos.....	372
9.1.3. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas Empresa	372
9.1.4. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas	373
9.1.5. Diagrama de subsistema de Capa Presentación.....	373
9.1.6. Diagrama de subsistema de paquete Usuarios.....	373
9.1.7. Diagrama de subsistema de Usuarios Privilegios.....	374
9.1.8. Diagrama de subsistema Empresa	374
9.1.9. Diagrama de subsistema Proyectos	374
9.1.10. Diagrama de subsistema Documentos.....	375
9.1.11. Diagrama de subsistema Requisitos	375
9.1.12. Diagrama de subsistema <i>Stakeholders</i>	375
9.1.13. Diagrama de subsistema Matriz	376
9.1.14. Diagrama de subsistema Acciones	376
9.1.15. Diagrama de subsistema Correos	376
9.1.16. Diagrama de subsistema Respuestas	377
9.1.17. Diagrama de subsistema de capa Reglas de Negocios	377
9.1.18. Diagrama de subsistema de capa de Almacenamiento.....	378
9.2. Mecanismos de arquitectura.....	378
9.3. Elementos de diseño	379
9.4. Diagrama de capas.....	381
10. Anexo D.- Diagrama general de clases	383
11. Anexo E.- Diagrama de base de datos.....	385

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de trazabilidad.....	11
Tabla 2. Plantilla del requisito a modificar.	11
Tabla 3. Tabla de actor ACT-01 en el primer incremento.....	54
Tabla 4. Tabla de actor ACT-02 en el primer incremento.....	55
Tabla 5. Caso de uso CU-01.....	58
Tabla 6. Caso de uso CU-02.....	60
Tabla 7. Caso de uso CU-03.....	62
Tabla 8. Caso de uso CU-04.....	64
Tabla 9. Caso de uso CU-05.....	66
Tabla 10. Caso de uso CU-06.....	68
Tabla 11. Caso de uso CU-07.....	70
Tabla 12. Caso de uso CU-08.....	72
Tabla 13. Caso de uso CU-09.....	74
Tabla 14. Caso de uso CU-10.....	76
Tabla 15. Caso de uso CU-11.....	78
Tabla 16. Caso de uso CU-12.....	80
Tabla 17. Caso de uso CU-13.....	82
Tabla 18. Datos de prueba correspondientes a los RF-01 y RF-02.	90
Tabla 19. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas correspondientes a los RF-01 y RF-02.	91
Tabla 20. Fallos detectados en los RF-01 y RF-02.	92
Tabla 21. Datos de prueba correspondientes al RF-03.....	92
Tabla 22. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas correspondientes al RF-03.....	93
Tabla 23. Fallos detectados en el requisito RF-03.....	93

Tabla 24. Datos de prueba para el requisito RF-04.	94
Tabla 25. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas del requisito RF-04.	95
Tabla 26. Fallos detectados en el RF-04.....	95
Tabla 27. Datos de prueba para el requisito RF-09.	96
Tabla 28. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas del requisito RF-09.	96
Tabla 29. Fallos detectados en el requisito RF-09.....	97
Tabla 30. Datos de prueba para el requisito RF-10.	97
Tabla 31. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba del requisito RF-10.....	98
Tabla 32. Fallos detectados en el requisito RF-10.....	98
Tabla 33. Datos de prueba para el requisito RF-11.	99
Tabla 34. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba del requisito RF-11.....	99
Tabla 35. Fallos detectados correspondientes al RF-11.	100
Tabla 36. Datos de prueba correspondientes al RF-13.	100
Tabla 37. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-13.....	101
Tabla 38. Fallos detectados correspondientes al RF-13.	101
Tabla 39. Tabla del actor ACT-01 en el segundo incremento.	111
Tabla 40. Tabla del actor ACT-02 en el segundo incremento.	111
Tabla 41. Caso de uso CU-14.	114
Tabla 42. Caso de uso CU-15.	116
Tabla 43. Caso de uso CU-16.	118
Tabla 44. Caso de uso CU-17.	120
Tabla 45. Caso de uso CU-18.	122
Tabla 46. Caso de uso CU-19.	124
Tabla 47. Caso de uso CU-20.	126
Tabla 48. Caso de uso CU-21.	128
Tabla 49. Caso de uso CU-22.	130
Tabla 50. Caso de uso CU-23.	132
Tabla 51. Caso de uso CU-24.	134
Tabla 52. Caso de uso CU-25.	136
Tabla 53. Caso de uso CU-26.	138
Tabla 54. Caso de uso CU-27.	140
Tabla 55. Caso de uso CU-28.	142
Tabla 56. Caso de uso CU-29.	144

Tabla 57. Datos de prueba correspondientes al RF-14.....	151
Tabla 58. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-14.....	151
Tabla 59. Fallos detectados correspondientes al RF-14.....	152
Tabla 60. Datos de prueba correspondientes al RF-15.....	152
Tabla 61. Entradas y salidas esperadas correspondientes al RF-15.....	153
Tabla 62. Fallos detectados correspondientes al RF-15.....	153
Tabla 63. Datos de prueba.....	154
Tabla 64. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes a RF-24.....	154
Tabla 65. Fallos detectados correspondientes al RF-24.....	154
Tabla 66. Datos de prueba correspondientes al RF-26.....	155
Tabla 67. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-26.....	155
Tabla 68. Fallos detectados correspondientes al RF-26.....	156
Tabla 69. Datos de prueba.....	156
Tabla 70. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-27.....	158
Tabla 71. Fallos detectados correspondientes al RF-27.....	160
Tabla 72. Tabla de actor ACT-01 en el tercer incremento.....	177
Tabla 73. Tabla de actor ACT-02 en el tercer incremento.....	177
Tabla 74. Caso de uso CU-30.....	182
Tabla 75. Caso de uso CU-31.....	184
Tabla 76. Caso de uso CU-32.....	186
Tabla 77. Caso de uso CU-33.....	188
Tabla 78. Caso de uso CU-34.....	190
Tabla 79. Caso de uso CU-35.....	192
Tabla 80. Caso de uso CU-36.....	194
Tabla 81. Caso de uso CU-37.....	196
Tabla 82. Caso de uso CU-38.....	198
Tabla 83. Caso de uso CU-39.....	200
Tabla 84. Caso de uso CU-40.....	202
Tabla 85. Caso de uso CU-41.....	204
Tabla 86. Caso de uso CU-42.....	206
Tabla 87. Caso de uso CU-48.....	208
Tabla 88. Caso de uso CU-49.....	210
Tabla 89. Caso de uso CU-50.....	212

Tabla 90. Caso de uso CU-53.....	214
Tabla 91. Caso de uso CU-54.....	216
Tabla 92. Caso de uso CU-55.....	218
Tabla 93. Caso de uso CU-56.....	220
Tabla 94. Caso de uso CU-57.....	222
Tabla 95. Caso de uso CU-58.....	224
Tabla 96. Caso de uso CU-59.....	226
Tabla 97. Caso de uso CU-60.....	228
Tabla 98. Caso de uso CU-61.....	230
Tabla 99. Caso de uso CU-62.....	232
Tabla 100. Caso de uso CU-63.....	234
Tabla 101. Caso de uso CU-64.....	236
Tabla 102. Caso de uso CU-65.....	238
Tabla 103. Datos de prueba correspondientes al RF-38.....	252
Tabla 104. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-38.....	253
Tabla 105. Fallos detectados correspondientes al RF-38.....	256
Tabla 106. Caso de uso CU-46.....	258
Tabla 107. Caso de uso CU-47.....	260
Tabla 108. Caso de uso CU-66.....	263
Tabla 109. Tabla de actor ACT-02 en el cuarto incremento.....	269
Tabla 110. Tabla de actor ACT-03 en el cuarto incremento.....	270
Tabla 111. Caso de uso CU-43.....	272
Tabla 112. Caso de uso CU-44.....	274
Tabla 113. Caso de uso CU-45.....	276
Tabla 114. Caso de uso CU-51.....	278
Tabla 115. Caso de uso CU-52.....	280
Tabla 116. Caso de uso CU-67.....	282
Tabla 117. Caso de uso CU-68.....	284
Tabla 118. Datos de prueba correspondientes al RF-67.....	291
Tabla 119. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-67.....	291
Tabla 120. Fallos detectados correspondientes al RF-67.....	291
Tabla 121. Datos de prueba correspondientes al RF-68.....	292
Tabla 122. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-68.....	293

Tabla 123. Fallos detectados correspondientes al RF-68.	293
Tabla 124. Caso de uso CU-69.	296
Tabla 125. Caso de uso CU-70.	298
Tabla 126. Caso de uso CU-71.	301
Tabla 127. Caso de uso CU-72.	303
Tabla 128. Caso de uso CU-73.	306
Tabla 129. Caso de uso CU-74.	309
Tabla 130. Caso de uso CU-75.	312
Tabla 131. Caso de uso CU-76.	315
Tabla 132. Caso de uso CU-77.	317
Tabla 133. Caso de uso CU-26.	320
Tabla 134. Tabla de variables respuestas.	349
Tabla 135. Atributos de calidad de los requisitos.	350
Tabla 136. Mecanismos de arquitectura.	378
Tabla 137. Elementos de diseño.	379

Lista de Figuras

Figura 1.1. Modelo incremental. Nota: Traducido de Pressman y Maxim (2015).....	9
Figura 2.1. Diagrama simplificado de los dos tipos básicos de RT, pre-RT y post-RT. Nota: Traducido de Hokkanen (2001).....	22
Figura 2.2. <i>Product backlog</i> y <i>sprint backlog</i> . Nota: Tomada de Duraisamy y Atan (2013).	23
Figura 2.3. Proceso de búsqueda. Nota: Tomado de Duraisamy y Atan (2013).	24
Figura 2.4. Requisito Funcional. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).	25
Figura 2.5. Requisito no funcional. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).	26
Figura 2.6. Restricción del sistema. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).	26
Figura 2.7. Lista de proyectos. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).	26
Figura 2.8. Creación de proyecto, botón de eliminar. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).	27
Figura 2.9. Matriz de trazabilidad. Nota: Tomado de Pandey et al., 2018.....	27
Figura 2.10. Tabla de valores. Nota: Tomado de Villanueva (2019).	28
Figura 2.11. Fórmulas para calcular la tasa de efectividad. Nota: Tomado de Villanueva (2019). ..	29
Figura 2.12. Validación de tasa de efectividad. Nota: Tomado de Villanueva (2019).	29
Figura 2.13. Esquema general de técnica de trazabilidad. Nota: Tomado de Villanueva (2019). ..	29
Figura 2.14. Ciclo de vida. Nota: Tomado de Villanueva (2019).	30
Figura 2.15. Entorno gráfico. Nota: Tomada de Lucero (2022).....	30
Figura 2.16. Tarjetas de historias de usuario. Nota: Tomada de Lucero (2022).	31
Figura 2.17. Representación de flujo de trabajo. Nota: Tomado de <i>Visure Solutions</i> (2022).....	32
Figura 2.18. Creación o importación de requisitos. Nota: Tomado de <i>Visure Solutions</i> (2022).....	32
Figura 2.19. Matriz de trazabilidad de requisitos generada por <i>Visure Solutions</i> (2022).....	33
Figura 2.20. Análisis visual de impacto. Nota: Tomado de <i>Visure Solutions</i> (2022).	33
Figura 2.21. Matriz de trazabilidad de DOORS. Nota: Tomado de IBM (2022).....	34

Figura 2.22. Marco gráfico de vínculos. Nota: Tomado de <i>Jama Software</i> (2022).	35
Figura 2.23. Comunicación con los <i>stakeholders</i> . Nota: Tomado de <i>Jama Software</i> (2022).	35
Figura 2.24. Pruebas en <i>Jama Software</i> . Nota: Tomado de <i>Jama Software</i> (2022).	35
Figura 2.25. Funciones de reutilizar y sincronizar. Nota: Tomado de <i>Jama Software</i> (2022).	36
Figura 2.26. Creación de la matriz de trazabilidad. Nota: Tomado de <i>Modern Requirements</i> (2022).	37
Figura 2.27. Matriz de trazabilidad de <i>Modern Requirements</i> . Nota: Tomado de <i>Modern Requirements</i> (2022).	37
Figura 2.28. Selección de elementos. Nota: Tomado de <i>Modern Requirements</i> (2022).	37
Figura 2.29. Matriz de trazabilidad entre elementos. Nota: Tomado de <i>Modern Requirements</i> (2022).	38
Figura 2.30. Vínculos en ReqSuite RM. Nota: Tomado de OSSENO <i>Software</i> (2022).	39
Figura 2.31. Vínculos en interfaz gráfica. Nota: Tomado de OSSENO <i>Software</i> (2022).	39
Figura 2.32. Vínculos en interfaz de texto. Nota: Tomado de OSSENO <i>Software</i> (2022).	39
Figura 2.33. Tabla de requisitos. Nota: Tomado de OSSENO <i>Software</i> (2022).	40
Figura 2.34. Matriz de trazabilidad de <i>Orcanos</i> . Nota: Tomado de <i>Orcanos</i> (2022).	41
Figura 2.35. Rastreo automático del historial de un requisito. Nota: Tomado de <i>Accompa</i> (2022).	41
Figura 2.36. Modelo visual de vínculos. Nota: Tomado de <i>Micro Focus</i> (2022).	42
Figura 2.37. Matriz de trazabilidad de <i>Dimensions RM</i> . Nota: Tomado de <i>Micro Focus</i> (2022). ..	42
Figura 2.38. Matriz de trazabilidad de <i>Codebeamer</i> . Nota: Tomado de <i>Intland Software</i> , (2022). ..	43
Figura 2.39. Enlaces de <i>Codebeamer</i> . Nota: Tomado de <i>Intland Software</i> , (2022).	44
Figura 2.40. Matriz de trazabilidad de <i>Helix RM</i> . Nota: Tomado de <i>Perforce Software</i> (2022). ...	44
Figura 3.1. Incrementos en la construcción de la herramienta.	45
Figura 3.2. Requisito RF-01.	48
Figura 3.3. Requisito RF-02.	48
Figura 3.4. Requisito RF-03.	49
Figura 3.5. Requisito RF-04.	49
Figura 3.6. Requisito RF-05.	50
Figura 3.7. Requisito RF-06.	50
Figura 3.8. Requisito RF-07.	51
Figura 3.9. Requisito RF-08.	51
Figura 3.10. Requisito RF-09.	52
Figura 3.11. Requisito RF-10.	52

Figura 3.12. Requisito RF-11.	53
Figura 3.13. Requisito RF-12.	53
Figura 3.14. Requisito RF-13.	54
Figura 3.15. Diagrama de los casos de uso del primer incremento.	55
Figura 3.16. Diagrama de comunicación del líder de proyecto en el primer incremento.	56
Figura 3.17. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos en el primer incremento.	56
Figura 3.18. Diagrama de clases del primer incremento.	57
Figura 3.19. Diagrama de caso de uso CU-01.	58
Figura 3.20. Diagrama de secuencia CU-01.	59
Figura 3.21. Diagrama de caso de uso CU-02.	60
Figura 3.22. Diagrama de secuencia CU-02.	61
Figura 3.23. Diagrama de caso de uso CU-03.	62
Figura 3.24. Diagrama de secuencia CU-03.	63
Figura 3.25. Diagrama de caso de uso CU-04.	64
Figura 3.26. Diagrama de secuencia CU-04.	65
Figura 3.27. Diagrama de caso de uso CU-05.	66
Figura 3.28. Diagrama de secuencia CU-05.	67
Figura 3.29. Diagrama de caso de uso CU-06.	68
Figura 3.30. Diagrama de secuencia CU-06.	69
Figura 3.31. Diagrama de caso de uso CU-07.	70
Figura 3.32. Diagrama de secuencia CU-07.	71
Figura 3.33. Diagrama de caso de uso CU-08.	72
Figura 3.34. Diagrama de secuencia CU-08.	73
Figura 3.35. Diagrama de caso de uso CU-09.	74
Figura 3.36. Diagrama de secuencia CU-09.	75
Figura 3.37. Diagrama de caso de uso CU-10.	76
Figura 3.38. Diagrama de secuencia CU-10.	77
Figura 3.39. Diagrama de caso de uso CU-11.	78
Figura 3.40. Diagrama de secuencia CU-11.	79
Figura 3.41. Diagrama de caso de uso CU-12.	80
Figura 3.42. Diagrama de secuencia CU-12.	81
Figura 3.43. Diagrama de caso de uso CU-13.	82

Figura 3.44. Diagrama de secuencia CU-13.	83
Figura 3.45. Pantalla principal.	84
Figura 3.46. Creación de cuenta de líder de proyecto (RF-01).	85
Figura 3.47. Creación de cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-02).	85
Figura 3.48. Inicio de sesión en cuenta de líder de proyecto o de ingeniero(a) de requisitos (RF-03 y RF-04).	85
Figura 3.49. Cierre de sesión en cuenta de líder de proyecto o de ingeniero(a) de requisitos (RF-05 y RF-06).	86
Figura 3.50. Visualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (RF-07).	86
Figura 3.51. Visualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-08).	86
Figura 3.52. Actualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (RF-09).	87
Figura 3.53. Actualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-10).	87
Figura 3.54. Eliminación de la cuenta de líder de proyecto (RF-11).	87
Figura 3.55. Eliminación de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-12).	88
Figura 3.56. Visualización de la lista de cuentas de ingenieros(as) de requisitos asociadas a un líder de proyecto (RF-)	88
Figura 3.57. Clases de equivalencia correspondientes a los RF-01 y RF-02.	89
Figura 3.58. Casos de prueba generados para los RF-01 y RF-02.	89
Figura 3.59. Clases de equivalencia correspondiente al RF-03.	92
Figura 3.60. Casos de prueba generados para el RF-03.	93
Figura 3.61. Clases de equivalencia para el requisito RF-04.	94
Figura 3.62. Casos de prueba para el requisito RF-04.	94
Figura 3.63. Clases de equivalencia para el requisito RF-09.	95
Figura 3.64. Casos de prueba para el requisito RF-09.	96
Figura 3.65. Clases de equivalencia para el requisito RF-10.	97
Figura 3.66. Casos de prueba para el requisito RF-10.	98
Figura 3.67. Clases de equivalencia correspondiente al requisito RF-11.	99
Figura 3.68. Casos de prueba para el requisito RF-11.	99
Figura 3.69. Clases de equivalencia correspondientes al RF-13.	100
Figura 3.70. Casos de prueba generados para el RF-13.	100
Figura 3.71. Requisito RF-14.	103
Figura 3.72. Requisito RF-15.	103
Figura 3.73. Requisito RF-16.	104
Figura 3.74. Requisito RF-17.	104

Figura 3.75. Requisito RF-18.	105
Figura 3.76. Requisito RF-19.	105
Figura 3.77. Requisito RF-20.	106
Figura 3.78. Requisito RF-21.	106
Figura 3.79. Requisito RF-22.	107
Figura 3.80. Requisito RF-23.	107
Figura 3.81. Requisito RF-24.	108
Figura 3.82. Requisito RF-25.	108
Figura 3.83. Requisito RF-26.	109
Figura 3.84. Requisito RF-27.	109
Figura 3.85. Requisito RF-28.	110
Figura 3.86. Requisito RF-29.	110
Figura 3.87. Diagrama de casos de uso del segundo incremento.	111
Figura 3.88. Diagrama de comunicación del líder de proyecto en el segundo incremento.	112
Figura 3.89. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos en el segundo incremento.	112
Figura 3.90. Diagrama de clases del segundo incremento.	113
Figura 3.91. Diagrama de caso de uso CU-14.	114
Figura 3.92. Diagrama de secuencia CU-14.	115
Figura 3.93. Diagrama de caso de uso CU-15.	116
Figura 3.94. Diagrama de secuencia CU-15.	117
Figura 3.95. Diagrama de caso de uso CU-16.	118
Figura 3.96. Diagrama de secuencia CU-16.	119
Figura 3.97. Diagrama de caso de uso CU-17.	120
Figura 3.98. Diagrama de secuencia CU-17.	121
Figura 3.99. Diagrama de caso de uso CU-18.	122
Figura 3.100. Diagrama de secuencia CU-18.	123
Figura 3.101. Diagrama de caso de uso CU-19.	124
Figura 3.102. Diagrama de secuencia CU-19.	125
Figura 3.103. Diagrama de caso de uso CU-20.	126
Figura 3.104. Diagrama de secuencia CU-20.	127
Figura 3.105. Diagrama de caso de uso CU-21.	128
Figura 3.106. Diagrama de secuencia CU-21.	129

Figura 3.107. Diagrama de caso de uso CU-22.....	130
Figura 3.108. Diagrama de secuencia CU-22.....	131
Figura 3.109. Diagrama de caso de uso CU-23.....	132
Figura 3.110. Diagrama de secuencia CU-23.....	133
Figura 3.111. Diagrama de caso de uso CU-24.....	134
Figura 3.112. Diagrama de secuencia CU-24.....	135
Figura 3.113. Diagrama de caso de uso CU-25.....	136
Figura 3.114. Diagrama de secuencia CU-25.....	137
Figura 3.115. Diagrama de caso de uso CU-26.....	138
Figura 3.116. Diagrama de secuencia CU-26.....	139
Figura 3.117. Diagrama de caso de uso CU-27.....	140
Figura 3.118. Diagrama de secuencia CU-27.....	141
Figura 3.119. Diagrama de caso de uso CU-28.....	142
Figura 3.120. Diagrama de secuencia CU-28.....	143
Figura 3.121. Diagrama de caso de uso CU-29.....	144
Figura 3.122. Diagrama de secuencia CU-29.....	145
Figura 3.123. Creación de un proyecto (RF-14).....	147
Figura 3.124. Actualización del proyecto (RF-15).....	147
Figura 3.125. Visualización de los proyectos asignados a un(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-16 y RF-17).....	147
Figura 3.126. Visualización de los datos de un proyecto (RF-18 y RF-19).....	148
Figura 3.127. Actualización del estado de un proyecto (RF-20, RF-21, RF-22 y RF-23).....	148
Figura 3.128. Eliminación de un proyecto (RF-24).....	148
Figura 3.129. Visualización de la plantilla de un requisito (RF-25).....	149
Figura 3.130. Subir documento de requisitos (RF-26).....	149
Figura 3.131. Creación de un requisito de forma manual (RF-27).....	149
Figura 3.132. Visualización de los requisitos de un proyecto asignado a un ingeniero(a) de requisitos (RF-28 y RF-29).....	150
Figura 3.133. Clases de equivalencia correspondiente al RF-14.....	150
Figura 3.134. Casos de prueba generados para el RF-14.....	151
Figura 3.135. Clases de equivalencia correspondientes al RF-15.....	152
Figura 3.136. Casos de prueba generados para el RF-15.....	153
Figura 3.137. Clases de equivalencia correspondientes al RF-24.....	153

Figura 3.138. Casos de prueba generados para el RF-24.	154
Figura 3.139. Clases de equivalencia correspondientes al RF-26.	155
Figura 3.140. Casos de prueba generados para el RF-26.	155
Figura 3.141. Clases de equivalencia correspondientes al RF-27.	156
Figura 3.142. Casos de prueba generados para el RF-27.	158
Figura 3.143. Requisito RF-30.	162
Figura 3.144. Requisito RF-31.	163
Figura 3.145. Requisito RF-32.	163
Figura 3.146. Requisito RF-33.	164
Figura 3.147. Requisito RF-34.	164
Figura 3.148. Requisito RF-35.	165
Figura 3.149. Requisito RF-36.	165
Figura 3.150. Requisito RF-37.	166
Figura 3.151. Requisito RF-38.	166
Figura 3.152. Requisito RF-39.	167
Figura 3.153. Requisito RF-40.	167
Figura 3.154. Requisito RF-41.	168
Figura 3.155. Requisito RF-42.	168
Figura 3.156. Requisito RF-48.	169
Figura 3.157. Requisito RF-49.	169
Figura 3.158. Requisito RF-50.	170
Figura 3.159. Requisito RF-53.	170
Figura 3.160. Requisito RF-54.	171
Figura 3.161. Requisito RF-55.	171
Figura 3.162. Requisito RF-56.	172
Figura 3.163. Requisito RF-57.	172
Figura 3.164. Requisito RF-58.	173
Figura 3.165. Requisito RF-59.	173
Figura 3.166. Requisito RF-60.	174
Figura 3.167. Requisito RF-61.	174
Figura 3.168. Requisito RF-62.	175
Figura 3.169. Requisito RF-63.	175
Figura 3.170. Requisito RF-64.	176

Figura 3.171. Requisito RF-65.	176
Figura 3.172. Diagrama de casos de uso del tercer incremento.	178
Figura 3.173. Diagrama de comunicación del líder de proyecto en el tercer incremento.	179
Figura 3.174. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos en el tercer incremento.	180
Figura 3.175. Diagrama de clases del tercer incremento.	181
Figura 3.176. Diagrama de caso de uso CU-30.	182
Figura 3.177. Diagrama de secuencia CU-30.	183
Figura 3.178. Diagrama de caso de uso CU-31.	184
Figura 3.179. Diagrama de secuencia CU-31.	185
Figura 3.180. Diagrama de caso de uso CU-32.	186
Figura 3.181. Diagrama de secuencia CU-32.	187
Figura 3.182. Diagrama de caso de uso CU-33.	188
Figura 3.183. Diagrama de secuencia CU-33.	189
Figura 3.184. Diagrama de caso de uso CU-34.	190
Figura 3.185. Diagrama de secuencia CU-34.	191
Figura 3.186. Diagrama de caso de uso CU-35.	192
Figura 3.187. Diagrama de secuencia CU-35.	193
Figura 3.188. Diagrama de caso de uso CU-36.	194
Figura 3.189. Diagrama de secuencia CU-36.	195
Figura 3.190. Diagrama de caso de uso CU-37.	196
Figura 3.191. Diagrama de secuencia CU-37.	197
Figura 3.192. Diagrama de caso de uso CU-38.	198
Figura 3.193. Diagrama de secuencia CU-38.	199
Figura 3.194. Diagrama de caso de uso CU-39.	200
Figura 3.195. Diagrama de secuencia CU-39.	201
Figura 3.196. Diagrama de caso de uso CU-40.	202
Figura 3.197. Diagrama de secuencia CU-40.	203
Figura 3.198. Diagrama de caso de uso CU-41.	204
Figura 3.199. Diagrama de secuencia CU-41.	205
Figura 3.200. Diagrama de caso de uso CU-42.	206
Figura 3.201. Diagrama de secuencia CU-42.	207
Figura 3.202. Diagrama de caso de uso CU-48.	208

Figura 3.203. Diagrama de secuencia CU-48.....	209
Figura 3.204. Diagrama de caso de uso CU-49.....	210
Figura 3.205. Diagrama de secuencia CU-49.....	211
Figura 3.206. Diagrama de caso de uso CU-50.....	212
Figura 3.207. Diagrama de secuencia CU-50.....	213
Figura 3.208. Diagrama de caso de uso CU-53.....	214
Figura 3.209. Diagrama de secuencia CU-53.....	215
Figura 3.210. Diagrama de caso de uso CU-54.....	216
Figura 3.211. Diagrama de secuencia CU-54.....	217
Figura 3.212. Diagrama de caso de uso CU-55.....	218
Figura 3.213. Diagrama de secuencia CU-55.....	219
Figura 3.214. Diagrama de caso de uso CU-56.....	220
Figura 3.215. Diagrama de secuencia CU-56.....	221
Figura 3.216. Diagrama de caso de uso CU-57.....	222
Figura 3.217. Diagrama de secuencia CU-57.....	223
Figura 3.218. Diagrama de caso de uso CU-58.....	224
Figura 3.219. Diagrama de secuencia CU-58.....	225
Figura 3.220. Diagrama de caso de uso CU-59.....	226
Figura 3.221. Diagrama de secuencia CU-59.....	227
Figura 3.222. Diagrama de caso de uso CU-60.....	228
Figura 3.223. Diagrama de secuencia CU-60.....	229
Figura 3.224. Diagrama de caso de uso CU-61.....	230
Figura 3.225. Diagrama de secuencia CU-61.....	231
Figura 3.226. Diagrama de caso de uso CU-62.....	232
Figura 3.227. Diagrama de secuencia CU-62.....	233
Figura 3.228. Diagrama de caso de uso CU-63.....	234
Figura 3.229. Diagrama de secuencia CU-63.....	235
Figura 3.230. Diagrama de caso de uso CU-64.....	236
Figura 3.231. Diagrama de secuencia CU-64.....	237
Figura 3.232. Diagrama de caso de uso CU-65.....	238
Figura 3.233. Diagrama de secuencia CU-65.....	239
Figura 3.234. Creación de la matriz de trazabilidad (RF-30).....	241
Figura 3.235. Matriz de trazabilidad ya creada (RF-30).	242

Figura 3.236. Visualización de la matriz de trazabilidad (RF-31 y RF-32).	242
Figura 3.237. Visualización de la plantilla de requisito en la lista de requisitos (RF-33 y RF-34).	242
Figura 3.238. Visualización de la lista de requisitos asociados a un requisito (RF-35 y RF-36)..	243
Figura 3.239. Inicio de la actualización de un requisito (RF-37).	243
Figura 3.240. Actualización de los datos de un requisito (RF-38).	243
Figura 3.241. Cambio a color rojo de un requisito en actualización y en amarillo sus requisitos asociados (RF-39, RF-40 y RF-64).	244
Figura 3.242. Actualización de un requisito (RF-41).	244
Figura 3.243. Eliminación de un requisito (RF-48).	244
Figura 3.244. Revisión de los requisitos asociados a un requisito en eliminación (RF-49).	245
Figura 3.245. Eliminación de los requisitos asociados a un requisito (RF-50).	245
Figura 3.246. Eliminación de los datos de un requisito (RF-53).	245
Figura 3.247. Visualización en color amarillo los requisitos asociados a un requisito a ser eliminado (RF-54).	246
Figura 3.248. Rechazo a la actualización de un requisito en color amarillo (RF-55).	246
Figura 3.249. Cambio a color rojo de un requisito en proceso de actualización (RF-58 y RF-60).	247
Figura 3.250. Notificación de cambio a color rojo de un requisito en proceso de actualización (RF- 59).	247
Figura 3.251. Notificación de cambio a color rojo de un requisito en eliminación (RF-61).	247
Figura 3.252. Cambio a color verde de un requisito actualizado (RF-62).	248
Figura 3.253. Notificación de cambio a color verde de un requisito actualizado (RF-63).	248
Figura 3.254. Requisito en color verde.	248
Figura 3.255. Todos los requisitos de la matriz de trazabilidad en verde.	249
Figura 3.256. Notificación de cambio a color amarillo de un requisito asociado pendiente de actualización (RF-65).	249
Figura 3.257. Clases de equivalencia correspondientes al RF-38.	252
Figura 3.258. Casos de prueba generados para el RF-38.	253
Figura 3.259. Requisito RF-46.	257
Figura 3.260. Diagrama de comunicación del líder de proyecto.	257
Figura 3.261. Diagrama de caso de uso CU-46.	257
Figura 3.262. Diagrama de secuencia CU-46.	258
Figura 3.263. Descargar requisitos (RF-46).	259
Figura 3.264. Requisito RF-47.	259

Figura 3.265. Diagrama de comunicación CU-47.....	260
Figura 3.266. Diagrama de caso de uso CU-47.....	260
Figura 3.267. Diagrama de secuencia CU-47.....	261
Figura 3.268. Descargar requisitos (RF-47).....	261
Figura 3.269. Requisito RF-66.....	262
Figura 3.270. Diagrama de comunicación CU-66.....	262
Figura 3.271. Diagrama de caso de uso CU-66.....	263
Figura 3.272. Diagrama de secuencia CU-66.....	264
Figura 3.273. Lista de todos los proyectos (RF-66)	264
Figura 3.274. Requisito RF-43.....	266
Figura 3.275. Requisito RF-44.....	266
Figura 3.276. Requisito RF-45.....	267
Figura 3.277. Requisito RF-51.....	267
Figura 3.278. Requisito RF-52.....	268
Figura 3.279. Requisito RF-67.....	268
Figura 3.280. Requisito RF-68.....	269
Figura 3.281. Diagrama de casos de uso del cuarto incremento.....	270
Figura 3.282. Diagrama de comunicación del <i>stakeholder</i> en el cuarto incremento.....	270
Figura 3.283. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos en el cuarto incremento.	271
Figura 3.284. Diagrama de clases del cuarto incremento.....	271
Figura 3.285. Diagrama de caso de uso CU-43.....	272
Figura 3.286. Diagrama de secuencia CU-43.....	273
Figura 3.287. Diagrama de caso de uso CU-44.....	274
Figura 3.288. Diagrama de secuencia CU-44.....	275
Figura 3.289. Diagrama de caso de uso CU-45.....	276
Figura 3.290. Diagrama de secuencia CU-45.....	277
Figura 3.291. Diagrama de caso de uso CU-51.....	278
Figura 3.292. Diagrama de secuencia CU-51.....	279
Figura 3.293. Diagrama de caso de uso CU-52.....	280
Figura 3.294. Diagrama de secuencia CU-52.....	281
Figura 3.295. Diagrama de caso de uso CU-67.....	282
Figura 3.296. Diagrama de secuencia CU-67.....	283

Figura 3.297. Diagrama de caso de uso CU-68.	284
Figura 3.298. Diagrama de secuencia CU-68.	285
Figura 3.299. Ir a la pantalla de notificaciones (RF-45).	286
Figura 3.300. Mostrar el resumen de las actualizaciones (RF-45).	286
Figura 3.301. Notificación a los <i>stakeholders</i> sobre el inicio de una actualización de un requisito (RF-45).	286
Figura 3.302. Modificación a un requisito (RF-45).	287
Figura 3.303. Requisito asociado sin modificación (RF-45).	287
Figura 3.304. Botones para enviar los correos de notificación a los <i>stakeholders</i> (RF-45).	287
Figura 3.305. Notificación a los <i>stakeholders</i> a través de un correo electrónico (RF-43 y RF-51).	288
Figura 3.306. Pantalla que muestra que los correos electrónicos fueron enviados (RF-43 y RF-51).	288
Figura 3.307. Correo recibido por el <i>stakeholder</i> donde se le notifica sobre la actualización o eliminación de un requisito (RF-43 y RF-51).	288
Figura 3.308. Respuestas de los <i>stakeholders</i> a una actualización o eliminación de un requisito (RF-44 y RF-52).	289
Figura 3.309. Registro de respuesta de los <i>stakeholders</i> a una actualización o eliminación de un requisito (RF-67 y RF-68).	289
Figura 3.310. Respuesta registrada de los <i>stakeholders</i> a una actualización o eliminación de un requisito (RF-67 y RF-68).	290
Figura 3.311. Clases de equivalencia correspondientes al RF-67.	290
Figura 3.312. Casos de prueba generados para el RF-67.	291
Figura 3.313. Clases de equivalencia correspondientes al RF-68.	292
Figura 3.314. Casos de prueba generados para el RF-68.	292
Figura 3.315. Diagrama de comunicación del usuario.	294
Figura 3.316. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos.	294
Figura 3.317. Diagrama de comunicación del líder de proyecto.	295
Figura 3.318. Requisito funcional RF-69.	295
Figura 3.319. Diagrama de caso de uso CU-69.	295
Figura 3.320. Diagrama de secuencia CU-69.	297
Figura 3.321. Creación del registro de la empresa (RF-69).	297
Figura 3.322. Requisito funcional RF-70.	298
Figura 3.323. Diagrama de caso de uso CU-70.	298
Figura 3.324. Diagrama de secuencia CU-70.	299

Figura 3.325. Actualización de los datos de la empresa (RF-70).....	300
Figura 3.326. Requisito funcional RF-71.....	300
Figura 3.327. Diagrama de caso de uso CU-71.....	300
Figura 3.328. Diagrama de secuencia CU-71.....	302
Figura 3.329. Eliminación de los datos de una empresa (RF-71).	302
Figura 3.330. Requisito funcional RF-72.....	303
Figura 3.331. Diagrama de caso de uso CU-72.....	303
Figura 3.332. Diagrama de secuencia CU-72.....	304
Figura 3.333. Visualización de datos de la empresa por el(a) líder de proyecto (RF-72).....	305
Figura 3.334. Requisito funcional RF-73.....	305
Figura 3.335. Diagrama de caso de uso CU-73.....	306
Figura 3.336. Diagrama de secuencia CU-73.....	307
Figura 3.337. Visualización de los datos de la empresa por el(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-73).	307
Figura 3.338. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos.....	308
Figura 3.339. Diagrama de comunicación del líder de proyecto.....	308
Figura 3.340. Requisito funcional RF-74.....	309
Figura 3.341. Diagrama de caso de uso CU-74.....	309
Figura 3.342. Diagrama de secuencia CU-74.....	310
Figura 3.343. Terminar proceso de actualización de un requisito por el(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-74).	311
Figura 3.344. Requisito funcional RF-75.....	311
Figura 3.345. Diagrama de caso de uso CU-75.....	312
Figura 3.346. Diagrama de secuencia CU-75.....	313
Figura 3.347. Terminar proceso de actualización de un requisito por el(a) líder de proyecto (RF-75).	314
Figura 3.348. Requisito funcional RF-76.....	314
Figura 3.349 Diagrama de caso de uso CU-76.....	315
Figura 3.350. Diagrama de secuencia CU-76.....	316
Figura 3.351. Terminación del proceso de eliminación por el(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-76).	316
Figura 3.352. Requisito funcional RF-77.....	317
Figura 3.353. Diagrama de caso de uso CU-77.....	317
Figura 3.354. Diagrama de secuencia CU-77.....	318

Figura 3.355. Terminación del proceso de eliminación por el(a) líder de proyecto (RF-77).....	319
Figura 3.356. Requisito funcional RF-26.	319
Figura 3.357. Diagrama de caso de uso CU-26.	320
Figura 3.358. Diagrama de secuencia CU-26.	321
Figura 3.359. Alerta de revisión de la trazabilidad de un requisito (RF-26).	322
Figura 3.360. Notificación de datos incompletos en los requisitos (RF-26).	322
Figura 3.361. Notificación de éxito en la subida de un archivo con requisitos (RF-26).	322
Figura 4.1. Creación de la cuenta de empresa.	327
Figura 4.2. Visualización del perfil de la empresa.	327
Figura 4.3. Creación de una cuenta de líder de proyecto.....	327
Figura 4.4. Inicio de sesión en cuenta de líder de proyecto.....	328
Figura 4.5. Creación de la cuenta de ingeniera de requisitos.	328
Figura 4.6. Lista de ingeniero(a)s a cargo del líder de proyecto.	328
Figura 4.7. Alta del proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.....	329
Figura 4.8. Visualización de los proyectos dados de alta en TrazaReq.....	329
Figura 4.9. Datos del proyecto de la gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.	329
Figura 4.10. Plantilla específica para requisitos funcionales en TrazaReq.	330
Figura 4.11. Verificación de la completitud de los datos los requisitos del proyecto.	330
Figura 4.12. Notificación de datos incompletos en el documento de requisitos del proyecto.	331
Figura 4.13. Subida de documento de los requisitos funcionales del proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.....	331
Figura 4.14. Requisitos registrados para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.....	331
Figura 4.15. Matriz de trazabilidad generada para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X” (1/3).....	332
Figura 4.16. Matriz de trazabilidad generada para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X” (2/3).	332
Figura 4.17. Matriz de trazabilidad generada para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X” (3/3).....	332
Figura 4.18. Adición de requisito.	333
Figura 4.19. Confirmación del requisito agregado.	334
Figura 4.20. Vista global del requisito agregado.....	334
Figura 4.21. Vista individual del requisito agregado.....	335
Figura 4.22. Matriz actualizada con el requisito agregado.....	335

Figura 4.23. Panel de Información sobre el proceso de actualización.	335
Figura 4.24. Requisito a ser actualizado.....	336
Figura 4.25. Cambio de color de un requisito a rojo, lo que indica que está siendo actualizado..	336
Figura 4.26. Matriz de trazabilidad con el requisito en actualización en color rojo.	337
Figura 4.27. Actualización del requisito.....	337
Figura 4.28. Matriz que muestra el requisito actualizado en color verde.....	337
Figura 4.29. Notificación de revisión de requisito asociado en amarillo.	338
Figura 4.30. Revisión del requisito en amarillo.....	338
Figura 4.31. Notificación de requisito en color verde.	339
Figura 4.32. Matriz actualizada con el requisito asociado en color verde.....	339
Figura 4.33. Requisito en rojo que denota que está en actualización.	340
Figura 4.34. Matriz con requisitos en actualización y color rojo.	340
Figura 4.35. Matriz actualizada con los requisitos asociados en color amarillo.	340
Figura 4.36. Notificación de un requisito asociado en color amarillo.....	341
Figura 4.37. Plantilla del requisito asociado en color amarillo.	341
Figura 4.38. Matriz con todos los requisitos en color verde.....	341
Figura 4.39. Resumen de actualizaciones.....	342
Figura 4.40. Resumen de actualizaciones.....	342
Figura 4.41. Notificación a un <i>stakeholder</i>	343
Figura 4.42. Notificación de espera en el envío de correos a los <i>stakeholders</i> involucrados.	343
Figura 4.43. Correo electrónico recibido por un <i>stakeholder</i>	343
Figura 4.44. Registro de respuesta de un <i>stakeholder</i>	344
Figura 4.45. Respuesta registrada de un <i>stakeholder</i>	344
Figura 4.46. Lista de respuestas registradas de los <i>stakeholders</i>	344
Figura 4.47. Matriz de trazabilidad después de concluir un proceso de actualización.....	345
Figura 4.48. Requisito seleccionado para su eliminación	345
Figura 4.49. Matriz de trazabilidad con el requisito a ser eliminado marcado en color rojo	346
Figura 4.50. Matriz de trazabilidad después de eliminar el requisito con los requisitos asociados en color amarillo.....	346
Figura 4.51. Requisito en actualización después de la eliminación del requisito asociado	346
Figura 4.52. Matriz de trazabilidad con todos los requisitos en verde	347
Figura 4.53. Resumen de actualizaciones de los requisitos.....	347

Figura 4.54. Envío de correos electrónicos a los <i>stakeholders</i> involucrados con las actualizaciones realizadas.	347
Figura 4.55. Notificación de que el resumen de actualizaciones ha sido enviado a los <i>stakeholders</i> involucrados.....	348
Figura 4.56. Correo electrónico recibido por un <i>stakeholder</i> con el resumen de cambios a sus requisitos propuestos.	348
Figura 4.57. Correo electrónico recibido por <i>stakeholder</i> donde se visualiza el <i>link</i> para el registro de sus respuestas.	348
Figura 9.1. Pantallas Usuario.....	371
Figura 9.2. Pantallas Proyectos.....	372
Figura 9.3. Pantallas Empresa.	372
Figura 9.4. Pantallas	373
Figura 9.5. Capa Presentación.	373
Figura 9.6. Paquete Usuarios.	373
Figura 9.7. Subsistema Usuarios Privilegios.	374
Figura 9.8. Subsistema Empresa.....	374
Figura 9.9. Subsistema Proyectos.....	374
Figura 9.10. Subsistema Documentos.	375
Figura 9.11. Subsistema Requisitos.....	375
Figura 9.12. Subsistema <i>Stakeholders</i>	375
Figura 9.13. Subsistema Matriz.....	376
Figura 9.14. Subsistema Acciones.....	376
Figura 9.15. Subsistema Correos.....	376
Figura 9.16. Subsistema Respuestas.....	377
Figura 9.17. Capa Reglas de Negocios.....	377
Figura 9.18. Capa de Almacenamiento.....	378
Figura 9.19. Diagrama de capas 1.	381
Figura 9.20. Diagrama de capas 2.	382
Figura 10.1. Diagrama general de clases.	383
Figura 11.1. Diagrama de base de datos.	385
Figura 11.2. Relaciones de tablas de base de datos.	386

Resumen

La trazabilidad de los requisitos es una característica de calidad que se debe cumplir para eficientar la escalabilidad y el mantenimiento de cualquier proyecto de *software*. Además, facilita la gestión de los cambios en los requisitos y, por lo tanto, mejora la integridad y precisión de éstos. La trazabilidad de los requisitos consiste en seguir el rastro y la evolución que éstos experimentan desde su elicitación hasta su implementación en un desarrollo de *software*. Actualmente las herramientas de *software* disponibles para realizar la gestión de la trazabilidad solo se enfocan en realizarla hacia adelante, es decir aplicándola en las etapas posteriores del ciclo de vida de *software*, sin prestar atención a la trazabilidad hacia atrás, que se debe llevar a cabo en la etapa de elicitación, ni hacia otros requisitos. Estos dos tipos de trazabilidad son importantes ya que permiten identificar la fuente de los requisitos, así como las relaciones entre éstos, aspecto crucial para mantener su integridad. Es por lo que este proyecto de tesis tiene como objetivo desarrollar una herramienta de *software* que maneje la trazabilidad de los requisitos hacia su fuente y hacia los requisitos asociados en la etapa de elicitación. La herramienta fue validada a través de la aplicación de un caso de estudio en una microempresa desarrolladora de *software* de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, México.

1. Introducción

1.1. Contexto del problema

El *software* puede definirse como cualquier programa que se construye, se ejecuta y se le da soporte a largo plazo (Pressman y Maxim, 2015). De acuerdo con el *Chaos Report*¹, los proyectos de *software* que fracasan presentan varios problemas como la falta de recursos humanos y financieros, expectativas irrealistas, requisitos incompletos, falta de participación de los *stakeholders*², cambios en requisitos, falta de planificación, entre otros (Opendoor, 2021). De acuerdo con Brooks (1987), la construcción del *software* representa un trabajo arduo, ya que en este proceso pueden presentarse diversos problemas que son difíciles de abordar al no existir una única técnica de gestión o tecnología que pueda solucionarlos fácilmente.

En la década de 1960 se estableció el término “crisis del *software*” para englobar todos los problemas que se presentaban en el desarrollo de *software*, como: fallas en los productos, entregas tardías, presupuesto excedente, requisitos no satisfechos, productos difíciles de usar, de mantener o mejorar (Brooks, 1987; Gibbs, 1994). En la búsqueda por resolver esta crisis surge la Ingeniería de *Software* (IS) como una opción de solución a los problemas mencionados anteriormente. Este término se usó por primera vez en 1968 en una conferencia del Comité Científico de la Organización del Tratado del Atlántico Norte en Garmisch, Alemania (Gibbs, 1994). La IS puede definirse como la disciplina que se ocupa de todos los aspectos de la producción de *software*, desde su concepción inicial hasta su operación y mantenimiento (Sommerville, 2017).

Sin embargo, a pesar de que ya transcurrieron más de 60 años del surgimiento de la IS, siguen persistiendo los problemas en el desarrollo de *software* que le dieron origen. Por ejemplo, el *Chaos Report* del 2020 (Opendoor, 2021) mostró que los proyectos de *software* fallidos (i.e., aquellos que se cancelaron o no pudieron entregar una solución completa) y deficientes (i.e., proyectos que se completaron pero con tiempo y presupuesto excedidos, con menos características y funciones de las

¹ El *Chaos Report* es un proyecto de consultoría realizado por el *Standish Group* para identificar el alcance de las fallas en los proyectos de *software*, los principales factores que provocan su fracaso, y los factores clave que pueden reducir dichos problemas (The Standish Group, 1995).

² Un *stakeholder* es un individuo, grupo de personas, organización u otra entidad que tiene un interés (o participación) directo o indirecto en el desarrollo de un *software* (Dick et al., 2017).

especificadas) abarcan más de dos tercios del total de los proyectos analizados, dejando menos de un tercio a los proyectos exitosos, los cuales se caracterizan por ser entregados a tiempo y dentro del presupuesto asignado, además de cumplir con todas las características y funciones que se especifican (Hussain et al., 2016; Reed y Angolia, 2018). No obstante, la IS puede verse como una disciplina que permite que las personas que se dedican al desarrollo de *software* adapten su enfoque de trabajo de la manera que mejor se adapte a sus necesidades, por lo que se puede permitir una mejora en el entorno de trabajo y el equipo, además permitir llevar un seguimiento del proceso de construcción de un *software* (Pressman, y Maxim, 2015).

En este sentido, y de acuerdo con Lauesen (2002), Wiegers y Beatty (2013), Abran et al. (2014), y Sommerville (2017), la IS abarca cinco procesos:

1. *Análisis y definición de requisitos.* Es donde se establece la comunicación y colaboración con el cliente, usuarios u otros *stakeholders* para fijar los servicios, restricciones y los objetivos del *software*, para así poder recopilar los requisitos que ayuden a definir las características que servirán como la especificación del *software*.
2. *Diseño.* Implica identificar y describir los aspectos fundamentales de las abstracciones del *software* y sus relaciones, es decir, llevar a cabo el modelado de éste.
3. *Implementación.* Durante esta etapa el diseño del software se traduce en un conjunto de programas o unidades de programa, es decir, en la generación de código. Además, abarca la ejecución de las pruebas unitarias, las cuales consisten en verificar que cada unidad de código cumple con sus especificaciones.
4. *Verificación y validación.* Cuando las unidades o programas individuales del *software* ya están integrados y probados como una entidad completa (sin errores, fallos o faltas), se puede garantizar que el *software* cumple con los requisitos y solo entonces puede ser entregado al cliente/usuario para que lo evalúe y lo acepte.
5. *Mantenimiento.* Se lleva a cabo cuando el *software* ya está instalado y puesto en uso práctico. Por lo tanto, el mantenimiento involucra la corrección de errores que no fueron descubiertos en etapas del ciclo de vida, y que pueden mejorar la implementación de las unidades del *software*, así como sus servicios, a medida que se descubren nuevos requisitos.

Como se puede apreciar, el análisis y definición de requisitos es la primera etapa de la IS y es inherente a cualquier ciclo de vida de desarrollo, ya que un requisito³ es un atributo indispensable para el desarrollo de un *software*, ya que solo una vez que éstos han sido establecidos, los desarrolladores podrán iniciar con el resto del trabajo técnico (Young, 2004). Las principales razones por las que los proyectos de *software* fracasan están fuertemente relacionadas con requisitos mal elicitados, mal organizados y/o expresados, requisitos innecesarios o débilmente relacionados con los *stakeholder*, y requisitos incompletos (Dick et al., 2017; Opendoor, 2021). De acuerdo con Berenbach et al. (2009) el éxito de un proyecto de *software* está estrechamente relacionado con la calidad de los requisitos.

Es así como surge la Ingeniería de Requisitos (IR) como una disciplina que se encarga de los procesos relacionados con los requisitos, tales como: descubrir, desarrollar, rastrear, analizar,

³ Un requisito es una declaración que identifica una capacidad, característica o factor de calidad de un *software* para que tenga valor y utilidad para un *stakeholder* (Dick et al., 2017).

calificar, comunicar y administrar, para definir el sistema en niveles sucesivos de abstracción (Dick et al., 2017). La IR engloba todas las actividades del ciclo de vida enfocadas a los requisitos, esto incluye la elicitación, el análisis para derivar requisitos adicionales, la especificación de los requisitos, y la validación de estos en contraste con las necesidades de los *stakeholders*, y todos los procesos que apoyan estas actividades (Berenbach et al., 2009).

Haciendo un consenso entre Young (2004), Berenbach et al. (2009), Pressman y Maxim (2015), Sommerville (2017), y el estándar internacional ISO/IEC/IEEE 29148 (2018)⁴- *Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering* (ISO/IEC/IEEE, 2018), se puede decir que la IR tiene cinco etapas:

- *Elicitación*. Comienza con la identificación de los *stakeholders* y trabaja con ellos para conocer el dominio de conocimiento y aplicación del *software*, los servicios que debe proporcionar, el rendimiento requerido, así como sus limitaciones.
- *Análisis*. Es el refinamiento y traducción de las necesidades de los *stakeholders* en las especificaciones del producto *software* a desarrollar. Esta etapa se enfoca en desarrollar un modelo de requisitos, se identifican las funcionalidades, el comportamiento y la información del *software*. Se definen los atributos de cada clase de análisis y los servicios que son requeridos por cada clase identificada. Se establecen las relaciones, la colaboración entre clases y se produce una variedad de diagramas complementarios.
- *Especificación*. Se describe a detalle cada requisito para que pueda incluirse en un documento de especificación que puede ser un documento escrito, un conjunto de modelos gráficos, un modelo matemático formal, una colección de escenarios de uso, un prototipo o cualquier combinación de estos.
- *Validación y verificación*. La validación de requisitos es el proceso de comprobar que los requisitos especificados definen el *software* que los *stakeholders* realmente quieren. La especificación de requisitos se somete a verificación para que se evalúe su calidad mediante la búsqueda de errores en su contenido o interpretación, áreas donde se requieren aclaraciones, información faltante, así como para identificar requisitos inconsistentes, en conflicto, poco realistas, ambiguos, o sin trazabilidad.
- *Gestión*. Engloba el conjunto de actividades que ayudan al equipo encargado de los requisitos del proyecto a identificar, controlar y realizar un seguimiento de los requisitos y sus cambios, en cualquier punto del ciclo de vida del proyecto.

Como puede verse, la elicitación de los requisitos es una etapa clave en el desarrollo del *software*, ya que, si éstos son de mala calidad, es decir no cumplen con los atributos de calidad establecidos en el estándar internacional ISO/IEC/IEEE 29148 (2018) - *Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering* (ISO/IEC/IEEE, 2018), tendrán un impacto negativo en el desarrollo de los proyectos de *software* (Escobedo Quispe, 2019). Sin embargo, la elicitación de los requisitos, a partir de los *stakeholders*, suele convertirse en una tarea difícil y tediosa que puede retrasar el tiempo de desarrollo o causar problemas por la falta de documentación de los requisitos (Berenbach et al., 2009). Ahora bien, si la elicitación y el análisis de requisitos se llevan a cabo de

⁴ Proporciona un procedimiento unificado de ejecución de los procesos de IR para sistemas y productos de *software* a lo largo de su ciclo de vida.

forma correcta y completa, los requisitos pueden representar una excelente fuente de métricas para medir el progreso y la calidad del proyecto (Berenbach et al., 2009).

Durante la elicitación de los requisitos también se encuentra el proceso de trazabilidad - que consiste en identificar la fuente de cada requisito (*stakeholder*), su relación con otros requisitos, y con los componentes generados durante todo el ciclo de vida del *software*-. Este proceso es necesario para la gestión adecuada de los requisitos y el seguimiento del proyecto (Berenbach et al., 2009). De acuerdo con de Jesus y Soares (2017) y Charalampidou et al., (2021), la trazabilidad de los requisitos aporta diversos beneficios al proyecto de *software*, como la simplificación del mantenimiento, facilidad en los análisis de impacto de los cambios y la reutilización de código. En este sentido, el uso de herramientas para la gestión de la trazabilidad de los requisitos, facilitan su aplicación a lo largo de todo el desarrollo de *software* aportando así, beneficios significativos.

1.2. Importancia del problema

Como se expuso anteriormente, la elicitación es la etapa de la IR donde se identifican los posibles requisitos (IEEE, 2018), por lo que se vuelve crítica para el proceso de *software*, ya que la falta de atención en ésta puede causar problemas durante todo el desarrollo y entrega posterior del producto de *software* final (Wong Portillo, 2019). Durante los últimos años, se ha estudiado la elicitación encontrando que menos de un 20% de los proyectos de *software* centran su atención en esta etapa y, que la mayoría de ellos no considera a los *stakeholders* como una pieza importante para la obtención de requisitos (de Jesus y Soares, 2017). Para Charalampidou et al. (2021) es evidente que la elicitación de requisitos es una etapa que recibe poca atención dentro de los proyectos de *software*, y no existe evidencia que exprese que “determinar las fuentes” (i.e., *stakeholders*) sea importante. Además, de acuerdo con el *Chaos Report* del 2020 los principales factores que ocasionan proyectos fallidos y deficientes están relacionados con la etapa de elicitación, tales como la falta de participación de los *stakeholders*, la obtención de requisitos incompletos, y los cambios constantes en los requisitos (Opendoor, 2021).

De acuerdo con Berenbach et al. (2009), Lauesen (2002), y el estándar ISO/IECC/IEEE 29148 (2018), las características individuales que cada requisito elicitado debe tener para que sea considerado de calidad son las siguientes:

- *Necesario*. Un requisito es válido sí y solo sí el requisito es uno que el *software* debe cumplir, si este no se incluye existiría una deficiencia en todo el *software* o en la implementación de otros requisitos.
- *No ambiguo*. Un requisito es no ambiguo si tiene una sola interpretación, se establece de manera simple y es fácil de entender.
- *Completo*. El requisito es completo si describe adecuadamente la funcionalidad, restricción, capacidad o factor de calidad, sin necesidad de otra información para comprenderlo.
- *Singular*. El requisito es singular si establece una sola característica, restricción, capacidad o factor de calidad del *software* sin el uso de conectores como “o” e “y”.
- *Factible*. Un requisito es factible si su implementación es posible en la plataforma planificada y, dentro de las limitaciones del proyecto.

- *Verificable*. Un requisito es verificable si su realización puede comprobarse cuando el *software* está terminado. Se mejora cuando el requisito es cuantificable.
- *Correcto*. El requisito es correcto si es una representación exacta de la necesidad a partir de la que surge.
- *Modificable*. La característica modificable se refiere a dos o más requisitos interrelacionados en una especificación de requisitos. La modificabilidad dicta que la especificación de requisitos debe tener una organización coherente y fácil de seguir, y sin redundancia.
- *Consistente*. Un requisito es consistente si no contradice o no está en conflicto con ningún documento, estándar corporativo externo, otro producto u otro requisito del proyecto.
- *Trazable*. La trazabilidad de los requisitos es la capacidad de describir y seguir la vida de un requisito, desde sus orígenes, a través de su desarrollo y especificación, hasta su posterior implementación y uso, y a través de períodos de refinamiento e iteración continuos.

Acorde con el estándar ISO/IECC/IEEE 29148 (2018) y Charalampidou et al. (2021), la trazabilidad de los requisitos mejora varios aspectos a lo largo de todo el ciclo de vida del desarrollo del *software*. Entre los más comunes se encuentran los siguientes:

- La integridad y precisión de todos los requisitos, desde el más alto nivel del *software* hasta el elemento de nivel más bajo.
- Permite el seguimiento del desarrollo y la asignación de requisitos con medidas relacionadas, como la cobertura, el cumplimiento y la complejidad de estos.
- Puede proporcionar un medio para documentar y revisar las relaciones entre capas de requisitos que capturan ciertos aspectos del diseño.
- Ayuda a hacer sencillo el mantenimiento del *software*.
- Facilita los cambios futuros en la implementación del *software*.

Haciendo un consenso entre Berenbach et al., (2009), Sommerville (2017), el ISO/IECC/IEEE 29148 (2018), Villanueva (2019), Escobedo Quispe (2019), Charalampidou et al., (2021), y Lucero (2022), la trazabilidad en los requisitos puede realizarse de tres maneras:

- *Rastreo hacia atrás*. Se refiere a recuperar la fuente de requisitos (i.e., el *stakeholder* que le dio origen) y predecir el efecto de los requisitos. Es fundamental para realizar el análisis de impacto cuando los requisitos cambian, por lo que un requisito debe ser rastreable hacia atrás, es decir, hacia los *stakeholders* que le dieron origen. Por lo regular este tipo de trazabilidad debe hacerse en la etapa de elicitación de requisitos.
- *Rastreo hacia adelante*. Es seguir al requisito desde su especificación hasta su implementación y uso posterior del *software*, a través de todas las fases. Es decir, se establece la ruta seguida por un requisito hasta materializarlo en una funcionalidad del *software*.

- *Rastreo hacia otros requisitos o hacia requisitos derivados.* Pueden existir dependencias entre requisitos que deben representarse en matrices de trazabilidad. Esta trazabilidad es importante para detectar defectos o problemas en los requisitos y su efecto secuencial en los requisitos relacionados, con el objetivo de poder resolverlos posteriormente.

Por lo tanto, la gestión de la trazabilidad de los requisitos es de especial importancia, ya que en un desarrollo de *software* es inherente que los requisitos tiendan a cambiar constantemente, por lo que se debe llevar un control de los cambios en los mismos (Murtazina y Avdeenko, 2019).

1.3. Necesidad de resolución

De acuerdo con Charalampidou et al. (2021), la trazabilidad en el desarrollo de *software* tiene varios beneficios como facilitar su mantenimiento, mejorar la capacidad para evaluar su integridad, analizar el impacto de los cambios y dar un seguimiento a los mismos, entre otros. Pero por sobre éstos, el principal propósito de la trazabilidad es tener la información de cómo se relacionan los requisitos entre sí y con los artefactos del *software* que se desarrollará, además de poder seguir los cambios que se realicen y manejar las revisiones. Sin embargo, incorporar la trazabilidad representa un importante costo de tiempo y esfuerzo (Murtazina y Avdeenko, 2019).

A continuación, se detallan tanto las herramientas comerciales como las propuestas que existen referentes a la trazabilidad de los requisitos:

1.3.1. Herramientas comerciales de *software*

Existen algunas herramientas como ReqView, In-Step RED, DOORS, Requisite Pro, Caliber RM y WebSTUTRE que permiten realizar la trazabilidad en la etapa de la gestión de los requisitos (de Jesus y Soares, 2017; Escobedo Quispe, 2019). Es importante mencionar que ninguna de estas herramientas realiza la trazabilidad hacia atrás y solo algunas como ReqView y Caliber RM cuentan con soporte para trazabilidad hacia otros requisitos por medio de la matriz de trazabilidad (de Jesus y Soares, 2017; Wong Portillo, 2019).

1.3.2. Propuestas

Villanueva (2019) desarrolló una técnica para llevar a cabo la trazabilidad hacia la fuente, así como para calcular la tasa de efectividad en dicha trazabilidad y medir así su grado de efectividad, permitiendo calcular qué tan correctos son los requisitos elicitados. La técnica se aplica por etapas: en la primera etapa se identifican a los *stakeholders*; en la segunda y tercera se elicitan los requisitos y se “vacían” a una especificación de requisitos; en la cuarta se hace el cálculo de valores y se buscan inconsistencias y ambigüedades en los requisitos para llevar un control de los mismos; y en la última etapa, llamada de retroalimentación, se organizan y corrigen las inconsistencias, y si es necesario, se vuelve a la segunda y tercera etapa para corregir los requisitos. Finalmente, con el uso de la técnica se obtienen los requisitos refinados. Al aplicar la técnica en un caso de estudio, se pudo comprobar que la trazabilidad permitió determinar la existencia de problemas en la definición de requisitos, mientras que el análisis aplicado a resolver estos problemas permite corregirlos y reduce los riesgos en la posterior construcción del *software*.

Por otro lado, Lucero (2022) desarrolló una herramienta, no comercial, llamada MOOTRACE que se puede usar en la elicitación de requisitos para la automatización de las historias de usuarios (*stories user*) con soporte para la gestión de la trazabilidad. Sin embargo, se enfoca únicamente a la

trazabilidad a las historias de usuario y no a los requisitos elicitados. El autor pretende mejorar el proceso de elicitación al automatizar las historias de usuario mediante gráficas que usan un modelo orientado a objetivos (*framework i*), integrando así la gestión de trazabilidad para mejorar la calidad de los requisitos. Esta herramienta fue aplicada en dos casos de estudio (un desarrollo ágil y un desarrollo tradicional) y demostró que se reduce el tiempo de transformación de los requisitos en funcionalidades del *software* en un 66% de tiempo y además se incrementó la calidad de los requisitos en un 33%.

Como se puede apreciar con lo anteriormente expuesto, en la actualidad, la aplicación y estudio de la trazabilidad en el desarrollo del *software* se ha enfocado únicamente en la trazabilidad hacia adelante, no prestando atención a la trazabilidad hacia atrás o hacia otros requisitos (Escobedo Quispe, 2019 y Villanueva, 2019). A pesar de que para el estándar ISO/IECC/IEEE 29148 (2018) un requisito de calidad debe ser trazable hacia atrás, hacia adelante, y hacia otros requisitos. Así mismo, se puede ver que son pocas las investigaciones dirigidas a mejorar la aplicación de la trazabilidad, y es casi inexistente el estudio detallado de la trazabilidad en la etapa de elicitación, por lo que el campo de desarrollo de la trazabilidad y su aplicación en la etapa de elicitación aún es bastante amplio.

1.4. Delimitaciones de la tesis

Para desarrollar esta tesis se tomarán en cuenta las siguientes delimitaciones y limitaciones:

- Este trabajo se enfocará únicamente en los requisitos funcionales.
- Se llevará a cabo únicamente la gestión de la trazabilidad hacia atrás (i.e., *stakeholders*) y hacia los requisitos funcionales asociados durante la etapa de elicitación de requisitos de *software*.
- La herramienta de *software* llevará la gestión de la trazabilidad indicándole al usuario qué requisitos funcionales se necesitan modificar, pero es importante mencionar que las modificaciones que se realicen a los requisitos son total responsabilidad del usuario.
- La herramienta solo será capaz de indicar qué requisitos funcionales fueron modificados y cuáles necesitan ser modificados, así como el atributo del requisito funcional que fue modificado, pero no indicará qué modificaciones deben hacerse.
- La herramienta de *software* se validará en una microempresa de desarrollo de *software* de la Ciudad de Oaxaca de Juárez.

1.5. Hipótesis del trabajo

Tomando en cuenta la problemática definida en el punto 1.3, la hipótesis de la que se parte para la realización de esta tesis es:

“Es posible que una microempresa desarrolladora de software mejore su gestión de la trazabilidad, hacia la fuente y hacia los requisitos funcionales asociados, en la etapa de la elicitación de requisitos, a través del uso de una herramienta software”.

1.6. Objetivos del trabajo

El presente trabajo de tesis tiene como objetivo general “*desarrollar una herramienta de software que mejore la trazabilidad, hacia la fuente y hacia los requisitos funcionales asociados, en la elicitación de requisitos en una microempresa desarrolladora de software*”.

Para poder alcanzar el objetivo general deben cumplirse los siguientes **objetivos específicos**:

1. Identificar, en la literatura pertinente, cómo se debe llevar a cabo la trazabilidad hacia la fuente y hacia los requisitos funcionales asociados en la etapa de elicitación de requisitos.
2. Plantear y diseñar la herramienta de trazabilidad que permita implementar la trazabilidad hacia la fuente y hacia los requisitos funcionales asociados.
3. Implementar la herramienta de trazabilidad.
4. Realizar una evaluación empírica de la efectividad de la herramienta de trazabilidad desarrollada.

1.7. Aproximación a la solución

Considerando las características y el objetivo del presente trabajo de tesis, se plantean las siguientes dos etapas para su desarrollo:

1.7.1. Diseño y desarrollo de la herramienta de *software*

Para la creación de la herramienta se aplicará el ciclo de vida de desarrollo de *software* incremental, ya que en cada ciclo se permite desarrollar incrementos donde se definen los requisitos (Pressman y Maxim, 2015; Sommerville, 2017). El modelo incremental es el que mejor se adapta a la herramienta propuesta ya que se aplican las cinco etapas de la IS, pero en módulos pequeños que corresponden a requisitos determinados, lo que permite desarrollar una estructura central a la cual se van agregando funcionalidades, permitiendo así, dividir el desarrollo para poder realizar pruebas después de cada incremento (ver Figura 1.1). En este sentido, una de las ventajas de dicho modelo es que facilita la entrega de un *software* en partes para su revisión por parte de los usuarios, con el objetivo de recibir realimentación antes de realizar un incremento. Esto es posible puesto que, de acuerdo con Sommerville (2017), el modelo permite determinar el número de incrementos necesarios tomando en cuenta las funcionalidades que el *software* pretende cubrir. En el caso particular de este proyecto de tesis, se analizaron y priorizaron funcionalidades generales que deberán ser especificadas más adelante en la etapa de *análisis y definición de los requisitos*, las cuales se definen de la siguiente manera:

1. Gestión de usuarios y privilegios. En este incremento se llevará a cabo la identificación del usuario: líder de proyectos o ingeniero(a) de requisitos, puesto que este último será el que realizará la gestión de los requisitos funcionales.
2. Realización de la trazabilidad hacia atrás. El(a) ingeniero(a) de requisitos deberá analizar los requisitos funcionales que necesitan ser modificados o eliminados (éstos estarán en color rojo) para que se notifique a la fuente (*stakeholder*) sobre dichos cambios. Cuando el *stakeholder* autorice dicha modificación y el requisito en el matriz pase de color rojo a color

verde (indicando así que no existe ningún problema), se cumplirá así con el objetivo de que el requisito funcional sea rastreable a lo largo del ciclo de vida del *software*, y de esta forma pueda colocarse bajo control de configuración para que el *software* sea íntegro.

3. Realización de la trazabilidad hacia otros requisitos funcionales asociados. El(a) ingeniero(a) de requisitos debe actualizar y mantener los requisitos funcionales derivados o asociados a cada requisito funcional para que, si existe algún cambio en éste, se indique mediante el cambio de color del requisito funcional (color amarillo) en la matriz de trazabilidad. Esto indicará qué requisitos funcionales necesitan ser modificados para que se sigan cumpliendo así con las necesidades de los *stakeholders*, sin modificar la esencia de estos.
4. Gestión de los requisitos funcionales. Los requisitos funcionales sujetos a algún cambio (modificación o eliminación) deberán ser actualizados en la plantilla para requisitos funcionales, obviamente, en su versión actualizada para mejorar la integridad, precisión, y escalabilidad del *software*.

Con base en lo anterior, se determinó que es necesario realizar cuatro incrementos para desarrollar la herramienta propuesta como solución en este proyecto. De esta manera, el modelo incremental permitirá la constante realimentación entre los usuarios y la desarrolladora desde el primer incremento, donde se considerarán las observaciones para mejorar la herramienta durante los siguientes incrementos, sin descuidar las cuatro funcionalidades prioritarias.

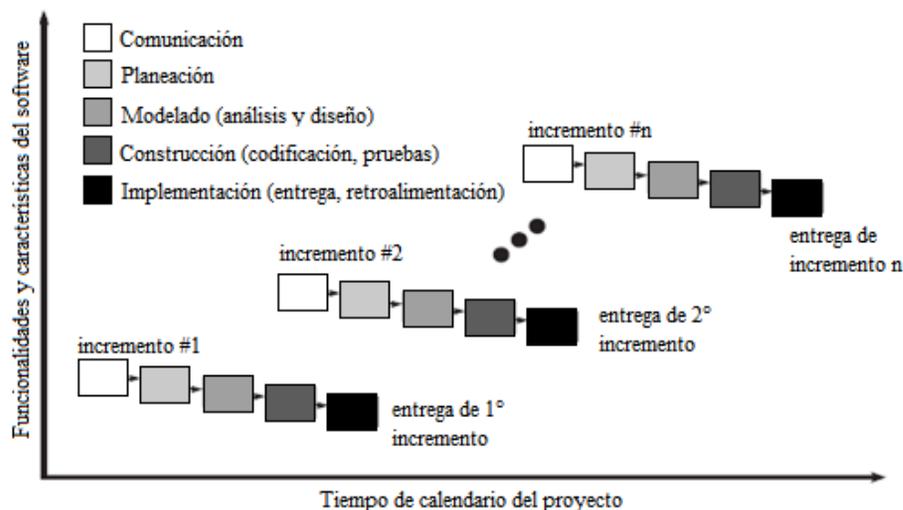


Figura 1.1. Modelo incremental. Nota: Traducido de Pressman y Maxim (2015).

En el desarrollo de esta herramienta, las cinco fases serán realizadas de la siguiente manera:

1. *Análisis y definición de requisitos.* Para obtener los requisitos de la herramienta a construir se consultarán a los siguientes *stakeholders*: literatura pertinente sobre trazabilidad de requisitos, herramientas de gestión de requisitos con soporte de trazabilidad, expertos en el área requisitos, así como ingenieros(as) de requisitos.

2. *Diseño*. En esta etapa se utilizará un modelo orientado a objetos para poder crear clases y objetos que permitan manejar los requisitos y mostrarlos de manera dinámica. El modelado orientado a objetos permite manejar una perspectiva visual a través del Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés) que facilita la descripción del *software* a través de diagramas de fácil entendimiento (Fernández, 2002). El *software* se diseñará mediante el uso de una arquitectura en capas, ya que esta permite organizar y separar los servicios del *software* debido a que cada capa solo utiliza los servicios e instalaciones de la que está por debajo de ella, permitiendo así un desarrollo incremental (Sommerville, 2017).
3. *Implementación*. La programación del *software* será a través del lenguaje de programación Python, ya que permite la implementación del paradigma orientado a objetos, que es el tipo de modelado que se utilizará, además de contar con librerías para el manejo de archivos y diferentes servicios como la conexión con correos electrónicos (Python, 2022). El manejo de archivos se implementará en la herramienta, para guardar los atributos de los requisitos funcionales y las estructuras de datos con el objetivo de establecer las trazas entre ellos, además del envío de correos electrónicos para las notificaciones a los *stakeholders* sobre las modificaciones realizadas a éstos. El *software* por construir será sobre una plataforma *web* e implementado con Django, el cual es un *framework* de Python que se adecua a este tipo de aplicaciones (Python, 2022).
4. *Verificación y validación*. Para asegurar la calidad del *software* será necesario aplicar pruebas para evaluar su calidad y descubrir los errores, faltas y fallos que pueden presentarse (Pressman y Maxim, 2015). Para evaluar el desarrollo de cada módulo de requisitos se harán pruebas unitarias en cada incremento y finalmente, cuando todo el *software* esté construido se aplicarán pruebas de caja negra para poder evaluar su funcionamiento en su totalidad.
5. *Mantenimiento*. De acuerdo con el resultado de las pruebas aplicadas, deberán corregirse los errores, las faltas y los fallos del *software* para poder así garantizar el correcto funcionamiento de la herramienta.

1.7.2. Evaluación empírica de la herramienta de *software*

La segunda y última etapa se centrará en el diseño y realización de un caso de estudio que permitirá la recolección de información para realizar la posterior validación de la hipótesis planteada en esta investigación.

El caso de estudio se llevará a cabo en la microempresa de desarrollo de *software* (con 10 empleados o menos) denominada “A”, por cuestiones de confidencialidad. En ésta se aplicará la primera estrategia para desarrollar un caso de estudio que de acuerdo con Wohlin et al., (2012) consiste en comparar los resultados de la propuesta a desarrollar contra una línea base, para así poder contrastar sus resultados con la forma tradicional en la que llevan a cabo la trazabilidad y así poder determinar si la herramienta realmente presenta una mejora o no.

1.7.2.1. Participantes

La herramienta de *software* a desarrollar debe ser utilizada por ingeniero(a)s de requisitos y líderes de proyecto, ya que son ello(a)s lo(a)s que deben realizar la gestión de la trazabilidad de los requisitos funcionales, en este caso en particular, en la etapa de elicitación, que es donde los requisitos sufren varios cambios hasta quedar definidos.

Esta herramienta permitirá realizar la trazabilidad hacia atrás mediante el envío de notificaciones a los correos electrónicos de los *stakeholders* con los resúmenes de cambios realizados a sus requisitos funcionales propuestos, para que éstos estén enterados de cómo se van modificando y den su visto bueno a tales modificaciones.

Respecto a la trazabilidad hacia los requisitos funcionales asociados, se deben establecer trazas entre dichos requisitos a través una matriz de trazabilidad como se propone en la Tabla 1, donde se podrá apreciar cuando el requisito funcional fue cambiado (en rojo) y los requisitos funcionales asociados que deben ser actualizados (en amarillo).

Para realizar los cambios a cada requisito funcional, se debe ingresar a la opción “ver detalles de la matriz de trazabilidad”, para que así se muestren los datos de dicho requisito funcional. Al modificarlo se usará la plantilla propuesta en la Tabla 2, que contiene todos los detalles de éste.

Tabla 1. Matriz de trazabilidad.

Requisito	Versión	RA-1	RA-2	RA-3	...	Fuente	
RF-01	1.3	RF-02	RF-03	RF-04	...	Stakeholder 1..	Ver detalles
RF-02	1.1	RF-01	1.	2.	...	Stakeholder 2..	Ver detalles
RF-03	1.1	RF-01	3.	4.	...	Stakeholder 3..	Ver detalles
.	<i>n.n</i>	.	.	.	.	.	Ver detalles
.		
RF- <i>m</i>		.	.	.	.	Stakeholder <i>n</i> ..	

Tabla 2. Plantilla del requisito a modificar.

Número del requisito	RF-01	Nombre de requisito	Alta de usuarios
Fuente del requisito	María García, Directora de biblioteca	Contacto	maria@gmail.com
Prioridad del requisito	Alta		
Descripción	Requisito que permite el alta únicamente de los usuarios que forman parte de la comunidad de la universidad de Wonderland y que no se les ha restringido el acceso a los servicios proporcionados por la biblioteca. La directora de biblioteca deberá dar de alta a los usuarios que les sean proporcionados por el encargado de servicios escolares.		
Entrada	Los siguientes datos del usuario: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula, instituto.		
Salida	El usuario dado de alta en el sistema de la biblioteca.		
Proceso	Para dar de alta a un usuario, la directora deberá ingresar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto. Al terminar de introducir los datos, la directora de biblioteca deberá dar clic en el botón aceptar para guardar los datos.		

Referencias	Con otros requisitos	RF-02, RF-03, RF-04	
	Con casos de uso	CU-02, CU-03, CU-04	
Fecha de creación	05/02/2022	Último cambio	10/02/2022

1.7.2.2. Proceso de evaluación

El proceso por seguir por parte del usuario (líder de proyectos o ingeniero(a) de requisitos) de la herramienta para llevar a cabo la trazabilidad hacia delante y hacia otros requisitos funcionales, será el siguiente:

1. Se deberá crear una cuenta en la que estarán asociados todos los proyectos que desee manejar.
2. Se deberá crear un proyecto o carpeta que corresponda al proyecto al que pertenecen los requisitos funcionales.
3. Se deben ingresar los requisitos funcionales elicitados en una versión n , donde cuando se hace por primera vez $n=1$, y en cada modificación n se irá incrementando en 1.
4. Cada requisito funcional debe ser registrado llenando los datos de la plantilla base que se usará para capturar los datos de los requisitos (ver Tabla 2).
5. Una vez capturado el requisito funcional, se guardará la m versión de éste, comenzando con $m=1$, para el cual, la herramienta creará archivos que controlará internamente, permitiendo así gestionar cada requisito funcional de forma individual para mantener las trazas de cada uno y permitir actualizar las versiones de los requisitos funcionales.
6. La vista general de los requisitos funcionales se mostrará mediante una matriz de trazabilidad, donde podrá verse el resumen de cada requisito, la fuente, los requisitos funcionales asociados y la versión del requisito (ver Tabla 1).
7. Cada que se modifique algún atributo de un requisito funcional, se ingresará al requisito y se actualizarán los datos. Al guardar los cambios la herramienta actualizará la versión del requisito funcional modificado ($m+1$) y cambiará a rojo el identificador del requisito para indicar que ha sido cambiado y que se deben actualizar los requisitos funcionales asociados.
8. Cuando un requisito funcional sea modificado, los requisitos funcionales asociados se pondrán en color amarillo para indicar que se han hecho cambios y que, por ende, deben ser actualizados.
9. Si se actualiza un requisito funcional asociado, éste se pondrá en verde para indicar que ya fue actualizado. Una vez que todos los requisitos funcionales asociados hayan sido actualizados, el requisito funcional base cambiará su color a verde para indicar que la actualización fue completada y que se puede notificar a los *stakeholders* sobre las actualizaciones.
10. Para notificar a los *stakeholders* (trazabilidad hacia atrás), la herramienta enviará correos electrónicos a los *stakeholders* involucrados en cada requisito funcional con los datos del requisito y una alerta de modificación.

11. Mientras una modificación esté en curso no se podrá iniciar otra para no confundirse entre datos y requisitos funcionales modificados, ya que varios requisitos pueden coincidir en requisitos funcionales asociados y ya no se entendería cual es el cambio por realizar.
12. Una vez que se han realizado todas las modificaciones necesarias en los requisitos funcionales, estos se podrán exportar a un documento de texto para poder ser revisados por el usuario y demás *stakeholders*.

En resumen, la herramienta a desarrollar permitirá una gestión de la trazabilidad hacia los requisitos funcionales asociados al indicar en la matriz de trazabilidad qué requisitos asociados deben ser rectificadas si se modifica un requisito funcional, es decir la secuencia de cambios que el usuario debe hacer. También permitirá una gestión de la trazabilidad hacia atrás, al enviar correos electrónicos a los *stakeholders* que dieron origen a los requisitos funcionales para que éstos estén enterados de cómo están evolucionando dichos requisitos.

Después de recabar los datos obtenidos en el caso de estudio y conocer cómo se comportaría la herramienta en un entorno industrial, es necesario analizar los resultados a través de la observación del comportamiento de las variables “requisitos funcionales modificados”, “requisitos funcionales asociados modificados”, “*stakeholders* notificados” y, compararlos para así poder obtener conclusiones que indiquen si la herramienta realmente mejoró la gestión de la trazabilidad en la empresa “A”.

1.8. Estructura de la tesis

La estructura del documento de tesis se detalla a continuación.

- El Capítulo 2 abordará de manera más detallada la fundamentación teórica sobre la trazabilidad de requisitos funcionales, describirá las técnicas que existen para aplicarla y su enfoque en la etapa de elicitación de requisitos.
- El Capítulo 3 describirá el desarrollo de la herramienta, desde la metodología y diseño hasta la implementación de esta.
- El Capítulo 4 documentará el caso de estudio para la aplicación de la herramienta en una microempresa de *software*, mostrando así los resultados obtenidos.
- El Capítulo 5 corresponderá a las conclusiones obtenidas del desarrollo de este trabajo de tesis.
- Los Anexos proporcionarán información adicional que se genere con el diseño, implementación, y evaluación de la herramienta propuesta.

2. Marco teórico

Este capítulo contiene los argumentos teóricos necesarios para explicar el contexto de esta tesis en el proceso de trazabilidad dentro de la etapa de elicitación de requisitos en las pequeñas empresas de *software*, además de recopilar la información sobre las herramientas de trazabilidad existentes en la actualidad.

2.1. La Ingeniería de Requisitos en las pequeñas empresas de *software*

En el caso de México y de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022) las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (MIPyMES) aportan más del 90% tanto de las unidades económicas como de los empleos en el contexto nacional. Los criterios de clasificación de las empresas son diferentes en cada país, sin embargo, suele utilizarse el número de trabajadores como principal criterio para la clasificación, y como criterios complementarios se usan ventas anuales, ingresos o activos fijos. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación del 30 de junio del 2009, la clasificación más reciente de las MIPyMES es:

- Las Microempresas son todas aquellas que tienen menos de 19 trabajadores y generan anualmente ventas de hasta \$4 millones de pesos (MDP).
- Las Pequeñas empresas son aquellas empresas que tienen entre 11 a 50 empleados y generan ventas anuales mayores a \$4 MDP y de hasta \$100 MDP.
- Las empresas Medianas cuentan con 51 hasta 250 trabajadores y generan entre \$100 y hasta \$250 millones de pesos anuales.

En cuanto a las empresas de desarrollo de *software*, más del 98% de estas son pequeñas o micro, por lo que su mayor preocupación es mejorar sus procesos y productos, aspectos fundamentales para que puedan crecer y por lo tanto asegurar su supervivencia (Muñoz et al., 2019). De acuerdo con Quispe et al. (2010) una empresa pequeña de *software* tiene las siguientes características:

- El equipo de desarrollo está formado por tres a diez personas.
- Trabajan en proyectos pequeños de menos de seis meses.
- Sus recursos humanos, financieros y tecnológicos son escasos.
- Trabajan con procesos inmaduros e informales.

- La gestión de sus proyectos es informal en la planificación, organización, dirección, seguimiento y control de proyectos.
- Tienen una estructura organizacional informal con funciones y responsabilidades no definidas pues los miembros del equipo desempeñan múltiples roles.

A pesar de que la IR se ha identificado como un factor clave en el éxito de los proyectos de las pequeñas empresas - ya que no llevarla adecuadamente puede producir errores muy costosos en fases posteriores-, su práctica es un área poco estudiada y documentada en este tipo de empresas (Quispe et al., 2010; Tahir y Ahmad, 2010; Jebreen et al., 2013; Melegati et al., 2019 y Kassab, 2021).

Entre los problemas que puede ocasionar la aplicación deficiente de las prácticas de IR en pequeñas empresas de *software*, se encuentran las siguientes: requisitos obsoletos que provocan actualizaciones constantes a los componentes de sus productos y a su vez causan retrasos, problemas de coordinación y requisitos confusos difíciles de implementar (Tripathi et al., 2018).

De acuerdo con Quispe et al. (2010), Jebreen y Al-Qerem (2017), Gralha et al. (2018), Tripathi et al. (2018) y Kassab (2021), la pobre aplicación de la IR en las pequeñas empresas se debe principalmente a diferentes factores como los listados a continuación:

- Estas empresas operan en un entorno dinámico, con mucha presión del mercado y disponen de muy poco tiempo para el análisis de los requisitos.
- Debido al tamaño reducido del personal, a menudo el(la) ingeniero(a) de requisitos también es desarrollador(a), arquitecto(a) y/o el(la) encargada(o) del control de calidad.
- El aprendizaje para implementar las mejores prácticas de IR requiere profesionales con una sólida formación educativa y práctica, aspecto que puede ser una carga financiera importante para una pequeña empresa.
- Las restricciones financieras pueden dificultar el uso de procesos y herramientas de IR.
- La atención de una pequeña empresa hacia la IR puede venir solo después de los primeros éxitos donde han dependido de ella.
- La comunidad de la IR ha pasado por alto en su mayoría las características de las pequeñas empresas y sus prácticas.
- El personal tiene una experiencia limitada.

Por lo tanto, las MIPyMES desarrolladoras de *software* requieren prácticas eficientes de IR que estén adaptadas a su tamaño y tipo de negocio, ya que la mayoría de las prácticas actuales no son adecuadas para éstas (Gómez et al., 2014; Jebreen y Al-Qerem, 2017). Por ejemplo, las iniciativas como el CMMI (2010) o la norma ISO/IEC 15504 SPICE (ISO, 2003; ISO, 2004a; ISO 2004b) están orientadas a grandes empresas, por lo que en el caso de las empresas pequeñas se hacen difíciles de aplicar, ya que éstas no tienen ni la disposición de tiempo ni de recursos humanos y financieros que son necesarios para poder instituir adecuadamente dichas iniciativas (Eito-Brun y Amescua-Seco, 2021).

De acuerdo con Aguilar (2019) existen normas que pueden apoyar la mejora de los procesos de las pequeñas empresas, las cuales incluyen prácticas para la mejora de la IR, aunque no de manera tan extensa. Entre estas normas, la primera en surgir en México fue la NMX-I-059/02-NYCE-2016, antes MoProSoft (NYCE, 2016), que más tarde inspiró una norma internacional dirigida a pequeñas empresas de *software* llamada ISO/IEC 29110 (ISO, 2016). Estas normas establecen prácticas para

identificar cambios en los requisitos y documentar las solicitudes de cambio, además de proporcionar actividades para la planificación, seguimiento, control y gestión de los requisitos (Muñoz et al., 2019)

A pesar de la existencia de estas normas, es más común que las pequeñas empresas apliquen un proceso de IR de forma única, pues tienden a adoptar técnicas flexibles y económicas, por lo que la práctica de la IR será diferente para cada empresa, y se verá definida por diferentes factores como la experiencia de los miembros del equipo de desarrollo, el modelo de organización de la empresa o el mercado en el que se desenvuelve, aunque generalmente lo(a)s líderes de proyectos son lo(a)s que determinan realmente como se llevará a cabo el proceso (Jebreen et al., 2013; Gralha et al., 2018; Melegati et al., 2019 y Kassab, 2021). Sin embargo, en casi un 85% de los casos los requisitos suelen expresarse a través del uso de términos de lenguaje natural por lo que se debe prestar atención a la forma en cómo se realiza la elicitación ya que el(la) encargado(a) de esta tarea debe ser capaz de extraerlos adecuadamente para poder redactarlos de manera precisa (Aguilar, 2019 y Kassab, 2021).

2.1.1. Elicitación de requisitos

Para Aguilar (2019) y Aldave et al. (2019) el desarrollo de un *software* comienza a partir de esta actividad, que es donde se identifican a los *stakeholders* que proporcionarán dichos requisitos, así como el análisis y entendimiento del problema que se necesita resolver. Es importante tener un involucramiento completo de los *stakeholders* para lograr que el *software* sea exitoso y cumpla con las necesidades de éstos. Por lo que la fase de elicitación de requisitos se considera un factor clave para el éxito de un proyecto de *software*.

Debido a su importancia, la elicitación de requisitos es el área más estudiada de todo el proceso de la IR, sin embargo, varios de los problemas presentes en esta etapa siguen sin resolverse y han aumentado debido a las nuevas formas de desarrollo de *software*. Algunos problemas suelen ocasionarse al definir el alcance del proyecto de manera apresurada, o por las confusiones de los *stakeholders*, ya que muchas veces no tienen bien planteado y definido lo que necesitan (Ambreen et al., 2018; Melegati et al., 2019 y Vera et al., 2021).

De acuerdo con Sommerville (2017) los(as) ingenieros(as) de requisitos deben trabajar con los *stakeholders* para conocer los requisitos del *software*. Sin embargo, obtenerlos no es una tarea fácil, ya que generalmente los *stakeholders* no saben qué quieren realmente o bien, expresan sus necesidades en sus términos propios, lo que ocasiona que éstas suelen ser confusas. El modelo de elicitación propuesto por Sommerville (2017) combina la elicitación y análisis en un proceso iterativo y cíclico donde se pretende que la comprensión de los requisitos mejore en cada ronda. Las actividades del modelo se describen a continuación:

1. Descubrir y comprender los requisitos: Se lleva a cabo la interacción con los *stakeholders* para descubrir los requisitos a partir de sus deseos y necesidades.
2. Clasificación y organización de requisitos: Los requisitos son agrupados y organizados de acuerdo con su relación entre ellos.
3. Priorizar y negociar los requisitos: Se deben identificar y resolver los conflictos que puedan existir entre los requisitos.

En las pequeñas empresas la elicitación es una de las actividades más difíciles de realizar y puede ser decisiva para lograr el éxito de sus proyectos, sin embargo, su enfoque no es tan definido y generalizado como lo propone Sommerville (2017), por el contrario, suele aplicarse como un proceso informal que ocurre a la par de la evolución del producto. Por lo tanto, este proceso es hecho a medida con diferentes técnicas que se van cambiando de acuerdo con las necesidades del producto y del equipo

de desarrollo. Las técnicas y enfoques usados por las pequeñas empresas para elicitar requisitos no pueden definirse en una categorización estándar, ya que existen diversas metodologías o marcos de diseño que se utilizan como base para elaborar enfoques propios y personalizados (Tripathi et al., 2018; Aldave et al., 2019; Melegati et al., 2019).

Generalmente, la elicitación de los requisitos es llevada a cabo por un equipo que es responsable de comprender las necesidades de los *stakeholders*. En este punto es cuando el equipo tiene comunicación cara a cara con *stakeholders* y debe aplicar diferentes técnicas de elicitación para descubrir los requisitos (Melegati et al., 2019; Aldave et al. 2019 y Kassab, 2021).

De acuerdo con Pacheco et al. (2018); Tripathi et al. (2018), Aldave et al. (2019); Melegati et al. (2019) entre las técnicas más utilizadas en la elicitación de requisitos en las pequeñas empresas se encuentran:

- Entrevistas, bien aplicadas pueden proporcionar abundante información de los *stakeholders*, además han demostrado ser las más efectivas ya que se adaptan a diferentes situaciones.
- Cuestionarios, estos pueden recabar datos de varios *stakeholders* de manera simultánea.
- Lluvia de ideas, la discusión informal puede ayudar a recopilar diferentes puntos de vista e ideas de los *stakeholders*.
- Análisis de dominio, la revisión de la documentación existente permite conocer el dominio del proyecto.
- Observación, se pueden recabar datos sin tener influencia directa en los éstos.

Adicionalmente, Tripathi et al. (2018) menciona que el proceso de elicitación en pequeñas empresas también se ve afectado por el tipo de enfoque del *software*, que puede ser dirigido solamente al cliente o al usuario. Además, muchas veces las empresas en su etapa inicial no tienen clientes o *stakeholders* externos, por lo que la visión de los requisitos está delimitada por los empleados que los moldean de acuerdo con su intuición y experiencia. También los requisitos pueden verse afectados por las tendencias del mercado, leyes y reglamentos, pues muchas empresas suelen centrarse en la oportunidad de negocio antes que en los problemas y necesidades de los *stakeholders*.

Debido a las características de innovación del mercado de *software*, los requisitos elicitados tienden a cambiar rápidamente, lo cual dificulta su manejo y suele originar diversos problemas en las empresas como, por ejemplo, requisitos duplicados, mal escritos o que se encuentran fuera del alcance de los proyectos (Melegati et al., 2019).

Según Priyadi et al. (2019) las correcciones a los requisitos resultan 200 veces más costosas de arreglar en etapas posteriores en comparación a realizarlas en la propia etapa de elicitación, por lo que es importante en extremo prestar especial cuidado en cómo se elicitán los requisitos. Como se estableció en la sección “1.2 Importancia del problema”, de acuerdo al estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018) un requisito elicitado debe cumplir con 10 características para que sea considerado de calidad, entre ellas destaca que el requisito sea **trazable** ya que los cambios en los requisitos no pueden evitarse durante el desarrollo de *software*, sin embargo, el uso adecuado de la trazabilidad puede ayudar a mitigar muchos de los problemas ocasionados por los cambios constantes en los requisitos. Sin embargo y desafortunadamente, en la mayoría de las empresas desarrolladoras de *software* su implementación es inconsistente o no se realiza (Carrión et al., 2018 y Priyadi et al., 2019).

2.2. Requisitos, calidad y trazabilidad

Para Kim y Kim (2020) la aplicación de la trazabilidad de los requisitos en la etapa de la elicitación permite escribirlos correctamente antes de plantear su especificación, ya que dicha característica es un factor de calidad reconocido en diversas guías como SPICE (ISO, 2003; ISO, 2004a; ISO 2004b), CMMI (2010), SWEBOK (IEEE, 2014), BABOK GUIDE v3.0 (IIBA, 2015), IREB (2020) y PMBOK (PMI, 2021), así como en diversos estándares internacionales como DoD-STD-2167A (DoD U.S., 1988), ISO 9000-3 (ISO, 1997), IEEE-STD 15288-2008 (2008), IEEE-STD-830-1998 (IEEE, 2009), IEEE-STD-1220-2005 (2011), DO-178C (RTCA, 2012), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018) e ISO 26262 (ISO, 2018). Además, el estándar IEEE 982.1 (IEEE, 1989) reconoce la trazabilidad como una medida de fiabilidad del sistema (Tufail et al., 2017 y Carrión et al., 2018). Sin embargo, en la actualidad las empresas desarrolladoras de *software* siguen aplicando pobremente la trazabilidad o incluso no la aplican (Carrión et al., 2018).

Debido a que la trazabilidad de los requisitos está a cargo de los profesionales desarrolladores de *software* y a que debe amoldarse a las necesidades del proyecto, su calidad depende completamente de la experiencia del profesional que la lleve a cabo. De acuerdo con Carrión et al. (2018) y Muñoz et al. (2019) la implementación de la trazabilidad de los requisitos en las pequeñas empresas es necesaria ya que representa un beneficio que les permite ahorrar esfuerzo y mejorar la calidad del *software*. Sin embargo, es un factor poco conocido por los profesionales del *software*, lo que conlleva a una mala implementación.

2.2.1. Importancia de la trazabilidad

En la IS, la trazabilidad de los requisitos es una práctica de control de cambios que permite obtener una solución más exacta, fiable, y cercana a las necesidades expresadas por los *stakeholders*. Así mismo, está condicionada por los cambios y validaciones que hagan tanto los *stakeholders* como los desarrolladores, por lo cual de acuerdo con Ferraro et al. (2012), es considerada un factor de calidad.

Para el estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), la trazabilidad de los requisitos es la capacidad para rastrear un requisito hacia las necesidades documentadas de los *stakeholders*, a un requisito de nivel superior u otra fuente, y hacia otros artefactos de definición del *software*. Es decir, permite identificar y describir todas las relaciones del requisito de modo que se pueda rastrear desde su origen hasta su posterior implementación.

Por otro lado, la norma ISO/IEC 29110 (ISO, 2016) describe la trazabilidad como la asociación entre dos o más entidades llamadas requisitos o elementos de sistema. Ya que los requisitos obtenidos en el proceso de la IR no pueden ser vistos como entes aislados durante todo el desarrollo de *software*, ya que están interrelacionados unos con otros generando interdependencias (Priyadi et al., 2019; Aladwan y Aladwan, 2020).

Para Tufail et al., (2017) la aplicación de la trazabilidad se vuelve necesaria para comprender y controlar la interdependencia entre los requisitos, y por ende para identificar los riesgos, además de que mejora no solo el proceso de gestión de cambios, sino también el aseguramiento de la calidad de todo el *software*.

Aunque la trazabilidad de los requisitos es reconocida como una iniciativa de mejora para el proceso de desarrollo de *software*, implementarla de manera rentable sigue siendo problemático para muchas empresas. Para Cleland-Huang (2006) y Tufail et al. (2017) algunos problemas que pueden presentarse son los siguientes:

- Falta de orientación al establecer las asociaciones entre requisitos, entidades o elementos del *software*, lo que puede provocar agrupaciones erróneas, confusas y difíciles de manejar entre artefactos y requisitos.
- Falta de compromiso por parte de los profesionales que se encargan de implementar la trazabilidad de los requisitos en las empresas, ya que representa una tarea que desconocen y, por ende, les es difícil de controlar.
- No se implementan prácticas efectivas de trazabilidad ya que se perciben como demasiado costosas en relación con sus beneficios.
- Los profesionales de requisitos siguen llevando a cabo de forma manual la trazabilidad de los requisitos, lo que ocasiona errores que requieren constantes consultas a los *stakeholders* y que resultan muy costosas.
- Falta de comunicación entre los *stakeholders* que tienen diferentes puntos de vista sobre un mismo requisito, provocando así constantes cambios y generando requisitos inconsistentes.

Para Ferraro et al. (2012) y, Kim y Kim (2020) estos problemas se presentan debido a que no hay una guía o estándar para implementar la trazabilidad de los requisitos de *software*, o bien, herramientas que sean capaces de rastrear los requisitos y su evolución a través de todas las etapas de desarrollo del *software*. Además, para un(a) ingeniero(a) de requisitos el manejar grandes volúmenes de requisitos, así como realizar la gestión y análisis de sus dependencias, representa un gran esfuerzo a pesar de su dominio en el área (Deshpande, 2019).

En este sentido, Tian et al., (2021) mencionan que la aplicación de la trazabilidad implica esfuerzos que muchas veces no pueden ser llevados a cabo, sobre todo en el desarrollo de pequeños proyectos. Entre estos, los más destacables son:

- *Esfuerzo para establecer y mantener vínculos de trazabilidad*, ya que emplear técnicas de trazabilidad requiere de trabajo y tiempo extras. Lo que representa un esfuerzo adicional durante el proceso de desarrollo de *software*.
- *Esfuerzo para comprender los vínculos de trazabilidad*, el uso de la trazabilidad de los requisitos supone la comprensión de los vínculos establecidos entre éstos y los artefactos - generados durante el desarrollo-, así como el conocimiento del dominio que permita usar adecuadamente estos vínculos.
- *Esfuerzo para aplicar la trazabilidad*, los profesionales encargados de los requisitos deben tener conocimiento sobre las prácticas de trazabilidad para, de esta forma, poder aplicarla correctamente.
- *Esfuerzo para adquirir habilidades y experiencia sobre trazabilidad*, los profesionales encargados de los requisitos deben alcanzar la experiencia necesaria para poder establecer los vínculos de trazabilidad de una forma eficiente y eficaz.

De acuerdo con Mäder y Egyed (2012) aplicar la trazabilidad de los requisitos en un proceso de desarrollo de *software* mejora el tiempo de aplicación de los cambios en los requisitos y da mejores resultados en lo que respecta a presentar soluciones correctas, lo que la convierte en una actividad clave para el éxito de un proyecto. Por su parte, Tian et al. (2021) mencionan que la aplicación de la trazabilidad de los requisitos podría optimizar el costo total del desarrollo de un proyecto de *software*, tanto en esfuerzo como en tiempo.

Sin embargo, la adopción a gran escala de la trazabilidad de los requisitos en la IS aún se ve obstaculizada por varias razones, principalmente porque se aplica como un proceso manual a pesar de que los requisitos y sus asociaciones suelen cambiar constantemente (Torkar et al., 2012). Por lo que el estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018) recomienda el uso de herramientas para la gestión de la trazabilidad de los requisitos.

2.2.2. Tipos de trazabilidad de los requisitos

Gotel y Finkelstein (1994) crearon una definición base para la trazabilidad de los requisitos:

“La Trazabilidad de los Requisitos (RT) es la capacidad de describir y seguir la vida de un requisito, tanto hacia adelante como hacia atrás y hacia sus requisitos asociados, es decir, desde sus orígenes, a través de su desarrollo y especificación, hasta su posterior despliegue y uso, y a través de períodos de refinamiento e iteración continuos en cualquiera de estas fases.”

A continuación, se detalla cada uno de estos tres tipos de trazabilidad:

- **Trazabilidad hacia atrás o pre-trazabilidad (pre-RT):** Es la capacidad de rastrear un requisito hasta sus orígenes, los cuáles pueden ser: la razón de su existencia, y la(o)s *stakeholders* que han participado en la creación del requisito (Wieringa, 1995; Ahmad y Ghazali, 2007). También es descrita como la trazabilidad que se refiere a todos aquellos aspectos de la vida del requisito previo a su inclusión en la especificación (Gotel y Finkelstein, 1994; Hokkanen, 2001; Ahmad y Ghazali, 2007). Para el estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018) la trazabilidad hacia atrás surge después del proceso de definición de requisitos, pues es cuando se establece el rastro entre el requisito, los *stakeholders* y sus necesidades (base del requisito). Es imprescindible para controlar los cambios del requisito respecto a la necesidad que le dio origen y cómo se satisfizo a lo largo del ciclo de vida del *software*. Este tipo de trazabilidad desempeña un papel importante en la interpretación de los requisitos de la(o)s *stakeholders*, es decir, para establecer qué se quiere obtener exactamente del *software*. En este tipo de trazabilidad permite que las correcciones en el requisito, así como la asignación de su importancia y prioridad sean llevadas a cabo fácilmente (Ahmad y Ghazali, 2007). La trazabilidad hacia atrás ayuda a garantizar que el producto en desarrollo permanezca en el camino correcto con respecto a los requisitos originales (i.e., integridad), ya que obliga a que se respete el alcance del proyecto no agregando elementos de diseño, código, pruebas u otros productos de trabajo que puedan interferir con los requisitos (Westfall, 2006). Para Ahmad y Ghazali (2007) y Mäder y Egyed (2012) en las empresas que desarrollan pequeños proyectos de *software* la trazabilidad hacia atrás debe ser la que se implemente primero.
- **Trazabilidad hacia adelante o post-trazabilidad (post-RT):** Es la capacidad de rastrear un requisito hacia los componentes de diseño o de la implementación y casos de verificación. Es decir, es establecer un rastro desde el requisito hasta algún artefacto, producto o proceso del *software* que haya sido afectado por éste (Wieringa, 1995; Ahmad y Ghazali, 2007). También es descrita como la trazabilidad que se refiere a aquellos aspectos de la vida del requisito que resultan de su inclusión en la especificación (Gotel y Finkelstein, 1994; Hokkanen, 2001; Ahmad y Ghazali, 2007). Este tipo de trazabilidad se utiliza para rastrear la relación entre cada requisito con los productos de trabajo a los que se asigna ese requisito. Para el estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018) se debe mantener la trazabilidad entre los requisitos del *software* y las necesidades de los *stakeholders*, para verificar que estas sean satisfechas a través de los artefactos del *software*. La trazabilidad hacia adelante garantiza

que se construyan los productos correctos en cada fase del ciclo de vida del *software*, permitiendo rastrear el requisito en cualquier punto del desarrollo y así, reducir el esfuerzo requerido para determinar los impactos de los cambios solicitados (Westfall, 2006). Además, mantener la trazabilidad a lo largo de todo el ciclo de desarrollo de *software* permite mantener la coherencia entre los artefactos a medida que se van aplicando cambios en éstos (Rubasinghe et al., 2021). La trazabilidad hacia adelante y hacia atrás puede verse en la Figura 2.1.

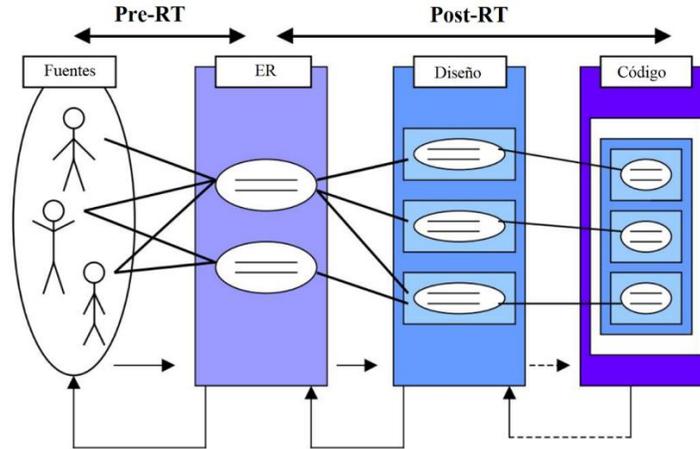


Figura 2.1. Diagrama simplificado de los dos tipos básicos de RT, pre-RT y post-RT. Nota: Traducido de Hokkanen (2001).

- Trazabilidad hacia otros requisitos:** Dahlstedt y Persson (2005), Sommerville (2017), el estándar ISO/IECC/IEEE 29148 (2018), Priyadi et al. (2019), y Al-adwan y Aladwan (2020), mencionan que existen interdependencias entre los requisitos que deben ser consideradas (i.e., trazabilidad hacia otros requisitos). Esta representa las relaciones que tienen los requisitos entre sí, ya que durante el desarrollo del *software* éstos no pueden tratarse de forma aislada, por el contrario, es importante entender que están relacionados entre sí, por lo que pueden verse afectados de formas complejas. De acuerdo con Deshpande (2019) para poder establecer la trazabilidad hacia otros requisitos, es necesario revisar las interdependencias entre ellos, las cuales pueden ser de diferentes tipos: solicitud, acoplamiento, o booleanas como O, Y, OR y XOR. Es importante establecer estas interdependencias con extrema cuidado ya que éstas pueden afectarse entre sí, ya sea con restricciones, costos de implementación, etc. (Al-adwan y Aladwan, 2020). Además, la trazabilidad de las interdependencias permite examinar el efecto de nuevos requisitos o cambios a los existentes, aunque esto represente un esfuerzo enorme (Pandey et al., 2018). Es necesario conocer las relaciones requisito-requisito debido a que aproximadamente solo una quinta parte de los requisitos de un proyecto de *software* suelen ser independientes y el resto sí están relacionados entre sí, por lo que un cambio en alguno afecta a muchos otros. A pesar de su importancia, esta tarea representa un esfuerzo extra que muchas veces interfiere con el progreso de los proyectos pequeños (Dahlstedt y Persson, 2005; Ahmad y Ghazali, 2007). Sin embargo, descuidar las interdependencias entre requisitos, cuando se hace una evaluación del impacto de un cambio, puede ocasionar aumentos en los costos de implementación de los requisitos y, por ende, en el presupuesto y en el cronograma. El propósito de tratar las interdependencias de los requisitos es mejorar las decisiones tomadas durante el desarrollo del *software* y también apoyar la detección temprana de problemas potenciales ya que ignorarlas puede tener efectos negativos en todas las etapas del ciclo de vida del *software* (Dahlstedt y Persson, 2005; Deshpande, 2019). Sin embargo, las interdependencias entre requisitos son bastante inexploradas ya que las herramientas de trazabilidad actuales solo proporcionan los

medios para almacenar una relación entre los requisitos, pero brindan poca orientación con respecto a las consecuencias de modificar una relación (Deshpande, 2019). Para ayudar a manejar las interdependencias entre requisitos, el estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018) sugiere que los requisitos deben mantenerse y documentarse en una Matriz de Trazabilidad de Requisitos (RTM, por sus siglas en inglés), que es una tabla que vincula los requisitos con su origen y los rastrea a lo largo del ciclo de vida del desarrollo de *software*. Sin embargo, crear y dar seguimiento a la RTM requiere tiempo y esfuerzo (Cleland-Huang, 2006).

A continuación, se presenta el estado del arte sobre las propuestas actuales sobre implementación de la trazabilidad y herramientas de gestión de requisitos que tienen soporte para gestión de trazabilidad.

2.3. Estado del arte

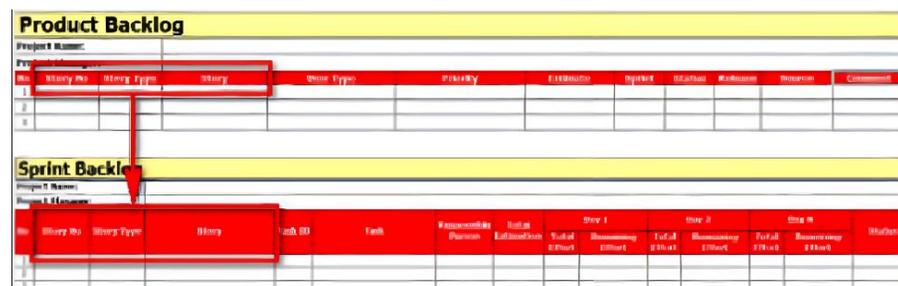
Existen varias propuestas actuales que han enfocado sus investigaciones en implementar la trazabilidad en la gestión de requisitos, pero pocas se enfocan en la etapa de elicitación de requisitos. En la siguiente sección se listarán las propuestas actuales sobre la aplicación de la trazabilidad en el proceso de elicitación, seguidas de un listado de las herramientas actuales de gestión de requisitos que tiene soporte para la gestión de la trazabilidad.

2.3.1. Propuestas actuales

2.3.1.1. Matriz de trazabilidad de requisitos a través de la documentación para la metodología SCRUM (Duraismy y Atan, 2013)

Objetivo: Realizar el seguimiento de los requisitos en un proyecto utilizando una metodología ágil (SCRUM) para generar la matriz de trazabilidad de requisitos mediante la búsqueda de palabras clave. Esta matriz se utiliza para capturar el vínculo de las historias de usuario entre los *product backlog* y los *sprint backlog* generados en SCRUM.

Descripción: Esta herramienta permite mantener enlazada la documentación necesaria para SCRUM (*product backlog* y *sprint backlog*). Estos documentos son etiquetados mediante un identificador único que crea los vínculos entre documentos y así, permite recuperar los enlaces de trazabilidad. Es mediante estos enlaces que la herramienta puede generar la matriz de trazabilidad de requisitos a través de la búsqueda de palabras clave. Esta matriz es útil para visualizar impactos de cambios y la aprobación del *software* que se construirá. Los documentos que maneja la herramienta (*product backlog* y el *sprint backlog*) deben tener un formato definido para que la herramienta pueda analizarlos (ver Figura 2.2).



Product Backlog											
Project Name:											
Project Manager:											
No.	Story No.	Story Type	Story	Story Type	Priority	Estimate	Spent	Status	Assignee	Assignee	Comment
1											
2											
3											

Sprint Backlog											
Sprint Name:											
Sprint Manager:											
No.	Story No.	Story Type	Story	Task ID	Task	Responsible Person	Total Estimated	Story 1 Total Spent	Story 1 Remaining Estmt	Story 2 Total Spent	Story 2 Remaining Estmt
1											
2											
3											

Figura 2.2. Product backlog y sprint backlog. Nota: Tomada de Duraismy y Atan (2013).

Estos documentos son subidos a la herramienta, y esta extrae los datos necesarios para llenar una tabla con los datos del proyecto, datos y contenido del documento. Dentro de estas tablas, los usuarios pueden seleccionar y buscar palabras clave entre los campos que contienen la información de los proyectos y documentos. La búsqueda de palabras clave es la función que aplica el proceso de trazabilidad, ya que la herramienta realiza la búsqueda general en proyectos y documentos y muestra como salida una matriz de trazabilidad. Para realizar este proceso, el usuario debe seleccionar un campo de búsqueda e ingresar una palabra clave, entonces la herramienta busca las coincidencias de la palabra ingresada y al encontrarlas genera una matriz de trazabilidad que contiene los datos obtenidos los cuales están indexados y ordenados (ver Figura 2.3).

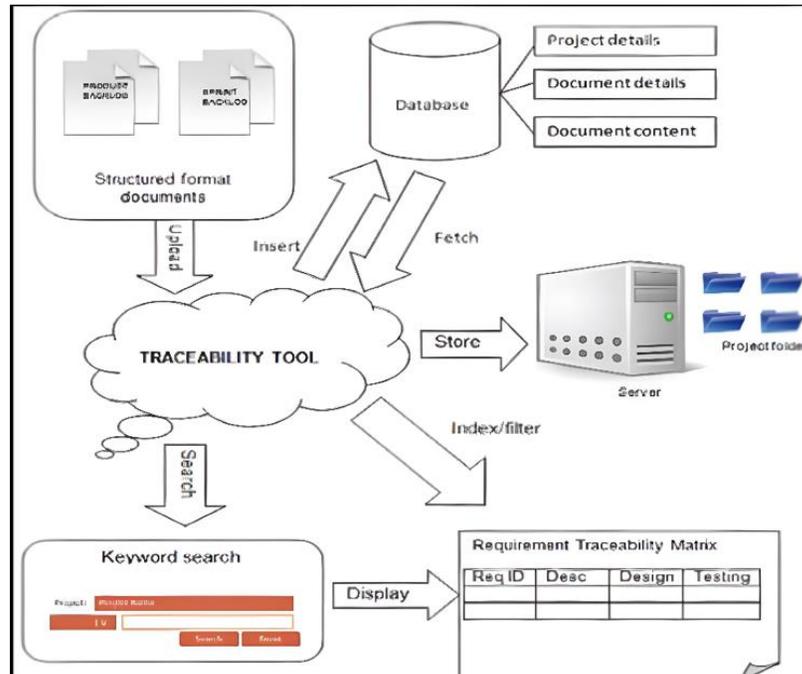


Figura 2.3. Proceso de búsqueda. Nota: Tomado de Duraisamy y Atan (2013).

Hallazgos: La herramienta se probó en dos casos de estudio: un proyecto *web* llamado VCR - encargado de generar informes personalizados para una empresa de semiconductores- y una aplicación cliente-servidor denominado sistema de gestión administrativa deportiva para un complejo deportivo. Estos proyectos utilizaron la metodología SCRUM para su proceso de desarrollo. Los resultados muestran que el formato estructurado es útil ya que aumentó la eficiencia de recuperación de la matriz al contener en promedio entre 2 a 10 registros adicionales recuperados respecto al proceso manual. También se ahorró un tiempo significativo de hasta un 95% en la generación de la matriz de trazabilidad de requisitos.

2.3.1.2. Herramienta para el soporte de la elicitación en la ingeniería de requisitos cibernéticos (Pandey et al., 2018)

Objetivo: Es una herramienta para aumentar la elicitación y especificación de requisitos de cualidades del *software* mediante el uso de escenarios de atributos de calidad. Permite registrar los requisitos funcionales y no funcionales del *software* a través del uso de una plantilla de escenarios de atributos de calidad propuesta por Barbacci et al. (2003) para el Instituto de Ingeniería de *Software* de la Universidad de Carnegie Mellon. Además, aplica trazabilidad de los requisitos al establecer vínculos entre los requisitos funcionales y no funcionales usando una matriz de trazabilidad de requisitos.

Descripción: Esta herramienta usa una plantilla de escenario de atributos de calidad para capturar los requisitos funcionales y no funcionales del *software* y los vínculos entre ellos. Las funciones de trazabilidad se aplican cuando se realiza algún cambio en los requisitos, ya que la herramienta notifica al usuario sobre los requisitos vinculados a ese cambio para que los revise o modifique. Los usuarios de la herramienta pueden ser tanto un miembro del equipo de desarrollo como el arquitecto del sistema, y les permite realizar operaciones de Creación, Lectura, Actualización y Eliminación (CRUD, por sus siglas en inglés) sobre los requisitos funcionales, requisitos no funcionales y restricciones del sistema. También permite a los usuarios vincular los requisitos entre sí, estos enlaces pueden ser entre requisitos funcional y no funcional o, funcional a funcional o, no funcional a no funcional. A continuación, se describe cada una de las operaciones CRUD:

1. **Creación:** Es necesario crear un proyecto dado que los requisitos se agrupan en proyectos. Para esto, el usuario debe insertar el nombre del proyecto, fecha de inicio, fecha de finalización y su descripción. Una vez creado el proyecto, se pueden ingresar los requisitos funcionales, no funcionales y las restricciones del sistema. Para ingresar los requisitos funcionales el usuario rellena los datos del requisito: nombre, descripción, y relaciones con otros requisitos, entre otros atributos (ver Figura 2.4). Para ingresar los requisitos no funcionales el usuario cumplimenta los siguientes datos por cada requisito: cualidad del atributo, fuente, descripción, entre otros (ver Figura 2.5). Y para las restricciones del sistema: requisito de *software*, requisito de *hardware*, requisitos de red, entre otros (ver Figura 2.6).

The screenshot shows a web form titled "Functional Requirement". It has a green header bar. The form contains several sections:

- Name of Requirement:** A text input field containing "Balloon sat should be able to save image on JPG format."
- Description:** A text input field containing "The picture of ground should be able to save image on JPG format and image quality should be good."
- References:** An empty text input field.
- Prerequisites:** An empty text input field.
- Relation to Non functional requirement:** A dropdown menu with "--Please Select" selected.
- Relation to Functional requirement:** A dropdown menu with an open list showing "Feature to take picture and save to SD card" and "Balloon sat should be able to save image on JPG format." as options.
- Buttons:** "Save", "Reset", and "Delete functional requirement" buttons at the bottom.

On the right side of the form, there is a "List of FR" box containing two entries: "FR-1 Feature to take picture and save to SD card" and "FR-2 Balloon sat should be able to save image on JPG format."

Figura 2.4. Requisito Funcional. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).

Non-functional Requirement

Quality Attribute
AVAILABILITY

Source
Internal to system

Stimulus
Incorrect response

Environment
Normal operation

Response
Log the failure

Measure
Repair time

Description if any
Recover from camera fault: log fault, restart camera, put image job back in queue.

Save Reset Delete non-functional requirement

List of NFR

Figura 2.5. Requisito no funcional. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).

System Constraint

Software Requirement
Raspbian (a version of GNU/Linux)

Hardware Requirement
2 raspberry pi 3
1 Raspberry Pi Camera Board v1.3 RGB
1 Raspberry Pi Camera Board v1.3 IR
1 battery pack (AAA lithium)
2 DHT11 Humidity & Temperature Sensor

Network Requirement
GPS

Any other requirement

- Laptop & power supply
- Radio & power supply
- Inverters
- Antennas
- CT-35 clone cables (audio cable)
- USB audio adapter converters
- Power strip
- Radio operating manuals
- Binoculars
- Business cards
- GPS adapter

Save Reset Delete

List of SC

Figura 2.6. Restricción del sistema. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).

2. Lectura: El usuario puede visualizar la lista de todos sus proyectos, tanto los que están en curso como los ya terminados. La opción “Ver” permite la lectura de los detalles del proyecto, estos incluyen la lista de los requisitos funcionales, no funcionales y restricciones de sistema. Además, es posible ver los detalles de cada requisito registrado (ver Figura 2.7).

Software Requirement Tool

Dashboard

Projects

Id	Project Description	Status	Action
1	Name: Balloon. 3D printed Cubesat-like structure project Description: On our way to developing a satellite, we've used balloons to test hardware and software. We've also been experimenting with other balloons, a type of inflatable balloon which doesn't require helium (which is a costly supply, especially) but instead utilizes heat from the sun to generate lift. We've developed a 3D printed Cubesat-like structure as well as a cut-down mechanism to minimize the balloon's flight. We're aiming to make a <code>A777A77A7677B</code> that can be sustained by schools for between \$50 and \$150 (depending on the devices types of hardware included).	Running	View Edit

Create New Project

Figura 2.7. Lista de proyectos. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).

3. **Eliminación:** Es posible eliminar un proyecto, sin embargo, si este posee requisitos que estén vinculados a otros proyectos, el usuario debe eliminar la relación antes de poder eliminar completamente el proyecto (ver figura 2.8).

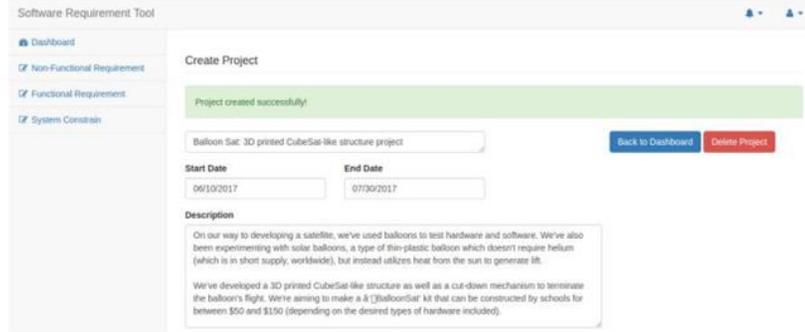


Figura 2.8. Creación de proyecto, botón de eliminar. Nota: Tomado de Pandey et al. (2018).

4. **Actualización:** Es posible editar los atributos del proyecto y sus requisitos. Si el usuario realiza cambios en cualquiera de los requisitos y los guarda, la herramienta notifica al usuario acerca de los requisitos vinculados que podría querer cambiar antes de continuar. Esta tarea representa la aplicación de la trazabilidad entre requisitos, ya que un cambio en uno de ellos puede afectar a otros debido a la dependencia entre ellos. Para llevar a cabo la trazabilidad se hace uso de la matriz de trazabilidad de requisitos bidireccional (ver Figura 2.9). Esta es necesaria para poder rastrear los requisitos hasta las pruebas para garantizar que los requisitos cumplan con las necesidades deseadas. Una matriz de trazabilidad bidireccional es la combinación de la matriz de trazabilidad hacia adelante y hacia atrás, la cual permite realizar un seguimiento del progreso, además de ayudar a determinar los cambios que se realizan en los requisitos a lo largo del ciclo de vida del *software*.

	FR #1	FR #2	...	FR #N	NFR #1	...	NFR #M
Test Case #1		x			x		
Test Case #2	x				x		x
Test Case #3			x		x	x	
Test Case #4			x				x
Test Case #5			x	x		x	

Figura 2.9. Matriz de trazabilidad. Nota: Tomado de Pandey et al., 2018.

Los requisitos etiquetados como FR#1...FR#n representan los requisitos funcionales del proyecto, los requisitos etiquetados NFR#1...FR#m representan los requisitos no funcionales del proyecto y el símbolo “x” representa los vínculos entre los requisitos dentro del proyecto. Esta matriz de trazabilidad de requisitos se genera si existe algún cambio en al menos uno de los requisitos dentro de un proyecto. La herramienta notifica al usuario sobre la relación entre los requisitos, y se tiene la opción de ignorar los cambios o bien, realizar cambios adicionales en los requisitos vinculados. Este proceso continúa hasta que se realizan o ignoran todos los cambios en los requisitos vinculados. Una vez que se resuelven las dependencias, se confirman los cambios en el proyecto.

La herramienta muestra una alerta al usuario cuando este decide cambiar cualquier requisito, en dentro de un proyecto existente, a través de una ventana de alerta que

muestra todos los requisitos vinculados al cambio. Es decisión del usuario si ignora o modifica los requisitos vinculados, si decide esto último, se realiza la actualización desde la ventana de detalles del requisito (ver Figura 2.4). Al presentar al usuario los vínculos entre los requisitos, la herramienta logra la trazabilidad entre requisitos, con lo que permite que los *stakeholders* puedan realizar un seguimiento de todos los cambios que se realizan o se realizarán en el proyecto.

Hallazgos: Los autores mencionan que la herramienta no ha sido validada en algún caso de estudio ya que fue creada como parte de la iniciativa de desarrollo *OpenOrbiter CubeSat* de la Universidad de Dakota del Norte de los Estados Unidos Americanos.

2.3.1.3. Técnica para incrementar la tasa de efectividad en el seguimiento de los requisitos funcionales de software (Villanueva, 2019)

Objetivo: En este artículo el autor propone una técnica para llevar a cabo la trazabilidad hacia la fuente y calcular su tasa de efectividad, permitiendo así, calcular qué tan correctos son los requisitos elicitados.

Descripción: Esta técnica está estructurada para aplicarse en cuatro etapas:

1. Primera etapa: En este proceso se identifican a los *stakeholders* (i.e., objetivos, organizaciones, actores y relaciones del proyecto).
2. Segunda y tercera etapa: Se realiza la elicitación y análisis de los requisitos para poder obtener la especificación o catálogo de requisitos. La información obtenida en estas etapas permite identificar los defectos presentes en los requisitos rastreándolos hasta su fuente, y así trabajar en los errores y corregirlos para lograr una mejor especificación de requisitos.
3. Cuarta etapa: En esta etapa se calculan los valores que permiten hacer el cálculo de la efectividad de la trazabilidad. La tabla de control de valores se va computando de acuerdo con los requisitos correctos, inconsistentes o ambiguos encontrados (ver Figura 2.10). Entre los valores necesarios para la tabla de control se encuentran el promedio y la dispersión, valores necesarios para calcular la tasa de efectividad (ver Figura 2.11). La tasa de efectividad se debe medir en un rango de valores del 20% al 100% para saber si es adecuada (ver Figura 2.12). Si la tasa de efectividad es mayor a 20% entonces es inadecuada y es necesario ejecutar una realimentación, para corregir aquellos requisitos que presentan defectos. Esto permite obtener un catálogo de requisitos adecuado que permita codificar un producto de calidad.

sub-etapas	cantidad de requisitos de software			Total (g)
	correctos (c)	inconsistentes (i)	ambiguos (a)	
Educación (ED)				
Ilación (EL)				
Especificación (ES)				
Total				
Promedio (Pr)				
Dispersión (De)				
Coeficiente de variación (TE)				

Figura 2.10. Tabla de valores. Nota: Tomado de Villanueva (2019).

$$\begin{aligned}
 \text{Promedio(c)} = Pc &= \sum_1^3 \frac{(ED+EL+ES)}{3} & \text{Promedio(i)} = Pi &= \sum_1^3 \frac{(ED+EL+ES)}{3} & \text{Promedio(a)} = Pa &= \sum_1^3 \frac{(ED+EL+ES)}{3} \\
 \text{Dispersión(c)} = Dc &= \sqrt{\frac{(ED-Pc)^2 + (EL-Pc)^2 + (ES-Pc)^2}{3}} & \text{Dispersión(i)} = Di &= \sqrt{\frac{(ED-Pi)^2 + (EL-Pi)^2 + (ES-Pi)^2}{3}} \\
 \text{Dispersión(a)} = Da &= \sqrt{\frac{(ED-Pa)^2 + (EL-Pa)^2 + (ES-Pa)^2}{3}} \\
 \text{TE(c)} = \frac{Dc}{Pc} \times 100 & & \text{TE(i)} = \frac{Di}{Pi} \times 100 & & \text{TE(a)} = \frac{Da}{Pa} \times 100 \\
 \\
 \text{Promedio(g)} = Pg &= \sum_1^3 \frac{(ED+EL+ES)}{3} & \text{Dispersión(g)} = Dg &= \sqrt{\frac{(ED-Pg)^2 + (EL-Pg)^2 + (ES-Pg)^2}{3}} \\
 \text{Tasa de efectividad(g)} = \text{TE(g)} &= \frac{Dg}{Pg} \times 100
 \end{aligned}$$

Figura 2.11. Fórmulas para calcular la tasa de efectividad. Nota: Tomado de Villanueva (2019).

Validación de indicadores	
Rango	Condición
< 20%	Bueno con pocas inconsistencias o ambigüedades
[21% - 60%]	Regular con una mediana cantidad de inconsistencias o ambigüedades por corregir
[61% - 100%]	Malo con un pobre entendimiento del modelo de negocio

Figura 2.12. Validación de tasa de efectividad. Nota: Tomado de Villanueva (2019).

El esquema general (ver Figura 2.13) muestra cómo se lleva a cabo la realimentación a lo largo de tres etapas (de la segunda a la cuarta). A partir de ellas se obtiene la trazabilidad correspondiente y el cálculo de valores, mismos que permiten obtener de la tasa de efectividad para poder refinar los requisitos y obtener así el catálogo de requisitos.

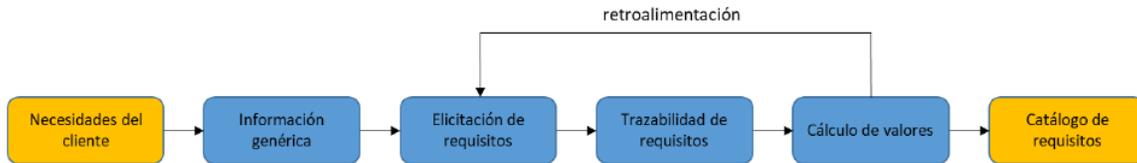


Figura 2.13. Esquema general de técnica de trazabilidad. Nota: Tomado de Villanueva (2019).

El ciclo de vida de la técnica presenta las etapas y sub-etapas que la conforman, como se llevan a cabo cada una de ellas y las actividades que las integran (ver Figura 2.14).

Hallazgos: La técnica fue aplicada en tres casos de estudio: el primero fue un proyecto de emisión de certificados de estudios para la empresa *Software Solutions S.A.C.*, el segundo fue un sistema de gestión de laboratorios clínicos para una empresa cuyo nombre se mantuvo en privado, y el tercero fue un proyecto de automatización para una empresa de turismo. En todos los casos de estudio se necesitaron entre 6 y 15 iteraciones para poder obtener un catálogo de requisitos sin inconsistencias ni ambigüedades.

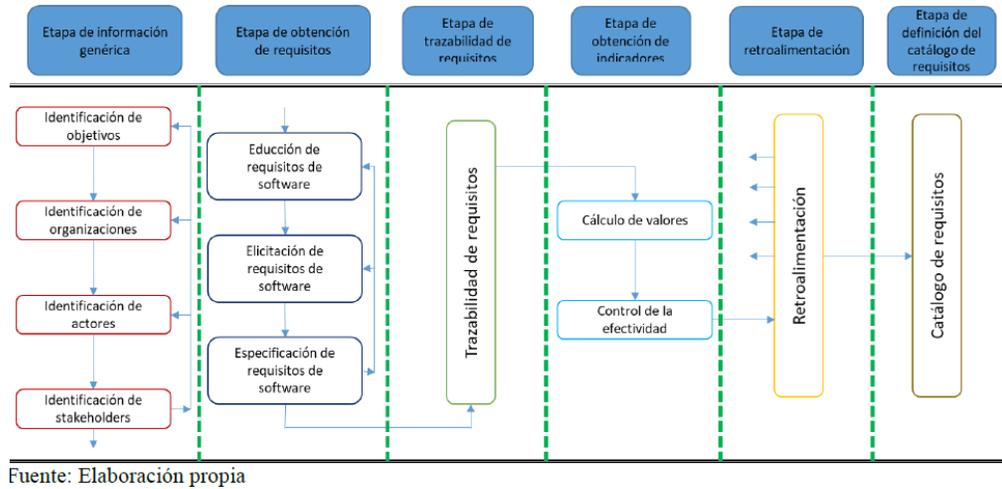


Figura 2.14. Ciclo de vida. Nota: Tomado de Villanueva (2019).

2.3.1.4. MOOTRACE: Herramienta gráfica para la automatización de historias de usuario desde un modelo orientado a objetivos con gestión de trazabilidad (Lucero, 2022)

Objetivo: Esta herramienta busca mejorar la etapa de elicitación de requisitos y automatizar la generación de historias de usuarios (*stories user*) mediante un entorno gráfico orientado a objetos, integrando así la gestión de trazabilidad para perfeccionar la calidad de los requisitos.

Descripción: La herramienta está formada por tres componentes que se describen a continuación:

1. El primer componente se usa para el modelado de los requisitos y define una interfaz mediante la cual el usuario puede graficar (a través de los estereotipos establecidos en la metodología orientada a objetos) a los actores, tareas, recursos, objetivos y relaciones entre ellos (ver Figura 2.15).

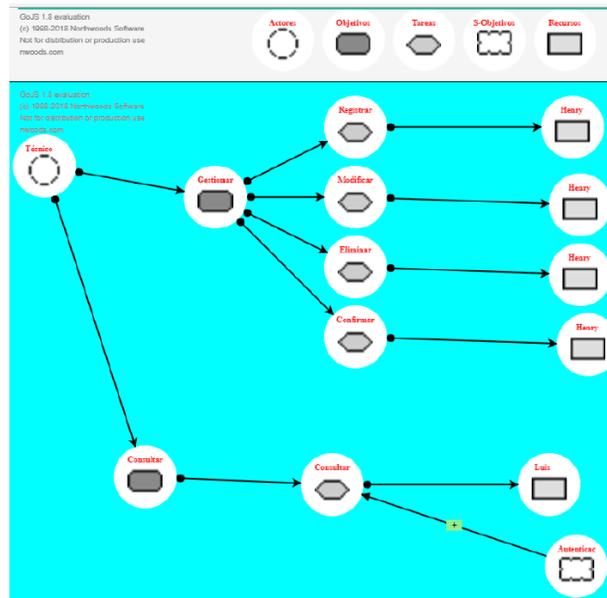


Figura 2.15. Entorno gráfico. Nota: Tomada de Lucero (2022).

2. En el segundo componente se encuentran plasmadas las tarjetas de las historias de usuario, que son generadas automáticamente a partir del componente gráfico, respetando así las relaciones

establecidas por el usuario. Además, el usuario puede incorporar datos adicionales a la historia de usuario (ver Figura 2.16).

3. El tercer componente es el referido a la gestión de la trazabilidad del requisito, y es sustentado desde la etapa inicial de la especificación del requisito en el modelo gráfico y que se consolida con los criterios técnicos que se ingresan en la tarjeta de historia de usuario. El requisito se da por concluido si la tarjeta es marcada como “Terminada”, indicando que quedó definida la historia de usuario. A partir de la cual se obtiene el modelo de requisitos orientado a objetos bajo el enfoque de los estereotipos, representando gráficamente a los actores, objetivos, tareas, recursos, subjetivos y relaciones entre ellos.



Figura 2.16. Tarjetas de historias de usuario. Nota: Tomada de Lucero (2022).

Hallazgos: La herramienta se probó en diversos proyectos del área de desarrollo de sistemas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima, Perú. Como el de trámites del ciudadano, el de bienes patrimoniales, el planificador de sala de reuniones, entre otros. Se midió la eficiencia de la herramienta MOOTRACE para transformar un requisito a lo largo de las etapas de elicitación, análisis, especificación y validación. La mejora en la etapa de verificación fue notoria ya que existió una reducción considerable en tiempo en más del 60% y un aumento del 66% en la eficacia en el proceso de desarrollo de los requisitos, además se incrementó en más del 30% la calidad de los requisitos obtenidos.

2.3.2. Herramientas comerciales

Las herramientas existentes actualmente para la gestión de requisitos son diversas, pero todas integran la trazabilidad de los requisitos. A continuación, se listan las 10 mejores herramientas para gestión de los requisitos de *software*, de acuerdo con *The Digital Project Manager* (DPM, 2021).

2.3.2.1. Visure Requirements (Visure Solutions, 2022)

Objetivo: *Visure Requirements* es considerada la mejor herramienta para la gestión de requisitos empresariales en el año 2022, ya que cuenta con personalización de alto nivel de acuerdo con DPM (2021). Esta herramienta permite el trabajo colaborativo a lo largo del ciclo de vida de desarrollo de *software*, desde la elicitación de los requisitos, hasta la implementación y pruebas. Además, cuenta con soporte para la trazabilidad de los requisitos a través de todo el ciclo de desarrollo de *software* (i.e., de extremo a extremo), soporte para *MS Office Word* y *Excel*, y - su característica más destacable - opciones de automatización y plantillas.

Descripción: *Visure Requirements* permite aplicar una trazabilidad completa debido al modelo de datos, ya que proporciona una representación gráfica sencilla del flujo de trabajo, permitiendo así mantener un registro completo y confiable de toda actividad para investigar y solucionar problemas durante las revisiones, ayudando de esta forma a los *stakeholders* a ubicar la fuente del problema (ver Figura 2.17). Los datos generados por la trazabilidad se pueden utilizar para mejorar los procesos comerciales críticos y al mismo tiempo abordar los problemas de rendimiento relacionados con los plazos de entrega, los costos de transporte y la gestión de inventario, entre otras cosas.

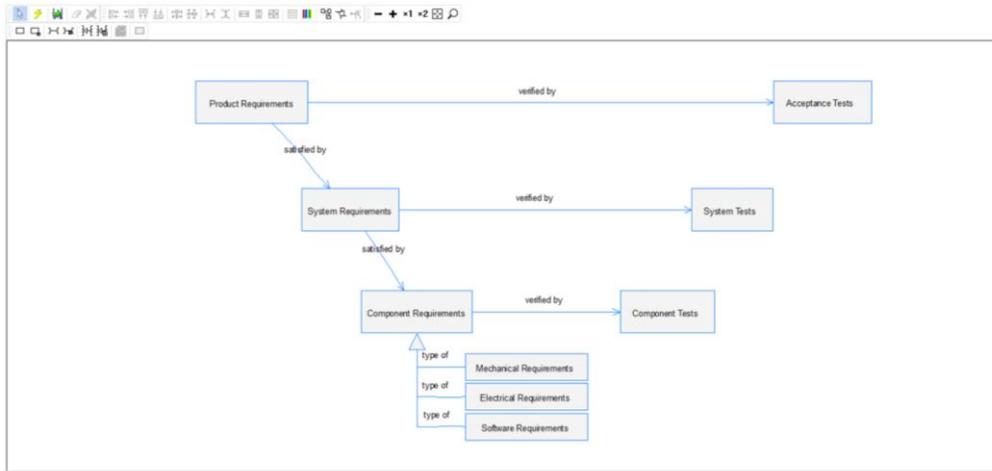


Figura 2.17. Representación de flujo de trabajo. Nota: Tomado de *Visure Solutions* (2022).

Visure Requirements permite crear requisitos desde la interfaz de la herramienta o bien, se pueden importar desde *MS Office Word* y *Excel* (ver Figura 2.18).

Product Requirements	Code	Name	Description	Run Status Trace (last)	Run Status (last)	Test Status
1 - Introduction	SWReq_0010	Preference setting	The system shall save and later modify the preference settings as set by Surgeon.	00950 - Step 3		
1.1 - Purpose	00500	Step 3	Verify default Image Depth setting.	00500_Results_001 - Step 3 (Results)	Pass	
1.2 - Product Scope	00500_Results_0	Step 3 (Results)	Verify default Image Depth setting.			Pass
1.3 - Standards and References	SysReq_0110	Security	The system shall be implemented following the security features XYZ.			Pass
1.3.1 - Document Conventions	PR_00770	Operation Time	The system shall be capable of operation for 5 years according to standard MIL-STD-1547B.			
1.3.2 - GFC-STD-7000A	PR_0070	Preferences	The surgeon shall reuse a certain configuration of the overall equipment.			
1.3.3 - MIL-STD-1547B	PR_0300	System Weight	The system shall not weight more than 5 kg.			
1.3.4 - ECSS-E-ST-50-13C	TST_PR_0020	Weight Test	StepActionPlace the whole system on a scale. Read the weight. Repeat Step 1&2 5 times and consider the average value as a result Reference weight: 5 kg	TST_PR_0020 - Weight Test	Pass	
1.3.5 - ANSI/TIA/EIA-644	TST_PR_0020_Re	Weight Test (Results)	StepActionPlace the whole system on a scale. Read the weight. Repeat Step 1&2 5 times and consider the average value as a result Reference weight: 5 kg	TST_PR_0020_Results_002 - Weight Test (Results)	Pass	Pass
2 - Customer Requirements	TST_PR_0030_Re	Weight Test (Results)	StepActionPlace the whole system on a scale. Read the weight. Repeat Step 1&2 5 times and consider the average value as a result Reference weight: 5 kg			Pass
2.1 - Install ergonomics	PR_1320	BAD QUALITY REQUIREMENT	The system can be nice, easy to use and simple to maintenance			
2.2 - Operation Time	PR_0300	Locations	The equipment shall be used in Hospitals in North America, including US, Canada and Mexico.			
2.3 - Preferences	PR_0090	Ease of use	The equipment shall be capable of being calibrated by a technician with a maximum of 10 hours of training.			
2.4 - System Weight	SysReq_0070	Calibration and setup	Subsystems shall not be required to be uniquely matched. As long as each subsystem is at the same software level, any SCU, IMS and PCS shall work together without needing special calibration or setup.			
2.5 - BAD QUALITY REQUIREMENT	ElecReq_0010	Power cord availability	One AC power cord shall be available on the main connection panel for access by end users.	00320 - Step 1		
2.6 - Locations	00320_Results_0	Step 1 (Results)	Power on the device, and activate Wait mode.	00320_Results_001 - Step 1 (Results)	Pass	Pass
2.7 - Ease of use	00460	Step 3	Increase humidity to 80%	00460 - Step 3	Fail	
2.8 - Marketing Requirements	00460_Results_0	Step 3 (Results)	Increase humidity to 80%	00460_Results_001 - Step 3 (Results)	Fail	Fail

Figura 2.18. Creación o importación de requisitos. Nota: Tomado de *Visure Solutions* (2022).

Una vez que los requisitos han sido registrados y enumerados, se comienza con el proceso de trazabilidad, este puede personalizarse al integrar otras herramientas como Jira o herramientas de modelado UML. La trazabilidad se puede aplicar desde el código fuente hacia los requisitos, hacia los componentes del *software* o hacia los requisitos de seguridad, entre otros, permitiendo así la trazabilidad en diferentes niveles: desde los requisitos del cliente de alto nivel, hasta los requisitos de *software*, *hardware*, los riesgos asociados y las pruebas. Dentro de la herramienta se muestra una vista

de la matriz de trazabilidad generada automáticamente, junto con los indicadores en tiempo real (ver Figura 2.19).

Product Requirements	System Requirements	Component Requirements	Risks	Tests	
PR_0002 Install ergonomics Install ergonomics for the user to interact with the requirement.	SysReq_0003 Cust. mobility There shall be a range of controls, settings, and modes to control the height, seat recline, and desktop settings through the HMI. Analyzed.	ManReq_0100 Control Unit maneuverability Software shall log fault to later review.	RISK_0001 MIS-DCU Filter Channel - Digital Communications RISK_0002 MIS Power cord - AC power main to cabin cart	TS_0009 Filter Hardware Error TS_0008 Temperature sensing TS_0100 Humidity sensing TS_0109 Humidity sensing	Step 1 No Run Step 3 Step 1 Step 2
	SysReq_0004 Doorway threshold There shall be a range of controls, settings, and modes to control the height, seat recline, and desktop settings through the HMI. Analyzed.	ManReq_0070 Control Unit dimensions Software shall log fault to later review.	RISK_0003 MIS-DCU primary or secondary Filter Channel - Digital Communications RISK_0070 MIS-DCU primary or secondary Filter Channel - Digital Communications	TS_0009 Transmission error TS_0008 Power cord availability TS_0100 Image depth sensing calibration	Step 1 Step 1 Step 2 Step 3
	SysReq_0005 Standard truck elevator tailgates There shall be a range of controls, settings, and modes to control the height, seat recline, and desktop settings through the HMI. Analyzed.		RISK_0080 MIS-DCU primary or secondary Filter Channel - Digital Communications RISK_0100 MIS-DCU primary or secondary Filter Channel - Digital Communications RISK_0001 MIS Power cord - AC power main to cabin cart	Locking connector usage Filter cable protection Bump Test	

Figura 2.19. Matriz de trazabilidad de requisitos generada por Visure. Nota: Tomado de Visure Solutions (2022).

La matriz de trazabilidad contiene los requisitos del producto, del sistema, componentes, riesgos y pruebas asociados a estos. Los requisitos pueden exportarse en varios formatos, incluidos PDF y XLS. Además, facilita la gestión de pruebas y detección de defectos al permitir tanto el análisis como la gestión de impacto de los cambios (ver Figura 2.20).

Hallazgos: La matriz de trazabilidad permite la aplicación de la trazabilidad hacia adelante, sin embargo, no tiene integrada la trazabilidad hacia atrás.

CODE	NAME	TEST STATUS	RUN STATUS TRACE (LAST)
PR_0020	Air transportation - maximum sizes	00950 - Transmission error	
SysReq_0120	Calibration Software		
SMReq_0020	Software logging	00420 - Step 3 00420_Results_001 - Step 3 (Results) - (Fail)	
00430	Step 3	Fail	
00430_Results_001	Step 3 (Results)		
SysReq_0010	Maximum weights and dimensions	SYS_15_0010 - Modify preference settings SYS_15_0010_Results_001 - Modify preference settings (Results) - (Pass) 01100 - Bump Test 01100_Results_001 - Bump Test (Results) - (Pass)	
SysReq_0050	Standard truck elevator tailgates	00520 - New Test Case 00520_Results_001 - New Test Case (Results) - (Fail) 01100 - Fiber cable protection 01100_Results_001 - Fiber cable protection (Results) - (Pass)	
00950	Transmission error		
PR_00220	case colour	00900 - Filter Hardware Error	
009241-11_010 (1)	Choice of measures	00950 - Transmission error	
PR_00210	Company logo	00800 - Fiber cable protection	
PR_00180	Base of calibration	00800 - Locking connector usage	
009241-11_020 (1)	Effectiveness	00950 - Transmission error	
009241-11_030 (1)	Efficiency	00950 - Transmission error	
PR_00230	HD support for screens	00950 - Pull out power connector by hand	
PR_00260	ISA Container Requirements Regulations	00950 - Transmission error	
PR_00290	Information update	00970 - System data error	
PR_00140	InstallErgonomics	00730 - Bump Test	
009241-11_050 (8)	Interpretation of measures		

Figura 2.20. Análisis visual de impacto. Nota: Tomado de Visure Solutions (2022).

2.3.2.2. IBM Engineering Requirements Management DOORS Next (IBM, 2022)

Objetivo: Es una herramienta de gestión de requisitos que utiliza la tecnología de la plataforma IBM Rational Jazz. IBM Engineering Requirements Management DOORS Next está disponible para trabajar de manera local y en la nube, lo que facilita la colaboración en tiempo real y permite tener información actualizada sobre los cambios implementados. Esta herramienta permite definir

requisitos en documentos de texto, representaciones visuales en diagramas de procesos comerciales, diagramas de casos de uso, guiones gráficos, bocetos de interfaz de usuario y flujos de pantalla. Los artefactos de requisitos se pueden organizar y reutilizar en vistas, colecciones y módulos. Admite enlaces de trazabilidad a artefactos de requisitos, planes de desarrollo, elementos de trabajo, planes de prueba, casos de prueba, diseños y modelos.

Descripción: Esta herramienta permite el seguimiento del ciclo de vida de desarrollo de *software* de extremo a extremo, al tiempo que incorpora estándares y regulaciones de la industria. También tiene soporte para realizar la colaboración global en tiempo real, ya que el proyecto es administrado a través de tableros compartidos, almacenados en una ubicación central. *IBM Engineering Requirements Management DOORS Next* utiliza las capacidades de *Engineering Document Generation* y *IBM Engineering Lifecycle Optimization - Publishing* para crear informes gráficos personalizables basados en paneles.

Por otro lado, permite la trazabilidad de requisitos cuando se vinculan artefactos individuales a casos de prueba para una visibilidad completa de los cambios a medida que éstos ocurren (ver Figura 2.21). La trazabilidad se utiliza para gestionar los cambios a lo largo del ciclo de vida del *software* para permitir así una evaluación del impacto de dichos cambios, además de vincular las solicitudes de éstos a los requisitos directamente. Es importante mencionar que se pueden vincular directamente varios documentos relevantes que contengan información sobre requisitos.

Hallazgos: La herramienta *IBM Engineering Requirements Management DOORS Next* maneja solamente la trazabilidad hacia delante, vinculando artefactos y documentos con los requisitos.

ID	Technical Requirements	Compliance	User Requirements	Compliance Evidence
SR-48	The system interface shall adhere to USB 2.0 @CN#1.	Compliant	UR-14: The user shall be able to interconnect existing USB devices	Doc Ref-380 Electric Interface Test Specification Issue 2
SR-57	The system shall comply with section 6.1 of the Network Security Policy	Non-Compliant	UR-28: Only authorised users shall be able to access the system	Doc Ref-478 Electric Interface Test Record Issue 1.2 Doc Ref-24 System Security Audit Record Dated 13/07/09
SR-58	The system memory storage shall meet the CompactFlash Specification Revision 4.3	Partially Compliant	UR-72: Commercially available, solid state memory shall be used. UR-7: The memory storage shall be removable by the user.	Doc Ref-159 System Functional Test Plan Issue 1

Figura 2.21. Matriz de trazabilidad de DOORS. Nota: Tomado de IBM (2022).

2.3.2.3. Jama Software (2022)

Objetivo: *Jama Software* es una herramienta para la gestión de requisitos, las características claves de esta herramienta son:

- La trazabilidad en vivo o *live traceability*, que permite navegar entre las relaciones ascendentes y descendentes de los requisitos con los artefactos de *software*. También evalúa el impacto de un cambio ya que tiene cobertura en todo el desarrollo.
- Seguimiento de decisiones y revisiones para requisitos, casos de prueba, cambios, entre otros,
- Soporte para colaboración en tiempo real. además de otras características como la reutilización de requisitos, auditorías, métricas, informes, plantillas, etc.

Descripción: La *live traceability* permite ver la información actualizada y completa de un requisito a través de las diferentes etapas del desarrollo de *software*, lo que posibilita que se evalúe su

rendimiento en tiempo real. La trazabilidad empieza al crear un marco para vincular correctamente los artefactos con los requisitos con los que están relacionados y las relaciones que éstos tienen entre sí, creando conexiones relevantes entre ellos que permitan tener una visión general del desarrollo. Estas conexiones especifican las relaciones entre artefactos y la forma en cómo se implementarán (ver Figura 2.22).



Figura 2.22. Marco gráfico de vínculos. Nota: Tomado de *Jama Software* (2022).

Jama Software también permite una colaboración activa entre el *stakeholder* involucrado y el requisito, a través de las notificaciones de *Collaboration Stream*. Así mismo, facilita la identificación de los *stakeholders* y los artefactos que se ven afectados por el requisito (ver Figura 2.23).

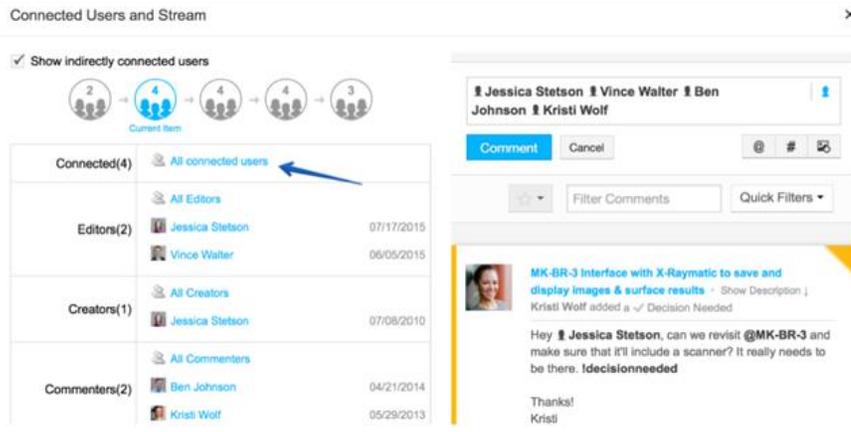


Figura 2.23. Comunicación con los *stakeholders*. Nota: Tomado de *Jama Software* (2022).

Además, ofrece trazabilidad hacia las pruebas para poder garantizar la calidad con *Trace View* de *Jama Connect* (ver Figura 2.24).

Market Requirements			1 LEVEL DOWN		
ID	Name	Priority	ID	Description	Status
CL3-MR-4	Adults 25-34	High	CL3-SR-7	Many hearing aids on the ...	Approved
			CL3-SR-1	A waterproof device is vit...	Approved
			CL3-SR-2	Many hearing aid on the ...	Completed
			CL3-SR-3	Many hearing aids on the ...	Completed
			CL3-SR-4	Hearing aids can be dur...	Approved
			CL3-SR-5	There are times when ou...	Draft
			CL3-SR-6	Many hearing aid on the ...	Rejected
			CL3-SR-7	Many hearing aids on the ...	Approved
CL3-MR-5	Adults 35+	Low			
CL3-FLD-6	Geography				
CL3-MR-6	Europe	Medium	CL3-SR-1	A waterproof device is vit...	Approved
			CL3-SR-2	Many hearing aid on the ...	Completed
			CL3-SR-3	Many hearing aids on the ...	Completed
			CL3-SR-4	Hearing aids can be dur...	Approved

Figura 2.24. Pruebas en *Jama Software*. Nota: Tomado de *Jama Software* (2022).

Jama Connect también cuenta con una función de enlaces llamados “sospechosos”, que permite visualizar cómo afecta un cambio a otros artefactos y evaluar si es necesario realizar cambios adicionales. Es también importante comentar que *Jama Connect* permite compartir información crucial entre líneas de productos, comparar estas conexiones y alinearlas con la función de reutilizar y sincronizar (ver Figura 2.25).

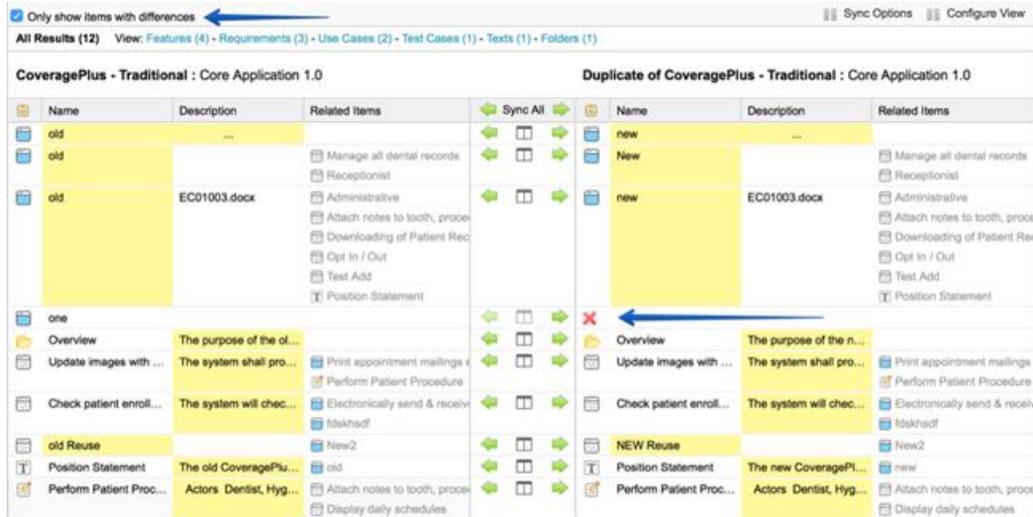


Figura 2.25. Funciones de reutilizar y sincronizar. Nota: Tomado de *Jama Software* (2022).

Hallazgos: La herramienta *Jama Software* permite la aplicación de trazabilidad hacia atrás y trazabilidad hacia adelante.

2.3.2.4. Modern Requirements (2022)

Objetivo: Es una herramienta de gestión de requisitos, extensión de *Azure DevOps*, que permite el trabajo colaborativo y mejora en un 50% el proceso de productividad de los requisitos al contener una captura rápida de los mismos, así como un manejo de cambios. También mejora en un 20% el tiempo de comercialización.

Descripción: *Modern Requirements* permite manejar tanto documentos de requisitos como diagramas (que se pueden vincular directamente a los requisitos), crear casos de uso asociados a los requisitos, integrar revisiones en tiempo real para aprobaciones inmediatas, y crear matrices de trazabilidad para administrar las relaciones entre requisitos.

El proceso de trazabilidad en esta herramienta se realiza a través de matrices de trazabilidad que permiten ver, administrar y cambiar de manera sencilla las relaciones entre los elementos del proyecto. Las matrices pueden construirse de forma rápida ya que solo se necesitan seleccionar los atributos que se quieren integrar en la matriz como pueden ser el requisito, las historias de usuario, los casos de prueba, etc. (ver Figura 2.26), y la matriz será mostrada con los elementos seleccionados (ver Figura 2.27).

El análisis de los enlaces de trazabilidad permite informar a los *stakeholders* sobre el estado de los requisitos y tomar decisiones en conjunto para mejorar la calidad del proyecto. Estas matrices son fáciles de crear, permiten relacionar elementos, mostrar los casos de prueba sus resultados y cobertura, y su exportación a documentos de *MS Office Word*, *Excel* y *PDF*. Las matrices muestran las relaciones entre requisitos, ya sea uno a uno o muchos a muchos. Para ver la trazabilidad entre elementos se tienen que seleccionar los elementos que se quieren visualizar (ver Figura 2.28). Así mismo, la

herramienta construye la matriz de trazabilidad que muestra la relación entre elementos, incluso se pueden agregar o quitar relaciones entre elementos (ver Figura 2.29).

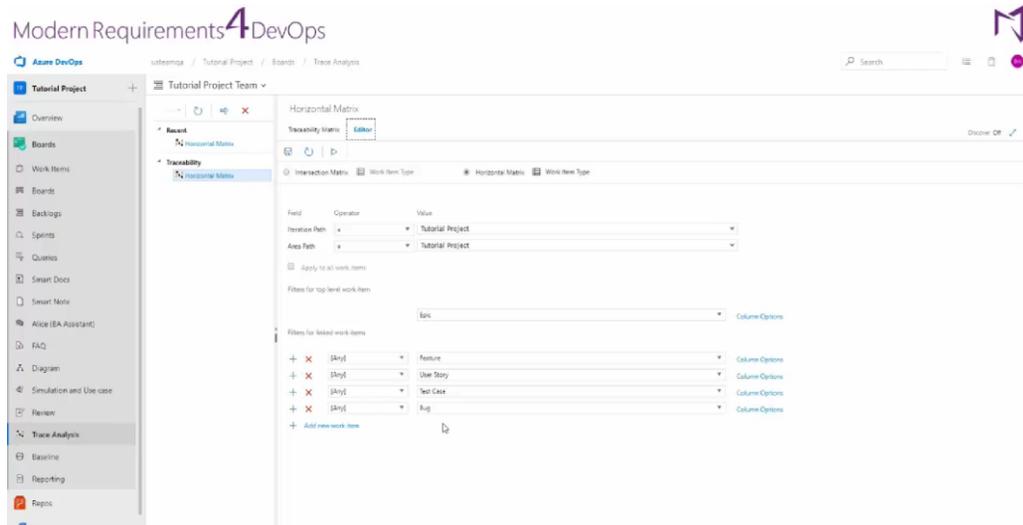


Figura 2.26. Creación de la matriz de trazabilidad. Nota: Tomado de *Modern Requirements* (2022).



Figura 2.27. Matriz de trazabilidad de *Modern Requirements*. Nota: Tomado de *Modern Requirements* (2022).

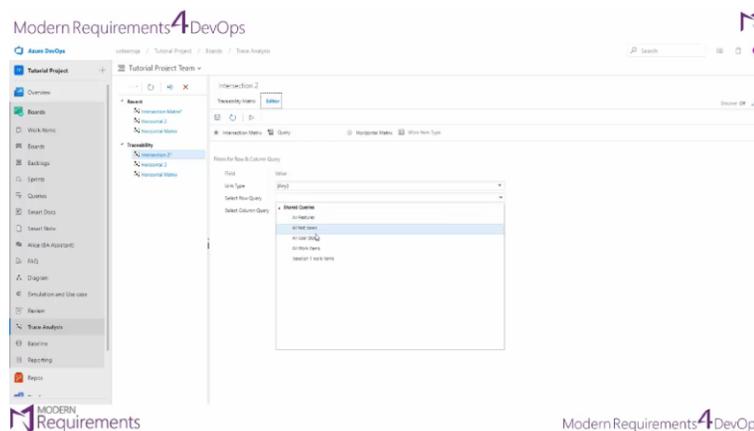


Figura 2.28. Selección de elementos. Nota: Tomado de *Modern Requirements* (2022).

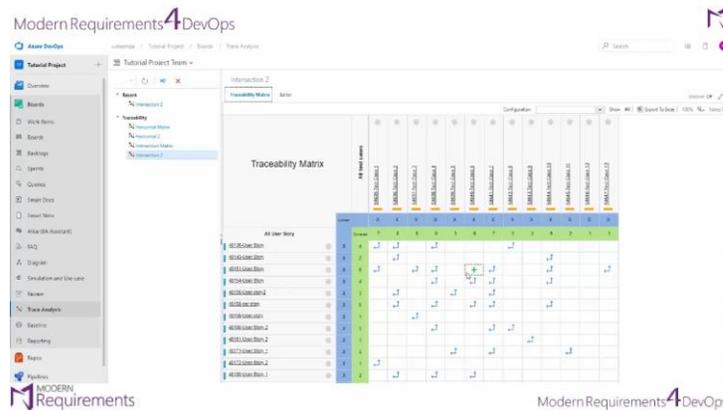


Figura 2.29. Matriz de trazabilidad entre elementos. Nota: Tomado de *Modern Requirements* (2022).

Hallazgos: *Modern Requirements* permite aplicación de la trazabilidad hacia adelante y hacia otros requisitos, pero no hacia atrás.

2.3.2.5. ReqSuite RM (OSSENO Software, 2022)

Objetivo: *ReqSuite RM* es una herramienta para la gestión de los requisitos que permite estructurar, administrar y organizarlos, además de incluir opciones de automatización, búsqueda y filtrado para crear vistas generales que permiten una perspectiva completa del estado del proyecto.

Descripción: *ReqSuite RM* administra los requisitos y los artefactos relacionados con ellos de acuerdo con una estructura dividida en categorías que son personalizables. También almacena texto, gráficos, archivos y enlaces a otras herramientas, permite mantener vínculos semánticos entre los requisitos y otros artefactos para verificar su consistencia e integridad, lo que es útil para evaluar si es necesario refinar dichos artefactos, o el impacto de los cambios con los que estén conectados. Además, añade varias funciones para integrar el trabajo colaborativo entre los *stakeholders*.

ReqSuite RM guarda automáticamente cada modificación, con su información de rastreo: quién realizó qué cambios y cuándo. También integra la opción de comparación de versiones individuales y de restablecimiento de la versión original; permitiendo así crear líneas base que ayudan a llevar un monitoreo del desarrollo del proyecto con el tiempo.

En cuanto a las funciones de trazabilidad, en esta herramienta se pueden crear y mantener vínculos entre los requisitos y sus artefactos. Los vínculos se pueden ver de manera gráfica (ver Figura 2.30 y 2.31), pero también de manera textual - de esta forma se puede editar la información de los artefactos y de sus vínculos- (ver Figura 2.32). Es posible ver la información de los vínculos de los requisitos con otros artefactos, a través de una tabla que resume la información referente a estas relaciones e incluso marca el nivel de prioridad de cada una (ver Figura 2.33).

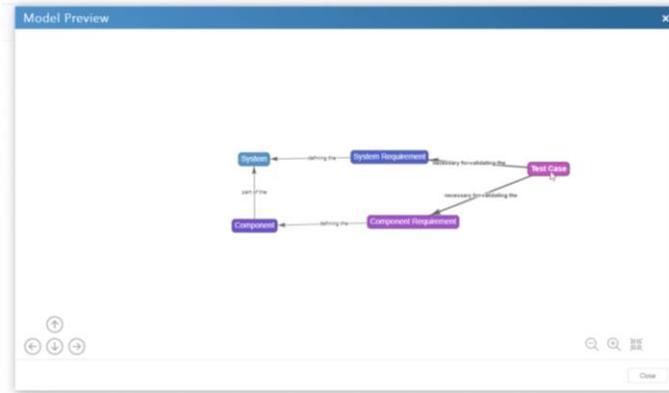


Figura 2.30. Vínculos en ReqSuite RM. Nota: Tomado de OSSENO Software (2022).

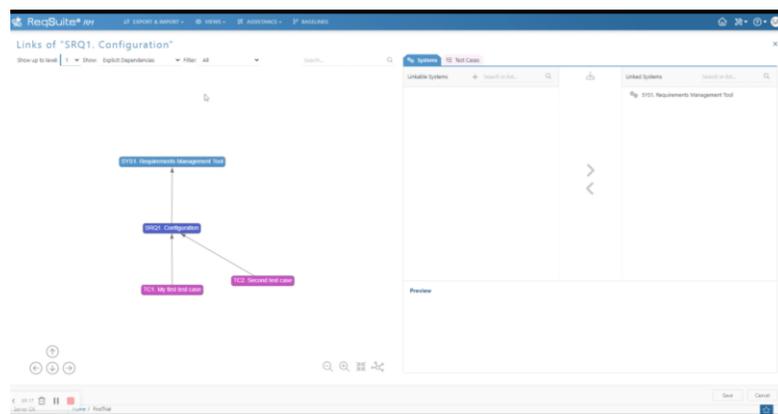


Figura 2.31. Vínculos en interfaz gráfica. Nota: Tomado de OSSENO Software (2022).

The 'Edit Relationship' dialog box contains the following fields and options:

- Source Category Name***: Test Case
- Target Category Name***: System Requirement
- ReqSuite® Relationship***: requiredBy
- Meaning***: necessary for validating the
- Reverse Meaning***: validated by
- Quantity Specification***: 1..* ---> *
- Model Representation**:
 - Define Relationship Attribute
 - Mark source when target changes
 - Mark target when source changes

Relation preview:
The Test Case X that is necessary for validating the System Requirement Y.

Figura 2.32. Vínculos en interfaz de texto. Nota: Tomado de OSSENO Software (2022).

ID	Description	Test Cases	Status	Priority	Last Change
REQ-001	Configuration	TC1, TC2, TC3	Open	High	2022-07-01 10:00
REQ-002	Second system requirement	TC4, TC5, TC6	Open	Medium	2022-07-01 10:00

Figura 2.33. Tabla de requisitos. Nota: Tomado de OSSENO Software (2022).

Por otro lado, se pueden asignar requisitos u otros artefactos a usuarios individuales para su posterior procesamiento. Así mismo, se controlan los derechos de acceso a través de roles y grupos, lo que permite a los usuarios poder comentar y revisar los requisitos y artefactos a lo largo del desarrollo del proyecto.

Otras características relevantes son:

- Todos los datos almacenados en *ReqSuite RM* se pueden sincronizar bidireccionalmente con *Jira*, *Azure DevOps*, *Enterprise Architect*, *ClicUp*, *Redmine*, *TestRail* y *GitLab*.
- Integra opciones de importación y exportación para *MS Office Word* y *Excel*, y *ReqIF*.
- Se puede conectar con otras herramientas mediante programación a través de una *API REST* bien documentada.

Hallazgos: La herramienta *ReqSuite RM* permite la aplicación de la trazabilidad hacia delante y hacia otros requisitos, pero no hacia atrás.

2.3.2.6. Orcanos (2022)

Objetivo: Es una herramienta para la gestión de requisitos enfocada en el desarrollo de proyectos médicos. Entre sus características destacan las de visualización y creación de informes. Incluye paneles en tiempo real y una función original llamada *DocGen* para importar y exportar archivos *MS Office Word* lo que permite crear documentos de requisitos, además de incluir plantillas e informes que pueden personalizarse. Ofrece funciones de trazabilidad, funciones de colaboración como mensajes y alertas y funciones de gestión de pruebas. También, entre sus funciones están las de gestión de la calidad (como riesgos, control de calidad, gestión de quejas) y gestión del ciclo de vida del desarrollo de *software*.

Descripción: *Orcanos* se describe como una herramienta flexible, apta tanto para empresas grandes como para MIPyMEs. Facilita la automatización de la gestión de riesgos al integrar varias opciones como el método de cálculo de nivel de riesgo o configuraciones automáticas basadas en probabilidades de riesgos; permite personalizar los elementos de trabajo, los metadatos, y el control de acceso entre otras características del proyecto, y la colaboración de múltiples usuarios trabajando en un documento al mismo tiempo. En lo que respecta a la trazabilidad de los requisitos, *Orcanos* vincula los requisitos de *software*, de *hardware*, casos de prueba, riesgos y otros artefactos a lo largo del ciclo de vida de desarrollo a través de una matriz de trazabilidad. También integra tipos de gestión de calidad que cumplen las normativas para creación de dispositivos médicos. Además, es posible aplicar un seguimiento de “trazabilidad faltante” para identificar los vínculos que no aparecen en procesos claves como los riesgos sin mitigación o requisitos sin casos de prueba (ver Figura 2.34).

La herramienta permite que los *stakeholders* se involucren en la trazabilidad de los diferentes artefactos del *software* ya que los conecta a través de un solo proceso de flujo de trabajo con lo que colaboran activamente en la definición de documentos o artefactos del proyecto. La herramienta es capaz de generar informes de trazabilidad a varios niveles para dar así, una visión general del estado del proyecto y el análisis de riesgos asociados al estado actual de este. La matriz de trazabilidad permite vínculos entre elementos del mismo tipo, con documentos, rastreos hacia adelante y hacia atrás, análisis de impacto de cambios, seguimiento de relaciones en cascada y opciones de búsqueda para trazabilidad faltante.

Actions	Key	Migration	Name	Traced Items Info	St
	AGILE-58127		Agile added from WS to test h	ACTION_ITEM-56703	New
	AGILE-58126		Agile added from WS	ACTION_ITEM-58140	New
	AGILE-58125		AGILE_01 test mandatory fe	ACTION_ITEM-56731	New
				ACTION_ITEM-58140	New

Action	Item Name	Direction	Link Type	Related Item	Related Item Name	Related Item Updated	Rel
X	Agile added from WS	←	Copy	ACTION_ITEM-58140	Zapier 1.4 update test	12/09/17 12:20:00	Ch
X	Agile added from WS	→	Copy	ACTION_ITEM-56703	test_with_zapier_by_s	11/09/17 12:47:00	Re

Figura 2.34. Matriz de trazabilidad de *Orcanos*. Nota: Tomado de *Orcanos* (2022).

Hallazgos: La herramienta *Orcanos* permite trazabilidad hacia adelante, trazabilidad hacia atrás y trazabilidad hacia otros requisitos.

2.3.2.7. *Accompa* (2022)

Objetivo: *Accompa* es una herramienta para la gestión de requisitos basada en la nube, por lo que no ofrece una versión local. Se describe a sí misma como una herramienta fácil de usar, de implementar y ofrece un costo más accesible en comparación a otras herramientas.

Descripción: *Accompa* ofrece funciones para la gestión de requisitos como la agregación, búsqueda, administración de requisitos jerárquicos, automatización de recopilación de requisitos, mantenimiento del historial de cambios en requisitos, control de cambios y creación de documentos de requisitos (ver Figura 2.35). Una característica que la hace destacarse es su capacidad de integración con otras herramientas como: *Jira*, *FogBugz*, *HP Quality Center*, *IBM Rational*, *IBM Rational ClearQuest*, *Bugzilla*, *trac*, *VersionOne*, *Rally*, *Agilefant*, *Seapine Software*, *SmartBear* y *VisualStudio*.

Hallazgos: En esta herramienta existen algunas funciones como el control de cambios y el control de historial de versiones que ofrecen cierto rastreo, pero no la trazabilidad como la define la IR.

Compare	Version +	Baselines	Date (GMT-08:00)	User	Comment	Fields Modified
<input type="checkbox"/>	v16 (current)		Dec-03-2013, 04:24pm	Chris Madden		Status
<input type="checkbox"/>	v15		Dec-02-2013, 10:59am	Chris Madden		Description, Sta
<input type="checkbox"/>	v14	Prelim Review #1	Nov-27-2013, 03:20pm	Chris Madden		Status
<input type="checkbox"/>	v13		Nov-26-2013, 04:23pm	Alex Ramirez		Description
<input type="checkbox"/>	v12		Nov-26-2013, 01:22pm	Leila Durmaz		Description
<input type="checkbox"/>	v11		Nov-25-2013, 06:19pm	Chris Madden		Description
<input type="checkbox"/>	v10		Nov-25-2013, 06:18pm	Chris Madden		Status
<input type="checkbox"/>	v9		Nov-25-2013, 06:11pm	Howard Gail		Description
<input type="checkbox"/>	v8		Nov-25-2013, 03:06pm	Chris Madden		Description
<input type="checkbox"/>	v7		Nov-25-2013, 03:03pm	Chris Madden		Description

Figura 2.35. Rastreo automático del historial de un requisito. Nota: Tomado de *Accompa* (2022).

2.3.2.8. Dimensions RM (Micro Focus, 2022)

Objetivo: *Dimensions RM* es una herramienta para la gestión de requisitos que ofrece funciones para el rastreo de requisitos y un análisis de impacto para sus cambios. Su característica más relevante es que es visualmente interactiva, ya que integra funciones de arrastrar y soltar componentes, además de poder adjuntar imágenes y hojas de cálculo.

Descripción: *Dimensions RM* ofrece diversas características visuales para modelar y simular requisitos, lo que permite probar reglas y procesos para evaluar si los artefactos están completos. Incluye también funciones para el trabajo colaborativo como control de acceso, revisión y aprobación de usuarios. Sin embargo, no permite integración con otras herramientas.

El soporte que *Dimensions RM* brinda al proceso de requisitos y las integraciones del ciclo de vida, permite llevar a cabo una trazabilidad a través de todo el ciclo de desarrollo de *software*. También ofrece una extensa cantidad de funciones para generar reportes de trazabilidad, entre los cuales se pueden incluir modelados visuales de los vínculos entre artefactos (ver Figura 2.35). Así mismo, maneja una matriz de trazabilidad que contiene la información de los requisitos y sus vínculos, de los artefactos vinculados y de alertas para identificar posibles impactos que pueden originarse por los cambios en los requisitos (ver Figura 2.36).

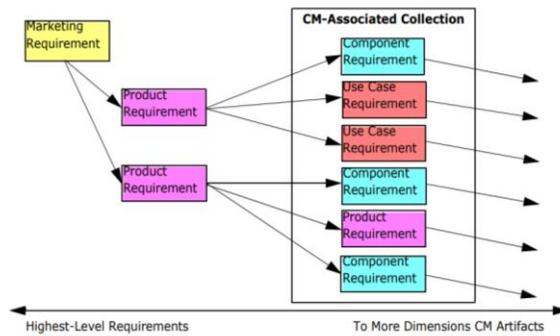


Figura 2.36. Modelo visual de vínculos. Nota: Tomado de *Micro Focus* (2022).

La imagen muestra la interfaz de usuario de Dimensions RM. En el centro hay una tabla de trazabilidad con las siguientes columnas: Category, Agent, Title, Workday, Owner, Compliance, Time Wk, Links In/Out, Collections. La tabla contiene varias filas de datos con iconos de advertencia (triángulo amarillo) y estado de cumplimiento (Ful, Part, No). A la izquierda hay un árbol de categorías y a la derecha un panel de acciones.

Category	Agent	Title	Workday	Owner	Compliance	Time Wk	Links In/Out	Collections
ADSL_R	PROJ_300001	Tq to use	Approved	River P	Ful	26 Jun 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300002	Application	Approved	River P	Ful	23 Jun 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300003	Default	Approved	River P	Ful	30 SEP 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300004	Expert	Approved	River P	Ful	30 SEP 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300005	Support	Approved	River P	Ful	23 Jun 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300006	Multiple	Approved	River P	Ful	30 SEP 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300007	Search and	Approved	River P	Ful	03 JUL 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300008	Checks	Approved	River P	Ful	30 SEP 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300011	Annotations	Approved	River P	Ful	30 SEP 2019	0	0
ADSL_R	PROJ_300012	Axis	Approved	River P	Ful	30 SEP 2019	0	0

Figura 2.37. Matriz de trazabilidad de *Dimensions RM*. Nota: Tomado de *Micro Focus* (2022).

Hallazgos: La herramienta *Dimensions RM* permite la aplicación de la trazabilidad hacia adelante y trazabilidad hacia otros requisitos, pero no hacia atrás.

2.3.2.9. Codebeamer (Intland Software, 2022)

Objetivo: *Codebeamer* es una herramienta de gestión de requisitos, valorada entre los mejores 50 productos de desarrollo de *software* en la clasificación de los “mejores productos de *software* para 2022” de G2 en base a las opiniones de usuarios (G2, 2022). Esta herramienta integra trazabilidad y colaboración del equipo de desarrollo en tiempo real.

Descripción: Esta herramienta permite capturar y administrar requisitos, historias de usuarios y modelos de diseño. Ayuda a que la información de los *stakeholders* se mantenga actualizada ya que el sistema registra automáticamente un historial de cambios completo en todos los artefactos. También crea procesos personalizados de aprobación y validación de requisitos, además trabaja con flujos de desarrollo que se pueden crear desde el tronco central, incluye opciones de reutilización de requisitos, comparación y exploración de los flujos de trabajo dentro del proyecto.

Codebeamer permite varias opciones de exportación e importación de documentos de requisitos como *ReqIF*, *MS Office Word* y *Excel*, integraciones con diversas herramientas como *IBM Rational DOORS*, *Jira*, *Enterprise Architect*, *MATLAB Simulink*, entre otras.

El trabajo colaborativo, en tiempo real, del equipo de desarrollo se realiza con informes personalizados, aprobaciones y flujos de trabajo avanzados para mantener el control total de todos los procesos del ciclo de vida del desarrollo del *software*. Dentro de los flujos de desarrollo se pueden agregar referencias y asociaciones que permiten integrar la trazabilidad a lo largo de todo el proceso de desarrollo. Esta se maneja a través de un explorador de trazabilidad que permite analizar las dependencias entre todos los tipos de artefactos en los proyectos y obtener notificaciones automáticas sobre vínculos sospechosos, para así controlar el impacto de los cambios, también establece vínculos entre artefactos que permiten asociar los requisitos con sus casos de prueba. En *Codebeamer* la matriz de trazabilidad contiene las correlaciones entre requisitos o, entre requisitos y otros artefactos del *software*, visualiza las dependencias entre estos elementos, y permite su edición directamente (ver Figura 2.37). También es posible acceder a los requisitos al seleccionarlos en la matriz de trazabilidad que los contenga para poder editarlos (ver Figura 2.38).

Initial Summary	Status	Level 2 Summary	P	Level 2 Name	Description
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2148] Bluetooth	NEW				
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2148] USB	NEW				
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2139] Define driving range	NEW	[US-2105] As Support, I want to be able to connect to an car diagnostic software, once the software breaks down		[RELEASE-2009] Sprint 1.3	
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2143] Define quality attributes	COMPLETED	[US-2105] As Support, I want to be able to connect to an car diagnostic software, once the software breaks down		[RELEASE-2009] Sprint 1.3	
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2144] Implement Charging System	COMPLETED	[US-2105] As Support, I want to be able to connect to an car diagnostic software, once the software breaks down		[RELEASE-2009] Sprint 1.3	
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2142] Implement car software	IN PROGRESS	[US-2105] As User, I want to have a software in my car, which is easy to use		[RELEASE-2007] Sprint 1.1	
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2143] Implement Synchronization interface with diagnostic software	NEW	[US-2105] As Support, I want to be able to connect to an car diagnostic software, once the software breaks down		[RELEASE-2009] Sprint 1.3	
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2144] Design Chassis	IN PROGRESS				
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2145] Design collapsible frame	IN PROGRESS				
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2146] Implement Navigation software	NEW				
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2147] Design Navigation Hardware	NEW	[US-2104] As User, I want to have a navigation system in my car		[RELEASE-2007] Sprint 1.1	
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2150] Variants Management software	NEW	[US-2111] As User, I want to be able to customize the car		[RELEASE-2009] Sprint 1.3	
<input checked="" type="checkbox"/> [TASK-2151] Define Test Cases	NEW				

13 Issues found on Initial Level

Figura 2.38. Matriz de trazabilidad de *Codebeamer*. Nota: Tomado de Intland Software, (2022).

Hallazgos: La herramienta *Codebeamer* si permite la aplicación de la trazabilidad hacia adelante y trazabilidad hacia otros requisitos, pero no hacia atrás.

2.3.2.10. Helix RM (Perforce Software, 2022)

Objetivo: *Helix RM* es una herramienta para la gestión de requisitos que ofrece varias funciones como la trazabilidad, validación y priorización de requisitos, así como la comunicación con los *stakeholders*.

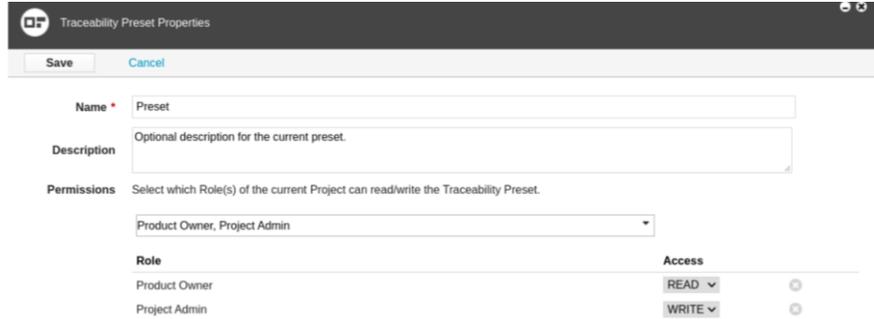


Figura 2.39. Enlaces de Codebeamer. Nota: Tomado de Inland Software, (2022).

Descripción: *Helix RM* permite el trabajo colaborativo entre los integrantes del equipo de desarrollo de *software*, la reutilización de requisitos, la integración de funciones para descomponer los requisitos en diferentes tipos (e.g. requisitos de marketing en requisitos de producto, requisitos funcionales y especificaciones del *software*). Puede exportar documentos de requisitos a *MS Microsoft Word* e integrarse con Jira.

Permite la aplicación de la trazabilidad de los requisitos a través de todo el ciclo de vida del *software*, y la vinculación entre los mismos requisitos y con otros artefactos del proyecto como casos de prueba o código fuente. Los requisitos se organizan en una matriz de trazabilidad para poder llevar a cabo un análisis de la cobertura de pruebas y el impacto de los cambios en los requisitos en los artefactos de *software* a los que estén vinculados (ver Figura 2.39).

Item Type	Number	Summary
Requirement Tested By [Delete]		
Happy path.		
Functional Requirement	25	Display resident photos on acti...
Test Case	7	Requirement 25: Display resident ..
Requirement Tested By [Delete]		
Optional path.		
Functional Requirement	25	Display resident photos on acti...
Test Case	8	Requirement 25: Validate that resi...

Figura 2.40. Matriz de trazabilidad de Helix RM. Nota: Tomado de Perforce Software (2022).

Hallazgos: La herramienta Helix RM sí permite la aplicación de la trazabilidad hacia adelante y hacia otros requisitos, pero no hacia atrás.

Después de revisar las herramientas más usadas en la industria de acuerdo con *The Digital Project Manager* (DPM, 2021), es importante remarcar que, aunque la mayoría de las herramientas analizadas sí permiten llevar a cabo la trazabilidad, e incluso algunas la reconocen como un aspecto clave, esta es de un solo un tipo: la trazabilidad hacia adelante. Por ejemplo, la trazabilidad hacia otros requisitos solo se lleva a cabo en *Modern Requirements*, *Orcanos*, *Dimensions RM*, *Codebeamer* y *Helix RM*. Es por lo que se hace necesario construir una herramienta que pueda brindar dos de los tipos de trazabilidad menos atendidos por las herramientas del mercado que son la trazabilidad hacia atrás y la trazabilidad hacia otros requisitos.

3. Diseño y desarrollo de TrazaReq

Este capítulo 3 describe de manera detallada el proceso seguido para la construcción de la herramienta de trazabilidad, objeto de esta tesis. Se utilizó un ciclo de vida de desarrollo de *software* incremental, este modelo fue ventajoso ya que permitió desarrollar los requisitos de la herramienta por incrementos (ver Figura 3.1). Es importante mencionar que se seleccionó el nombre TrazaReq para dicha herramienta.

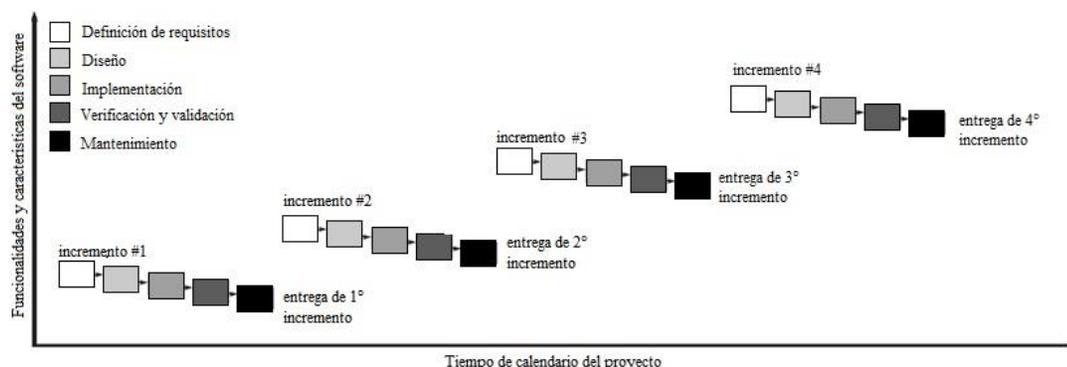


Figura 3.1. Incrementos en la construcción de la herramienta.

Para el desarrollo de la herramienta TrazaReq cada incremento estuvo conformado por cinco fases:

1. *Análisis y definición de requisitos.* Los Requisitos Funcionales (RF) fueron elicitados, de acuerdo con Pacheco et al. (2018), utilizando dos técnicas de elicitación que se amoldan al dominio de aplicación del proyecto: lluvia de ideas y modelado de casos de uso en UML. Cada RF, por incremento, se describió de manera detallada mediante las tarjetas de requisitos propuestas por Robertson y Robertson (2012) (2012).
2. *Diseño.* La arquitectura de la herramienta se diseñó en capas, la primera capa llamada “Capa de presentación” y contiene todas las interfaces de la herramienta y es la que da la vista al usuario. La segunda capa es la “Capa de reglas de negocios” y contiene las clases y objetos que formaran al *software* y que interactuarán entre sí para que este funcione. Finalmente, la capa llamada “Capa de almacenamiento” que contiene el acceso a la base de datos donde se almacenarán los datos necesarios como la información de las cuentas de usuario, los proyectos, los requisitos, entre otros (ver Anexo C).

Es importante mencionar que, el diseño general de la herramienta se realizó con un modelo Orientado a Objetos (OO) para poder crear clases y objetos que permitieran gestionar los requisitos y mostrarlos de manera dinámica. De la misma forma, para el modelado de la herramienta se utilizó el Lenguaje UML, que, al ser gráfico, sirve para ilustrar y documentar el comportamiento dinámico de un *software*: desde el modelado de casos de uso hasta los diagramas de secuencia y comunicación (Sailema et al., 2017). A continuación, se describen cada uno de estos dos componentes:

- Los diagramas de secuencia modelan la interacción entre objetos que en conjunto realizan una acción específica. Tienen dos dimensiones, el eje vertical que representa el tiempo y el eje horizontal que representa a cada objeto. Cada elemento participante tiene asociado una línea de vida y un foco de control. La línea de vida representa el intervalo de tiempo en el que existe el elemento en cuestión y el foco de control muestra el periodo de tiempo en el cual el elemento se encuentra ejecutando alguna acción.
 - Los diagramas de comunicación modelan la organización estructural de un conjunto de objetos incluyendo los mensajes que envían y reciben. Aquí la comunicación entre objetos se denomina enlace o vínculo ya que está asociado a los mensajes que se intercambian entre ellos.
3. *Implementación*. Para la implementación de la herramienta *web*, se utilizó el *framework* Flask que pertenece al lenguaje de programación Python. Este *framework* fue seleccionado debido a que permite la implementación del paradigma OO - tipo de modelado utilizado en el diseño de este *software*-. Además, cuenta con librerías que permiten el manejo de archivos y la conexión con correos electrónicos. Flask representó la mejor opción como *framework* base para el desarrollo de la herramienta *web* ya que permite una mejor implementación y manejo de tipos de usuario que Django, opción que se había seleccionado al inicio del desarrollo de esta tesis.
 4. *Validación*. Cada RF fue validado a través de pruebas funcionales utilizando la técnica de “Clases de equivalencia” para generar casos de prueba para las entradas y salidas de la herramienta.
 5. *Mantenimiento*. Los hallazgos encontrados en los casos de prueba fueron corregidos en cada final de incremento, para tener así un correcto funcionamiento al inicio del siguiente incremento.

El desarrollo de la herramienta se dividió en cuatro incrementos: **1) Gestión de usuarios y privilegios, 2) Gestión de los requisitos funcionales, 3) Implementación de la trazabilidad hacia otros requisitos funcionales asociados y, 4) Implementación de la trazabilidad hacia atrás**. Cada uno de los incrementos es descrito detalladamente a continuación.

3.1. Gestión de usuarios y privilegios

En este primer incremento se desarrollaron los RF relacionados con la gestión de usuarios y sus privilegios, es decir, los dos tipos de usuarios que permitirá la herramienta: el líder de proyecto – que puede gestionar todos los proyectos, así como visualizar la gestión de los requisitos dentro de éstos, pero no puede modificarlos -, y el(a) ingeniera(o) de requisitos, que gestiona los requisitos

dentro de los proyectos, es decir, puede crear, editar, ver y eliminarlos, siendo siempre supervisado(a) por el líder de proyecto, por lo que este es podría verse como el usuario principal. Los RF de este incremento incluyeron:

- RF-01: El *software* deberá permitir la creación de una cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.2).
- RF-02: El *software* deberá permitir la creación de una cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.3).
- RF-03: El *software* deberá permitir el inicio de sesión en la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.4).
- RF-04: El *software* deberá permitir el inicio de sesión en la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.5).
- RF-05: El *software* deberá permitir el cierre de sesión en la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.6).
- RF-06: El *software* deberá permitir el cierre de sesión en la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.7).
- RF-07: El *software* deberá permitir la visualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.8).
- RF-08: El *software* deberá permitir la visualización de los datos de la cuenta del ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.9).
- RF-09: El *software* deberá permitir la actualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.10).
- RF-10: El *software* deberá permitir la actualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.11).
- RF-11: El *software* deberá permitir la eliminación de la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.12).
- RF-12: El *software* deberá permitir la eliminación de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.13).
- RF-13: El *software* deberá permitir la visualización de las cuentas de ingenieros(as) de requisitos asociadas a un líder de proyecto (ver Figura 3.14).

3.1.1. Análisis y definición de requisitos: primer incremento

A continuación, se muestran las tarjetas para cada uno de los trece requisitos correspondientes a la gestión de usuarios y privilegios (ver Figuras 3.2 a 3.14). El número 9 se corresponde al tipo de requisito funcional de acuerdo con Robertson y Robertson (2012).

Requisito: RF-01 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-01

Descripción: El *software* deberá permitir la creación de una cuenta para los usuarios con el rol de líder de proyecto con los siguientes datos: Nombre, Apellido(s), Correo electrónico, Contraseña.

Razón de existencia: Permitir al(a) líder de proyecto tener acceso tanto a los proyectos como a los requisitos, únicamente para revisarlos.

Origen: Empresa A

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-03, RF-05, RF-07, RF-09, RF-11, RF-15, RF- 17, RF-18, RF-29, RF-32, RF-34, RF-36, RF-40, RF-46, RF-56.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.2. Requisito RF-01.

Requisito: RF-02 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso:CU-02

Descripción: El *software* deberá permitir la creación de una cuenta para los usuarios con el rol de ingeniero(a) de requisitos con los siguientes datos: Nombre, Apellido(s), Correo electrónico, Contraseña.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos debe poder gestionar la trazabilidad de los requisitos dentro de los proyectos que le fueron asignados.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-04, RF-06, RF-08, RF-10, RF-12, RF-13, RF-14, RF-15, RF-16, RF-17, RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF-23, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-33, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.3. Requisito RF-02.

Requisito: RF-03 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-03

Descripción: El *software* deberá permitir que el usuario(a) con el rol de líder de proyecto inicie sesión mediante el ingreso de los siguientes datos: Correo electrónico, Contraseña.

Razón de existencia: Para que un líder de proyecto revise el estado de los requisitos de los proyectos, deberá iniciar sesión con su correo oficial (i.e., de la organización), para tener acceso a la información de estos.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-05, RF-07, RF-09, RF-11, RF-15, RF-17, RF-18, RF-29, RF-32, RF-34, RF-36, RF-40, RF-46., RF-56

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.4. Requisito RF-03.

Requisito: RF-04 Tipo de requisito: Funcional (9) * Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-04

Descripción: El *software* deberá permitir que el usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos inicie sesión mediante el ingreso de los siguientes datos: Correo electrónico, Contraseña.

Razón de existencia: Para que un(a) ingeniero(a) de requisitos pueda gestionar los requisitos de los proyectos a su cargo, deberá iniciar sesión con su correo oficial (i.e., de la organización).

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-06, RF-08, RF-10, RF-12, RF-13, RF-14, RF-15, RF-16, RF-17, RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF-23, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-33, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.5. Requisito RF-04.

Requisito: RF-05 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012) (2012)

Caso de uso: CU-05

Descripción: El *software* deberá permitir el cierre de sesión al usuario(a) con el rol de líder de proyecto.

Razón de existencia: El líder de proyecto deberá cerrar su sesión cuando deje de usar el *software*, para mantener así la integridad de su cuenta.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.6. Requisito RF-05

Requisito: RF-06 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-06

Descripción: El *software* deberá permitir el cierre de la sesión de al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos deberá cerrar su sesión cuando deje de usar el *software*, para mantener así la integridad de su cuenta.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.7. Requisito RF-06.

Requisito: RF-07 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-07

Descripción: El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Correo electrónico, Contraseña.

Razón de existencia: El líder de proyecto podrá visualizar los datos que conforman su cuenta.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-09, RF-11.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.

 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.8. Requisito RF-07.

Requisito: RF-08 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-08

Descripción: El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Correo electrónico, Contraseña. Proyectos asociados.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá visualizar los datos que conforman su cuenta.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-10. RF-12.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.

 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.9. Requisito RF-08.

Requisito: RF-09 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-09

Descripción: El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la actualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Apellido, Contraseña.

Razón de existencia: Es posible que algún líder de proyecto tenga que actualizar los datos de su cuenta.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-07, RF-11.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.10. Requisito RF-09.

Requisito: RF-10 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-10

Descripción: El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la actualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Apellido, Contraseña.

Razón de existencia: Es posible que algún(a) ingeniero(a) de requisitos tenga que actualizar los datos de su cuenta.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-08, RF-12.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.11. Requisito RF-10.

Requisito: RF-11 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-11

Descripción: El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la eliminación de su cuenta.

Razón de existencia: Cuando un líder de proyecto ya no necesite su cuenta de acceso al *software*, podrá eliminarla, pero no los proyectos asociados a ésta.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-07, RF-09.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.12. Requisito RF-11.

Requisito: RF-12 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-12

Descripción: El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de “líder del proyecto” la eliminación de cuentas ingeniero(a) de requisitos.

Razón de existencia: Cuando un ingeniero(a) de requisitos ya no necesite su cuenta de acceso al *software*, el líder del proyecto podrá eliminarla, pero no los requisitos de los proyectos asignados.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-03, RF-08, RF-10, RF-15.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.13. Requisito RF-12.

Requisito: RF-13 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-13

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista existente de las cuentas de ingeniero(a) de requisitos.

Razón de existencia: Cuando un líder de proyecto necesite revisar los proyectos y sus requisitos, tendrá que acceder a la lista de cuentas de ingeniero(a) de requisitos para saber qué proyectos están asignados a cada uno de ello(a)s.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-03, RF-10, RF-12, RF- 17, RF-18, RF-29, RF-32, RF-34, RF-36, RF-40, RF-46, RF-56.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.14. Requisito RF-13.

3.1.2. Diseño: primer incremento

A continuación, se muestran los diagramas de casos de uso, de comunicación y de clases para cada uno de los requisitos descritos en el punto 3.1.1. Es importante mencionar que cada requisito fue modelado como un caso de uso individual incluyendo su diagrama de secuencia correspondiente.

La Tabla 3 y Tabla 4 muestran la información de los actores que participan en los casos de uso, el ACT-01 representa al líder de proyecto y el ACT-02 representa al ingeniero(a) de requisitos.

Tabla 3. Tabla de actor ACT-01 en el primer incremento.

Actor	ACT-01: Líder de proyecto
Casos de uso	CU-01, CU-02, CU-03, CU-05, CU-07, CU-09, CU-11, CU-12 CU-13
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al líder de proyecto

Tabla 4. Tabla de actor ACT-02 en el primer incremento.

Actor	ACT-02: Ingeniero(a) de requisitos
Casos de uso	CU-04, CU-06, CU-08, CU-10
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al ingeniero(a) de requisitos.

Diagrama de incremento

La Figura 3.15 muestra la interacción de los actores con los casos de uso del primer incremento.



Figura 3.15. Diagrama de los casos de uso del primer incremento.

Diagrama de comunicación

Los diagramas de comunicación son diseñados por cada uno de los actores participantes en los casos de uso. En la Figura 3.16 se pueden ver las acciones del líder de proyecto mientras que en la Figura 3.17 se ven las acciones del(a) ingeniero(a) de requisitos.

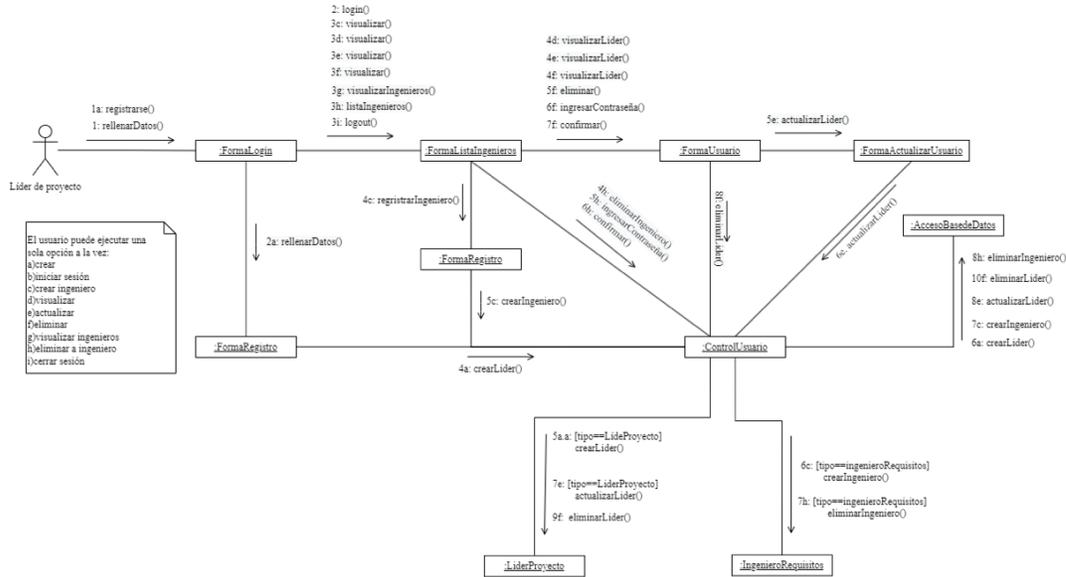


Figura 3.16. Diagrama de comunicación del líder de proyecto en el primer incremento.

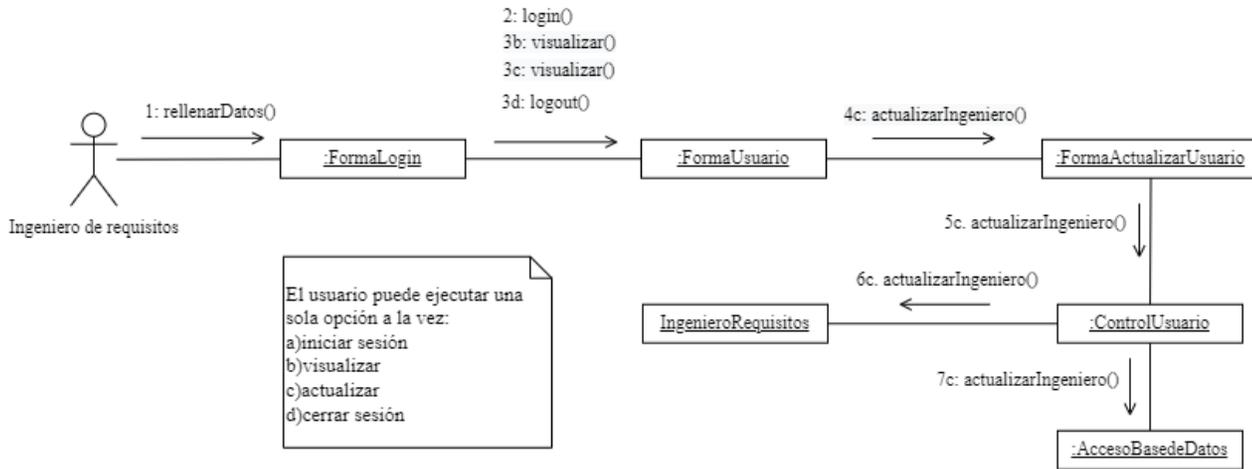


Figura 3.17. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos en el primer incremento.

Diagrama de clases

Este diagrama muestra todas las clases y objetos participantes en las acciones del primer incremento correspondientes a las acciones de usuarios y sus privilegios (ver Figura 3.18).

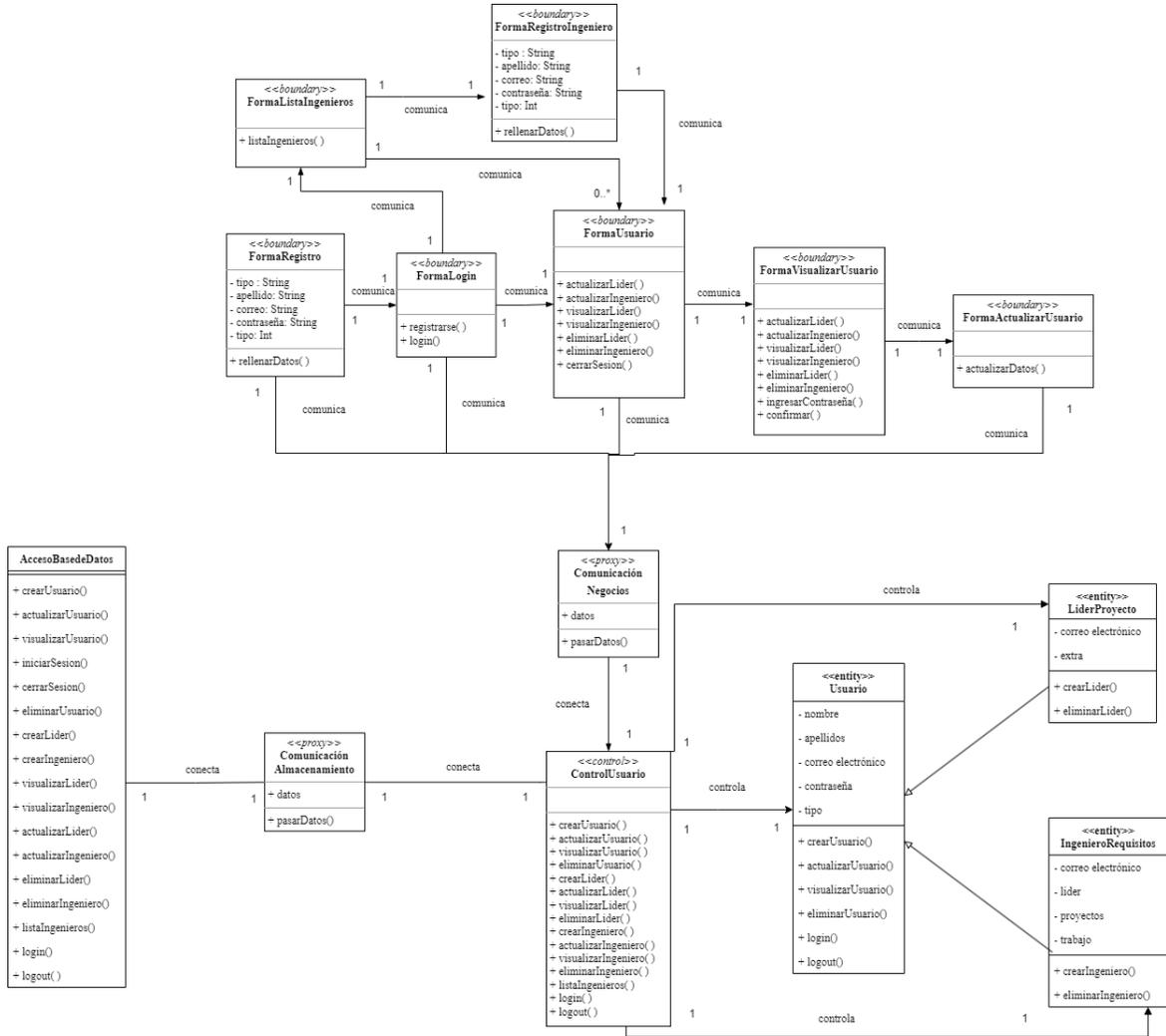


Figura 3.18. Diagrama de clases del primer incremento.

Casos de uso

Los casos de uso de cada uno de los trece requisitos individuales del primer incremento pueden verse en las Figuras 3.19, 3.21, 3.23, 3.25, 3.27, 3.29, 3.31, 3.33, 3.35, 3.37, 3.39, 3.41 y 3.43, la descripción de cada uno de ellos en las Tablas 5 a la 17 y su diagrama de secuencia correspondiente en las Figuras 3.20, 3.22, 3.24, 3.26, 3.28, 3.30, 3.32, 3.34, 3.36, 3.38, 3.40, 3.42 y 3.44.

Diagrama de caso de uso del RF-01

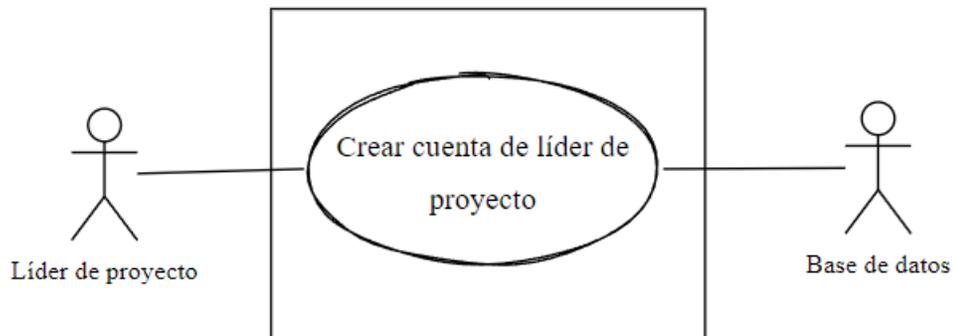


Figura 3.19. Diagrama de caso de uso CU-01.

Tabla 5. Caso de uso CU-01.

Descripción de caso de uso	
CU-01	Crear cuenta de líder de proyecto.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	Crear una cuenta de líder de proyecto que debe supervisar los requisitos de los proyectos de la empresa.
Resumen	El ACT-01 introducirá sus datos de usuario en el <i>software</i> , después dará <i>clic</i> en el botón aceptar para que el <i>software</i> cree la cuenta de usuario líder de proyecto.
Precondiciones	No aplica.
Flujo principal	El ACT-01 selecciona "Registrarse" en la pantalla principal de inicio del <i>software</i> .
	El <i>software</i> muestra el formulario de registro.
	El ACT-01 rellena los campos nombre, apellido, correo electrónico, contraseña, con los datos correspondientes y da <i>clic</i> en el botón "Aceptar".
	El ACT-01 da <i>clic</i> en aceptar en el mensaje de confirmación de alta exitosa.
	La nueva cuenta del usuario queda registrada dentro del sistema.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 da <i>clic</i> en el botón cancelar, el usuario no se dará de alta en el sistema.
	Se regresa a la página de inicio de sesión.
Postcondición	El usuario queda dado de alta en el sistema.

Diagrama de secuencia:

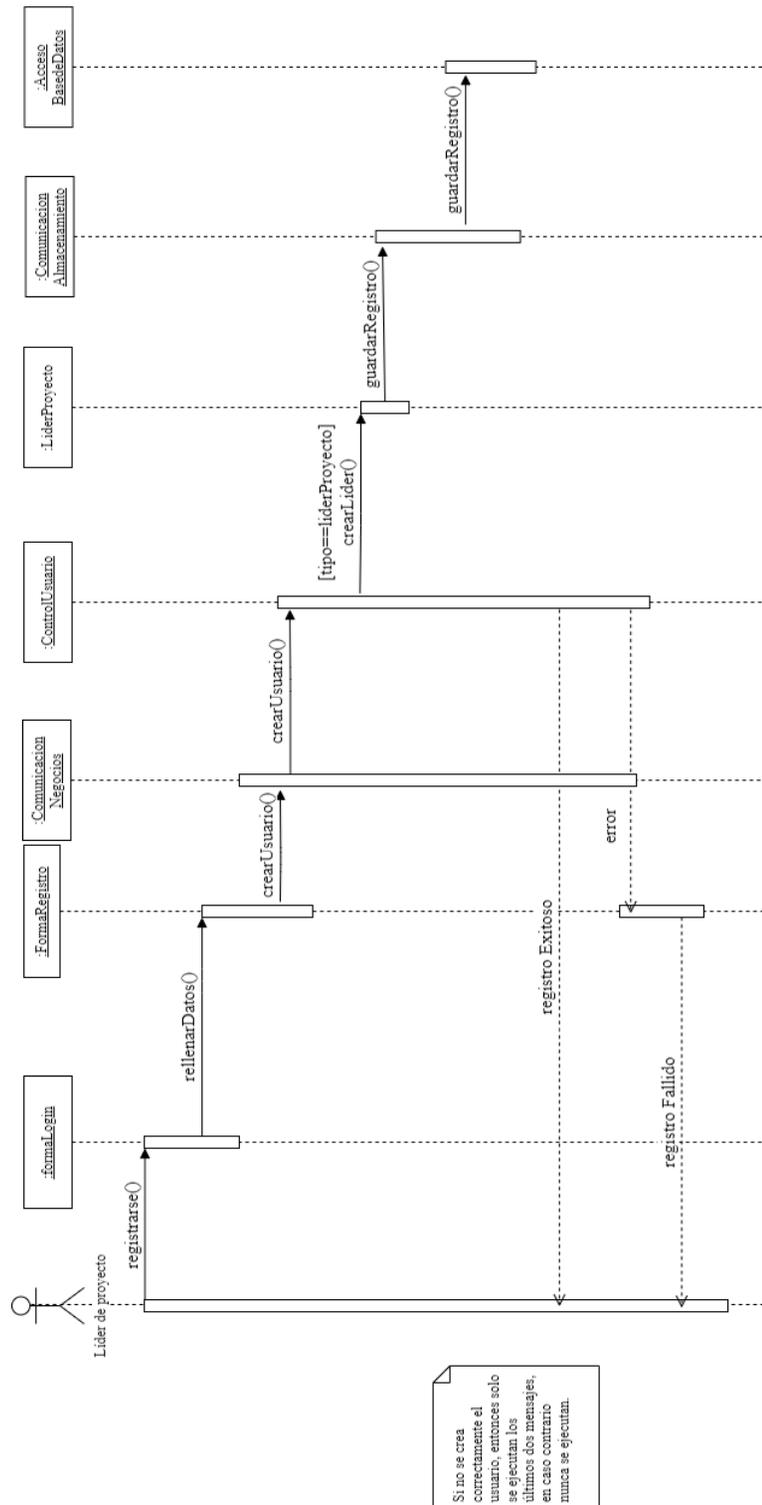


Figura 3.20. Diagrama de secuencia CU-01.

Diagrama de caso de uso del RF-02

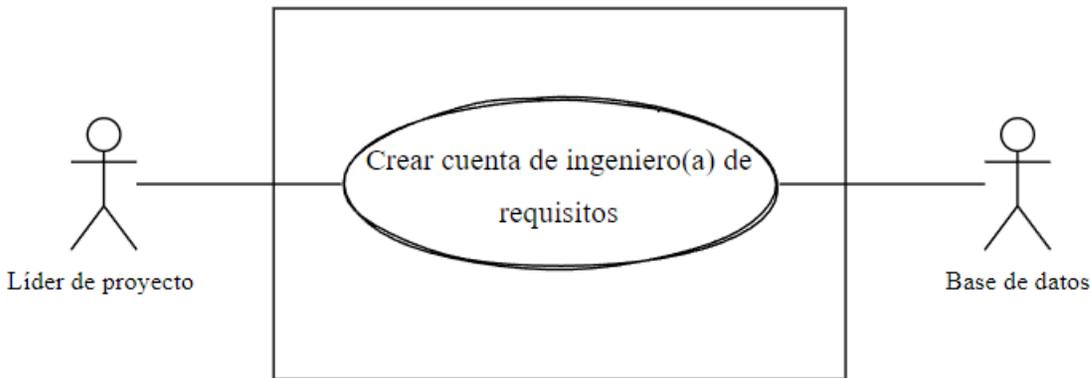


Figura 3.21. Diagrama de caso de uso CU-02.

Tabla 6. Caso de uso CU-02.

Descripción de caso de uso	
CU-02	Crear cuenta de ingeniero(a) de requisitos.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	Crear una cuenta de ingeniero(a) de requisitos para gestionar tanto los proyectos como los requisitos de cada uno de ellos.
Resumen	El ACT-01 introducirá los datos del usuario en el <i>software</i> , después dará <i>clic</i> en el botón aceptar para que se cree la cuenta de usuario ingeniero(a) de requisitos.
Precondiciones	No aplica.
Flujo principal	El ACT-01 entra a la lista de ingenieros(as) de requisitos y selecciona el símbolo “+”.
	El <i>software</i> muestra el formulario de registro.
	El ACT-01 rellena los campos nombre, apellido, correo electrónico, contraseña, con los datos correspondientes y da <i>clic</i> en el botón “Aceptar”.
	El ACT-01 da <i>clic</i> en aceptar en el mensaje de confirmación de alta exitoso.
	La nueva cuenta del usuario queda registrada dentro del sistema.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 da <i>clic</i> en el botón cancelar el usuario no se dará de alta en el sistema.
	Se regresa a la página de inicio de sesión.
Postcondición	El usuario queda dado de alta en el sistema.

Diagrama de secuencia:

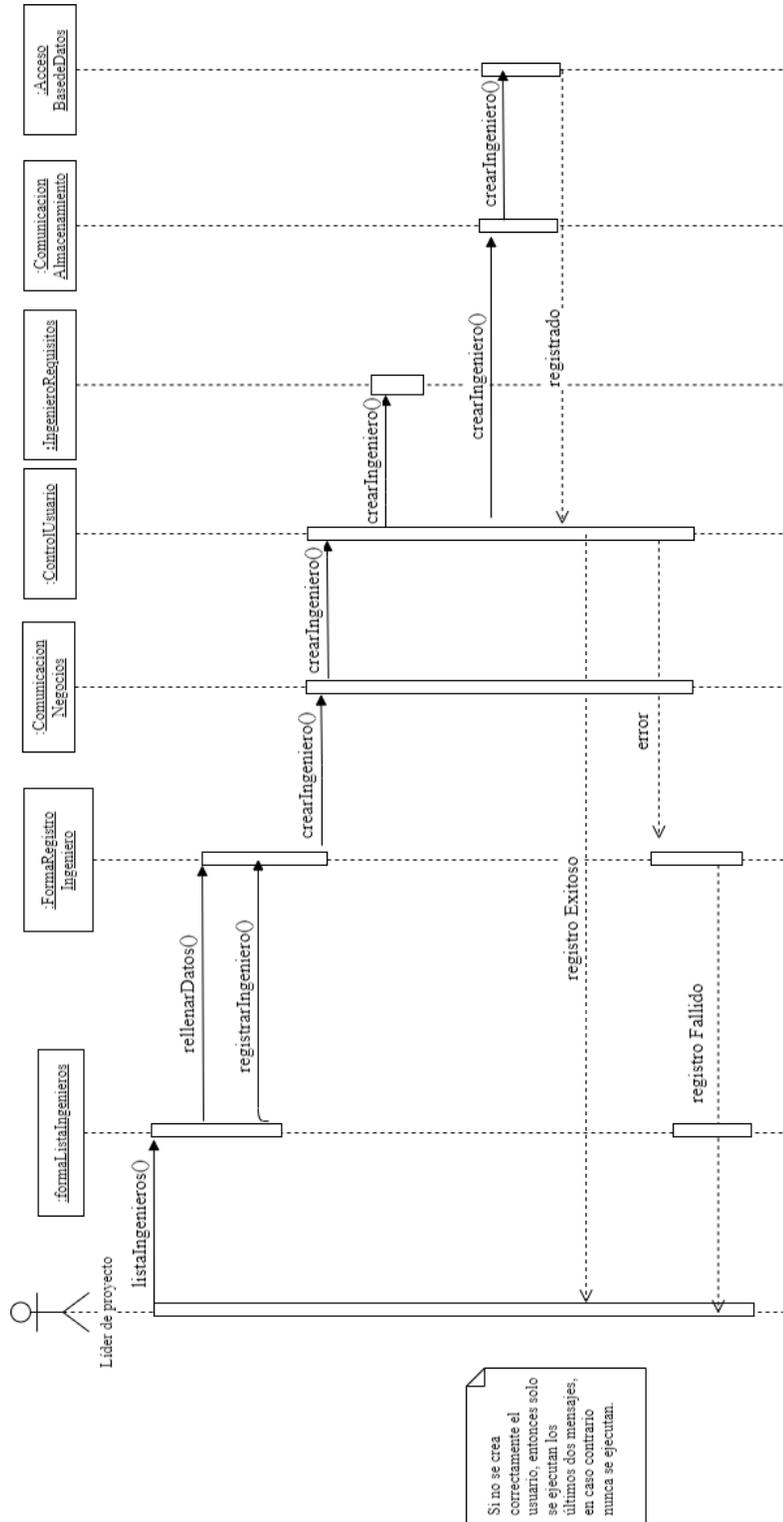


Figura 3.22. Diagrama de secuencia CU-02.

Diagrama de caso de uso del RF-03

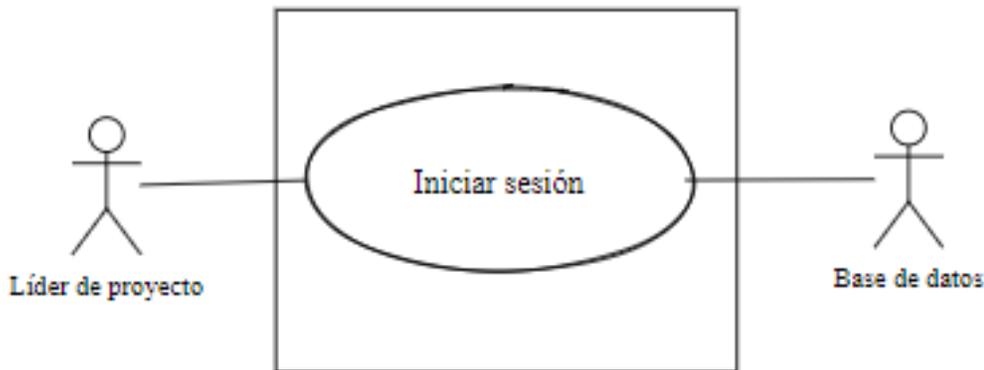


Figura 3.23. Diagrama de caso de uso CU-03.

Tabla 7. Caso de uso CU-03.

Descripción de caso de uso	
CU-03	Iniciar sesión.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El líder de proyecto podrá iniciar sesión en su cuenta, ya registrada, para poder supervisar los proyectos que existen.
Resumen	El ACT-01 introducirá los datos de su cuenta, después dará <i>click</i> en el botón "Iniciar sesión" para que pueda acceder a los proyectos existentes.
Precondiciones	Para poder iniciar sesión el usuario debe tener una cuenta previamente registrada.
Flujo principal	El ACT-01 entra a la pantalla principal y selecciona "Iniciar sesión".
	El <i>software</i> muestra el formulario de inicio de sesión.
	El ACT-01 rellena los campos correo electrónico y contraseña con los datos correspondientes de la cuenta en la que quiere ingresar y da <i>click</i> en el botón "Iniciar sesión".
	El <i>software</i> muestra la pantalla principal con la lista de cuentas de ingenieros(as) de requisitos.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 da <i>click</i> en el botón cancelar el usuario no iniciará sesión.
	Se regresa a la página principal.
Postcondición	El usuario tiene una sesión activa.

Diagrama de secuencia:

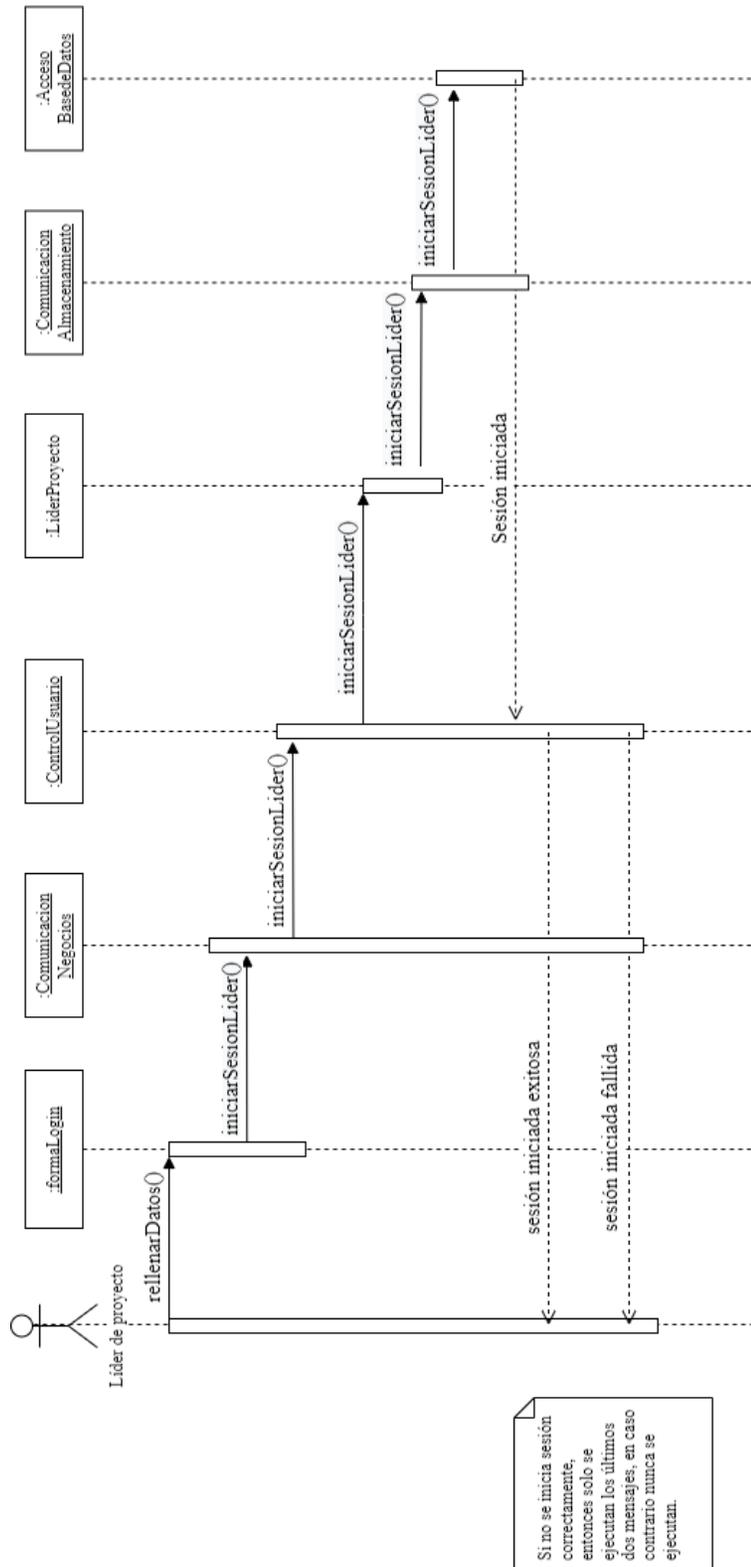
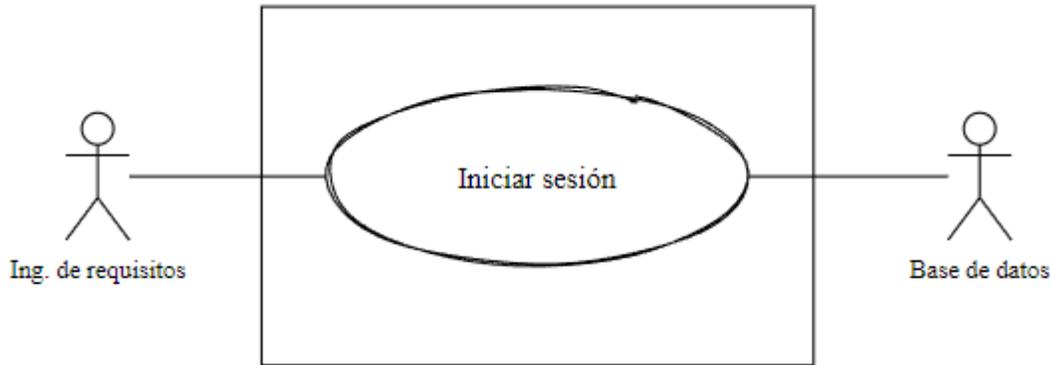


Figura 3.24. Diagrama de secuencia CU-03.

Diagrama de caso de uso RF-04**Figura 3.25.** Diagrama de caso de uso CU-04.**Tabla 8.** Caso de uso CU-04.

Descripción de caso de uso	
CU-04	Iniciar sesión.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos debe iniciar sesión en su cuenta, ya registrada, para poder gestionar los proyectos que le fueron asignados.
Resumen	El ACT-02 introducirá los datos de su cuenta, después dará <i>clik</i> en el botón “Iniciar sesión” para que pueda acceder a los proyectos asignados a su cuenta.
Precondiciones	Para poder iniciar sesión el usuario debe tener una cuenta previamente registrada.
Flujo principal	El ACT-02 entra a la pantalla principal selecciona “Iniciar sesión”.
	El <i>software</i> muestra el formulario de inicio de sesión.
	El ACT-02 rellena los campos correo electrónico y contraseña con los datos correspondientes de la cuenta en la que quiere ingresar y da <i>clik</i> en el botón “Iniciar sesión”.
	El <i>software</i> muestra la pantalla principal con la lista proyectos creados dentro de su cuenta.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>clik</i> en el botón cancelar, el usuario no iniciará sesión.
	Se regresa a la página principal.
Postcondición	El usuario tiene una sesión activa.

Diagrama de secuencia:

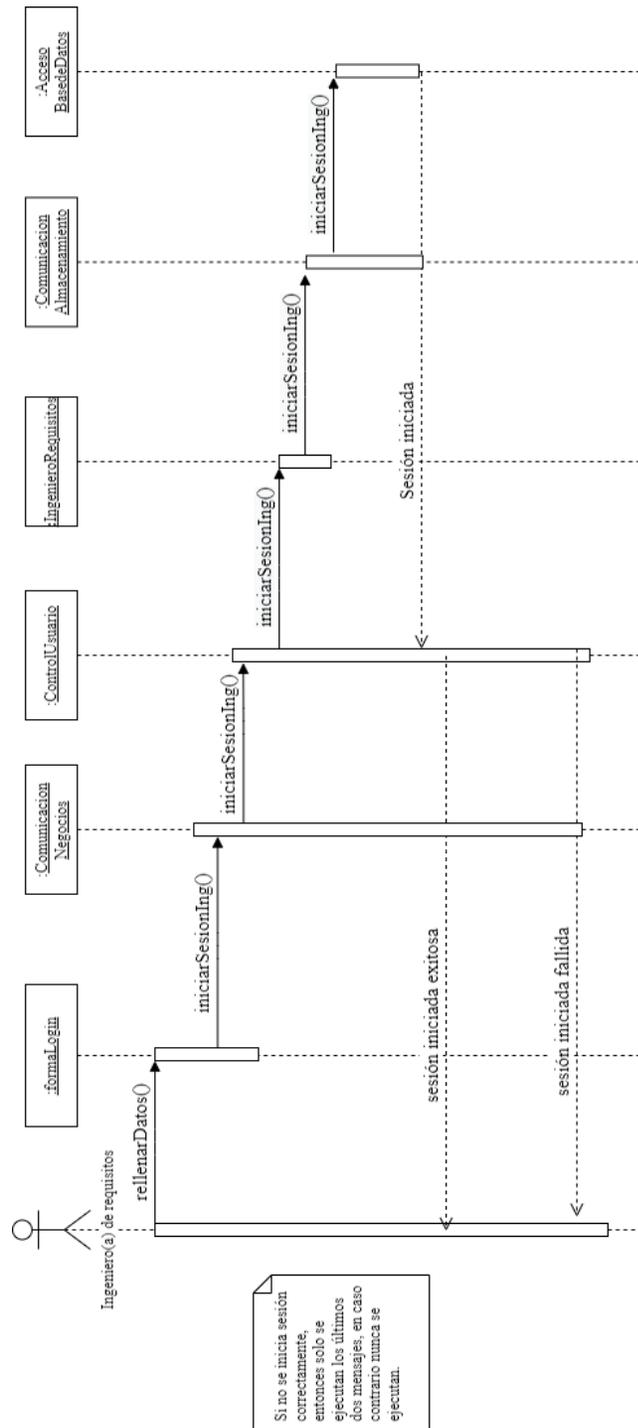
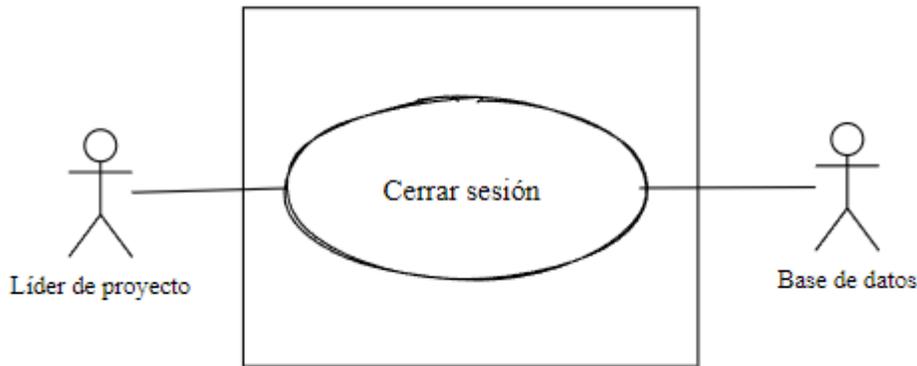


Figura 3.26. Diagrama de secuencia CU-04.

Diagrama de caso de uso del RF-05**Figura 3.27.** Diagrama de caso de uso CU-05.**Tabla 9.** Caso de uso CU-05.

Descripción de caso de uso	
CU-05	Cerrar sesión.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El líder de proyecto debe cerrar sesión en su cuenta, previamente registrada, para salir del <i>software</i> .
Resumen	El ACT-01 dará <i>click</i> en el botón “Cerrar sesión” para que termine la sesión que tenía activa y pueda salir del <i>software</i> .
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa de una cuenta que esté registrada.
Flujo principal	El ACT-01 despliega el menú principal de usuario, selecciona “Cerrar sesión”.
	El <i>software</i> cierra la sesión.
	El <i>software</i> muestra la pantalla principal de inicio de sesión.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 oculta el menú principal de usuario, se termina el caso de uso.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

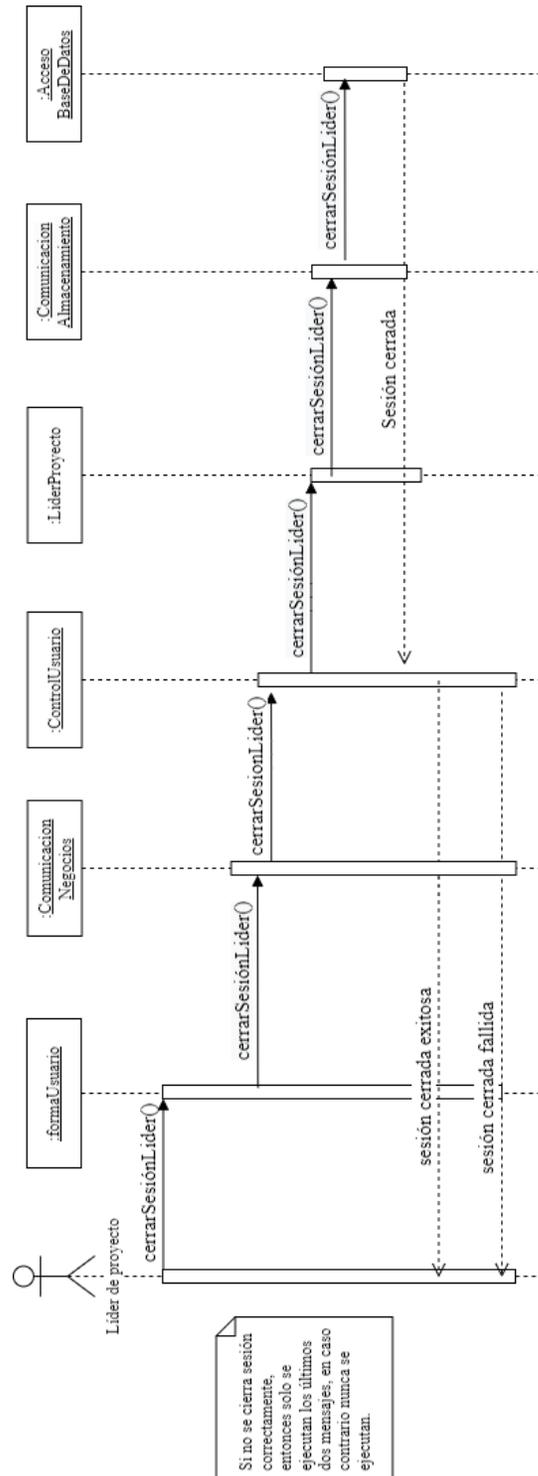
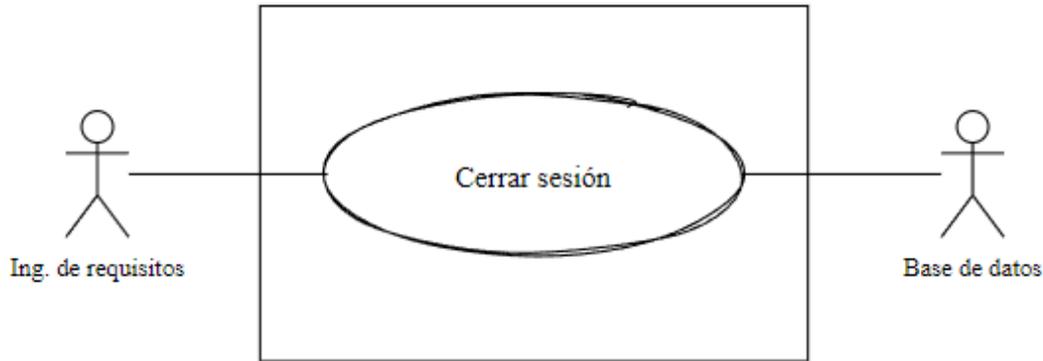


Figura 3.28. Diagrama de secuencia CU-05.

Diagrama de caso de uso del RF-06**Figura 3.29.** Diagrama de caso de uso CU-06.**Tabla 10.** Caso de uso CU-06.

Descripción de caso de uso	
CU-06	Cerrar sesión.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos debe cerrar sesión en su cuenta, previamente registrada, para salir del <i>software</i> .
Resumen	El ACT-02 dará <i>clic</i> en el botón “Cerrar sesión” para que se cierre la sesión que tenía activa y pueda salir del <i>software</i> .
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-01 despliega el menú principal de usuario, selecciona “Cerrar sesión”.
	El <i>software</i> cierra la sesión.
	El <i>software</i> muestra la pantalla principal de inicio de sesión.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 oculta el menú principal de usuario, se termina el caso de uso.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

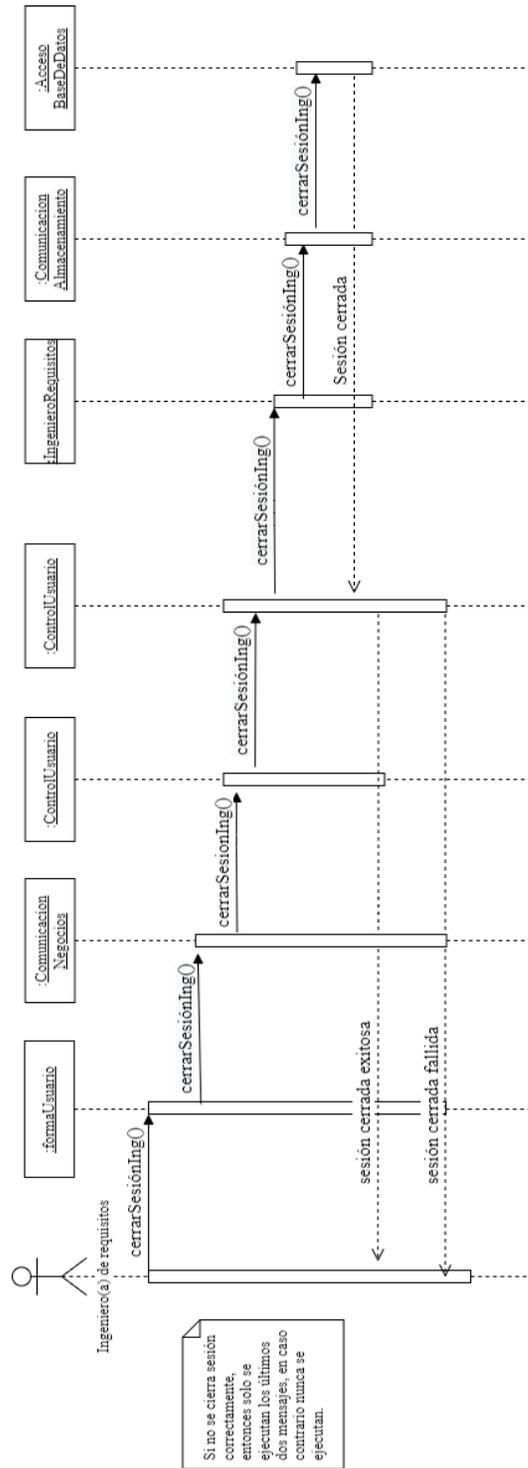


Figura 3.30. Diagrama de secuencia CU-06.

Diagrama de caso de uso del RF-07

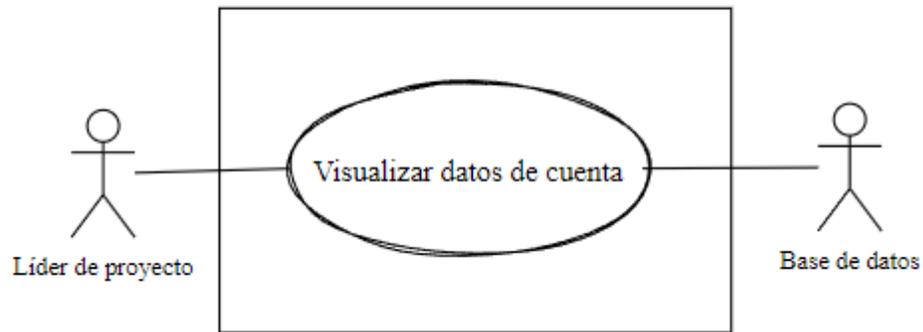


Figura 3.31. Diagrama de caso de uso CU-07.

Tabla 11. Caso de uso CU-07.

Descripción de caso de uso	
CU-07	Visualizar datos de cuenta.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El líder de proyecto podrá ver los datos de su cuenta: nombre, apellido, correo electrónico, y contraseña.
Resumen	El ACT-01 puede ver los datos de su cuenta ya registrada.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-01 despliega el menú principal de usuario y selecciona su nombre de usuario.
	El <i>software</i> muestra una pantalla con los datos de la cuenta: nombre, apellido, correo electrónico, y contraseña.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 oculta el menú principal de usuario, se termina el caso de uso.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

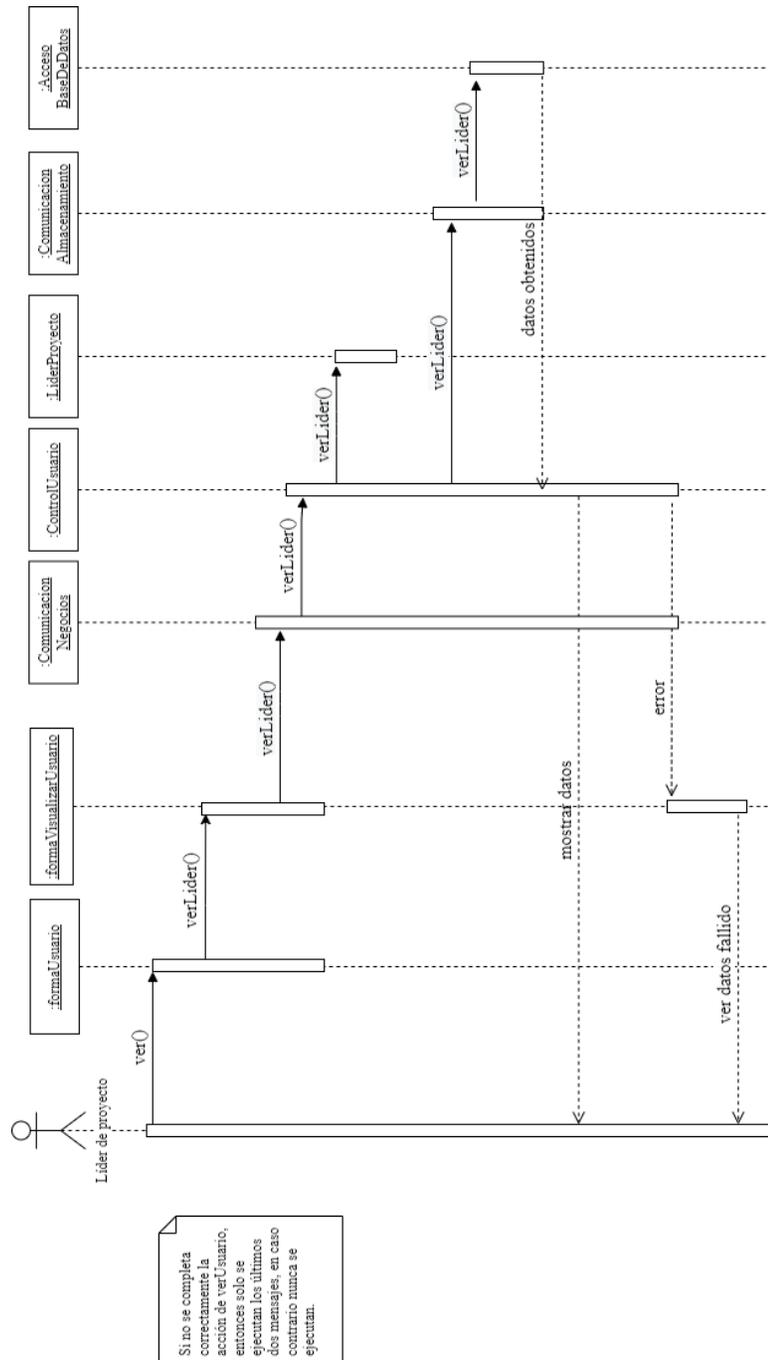
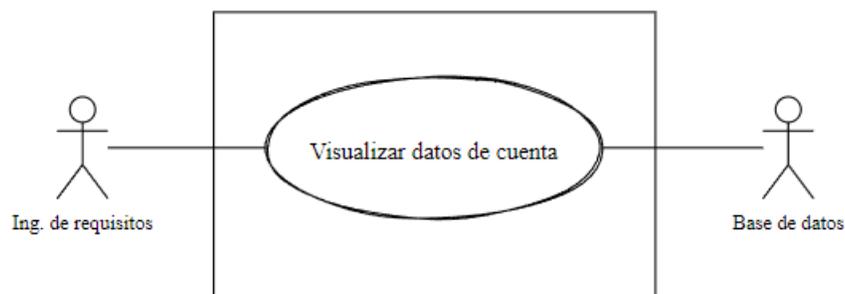


Figura 3.32. Diagrama de secuencia CU-07.

Diagrama de caso de uso del RF-08**Figura 3.33.** Diagrama de caso de uso CU-08.**Tabla 12.** Caso de uso CU-08.

Descripción de caso de uso	
CU-08	Visualizar datos de cuenta.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver los datos de su cuenta: nombre, apellido, correo electrónico, y contraseña.
Resumen	El ACT-02 puede ver los datos de su cuenta ya registrada.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 despliega el menú principal de usuario, selecciona su nombre de usuario. El <i>software</i> muestra una pantalla con los datos de la cuenta: nombre, apellido, correo electrónico, contraseña.
Subflujos	No aplica
Excepciones	Si el ACT-02 oculta el menú principal de usuario, se termina el caso de uso.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

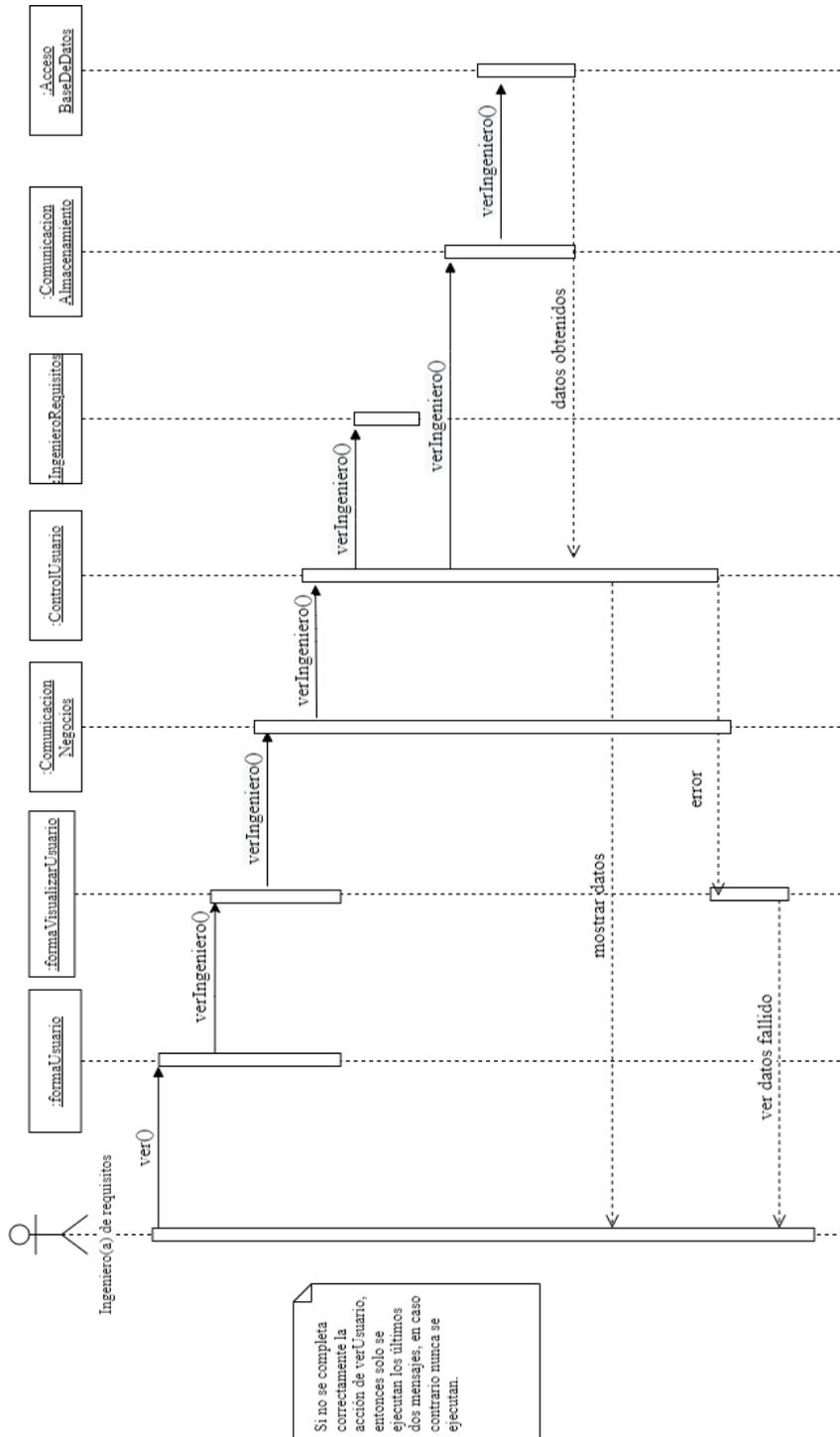
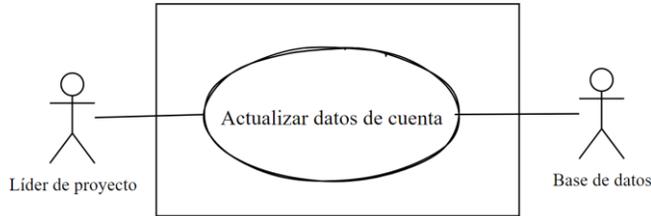


Figura 3.34. Diagrama de secuencia CU-08.

Diagrama de caso de uso del RF-09**Figura 3.35.** Diagrama de caso de uso CU-09.**Tabla 13.** Caso de uso CU-09.

Descripción de caso de uso	
CU-09	Actualizar datos de cuenta.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El líder de proyecto podrá actualizar los datos de su cuenta.
Resumen	El ACT-01 puede actualizar los datos de su cuenta: nombre, apellido, y contraseña.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-01 entra a la pantalla de visualizar datos de cuenta y da <i>click</i> a “Actualizar datos”.
	El <i>software</i> muestra la plantilla con los datos de la cuenta en campos de texto: nombre, apellido, correo electrónico, contraseña, y cargo en la organización.
	El ACT-01 actualiza los datos de la cuenta y da <i>click</i> en “Actualizar”.
	El <i>software</i> actualiza los datos en la base de datos y muestra en pantalla el mensaje: “Datos actualizados con éxito”.
	El <i>software</i> muestra la pantalla de visualizar datos de cuenta ya actualizados.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 da <i>click</i> en el botón cancelar no se actualizarán los datos.
	Se regresa a la página de visualización de datos de cuenta.
Postcondición	Los datos de la cuenta del usuario quedan actualizados.

Diagrama de secuencia:

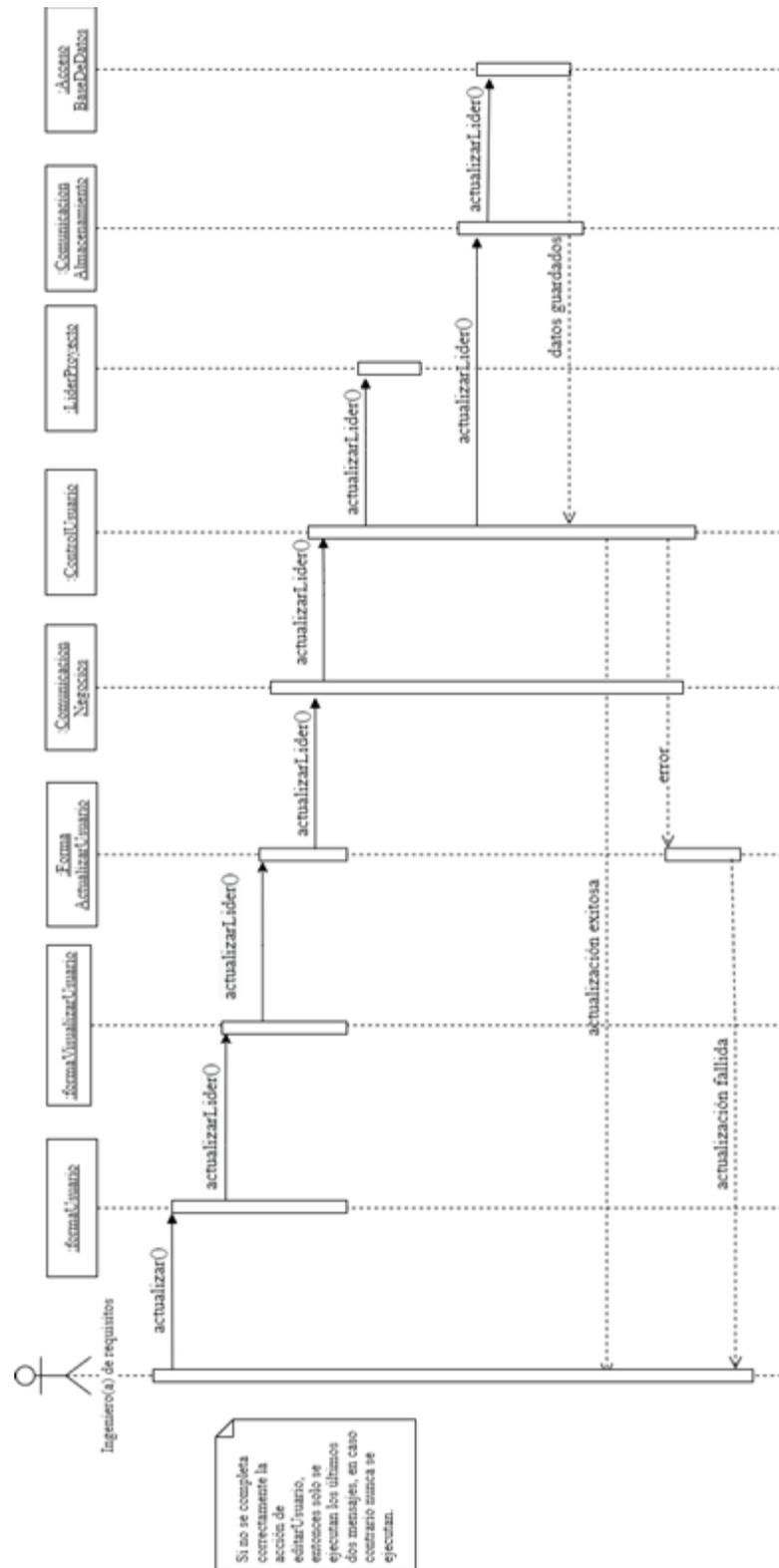
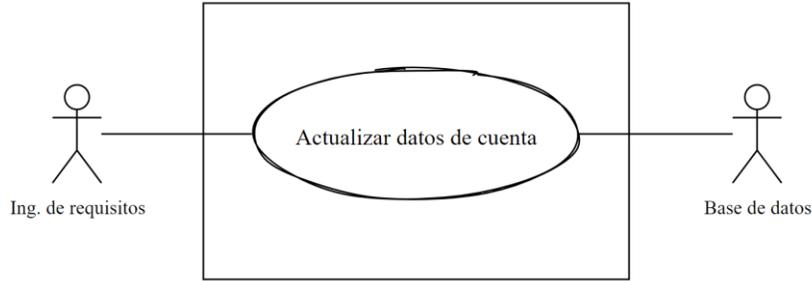


Figura 3.36. Diagrama de secuencia CU-09.

Diagrama de caso de uso del RF-10**Figura 3.37.** Diagrama de caso de uso CU-10.**Tabla 14.** Caso de uso CU-10.

Descripción de caso de uso	
CU-10	Actualizar datos de cuenta.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá actualizar los datos de su cuenta.
Resumen	El ACT-02 puede actualizar los datos de la cuenta: nombre, apellido, correo electrónico, y contraseña.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	<p>El ACT-02 entra a la pantalla de visualizar datos de cuenta y da <i>click</i> a “Actualizar datos”.</p> <p>El <i>software</i> muestra la plantilla con los datos de la cuenta en campos de texto: nombre, apellido, correo electrónico, contraseña, y cargo en la organización.</p> <p>El ACT-02 actualiza los datos de la cuenta y da <i>click</i> en “Actualizar”.</p> <p>El <i>software</i> actualiza los datos en la base de datos y muestra en pantalla el mensaje: “Datos actualizados con éxito”.</p> <p>El <i>software</i> muestra la pantalla de visualizar datos de cuenta ya actualizados.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	<p>Si el ACT-02 da <i>click</i> en el botón cancelar no se actualizarán los datos.</p> <p>Se regresa a la página de visualización de datos de cuenta.</p>
Postcondición	Los datos de la cuenta del usuario quedan actualizados.

Diagrama de secuencia:

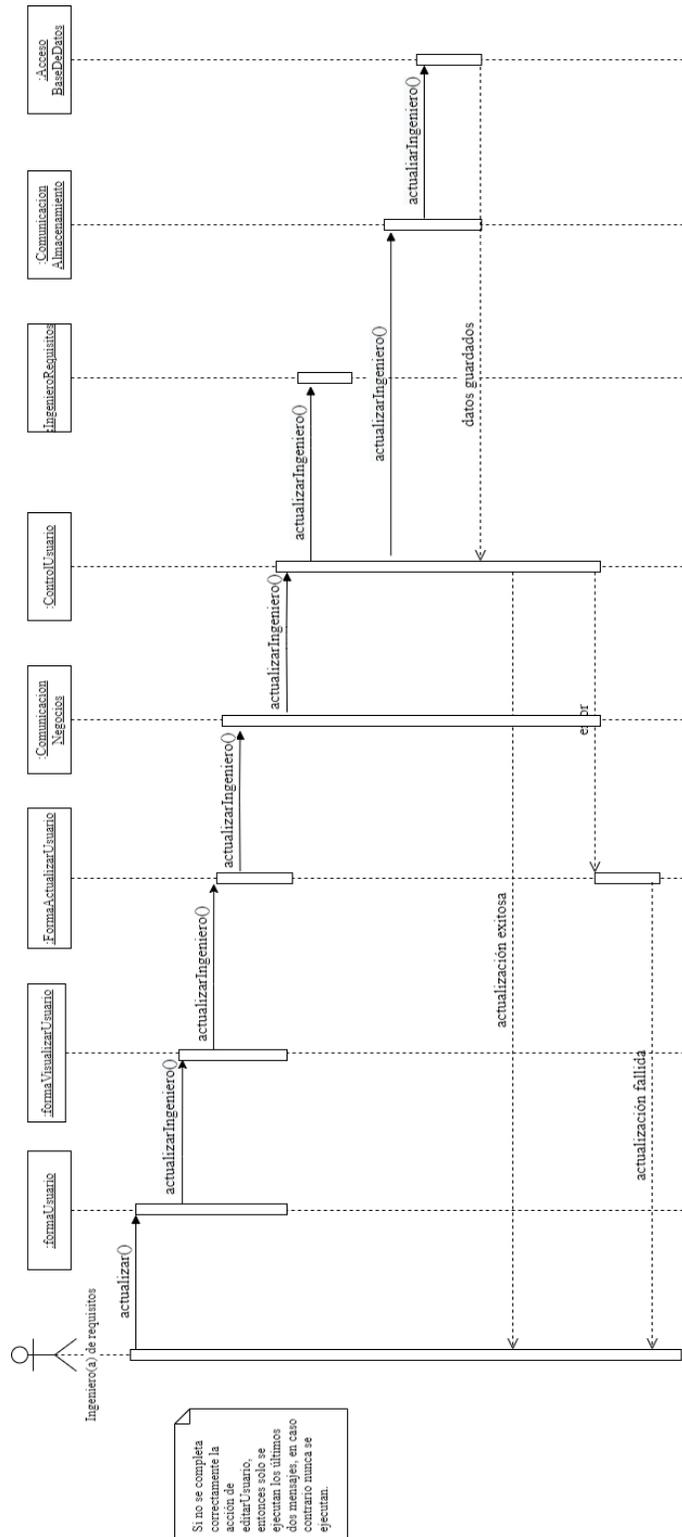


Figura 3.38. Diagrama de secuencia CU-10.

Diagrama de caso de uso del RF-11

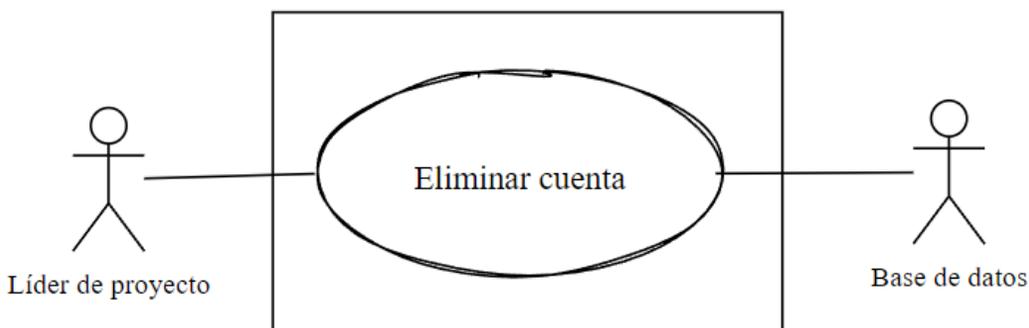


Figura 3.39. Diagrama de caso de uso CU-11.

Tabla 15. Caso de uso CU-11.

Descripción de caso de uso	
CU-11	Eliminar cuenta.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El líder de proyecto podrá borrar su cuenta registrada en el momento que ya no la necesite.
Resumen	El ACT-01 puede eliminar su cuenta.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	<p>El ACT-01 entra a la pantalla de visualizar datos de cuenta y da <i>clik</i> a “Borrar cuenta”.</p> <p>El <i>software</i> muestra el mensaje de alerta: “¿Está seguro de que quiere eliminar su cuenta? Ingrese su contraseña para confirmar”</p> <p>El ACT-01 ingresa su contraseña registrada en la cuenta y da <i>clik</i> en “Eliminar”.</p> <p>El <i>software</i> elimina los datos de la cuenta de la base de datos y muestra en pantalla un mensaje de “Cuenta eliminada”.</p> <p>El <i>software</i> muestra la pantalla principal del <i>software</i>.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	<p>Si el ACT-01 da <i>clik</i> en el botón cancelar, no se eliminará la cuenta.</p> <p>Se regresa a la página de visualización de datos de cuenta.</p>
Postcondición	Los datos de la cuenta del usuario quedan eliminados del <i>software</i> .

Diagrama de secuencia:

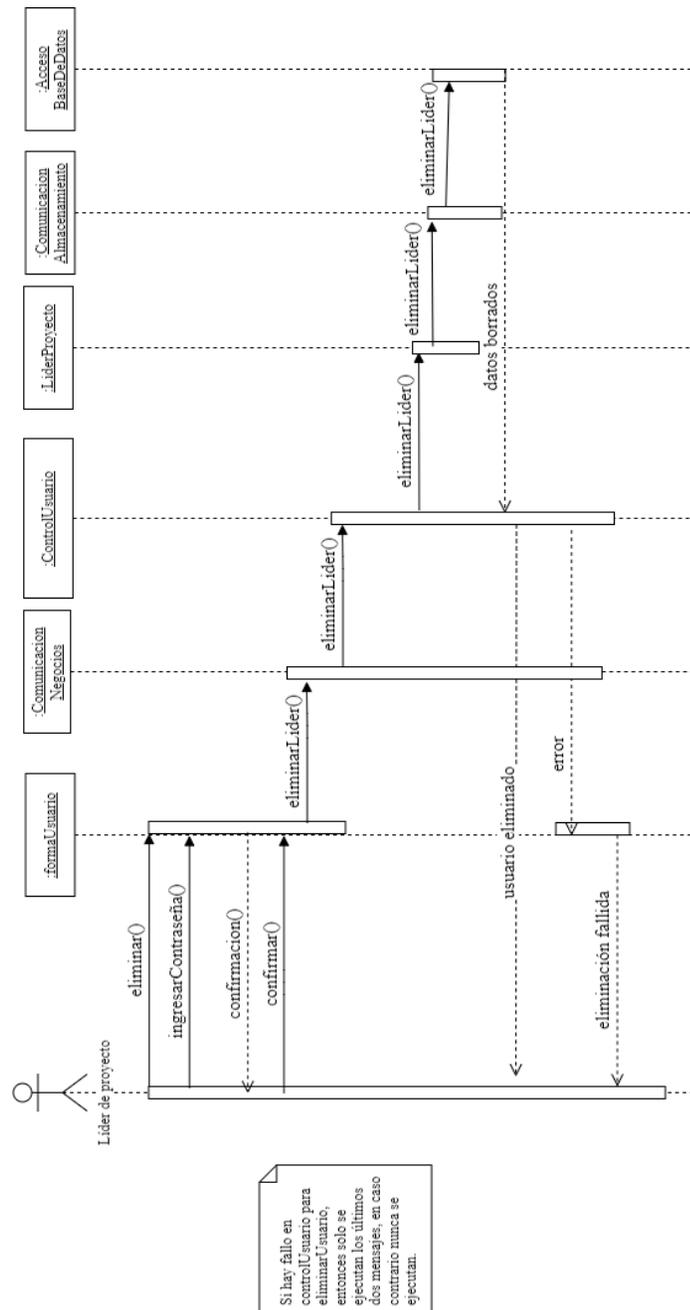
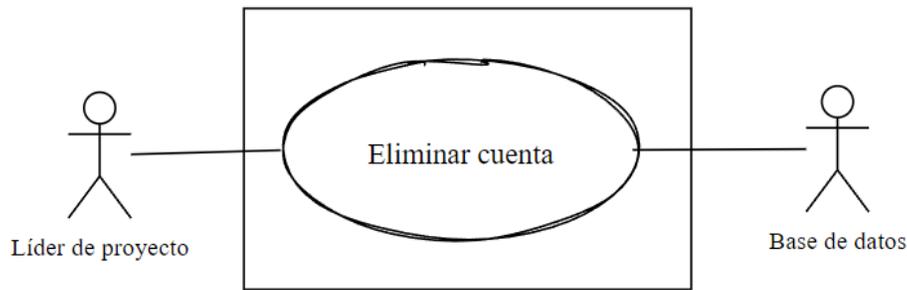


Figura 3.40. Diagrama de secuencia CU-11.

Diagrama de caso de uso del RF-12**Figura 3.41.** Diagrama de caso de uso CU-12.**Tabla 16.** Caso de uso CU-12.

Descripción de caso de uso	
CU-12	Eliminar cuenta.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022
Actores	ACT-01
Tipo	Básico
Propósito	El(a) líder de proyecto puede eliminar una cuenta de ingeniero(a) de requisitos en el momento que ya no sea necesaria.
Resumen	El ACT-01 puede eliminar alguna cuenta de ingeniero(a) de requisitos que esté registrada.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa como líder de proyecto.
Flujo principal	El ACT-02 a eliminar debe estar dentro de la lista de cuentas de ingenieros(as) de requisitos registradas.
	El ACT-01 ubica la cuenta de ingeniero(a) de requisitos que quiere eliminar y da <i>click</i> en el botón "Eliminar cuenta".
	El <i>software</i> muestra el mensaje de alerta: "¿Está seguro de que quiere eliminar esta cuenta? Ingrese su contraseña para confirmar"
	El ACT-01 ingresa su contraseña registrada en la cuenta y da <i>click</i> en "Eliminar".
	El <i>software</i> elimina los datos de la cuenta del(a) ingeniero(a) de requisitos de la base de datos y muestra en pantalla un mensaje de "Cuenta eliminada".
	El <i>software</i> muestra la lista de cuentas de ingenieros(as) de requisitos ya actualizada.
Subflujos	No aplica
Excepciones	Si el ACT-01 da <i>click</i> en el botón cancelar no se eliminará la cuenta.
	Se regresa a la página de visualización de la lista de cuentas de ingenieros(as) de requisitos.
Postcondición	Los datos de la cuenta del(a) ingeniero(a) de requisitos quedan eliminados del <i>software</i> .

Diagrama de secuencia:

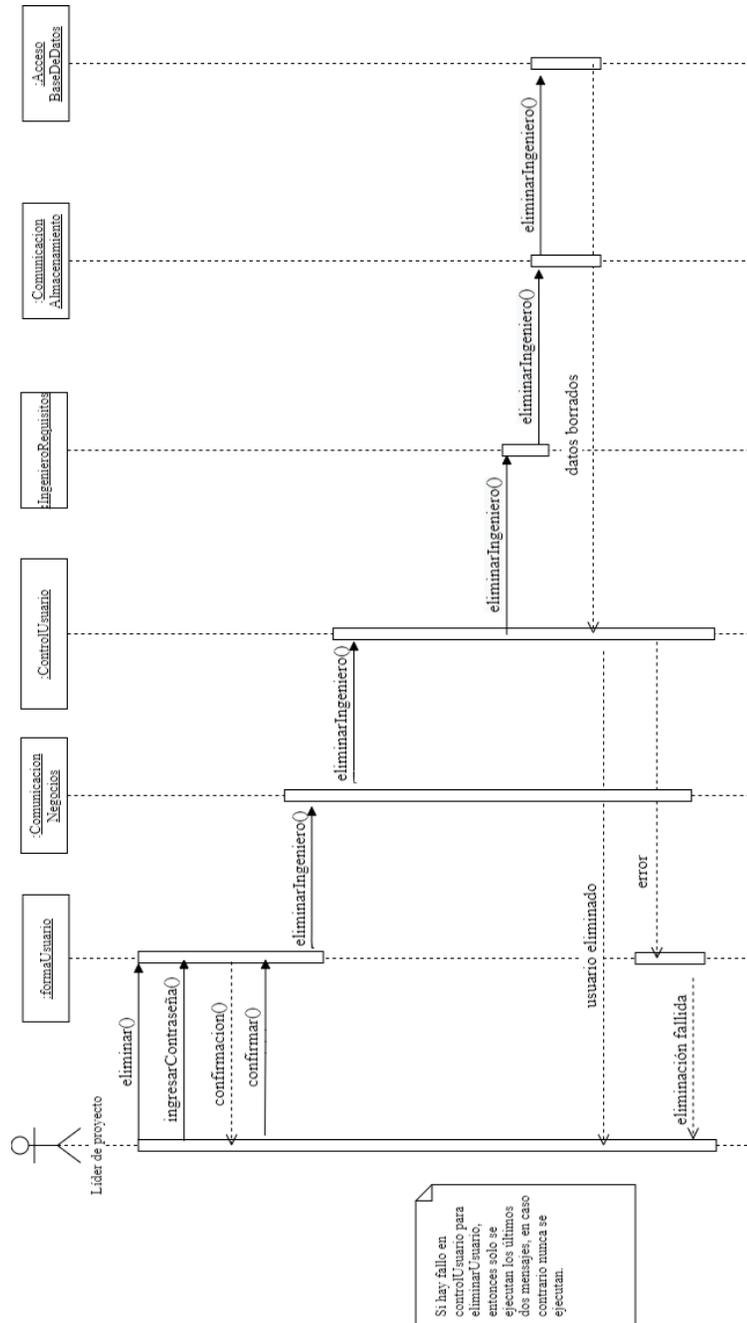


Figura 3.42. Diagrama de secuencia CU-12.

Diagrama de caso de uso del RF-13**Figura 3.43.** Diagrama de caso de uso CU-13.**Tabla 17.** Caso de uso CU-13.

Descripción de caso de uso	
CU-13	Visualizar la lista de cuenta de ingenieros(as) de requisitos.
Versión	1.0, 10 de noviembre del 2022
Actores	ACT-01
Tipo	Básico
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá ver la lista de cuentas registradas de "Ingenieros(as) de requisitos".
Resumen	El ACT-01 puede visualizar la lista de las cuentas de ingenieros(as) de requisitos que están activas.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa como líder de proyecto.
Flujo principal	El ACT-01 inicia sesión. El <i>software</i> muestra la lista de cuentas registradas de lo(a)s ingenieros(as) de requisitos, donde se verán los nombres de cada usuario. Al dar <i>clic</i> sobre ellas podrá ver los proyectos asociados a cada una de las cuentas, así como el botón para eliminarlas.
Subflujos	No aplica
Excepciones	No aplica
Postcondición	No aplica

Diagrama de secuencia:

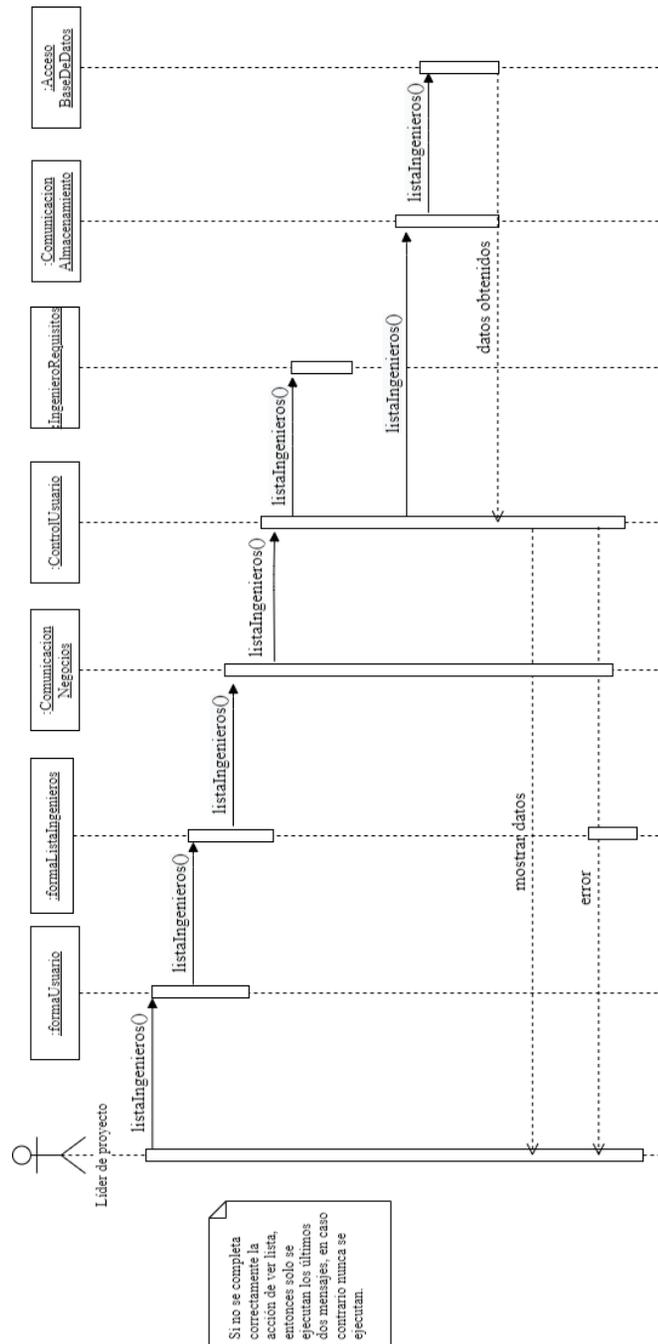


Figura 3.44. Diagrama de secuencia CU-13.

3.1.3. Implementación: primer incremento

En la Figura 3.45 se puede ver la interfaz de inicio o pantalla principal correspondiente al inicio de sesión y al registro de la cuenta de líder de proyecto.

También se muestran las interfaces de la implementación de cada requisito detallado en la sección 3.1.1:

- RF-01: El *software* deberá permitir la creación de una cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.46).
- RF-02: El *software* deberá permitir la creación de cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.47).
- RF-03: El *software* deberá permitir el inicio de sesión en la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.48).
- RF-04: El *software* deberá permitir el inicio de sesión en la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.48).
- RF-05: El *software* deberá permitir el cierre de sesión en la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.49).
- RF-06: El *software* deberá permitir el cierre de sesión en la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.49).
- RF-07: El *software* deberá permitir la visualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.50).
- RF-08: El *software* deberá permitir la visualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.51).
- RF-09: El *software* deberá permitir la actualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.52).
- RF-10: El *software* deberá permitir la actualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.53).
- RF-11: El *software* deberá permitir la eliminación de la cuenta de líder de proyecto (ver Figura 3.54).
- RF-12: El *software* deberá permitir la eliminación de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.55).
- RF-13: El *software* deberá permitir la visualización de las cuentas de ingenieros(as) de requisitos asociadas a un líder de proyecto (ver Figura 3.56).



Figura 3.45. Pantalla principal.



Figura 3.46. Creación de cuenta de líder de proyecto (RF-01).

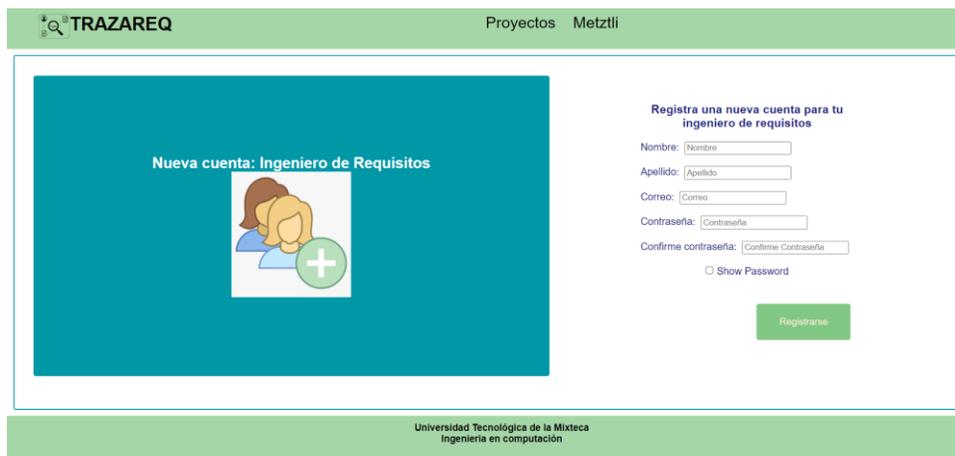


Figura 3.47. Creación de cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-02).



Figura 3.48. Inicio de sesión en cuenta de líder de proyecto o de ingeniero(a) de requisitos (RF-03 y RF-04).

TRAZAREQ Proyectos Juan Cerrar sesión

Datos de Usuario

Nombre: Juan

Apellidos: Herrera

Correo: juan@gmail.com

Tipo de cuenta: Ingeniero de requisitos

Figura 3.49. Cierre de sesión en cuenta de líder de proyecto o de ingeniero(a) de requisitos (RF-05 y RF-06).

TRAZAREQ Proyectos Metztlí

Datos de Usuario

Nombre: Metztlí Actualizar

Apellidos: Ramirez Eliminar

Correo: ragm990519@gs.utm.mx

Tipo de cuenta: Lider de proyecto

Figura 3.50. Visualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (RF-07).

TRAZAREQ Proyectos Juan

Datos de Usuario

Nombre: Juan Actualizar

Apellidos: Herrera Eliminar

Correo: juan@gmail.com

Tipo de cuenta: Ingeniero de requisitos

Figura 3.51. Visualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-08).



The screenshot shows the TRAZAREQ interface for updating user data. The header includes the logo and the text "Proyectos Metzli". The main content area is divided into two sections. On the left, a teal box titled "Datos de Usuario" contains an icon of a person with a plus sign. On the right, a form contains the following fields: "Nombre:" with the value "Metzli", "Apellido:" with the value "Ramirez", "Correo:" with the value "metzli@gmail.com", "Contraseña:" with masked characters, and "Confirme contraseña:" with the value "Confirme Contraseña". There is a checkbox for "Show Password" and a green "Actualizar" button. The footer of the page reads "Universidad Tecnológica de la Mixteca Ingeniería en computación".

Figura 3.52. Actualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto (RF-09).



The screenshot shows the TRAZAREQ interface for updating user data. The header includes the logo and the text "Proyectos Juan". The main content area is divided into two sections. On the left, a teal box titled "Datos de Usuario" contains an icon of a person with a plus sign. On the right, a form contains the following fields: "Nombre:" with the value "Juan", "Apellido:" with the value "Ramirez", "Correo:" with the value "juan@gmail.com", "Contraseña:" with masked characters, and "Confirme contraseña:" with the value "Confirme Contraseña". There is a checkbox for "Show Password" and a green "Actualizar" button. The footer of the page reads "Universidad Tecnológica de la Mixteca Ingeniería en computación".

Figura 3.53. Actualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-10).



Eliminación

¿Está seguro que quiere eliminar esta cuenta?
Recuerde que se perderá toda la información de la cuenta

Eliminar

Figura 3.54. Eliminación de la cuenta de líder de proyecto (RF-11).

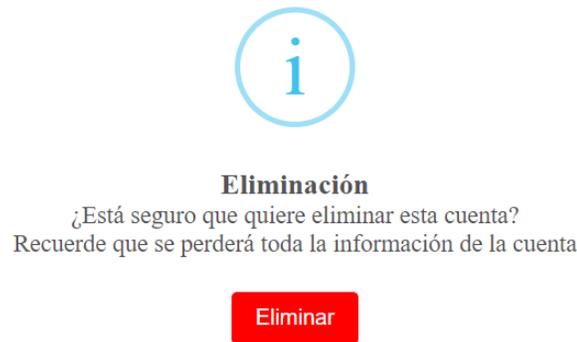


Figura 3.55. Eliminación de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos (RF-12).

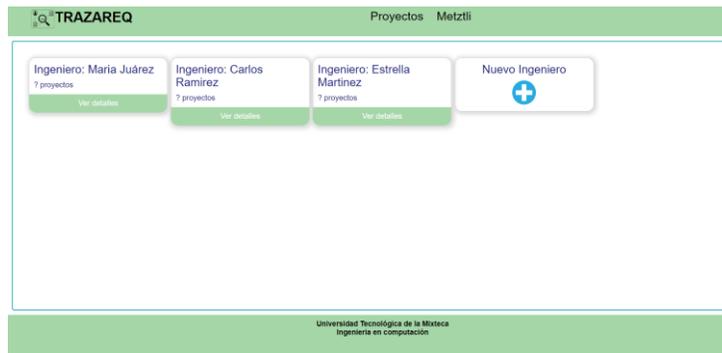


Figura 3.56. Visualización de la lista de cuentas de ingenieros(as) de requisitos asociadas a un líder de proyecto (RF-

3.1.4. Validación: primer incremento

Para la validación de los requisitos funcionales fue necesario generar sus casos de prueba a través del método de clases de equivalencia. Una clase de equivalencia representa un conjunto de estados válidos y no válidos para las condiciones de entrada de los requisitos funcionales de un *software* (Wu, 2012). Los requisitos validados fueron: RF-01 creación de cuenta de líder de proyecto, RF-02 creación de cuenta de ingeniero(a) de requisitos, RF-03 inicio de sesión en cuenta de líder de proyecto, RF-04 inicio de sesión en cuenta de ingeniero(a) de requisitos, RF-09 actualización de cuenta de líder de proyecto, RF-10 actualización de cuenta de ingeniero(a) de requisitos, RF-11 eliminación de cuenta de líder de proyecto, y RF-12 eliminación de cuenta de ingeniero(a) de requisitos, dado que los requisitos RF-05, RF-06, RF-07, RF-08 y RF-13 no requieren datos de entrada. A continuación, se muestra la validación por cada requisito mencionado anteriormente.

- **RF-01 y RF-02 Creación de cuenta de cuentas de usuarios**

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación de los RF-01 y RF-02 correspondientes a la creación de la cuenta de líder de proyecto y la creación de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos se pueden apreciar en la Figura 3.57.

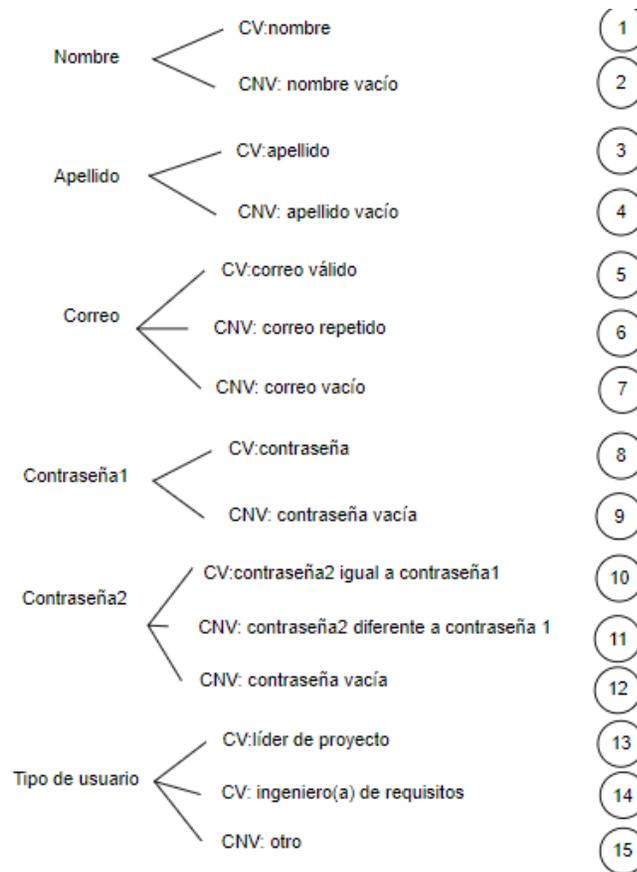


Figura 3.57. Clases de equivalencia correspondientes a los RF-01 y RF-02.

Los datos de prueba a utilizarse pueden verse en la Tabla 18 y, los casos de prueba generados en la Figura 3.58.

Clase	Clases válidas						Clases no válidas					
	1	3	5	8	10	11	2	4	6	7	9	12
G1	X	X	X	X	X							
G2	X	X	X	X		X						
G3		X	X		X		X				X	
G4	X		X	X	X			X				
G5	X	X		X		X			X			
G6	X	X		X		X				X		
G7	X	X	X			X					X	
G8	X	X	X	X								X

Figura 3.58. Casos de prueba generados para los RF-01 y RF-02.

Tabla 18. Datos de prueba correspondientes a los RF-01 y RF-02.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un nombre, este debe ser una entrada válida.	Nombre: Metztlí
2	Probar que, al no ingresar ningún nombre, este debe ser una entrada no válida.	Nombre: -
3	Probar que, al ingresar un apellido, este debe ser una entrada válida.	Apellido: Ramírez
4	Probar que, al no ingresar ningún apellido, este debe ser una entrada no válida.	Apellido: -
5	Probar que, al ingresar un correo, este debe ser una entrada válida.	Correo: ragm990519@gs.utm.mx
6	Probar que, al ingresar un correo repetido, este debe ser una entrada válida.	Correo: ragm990519@gs.utm.mx
7	Probar que, al no ingresar ningún correo, este debe ser una entrada no válida.	Correo: -
8	Probar que, al ingresar una contraseña, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña:12344321
9	Probar que, al no ingresar ninguna contraseña, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -
10	Probar que, al ingresar la confirmación de la contraseña igual a la anterior contraseña, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña:12344321
11	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña diferente a la contraseña anterior, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña:11111111
12	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña vacía, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -
13	Probar que, al ingresar un tipo de usuario correcto, este debe ser una entrada válida.	Tipo de usuario: Líder de proyecto
14	Probar que, al ingresar un tipo de usuario correcto, este debe ser una entrada válida.	Tipo de usuario: Ingeniero(a) de requisitos
15	Probar que, al ingresar un tipo de usuario incorrecto, este debe ser una no entrada válida.	Tipo de usuario: -

Las entradas, así como las salidas esperadas para los casos de prueba se describen detalladamente en la Tabla 19.

Tabla 19. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas correspondientes a los RF-01 y RF-02.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas						Salida esperada
		Nombre	Apellido	Correo	Contraseña 1	Contraseña 2	Tipo de usuario	
1	1,3,5,7,9	Metztl	Ramírez	ragm990519@gs.utm.mx	12344321	12344321	Líder de proyecto	Usuario registrado (Todos los datos correctos)
2	1,3,5,7,10	María	Ramírez	maria@gmail.com	12344321	12344321	Ingeniero(a) de requisitos	Usuario registrado (Todos los datos correctos)
3	2,3,5,9,12,13	-	Ramírez	ragm990519@gs.utm.mx	-	-	Líder de proyecto	Nombre incorrecto, contraseña incorrecta
4	1,4,5,8,1013	Metztl	-	ragm990519@gs.utm.mx	12344321	12344321	Líder de proyecto	Apellido incorrecto.
5	1,3,6,8,10,14	Metztl	Ramírez	-	12344321	12344321	Ingeniero(a) de requisitos	Correo incorrecto.
6	1,3,7,8,10,14	Metztl	Ramírez	ragm990519@gs.utm.mx	12344321	12344321	Ingeniero(a) de requisitos	Correo incorrecto
7	1,3,5,9,10,13	Metztl	Ramírez	ragm990519@gs.utm.mx	-	12344321	Líder de proyecto	Contraseña incorrecta
8	1,3,5,8,11,14	Metztl	Ramírez	ragm990519@gs.utm.mx	12344321	11111111	Ingeniero(a) de requisitos	Contraseña incorrecta
9	1,3,5,8,12,14	Metztl	Ramírez	ragm990519@gs.utm.mx	12344321	-	Ingeniero(a) de requisitos	Contraseña incorrecta
10	1,3,5,8,10,15	Metztl	Ramírez	ragm990519@gs.utm.mx	12344321	12344321	-	Tipo de usuario incorrecto

A continuación, se muestran los fallos detectados después de aplicar los casos de prueba en TrazaReq (ver Tabla 20).

Tabla 20. Fallos detectados en los RF-01 y RF-02.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
0	0	Ninguno

- **RF-03 Inicio de sesión en cuenta de líder de proyecto**

Las clases de equivalencia obtenidas para validar el requisito RF-03 correspondiente al inicio de sesión del líder de proyecto se pueden apreciar en la Figura 3.59.

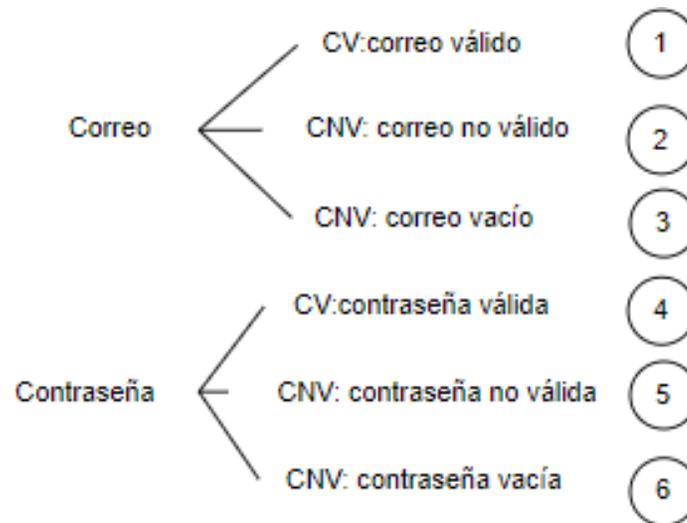


Figura 3.59. Clases de equivalencia correspondiente al RF-03.

Los datos de prueba que serán utilizados pueden verse en la Tabla 21 y, los casos de prueba generados en la Figura 3.59.

Tabla 21. Datos de prueba correspondientes al RF-03.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un correo registrado, este debe ser una entrada válida.	Correo: ragm990519@gs.utm.mx
2	Probar que, al ingresar un correo no registrado, este debe ser una entrada no válida.	Correo: ragm@gs.utm.mx
3	Probar que, al no ingresar ningún correo, este debe ser una entrada no válida.	Correo: -
4	Probar que, al ingresar una contraseña registrada, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña:12344321
5	Probar que, al ingresar una contraseña no registrada, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña:11111111
6	Probar que, al no ingresar ninguna contraseña, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -

Clase	Clases válidas		Clases no válidas			
	1	4	2	3	5	6
G1	X	X				
G2		X	X			
G3		X		X		
G4	X				X	
G5	X					X

Figura 3.60. Casos de prueba generados para el RF-03.

Las entradas, así como las salidas esperadas para los casos de prueba se describen detalladamente en la Tabla 22. Así mismo, en la Tabla 23 se muestran los fallos detectados después de aplicar los casos de prueba del requisito RF-03.

Tabla 22. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas correspondientes al RF-03.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas		Salida esperada
		Correo	Contraseña	
1	1,4	ragm990519@gs.utm.mx	12344321	Inicio de sesión completo (Todos los datos correctos)
2	2,4	ragm@gs.utm.mx	12344321	Correo incorrecto
3	3,4	-	12344321	Correo incorrecto
4	1,5	ragm990519@gs.utm.mx	1111111	Contraseña incorrecta
5	1,6	ragm990519@gs.utm.mx	-	Contraseña incorrecta

Tabla 23. Fallos detectados en el requisito RF-03.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
0	0	Ninguno

- **RF-04 Inicio de sesión en cuenta de ingeniero(a) de requisitos**

Las clases de equivalencia obtenidas para validar el requisito RF-04 correspondiente al inicio de sesión del(a) ingeniero(a) de requisitos se pueden apreciar en la Figura 3.61.

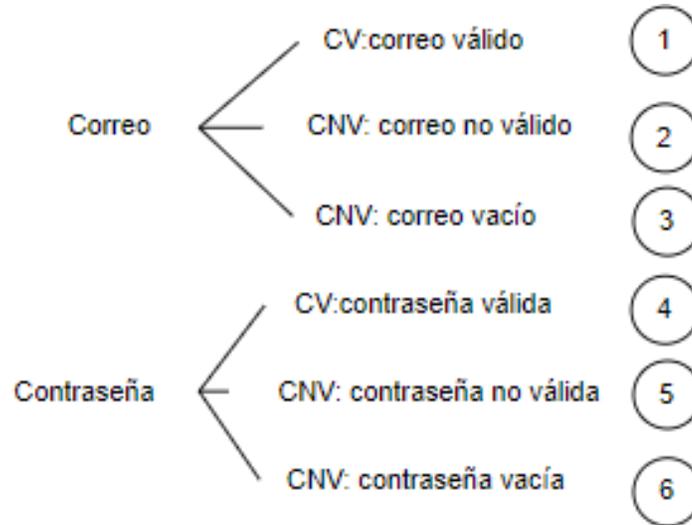


Figura 3.61. Clases de equivalencia para el requisito RF-04.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 24 y, los casos de prueba generados, en la Figura 3.62.

Tabla 24. Datos de prueba para el requisito RF-04.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un correo registrado, este debe ser una entrada válida.	Correo: maria@gmail.com
2	Probar que, al ingresar un correo registrado, este debe ser una entrada no válida.	Correo: mario@gmail.com
3	Probar que, al no ingresar ningún correo, este debe ser una entrada no válida.	Correo: -
4	Probar que, al ingresar una contraseña registrada, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña:12344321
5	Probar que, al ingresar una contraseña no registrada, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña:22222222
6	Probar que, al no ingresar ninguna contraseña, esta debe ser una entrada no válida	Contraseña: -

Clase	Clases válidas		Clases no válidas			
	1	4	2	3	5	6
G1	X	X				
G2		X	X			
G3		X		X		
G4	X				X	
G5	X					X

Figura 3.62. Casos de prueba para el requisito RF-04.

Las entradas, así como las salidas esperadas para los casos de prueba se describen detalladamente en la Tabla 25.

Tabla 25. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas del requisito RF-04.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas		Salida esperada
		Correo	Contraseña	
1	1,4	maria@gmail.com	12344321	Inicio de sesión completo (Todos los datos correctos)
2	2,4	mario@gmail.com	12344321	Correo incorrecto
3	3,4	-	12344321	Correo incorrecto
4	1,5	maria@gmail.com	22222222	Contraseña incorrecta
5	1,6	maria@gmail.com	-	Contraseña incorrecta

En la Tabla 26 se muestran los fallos detectados en TrazaReq correspondiente al RF-04 después de aplicar los casos de prueba.

Tabla 26. Fallos detectados en el RF-04.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
0	0	Ninguno

- **RF-09 Actualización de los datos de la cuenta de líder de proyecto**

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del requisito RF-09 correspondiente a la actualización del líder de proyecto se pueden apreciar en la Figura 3.63.

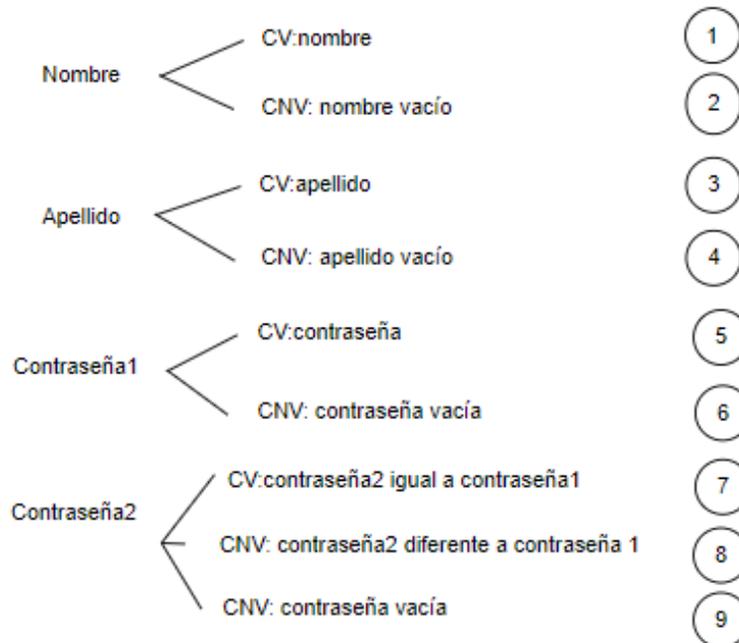


Figura 3.63. Clases de equivalencia para el requisito RF-09.

Los datos de prueba que serán utilizados pueden verse a continuación, en la Tabla 27 y los casos de prueba generados, en la Figura 3.64.

Tabla 27. Datos de prueba para el requisito RF-09.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un nombre, este debe ser una entrada válida.	Nombre: Josefina
2	Probar que, al no ingresar ningún nombre, este debe ser una entrada no válida.	Nombre: -
3	Probar que, al ingresar un apellido, este debe ser una entrada válida.	Apellido: González
4	Probar que, al no ingresar ningún apellido, este debe ser una entrada no válida.	Apellido: -
5	Probar que, al ingresar una contraseña, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña: 11111111
6	Probar que, al no ingresar ninguna contraseña, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -
7	Probar que, al ingresar la confirmación de la contraseña igual a la anterior contraseña, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña: 11111111
8	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña diferente a la contraseña anterior, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: 12121212
9	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña vacía, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -

Clase	Clases válidas				Clases no válidas				
	1	3	5	7	2	4	6	8	9
G1	X	X	X	X					
G2		X	X	X	X				
G3	X		X	X		X			
G4	X	X		X			X		
G5	X	X	X					X	
G6	X	X	X						X

Figura 3.64. Casos de prueba para el requisito RF-09.

Las entradas, así como las salidas esperadas para los casos de prueba se describen detalladamente en la Tabla 28.

Tabla 28. Entradas y salidas esperadas para los casos de pruebas del requisito RF-09.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas				Salida esperada
		Nombre	Apellido	Contraseña	Contraseña	
1	1,3,5,7	Josefina	González	11111111	11111111	Líder actualizado (Todos los datos correctos)
2	2,3,5,7	-	Ramírez	11111111	11111111	Nombre incorrecto
3	1,4,5,7	Josefina	-	11111111	11111111	Apellido incorrecto
4	1,3,6,7	Josefina	González	-	11111111	Contraseña incorrecta
5	1,3,6,8	Josefina	González	11111111	12121212	Contraseña incorrecta
6	1,3,5,9	Josefina	González	11111111	-	Contraseña incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados en TrazaReq correspondientes al RF-09 se describen en la Tabla 29.

Tabla 29. Fallos detectados en el requisito RF-09.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	5	Las contraseñas son diferentes y toma la última como correcta y actualiza los datos en la base de datos.

- **RF-10 Actualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos**

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del requisito RF-10 correspondiente a la actualización de los datos de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos se pueden apreciar en la Figura 3.65.

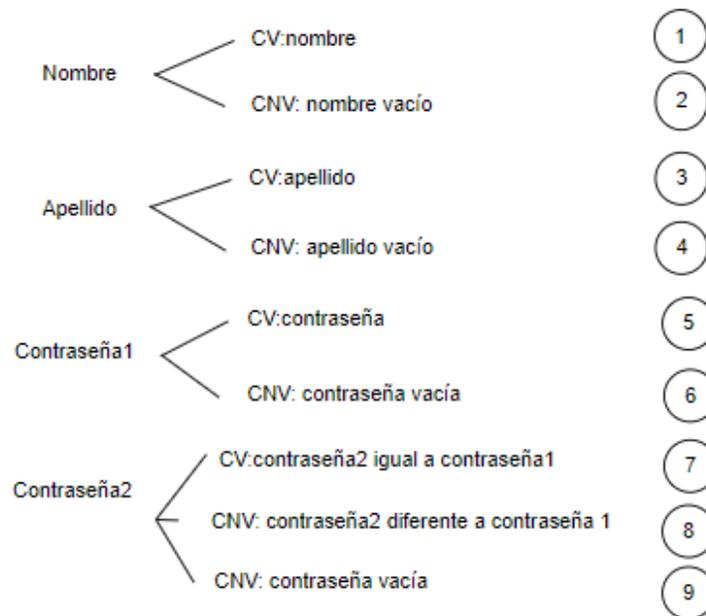


Figura 3.65. Clases de equivalencia para el requisito RF-10.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 30 y en la Figura 3.66 se pueden apreciar los casos de prueba generados.

Tabla 30. Datos de prueba para el requisito RF-10.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un nombre, este debe ser una entrada válida.	Nombre: Pedro
2	Probar que, al no ingresar ningún nombre, este debe ser una entrada no válida.	Nombre: -
3	Probar que, al ingresar un apellido, este debe ser una entrada válida.	Apellido: Hernández
4	Probar que, al no ingresar ningún apellido, este debe ser una entrada no válida.	Apellido: -
5	Probar que, al ingresar una contraseña, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña: abcd1234
6	Probar que, al no ingresar ninguna contraseña, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -
7	Probar que, al ingresar la confirmación de la contraseña igual a la anterior contraseña, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña: abcd1234

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
8	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña diferente a la contraseña anterior, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: aaaaaaaa
9	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña vacía, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -

Clase	Clases válidas				Clases no válidas				
	1	3	5	7	2	4	6	8	9
G1	X	X	X	X					
G2		X	X	X	X				
G3	X		X	X		X			
G4	X	X		X			X		
G5	X	X	X					X	
G6	X	X	X						X

Figura 3.66. Casos de prueba para el requisito RF-10.

Tanto las entradas como las salidas esperadas para los casos de prueba se describen detalladamente en la Tabla 31.

Tabla 31. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba del requisito RF-10.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas				Salida esperada
		Nombre	Apellido	Contraseña	Contraseña	
1	1,3,5,7	Pedro	Hernández	abcd1234	abcd1234	Nombre actualizado del(a) ingeniero(a) de requisitos (Todos los datos correctos)
2	2,3,5,7	-	Hernández	abcd1234	abcd1234	Nombre incorrecto
3	1,4,5,7	Pedro	-	abcd1234	abcd1234	Apellido incorrecto
4	1,3,6,7	Pedro	Hernández	-	abcd1234	Contraseña incorrecta
5	1,3,6,8	Pedro	Hernández	abcd1234	aaaaaaa	Contraseña incorrecta
6	1,3,5,9	Pedro	Hernández	abcd1234	-	Contraseña incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 32.

Tabla 32. Fallos detectados en el requisito RF-10.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	5	Las contraseñas son diferentes, por lo que toma la última como correcta y actualiza los datos en la base de datos.

- **RF-11 Eliminación de la cuenta de líder de proyecto**

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del requisito R-11 correspondiente a la eliminación de la cuenta del líder de proyecto se pueden apreciar en la Figura 3.67.

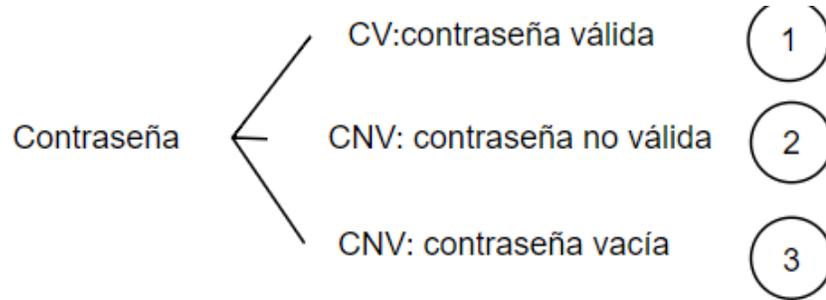


Figura 3.67. Clases de equivalencia correspondiente al requisito RF-11.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 33 y en la Figura 3.68 se definen los casos de prueba generados a partir de las clases de equivalencias.

Tabla 33. Datos de prueba para el requisito RF-11.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar la confirmación de la contraseña igual a la contraseña del líder de proyecto, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña:11111111
2	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña diferente a la contraseña del líder de proyecto, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña:12341234
3	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña vacía, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -

Clase	Clases válidas	Clases no válidas	
		2	3
Grupo	1		
G1	X		
G2		X	
G3			X

Figura 3.68. Casos de prueba para el requisito RF-11.

Las entradas, así como las salidas esperadas para cada caso de prueba, se describen detalladamente en la Tabla 34.

Tabla 34. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba del requisito RF-11.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas	Salida esperada
		Contraseña	
1	1	11111111	Cuenta de líder de proyecto eliminada (Contraseña correcta)
2	2	12341234	Contraseña incorrecta
3	3	-	Contraseña incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados en TrazaReq correspondientes al RF-11, se describen en la Tabla 35.

Tabla 35. Fallos detectados correspondientes al RF-11.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
0	0	Ninguno

- **RF-13 Eliminación de los datos de ingeniero(a) de requisitos**

Las clases de equivalencia obtenidas para validar el requisito RF-13 correspondiente a la eliminación de la cuenta de ingeniero(a) de requisitos se pueden apreciar en la Figura 3.69.

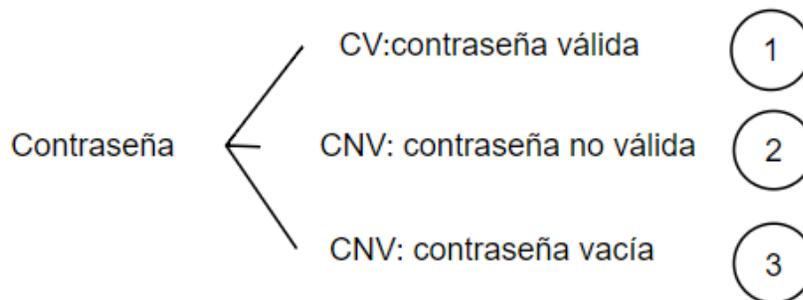


Figura 3.69. Clases de equivalencia correspondientes al RF-13.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 36 y en la Figura 3.70 se definen los casos de prueba generados a partir de las clases de equivalencias.

Tabla 36. Datos de prueba correspondientes al RF-13.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que al ingresar la confirmación de la contraseña igual la contraseña del(a) ingeniero(a) de requisitos, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña: 11111111
2	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña diferente a la contraseña del(a) ingeniero(a) de requisitos, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: abcd1234
3	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña vacía, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -

Clase	Clases válidas		Clases no válidas	
	1	2	3	
G1	X			
G2		X		
G3				X

Figura 3.70. Casos de prueba generados para el RF-13.

Las entradas y salidas esperadas para cada caso de prueba se describen detalladamente en la Tabla 37.

Tabla 37. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-13.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas	Salida esperada
		Contraseña	
1	1	11111111	Cuenta de ingeniero(a) de requisitos eliminada (Contraseña correcta)
2	2	abcd1234	Contraseña incorrecta
3	3	-	Contraseña incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 38.

Tabla 38. Fallos detectados correspondientes al RF-13.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
0	0	Ninguno

3.1.5. Mantenimiento: primer incremento

De acuerdo con las Tablas 20, 23, 26, 29, 32, 35 y 38, solo se detectaron dos fallos en el funcionamiento de TrazaReq correspondientes a los RF-09 y RF-10. Por lo que se corrigieron dichos errores para mejorar el rendimiento del *software*. También, se mejoraron distintas características de la vista de las interfaces, por ejemplo, la alineación de los campos de información, botones, ajuste en el tamaño de los campos de información, entre otras características.

3.2. Gestión de los requisitos funcionales

El segundo incremento corresponde a la gestión tanto de proyectos como de requisitos funcionales. En lo que respecta a la gestión de proyectos, TrazaReq permite crearlos, editarlos, ver su información y eliminarlos. Dentro de cada proyecto es posible agregar los requisitos funcionales correspondientes, utilizando forzosamente la plantilla establecida para esto (ver Tabla 2). Respecto a los requisitos, estos pueden ser ingresados a través de documentos que contengan varios requisitos o de manera manual. Es importante mencionar que cada uno de los dos tipos de usuario (i.e., líder de proyecto e ingeniero(a) de requisitos) realiza diferentes acciones. Los requisitos funcionales correspondientes a este incremento son:

- RF-14: El *software* deberá permitir la creación de un proyecto (ver Figura 3.71).
- RF-15: El *software* deberá permitir la actualización del proyecto (ver Figura 3.72).
- RF-16: El *software* deberá permitir la visualización de los proyectos asignados a un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.73).
- RF-17: El *software* deberá permitir al líder de proyecto la visualización de los proyectos asignados a un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.74).

- RF-18: El *software* deberá permitir al líder de proyecto la visualización de los datos de un proyecto (ver Figura 3.75)
- RF-19: El *software* deberá permitir al ingeniero(a) de requisitos la visualización de los datos de un proyecto (ver Figura 3.76).
- RF-20: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: Activo (ver Figura 3.77)
- RF-21: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: Terminado (ver Figura 3.78)
- RF-22: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: En pausa (ver Figura 3.79)
- RF-23: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: Cancelado (ver Figura 3.80).
- RF-24: El *software* deberá permitir la eliminación de un proyecto (ver Figura 3.81).
- RF-25: El *software* deberá permitir la visualización de la plantilla de un requisito (ver Figura 3.82).
- RF-26: El *software* deberá permitir subir documento de requisitos (ver Figura 3.83).
- RF-27: El *software* deberá permitir la creación de un requisito de forma manual (ver Figura 3.84).
- RF-28: El *software* deberá permitir la visualización de los requisitos de un proyecto asignado a un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.85)
- RF-29: El *software* deberá permitir al líder del proyecto la visualización de los requisitos de un proyecto asignado a un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.86).

3.2.1. Análisis y definición de requisitos: segundo incremento

A continuación, se muestran las tarjetas para cada uno de los dieciséis requisitos correspondientes a la gestión proyectos y de requisitos funcionales (ver Figuras 3.71 a 3.86):

Requisito: RF-14 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-14

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la creación de un nuevo proyecto con los siguientes datos: Nombre, Ingeniero(a) de requisitos asignado, Descripción, Fecha de creación, Estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).

Razón de existencia: Un(a) ingeniero(a) de requisitos debe gestionar los requisitos dentro de cada uno de los que proyectos le fueron asignados.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-14, RF-16, RF-17, RF-18, RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF-23, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.71. Requisito RF-14.

Requisito: RF-15 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-15

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la actualización del estado de un proyecto: Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado.

Razón de existencia: Es posible que un(a) ingeniero(a) de requisitos deba actualizar el estado del proyecto.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-15, RF-16, RF-17, RF-18, RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF- 23, RF-24.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.72. Requisito RF-15.

Requisito: RF-16 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-16

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista de proyectos asociados a su cuenta.

Razón de existencia: Cada cuenta de ingeniero(a) de requisitos puede tener a cargo varios proyectos, por lo que puede necesitar visualizar la lista de todos los proyectos que le han sido asignados.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-14 , RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF-23, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-33, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.

 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.73. Requisito RF-16.

Requisito: RF-17 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-17

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista de proyectos asociados a las cuentas ingeniero(a) de requisitos.

Razón de existencia: El líder de proyecto puede revisar los proyectos que están a cargo de un(a) ingeniero(a) de requisitos visualizando la lista de todos los proyectos que tiene asociados.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-03, RF-13, RF-14, RF-15, RF-18, RF-24, RF-29, RF-32, RF-34, RF-36, RF-40, RF-46, RF-56.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.

 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.74. Requisito RF-17.

Requisito: RF-18 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-18

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de los datos de un proyecto: Nombre, Ingeniero(a) de requisitos asociado, Descripción, Fecha de creación, Estado.

Razón de existencia: El líder de proyecto puede consultar los datos del proyecto que desee revisar.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-03, RF-13, RF-14, RF-15, RF-17, RF-20, RF-21, RF-22, RF-23, RF-24, RF-29, RF-32, RF-34, RF-36, RF-40, RF-46, RF-56.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.75. Requisito RF-18.

Requisito: RF-19 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-19

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de los datos de un proyecto: Nombre, Descripción, Fecha de creación, Estado.

Razón de existencia: Un(a) ingeniero(a) de requisitos puede visualizar los datos del proyecto del que está gestionando los requisitos.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-20, RF-21, RF-22, RF-23, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-33, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.76. Requisito RF-19.

Requisito: RF-20 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-20

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “Activo”.

Razón de existencia: Cuando un proyecto está “Activo” significa que está siendo modificado y actualizado constantemente.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-14, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, , RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.77. Requisito RF-20.

Requisito: RF-21 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-21

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “Terminado”.

Razón de existencia: Si un proyecto ya fue revisado y está completo, el(a) ingeniera(o) de requisitos le podrá asignar la palabra “terminado” al Estado, para indicar así que el proyecto fue concluido con éxito.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-14, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-28, RF-29, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-39, RF-40, RF-56, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.78. Requisito RF-21.

Requisito: RF-22 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-22

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “En pausa”.

Razón de existencia: Si un proyecto ya fue revisado y está completo, el(a) ingeniera(o) de requisitos le podrá asignar la palabra “En pausa” al Estado, para indicar así que el proyecto fue pausado y solo se permiten funciones de visualización.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-14, RF-16, RF-19, RF-02, RF-04, RF-13, RF-14, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-28, RF-29, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-39, RF-40, RF-56, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.79. Requisito RF-22.

Requisito: RF-23 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-23

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “Cancelado”.

Razón de existencia: Si un proyecto ya fue revisado y está completo, el(a) ingeniera(o) de requisitos le podrá asignar la palabra “Cancelado” al Estado, para indicar así que el proyecto fue cancelado y solo se permiten funciones de visualización.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-14, RF-16, RF-19, RF-02, RF-04, RF-13, RF-14, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-28, RF-29, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-39, RF-40, RF-56, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.80. Requisito RF-23.

Requisito: RF-24

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-24

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la eliminación de un proyecto.

Razón de existencia: Si un(a) Líder de proyecto necesita eliminar un proyecto porque éste ya es innecesario.

Origen: Empresa A.

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-20, RF-21, RF-22, RF-23, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, , RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, Empresa A.

17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.81. Requisito RF-24.

Requisito: RF-25

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-25

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla de cada uno de los requisitos funcionales.

Razón de existencia: Lo(a)s ingenieros(a) de requisitos deben visualizar la plantilla de los requisitos funcionales para saber la estructura en la que se deben registrar éstos dentro del *software* en el formato definido.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-26, RF-27, RF-28, , RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.82. Requisito RF-25.

Requisito: RF-26 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-26

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos subir un documento de texto que contenga los requisitos funcionales para agregarlos a un proyecto en formato de plantilla.

Razón de existencia: Lo(a)s ingenieros(a) de requisitos podrán agregar a los proyectos los requisitos funcionales mediante un documento de texto que contenga los requisitos dentro del formato establecido por la plantilla de requisitos.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-28, RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.83. Requisito RF-26.

Requisito: RF-27 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-27

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos el llenado, de forma manual, de la plantilla por cada requisito funcional.

Razón de existencia: Lo(a)s ingenieros(a) de requisitos podrán agregar de uno en uno los requisitos funcionales de un proyecto rellenando directamente la plantilla, sin tener que subir un documento de texto.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-28, RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.84. Requisito RF-27.

Requisito: RF-28 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-28

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista de los requisitos funcionales de un proyecto.

Razón de existencia: Lo(a)s ingeniero(a)s de requisitos podrán visualizar, en forma de lista, todos los requisitos funcionales de un proyecto.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-30, RF-31, RF-33, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.85. Requisito RF-28.

Requisito: RF-29 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-29

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista de todos los requisitos funcionales de un proyecto.

Razón de existencia: El Líder de proyecto podrá visualizar todos los requisitos funcionales de un proyecto en forma de lista.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste: RF-01, RF-03, RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-32, RF-34, RF-36, RF-40, RF-46.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.86. Requisito RF-29.

3.2.2. Diseño: segundo incremento

A continuación, se muestran los diagramas de casos de uso, de comunicación y de clases para cada uno de los requisitos descritos en el punto 3.2.1. Es importante mencionar que cada requisito es modelado en un caso de uso individual que incluye su diagrama de secuencia correspondiente.

La Tabla 39 y Tabla 40 muestran la información de los actores que participan en los casos de uso, el ACT-01 representa al líder de proyecto, el cual participa en los casos de uso relacionados a la visualización de proyectos y requisitos, mientras el ACT-02 representa al ingeniero(a) de requisitos, el cual participa en los casos de uso relacionados a la gestión de proyectos y requisitos.

Tabla 39. Tabla del actor ACT-01 en el segundo incremento.

Actor	ACT-01: Líder de proyecto
Casos de uso	CU-17, CU-18, CU-29
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al líder de proyecto

Tabla 40. Tabla del actor ACT-02 en el segundo incremento.

Actor	ACT-02: Ingeniero(a) de requisitos
Casos de uso	CU-14, CU-15, CU-16, CU-19, CU-20, CU-21, CU-2, CU-23, CU-24, CU-25, CU-26, CU-27, CU-28
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al ingeniero(a) de requisitos.

Diagrama de incremento

La Figura 3.87 muestra la interacción de los actores con los casos de uso del primer incremento.



Figura 3.87. Diagrama de casos de uso del segundo incremento.

Diagramas de comunicación

Los diagramas de comunicación son diseñados por cada actor participante en los casos de uso. La Figura 3.88 muestra las acciones del líder de proyecto y la Figura 3.89 muestra las acciones del(a) ingeniero(a) de requisitos.

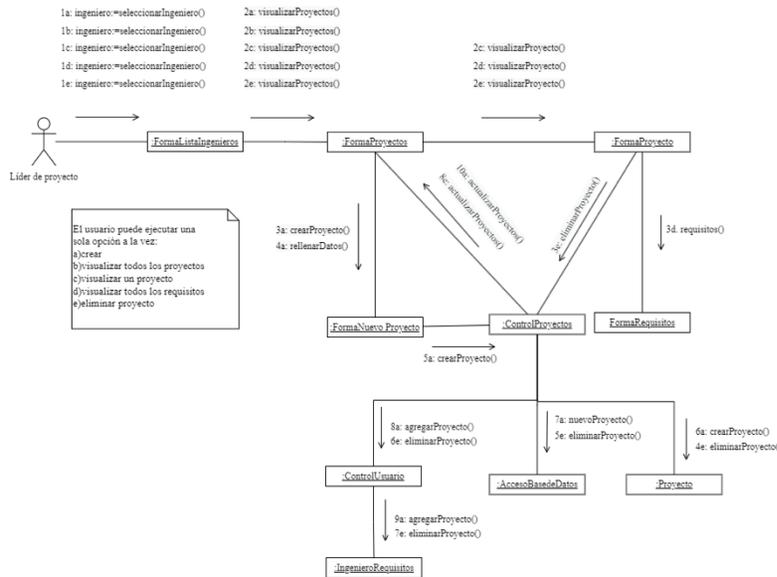


Figura 3.88. Diagrama de comunicación del líder de proyecto en el segundo incremento.

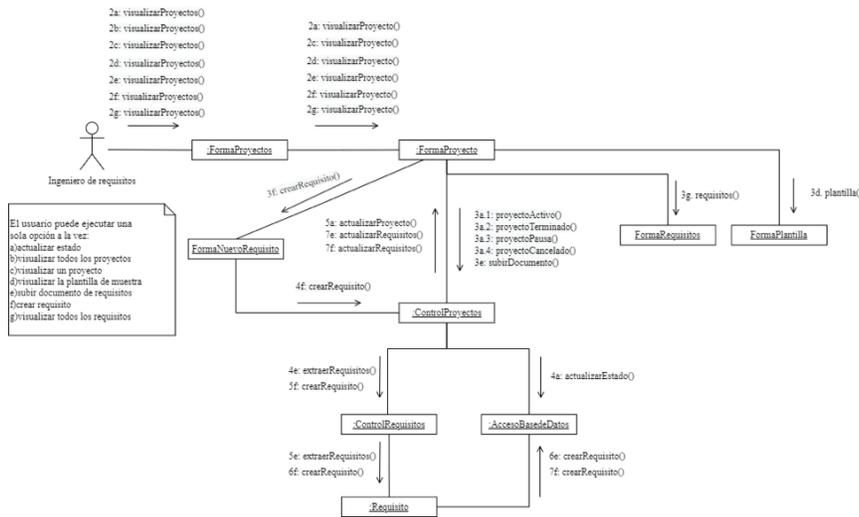


Figura 3.89. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos en el segundo incremento.

Diagrama de clases

El diagrama de clases ilustra a todas las clases y objetos participantes en las acciones del segundo incremento correspondientes a las acciones de proyectos y requisitos (ver Figura 3.90).

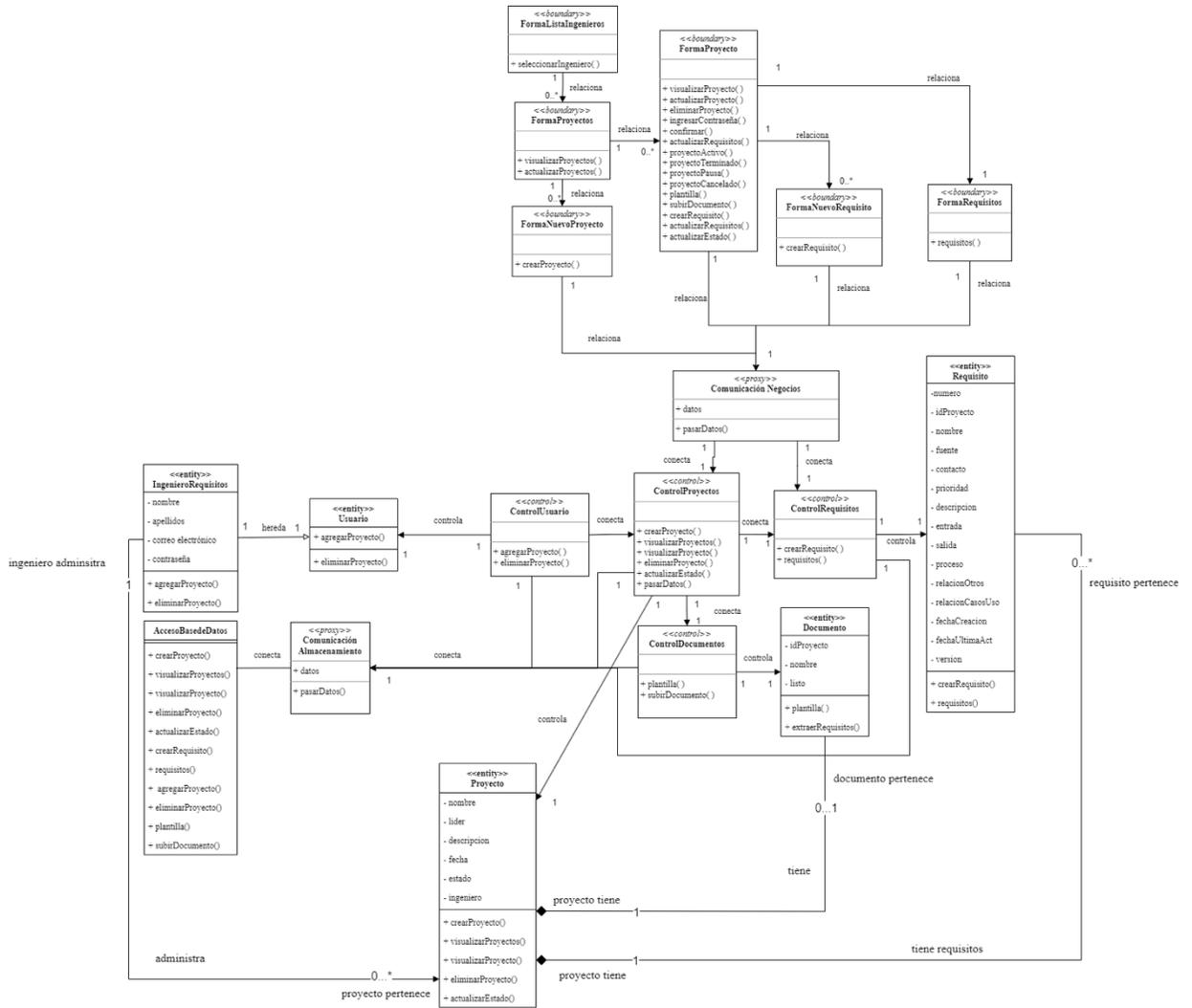


Figura 3.90. Diagrama de clases del segundo incremento.

Casos de uso

Los casos de uso de cada requisito individual (del RF-14 al RF-29) están conformados por su diagrama del caso de uso (ver Figuras 3.91, 3.93, 3.95, 3.97, 3.99, 3.101, 3.103, 3.105, 3.107, 3.109, 3.111, 3.113, 3.115, 3.117, 3.119 y 3.121), la descripción de su caso de uso (ver Tablas 41 a 56) y su diagrama de secuencia correspondiente (ver Figuras 3.92, 3.94, 3.96, 3.98, 3.100, 3.102, 3.104, 3.106, 3.108, 3.110, 3.112, 3.114, 3.116, 3.118, 3.120 y 3.122). A continuación, se muestran los dieciséis casos de uso correspondientes al segundo incremento.

Diagrama de caso de uso del RF-14

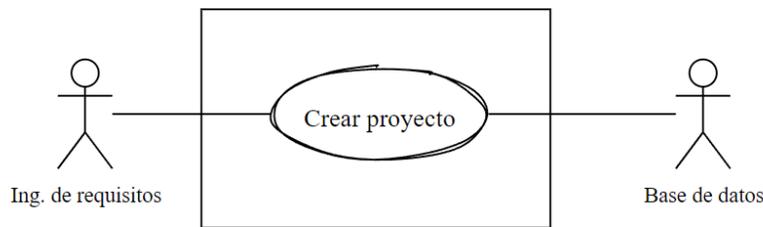


Figura 3.91. Diagrama de caso de uso CU-14.

Tabla 41. Caso de uso CU-14.

Descripción de caso de uso	
CU-14	Crear proyecto.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	Creación de un proyecto para los requisitos funcionales.
Resumen	El ACT-01 introducirá los datos del proyecto, después dará <i>click</i> en el botón aceptar para que el <i>software</i> cree el nuevo proyecto.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-01 selecciona el signo “más” en la pantalla principal de la lista de proyectos.
	El <i>software</i> muestra el formulario de registro de nuevo proyecto.
	El ACT-01 rellena los campos Nombre, Descripción, Fecha de creación, Estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
	El ACT-01 da <i>click</i> en aceptar en el mensaje de confirmación de alta exitosa.
Flujo principal	Un nuevo proyecto queda registrado dentro del sistema.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 da <i>click</i> en el botón cancelar el usuario no se creará un nuevo proyecto.
	El sistema muestra la pantalla de visualización de datos del proyecto.
Postcondición	El proyecto queda registrado en el sistema.

Diagrama de secuencia:

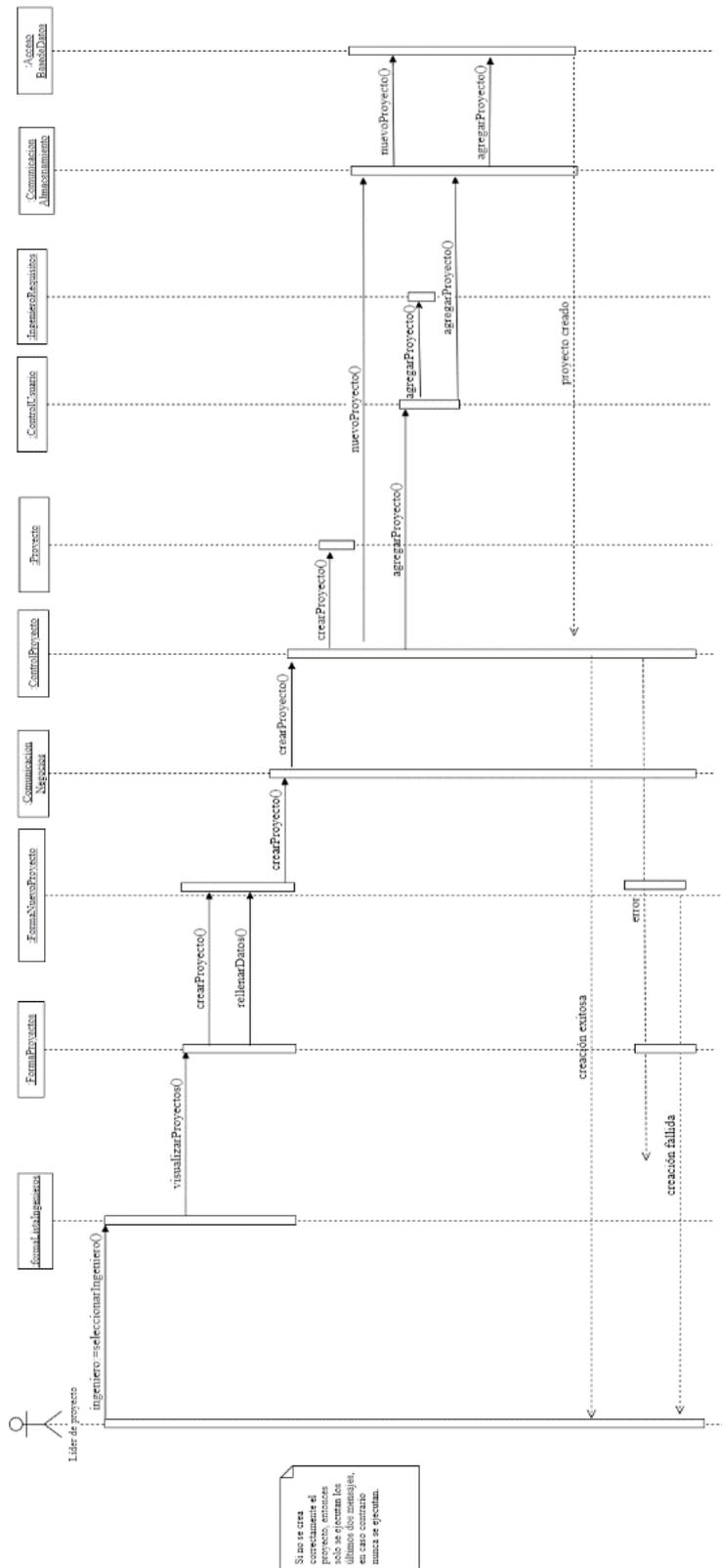
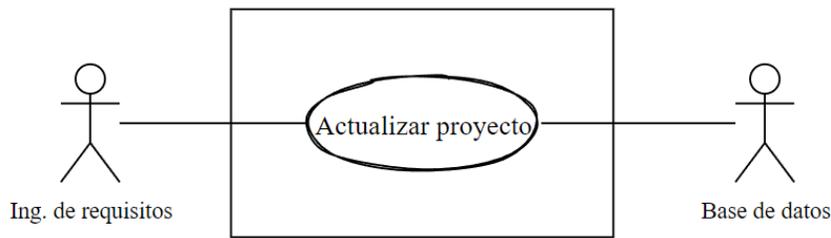


Figura 3.92. Diagrama de secuencia CU-14.

Diagrama de caso de uso del RF-15**Figura 3.93.** Diagrama de caso de uso CU-15.**Tabla 42.** Caso de uso CU-15

Descripción de caso de uso	
CU-15	Actualizar proyecto.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá actualizar los datos de un proyecto.
Resumen	El ACT-02 puede actualizar los datos de un proyecto: estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 entra a la pantalla de visualización de los datos del proyecto y da <i>clic</i> en “Actualizar estado”.
	El <i>software</i> muestra la una lista desplegable para seleccionar el estado del proyecto (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
	El ACT-02 actualiza los datos de la cuenta y da <i>clic</i> en “Actualizar”.
	El <i>software</i> actualiza los datos en la base de datos y muestra en pantalla un mensaje de “Datos actualizados con éxito”.
	El <i>software</i> muestra la pantalla de visualizar datos de cuenta con los datos de la cuenta actualizados.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	Los datos del proyecto quedan actualizados.

Diagrama de secuencia:

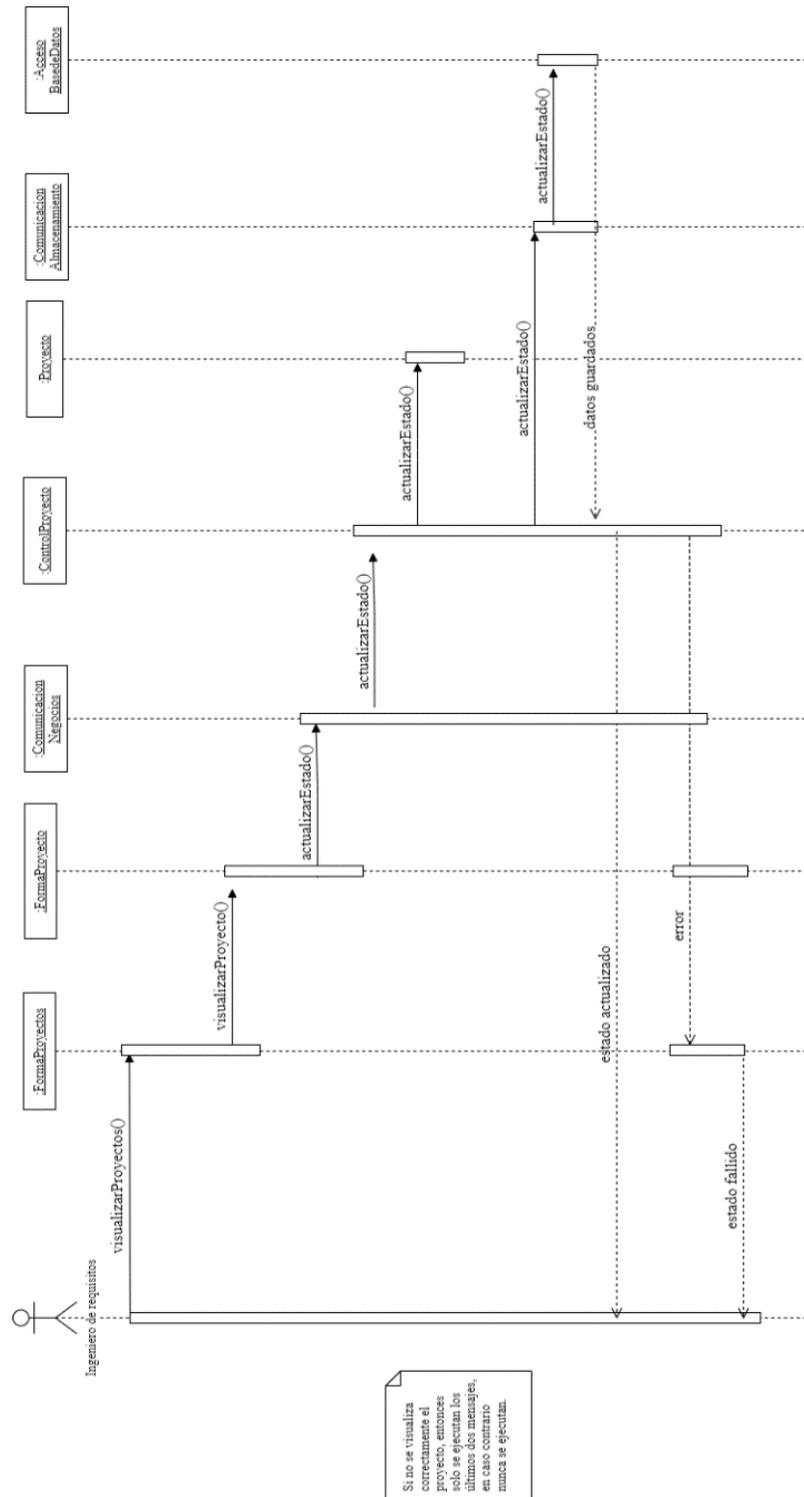
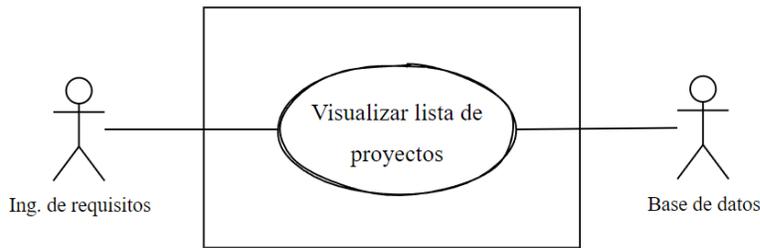


Figura 3.94. Diagrama de secuencia CU-15.

Diagrama de caso de uso del RF-16**Figura 3.95.** Diagrama de caso de uso CU-16.**Tabla 43.** Caso de uso CU-16.

Descripción de caso de uso	
CU-16	Visualizar lista de proyectos.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver la lista de todos los proyectos que le han asignado en su cuenta.
Resumen	El ACT-02 puede ver la lista de todos los proyectos asignados a su cuenta.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 entra a su cuenta iniciando sesión. El <i>software</i> muestra la pantalla principal con todos los proyectos creados dentro de la cuenta del usuario.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

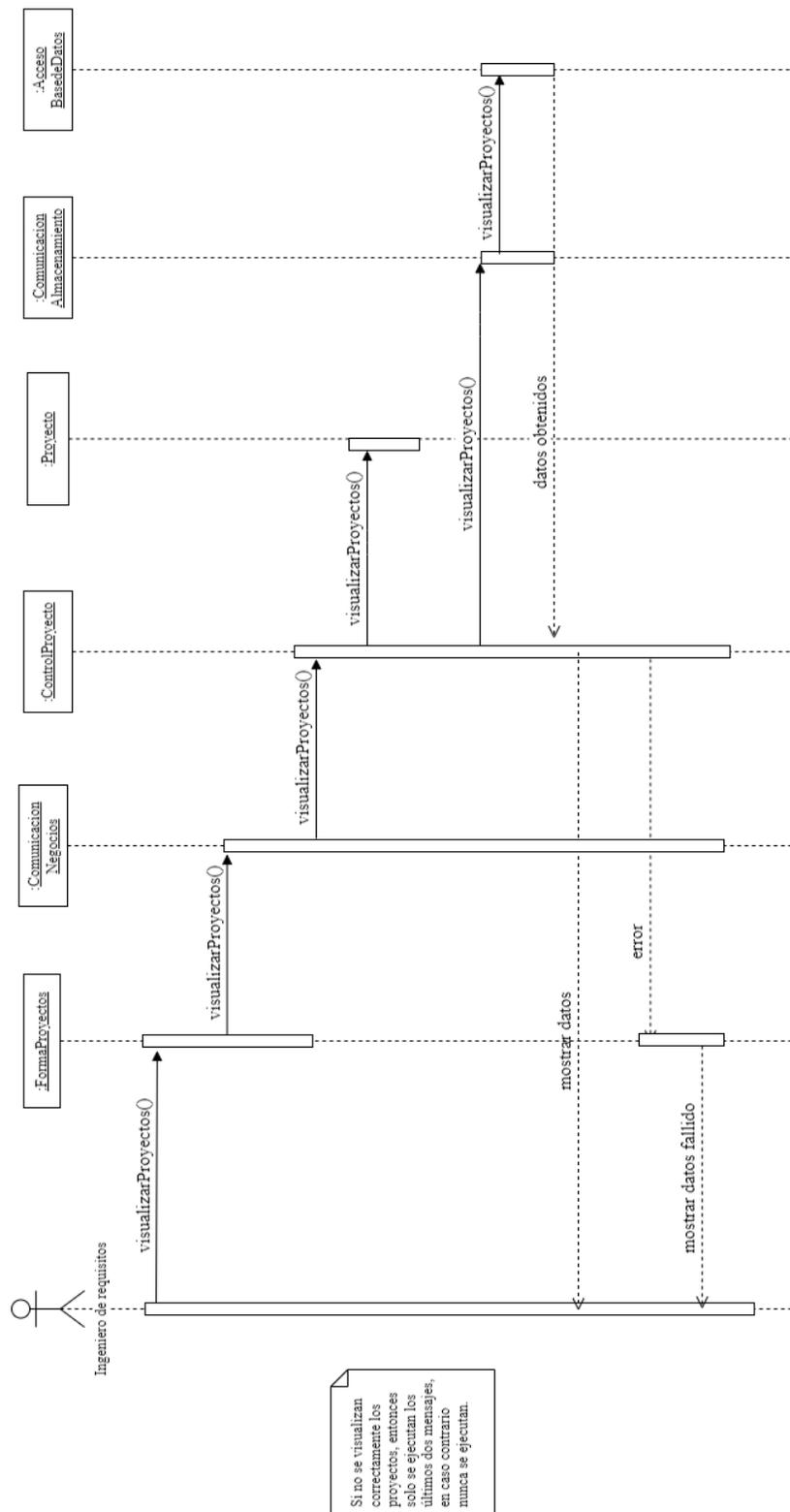
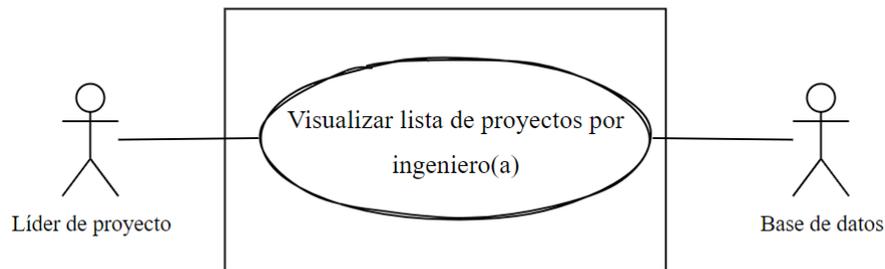


Figura 3.96. Diagrama de secuencia CU-16.

Diagrama de caso de uso del RF-17**Figura 3.97.** Diagrama de caso de uso CU-17.**Tabla 44.** Caso de uso CU-17.

Descripción de caso de uso	
CU-17	Visualizar lista de proyectos por ingeniero(a).
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá ver la lista de proyectos creados por cada ingeniero(a) de requisitos.
Resumen	El ACT-01 podrá visualizar la lista de proyectos creados por un ingeniero(a) de requisitos.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa como líder de proyecto.
Flujo principal	El ACT-01 entra a la pantalla del <i>software</i> que muestra la lista de las cuentas de ingenieros(as) de requisitos existentes y da <i>click</i> en la cuenta de la que quiera ver los proyectos. El <i>software</i> muestra la lista de proyectos asociados a la cuenta de ingeniero(a) de requisitos seleccionada.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

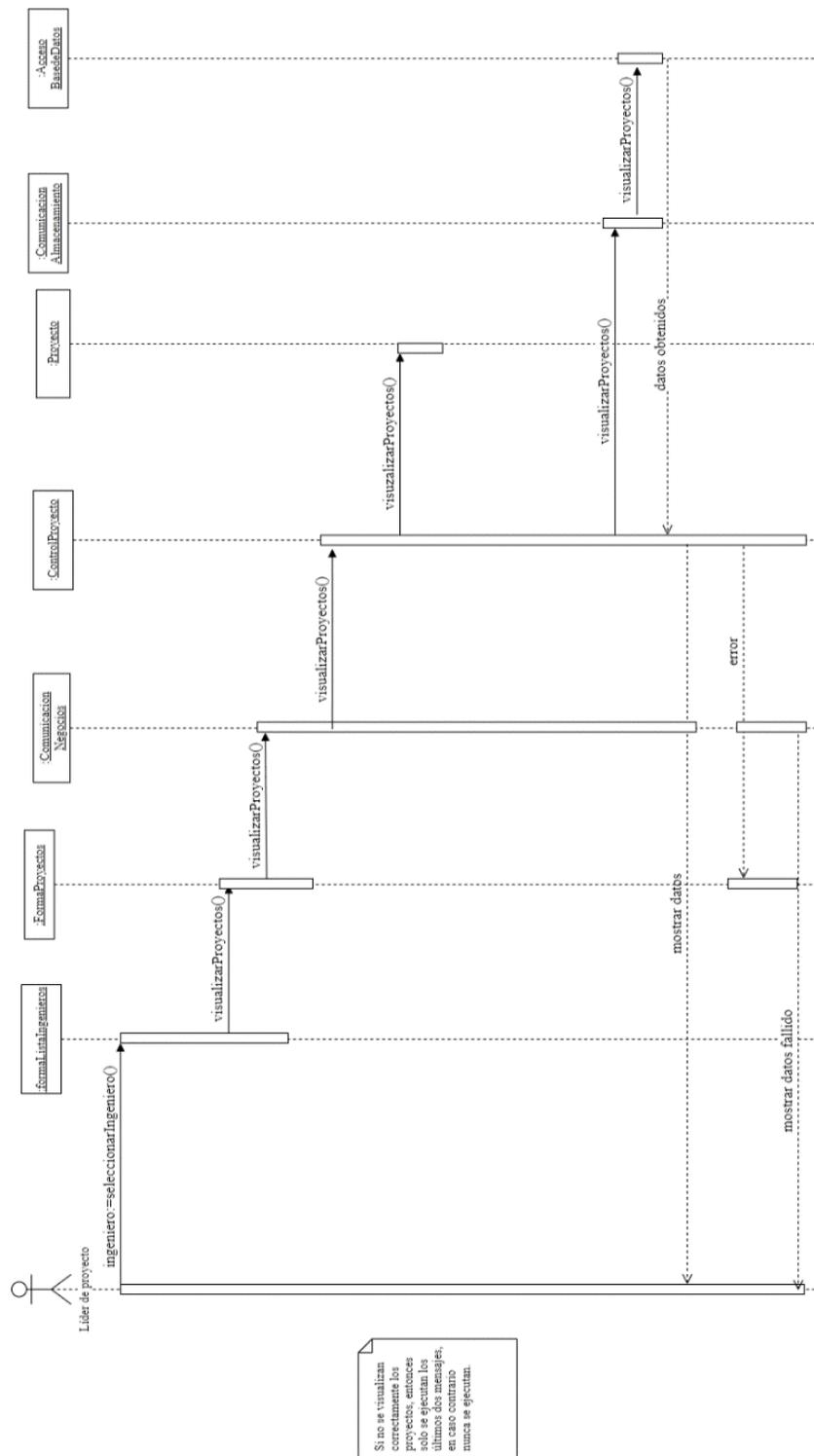
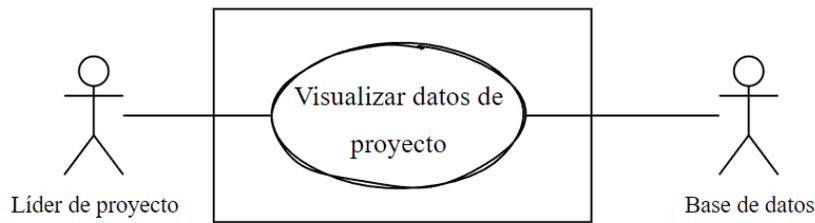


Figura 3.98. Diagrama de secuencia CU-17.

Diagrama de caso de uso del RF-18**Figura 3.99.** Diagrama de caso de uso CU-18.**Tabla 45.** Caso de uso CU-18.

Descripción de caso de uso	
CU-18	Visualizar datos de proyecto.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El líder de proyecto podrá ver los datos de un proyecto: Nombre, Descripción, Fecha de creación, Estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
Resumen	El ACT-01 podrá ver los datos de un proyecto creado.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa de una cuenta que esté registrada.
Flujo principal	El ACT-01 da <i>click</i> al nombre de un proyecto de la lista de proyectos.
	El <i>software</i> muestra una pantalla con los datos del proyecto: Nombre, Líder de proyecto asignado, Descripción, Fecha de creación, Estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

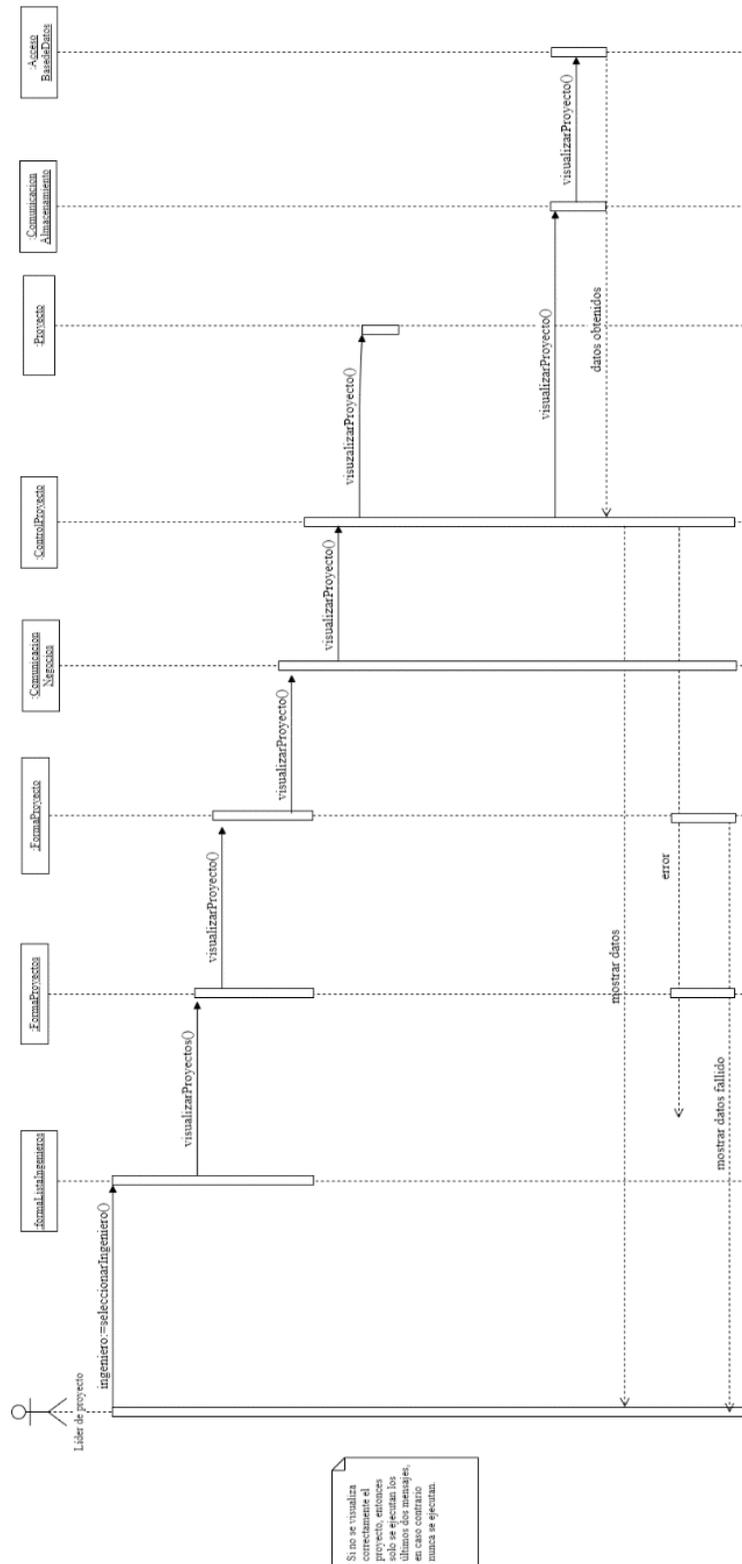
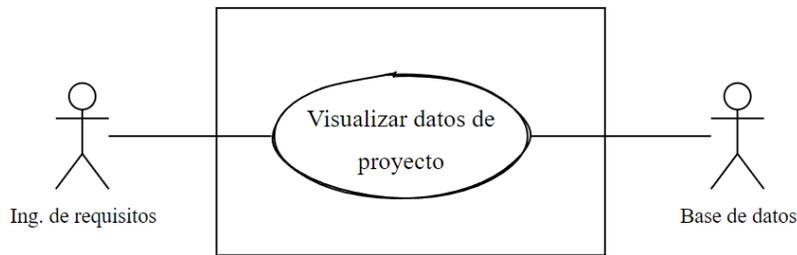


Figura 3.100. Diagrama de secuencia CU-18.

Diagrama de caso de uso del RF-19**Figura 3.101.** Diagrama de caso de uso CU-19.**Tabla 46.** Caso de uso CU-19

Descripción de caso de uso	
CU-19	Visualizar datos de proyecto.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver los datos de un proyecto que haya creado dentro de su cuenta.
Resumen	El ACT-02 podrá ver los datos de un proyecto creado en su cuenta.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 da <i>clic</i> al nombre de un proyecto de la lista de proyectos creados en su cuenta.
	El <i>software</i> muestra una pantalla con los datos del proyecto: Nombre, Descripción, Fecha de creación, Estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

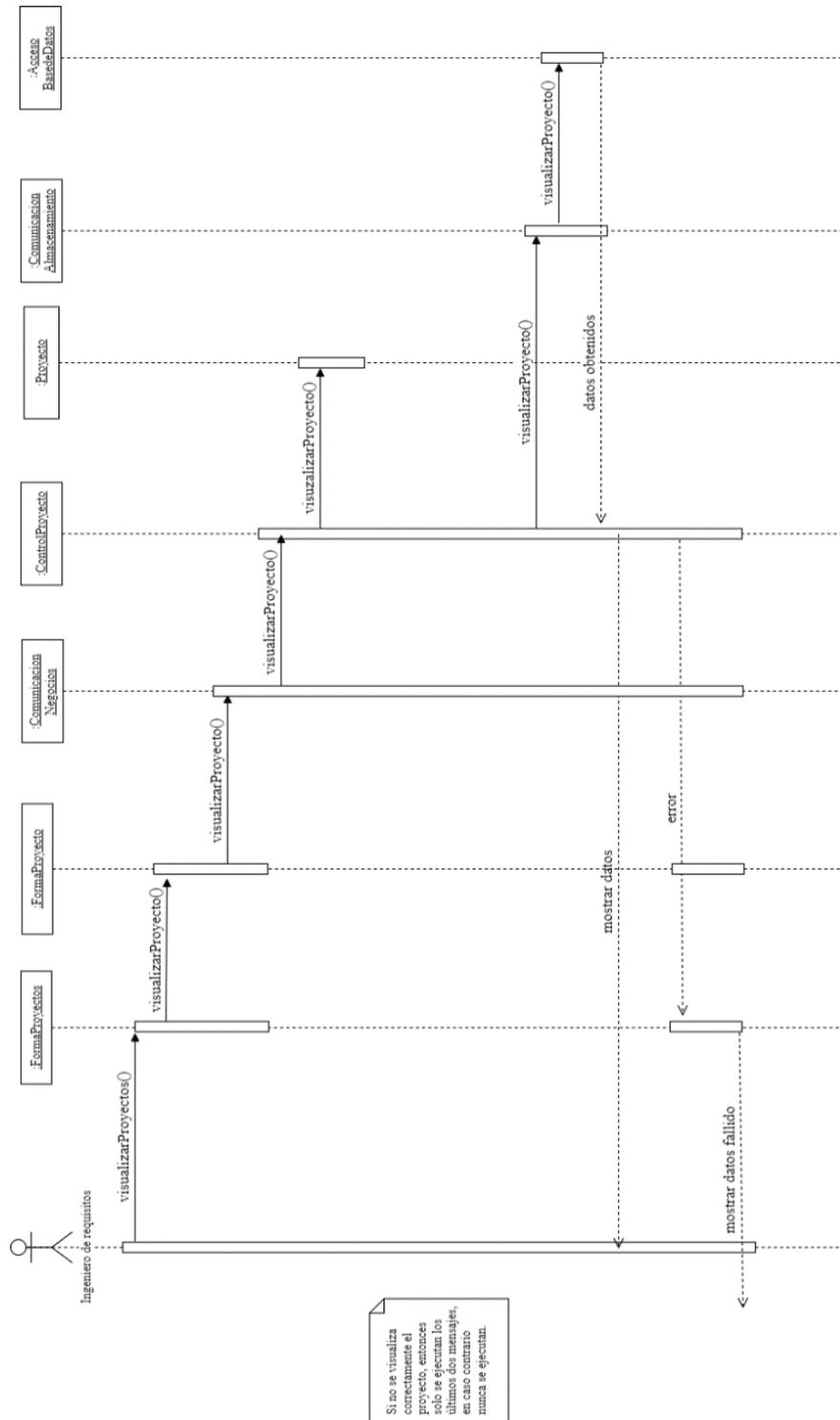


Figura 3.102. Diagrama de secuencia CU-19.

Diagrama de caso de uso del RF-20

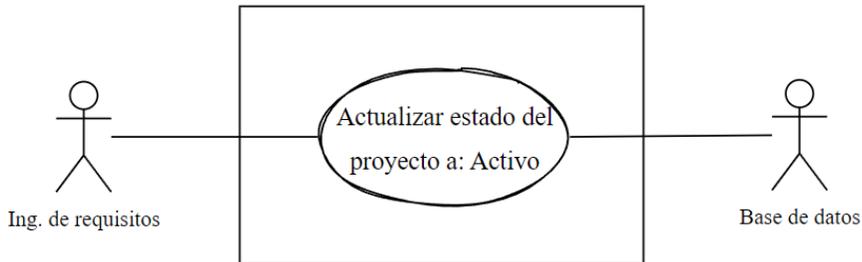


Figura 3.103. Diagrama de caso de uso CU-20.

Tabla 47. Caso de uso CU-20.

Descripción de caso de uso	
CU-20	Actualizar estado del proyecto a: Activo.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá cambiar el estado de un proyecto a “Activo”.
Resumen	El ACT-02 podrá modificar el estado de un proyecto a “Activo”.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 seleccionará la opción “Cambiar estado “en la pantalla de visualización de datos de proyecto.
	El <i>software</i> muestra una lista desplegable con los estados que puede tener un proyecto.
	El ACT-02 selecciona “Activo” y da “Guardar”.
	El <i>software</i> guarda el estado del proyecto en la base de datos y abre el proyecto para poder trabajar dentro de él.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>click</i> en el botón cancelar no se actualizará el estado del proyecto.
Postcondición	El estado del proyecto se actualiza y es posible trabajar el proyecto.

Diagrama de secuencia:

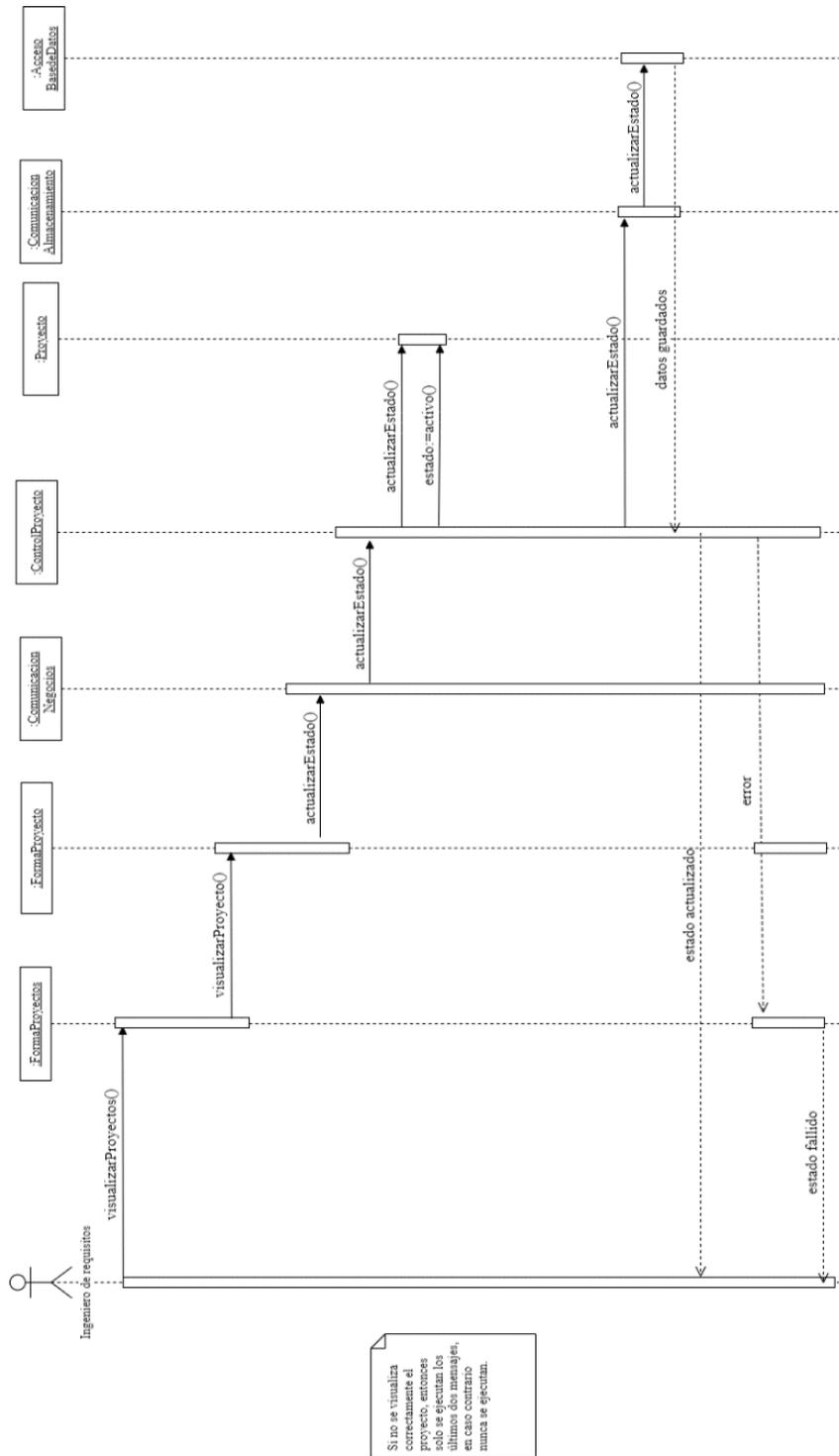
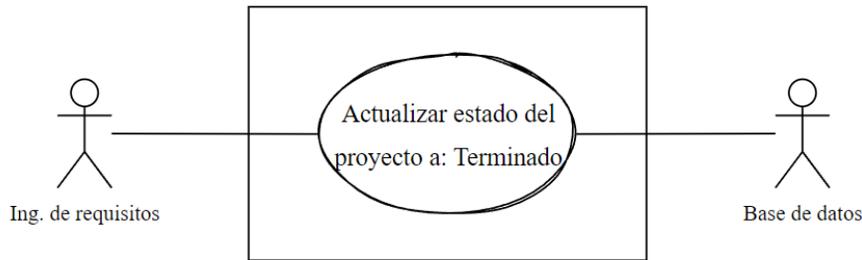


Figura 3.104. Diagrama de secuencia CU-20.

Diagrama de caso de uso del RF-21**Figura 3.105.** Diagrama de caso de uso CU-21.**Tabla 48.** Caso de uso CU-21.

Descripción de caso de uso	
CU-21	Actualizar estado del proyecto a: Terminado.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022
Actores	ACT-02
Tipo	Básico
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá cambiar el estado de un proyecto a “Terminado”.
Resumen	El ACT-02 puede modificar el estado de un proyecto a “Terminado”.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	<p>El ACT-02 está en la pantalla de visualización de datos de proyecto y selecciona “Cambiar estado”.</p> <p>El <i>software</i> muestra una lista desplegable con los estados que puede tener un proyecto.</p> <p>El ACT-02 selecciona “Terminado” y da “Guardar”.</p> <p>El <i>software</i> guarda el estado del proyecto en la base de datos y cierra el proyecto ya que una vez terminado ya no es posible modificar nada dentro de él.</p>
Subflujos	No aplica
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>click</i> en el botón cancelar no se actualizará el estado del proyecto.
Postcondición	El estado del proyecto se actualiza y el proyecto se cierra.

Diagrama de secuencia:

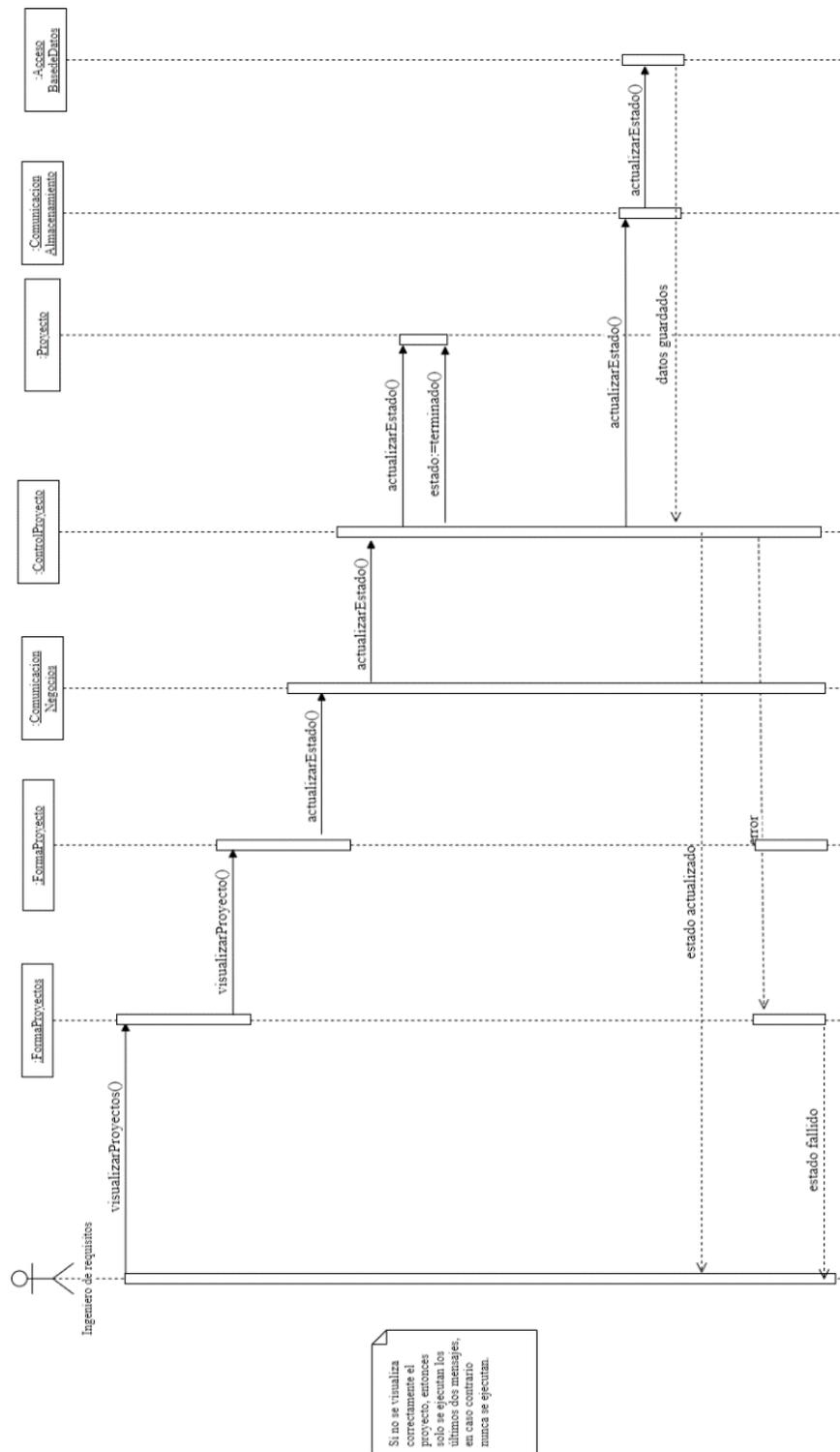
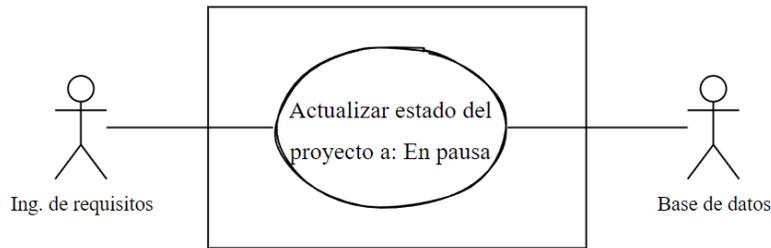


Figura 3.106. Diagrama de secuencia CU-21.

Diagrama de caso de uso del RF-22**Figura 3.107.** Diagrama de caso de uso CU-22.**Tabla 49.** Caso de uso CU-22.

Descripción de caso de uso	
CU-22	Actualizar estado del proyecto a: En pausa.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá cambiar el estado de un proyecto a “En pausa”.
Resumen	El ACT-02 puede modificar el estado de un proyecto a “En pausa”.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	<p>El ACT-02 está en la pantalla de visualización de datos de proyecto y selecciona “Cambiar estado”.</p> <p>El <i>software</i> muestra una lista desplegable con los estados que puede tener un proyecto.</p> <p>El ACT-02 selecciona “En pausa” y da “Guardar”.</p> <p>El <i>software</i> guarda el estado del proyecto en la base de datos y cierra el proyecto ya que está en pausa entonces no puede ser editado.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>click</i> en el botón cancelar no se actualizará el estado del proyecto.
Postcondición	El estado del proyecto se actualiza y el proyecto se cierra.

Diagrama de secuencia:

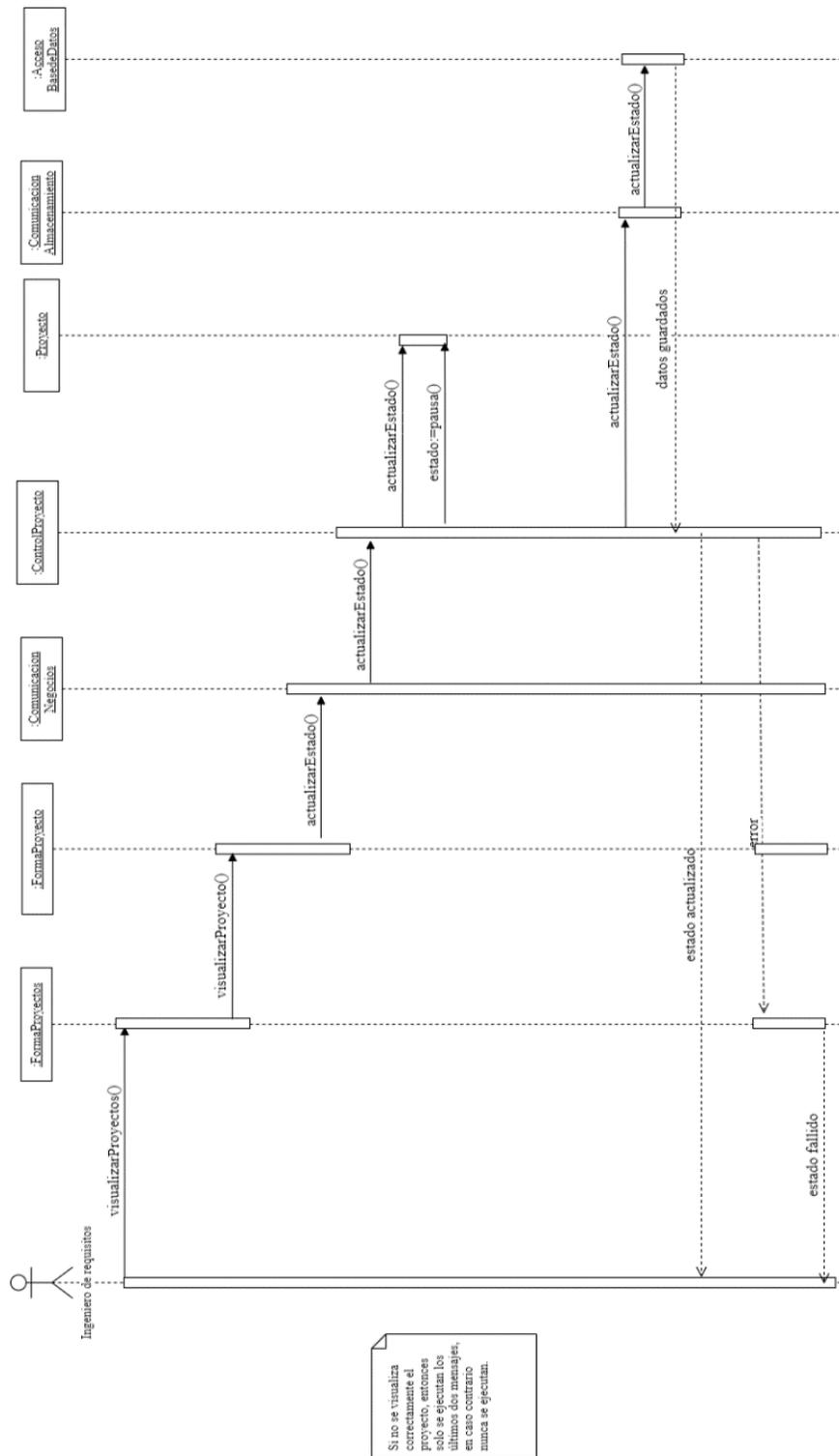


Figura 3.108. Diagrama de secuencia CU-22.

Diagrama de caso de uso del RF-23

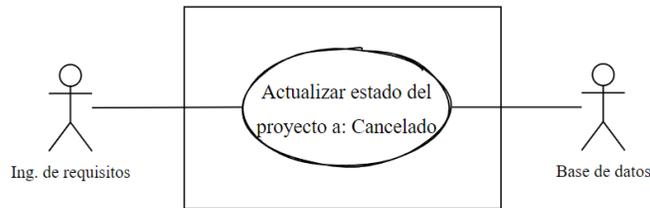


Figura 3.109. Diagrama de caso de uso CU-23.

Tabla 50. Caso de uso CU-23.

Descripción de caso de uso	
CU-23	Actualizar estado del proyecto a: Cancelado.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá cambiar el estado de un proyecto a “Cancelado”.
Resumen	El ACT-02 puede modificar el estado de un proyecto a “Cancelado”.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 está en la pantalla de visualización de datos de proyecto y selecciona “Cambiar estado”.
Subflujos	El <i>software</i> muestra una lista desplegable con los estados que puede tener un proyecto.
	El ACT-02 selecciona “Cancelado” y da “Guardar”.
	El <i>software</i> guarda el estado del proyecto en la base de datos y cierra el proyecto ya fue cancelado y no es posible volver a cambiarlo.
	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>clic</i> en el botón cancelar no se actualizará el estado del proyecto.
Postcondición	El estado del proyecto se actualiza y el proyecto se cierra.

Diagrama de secuencia:

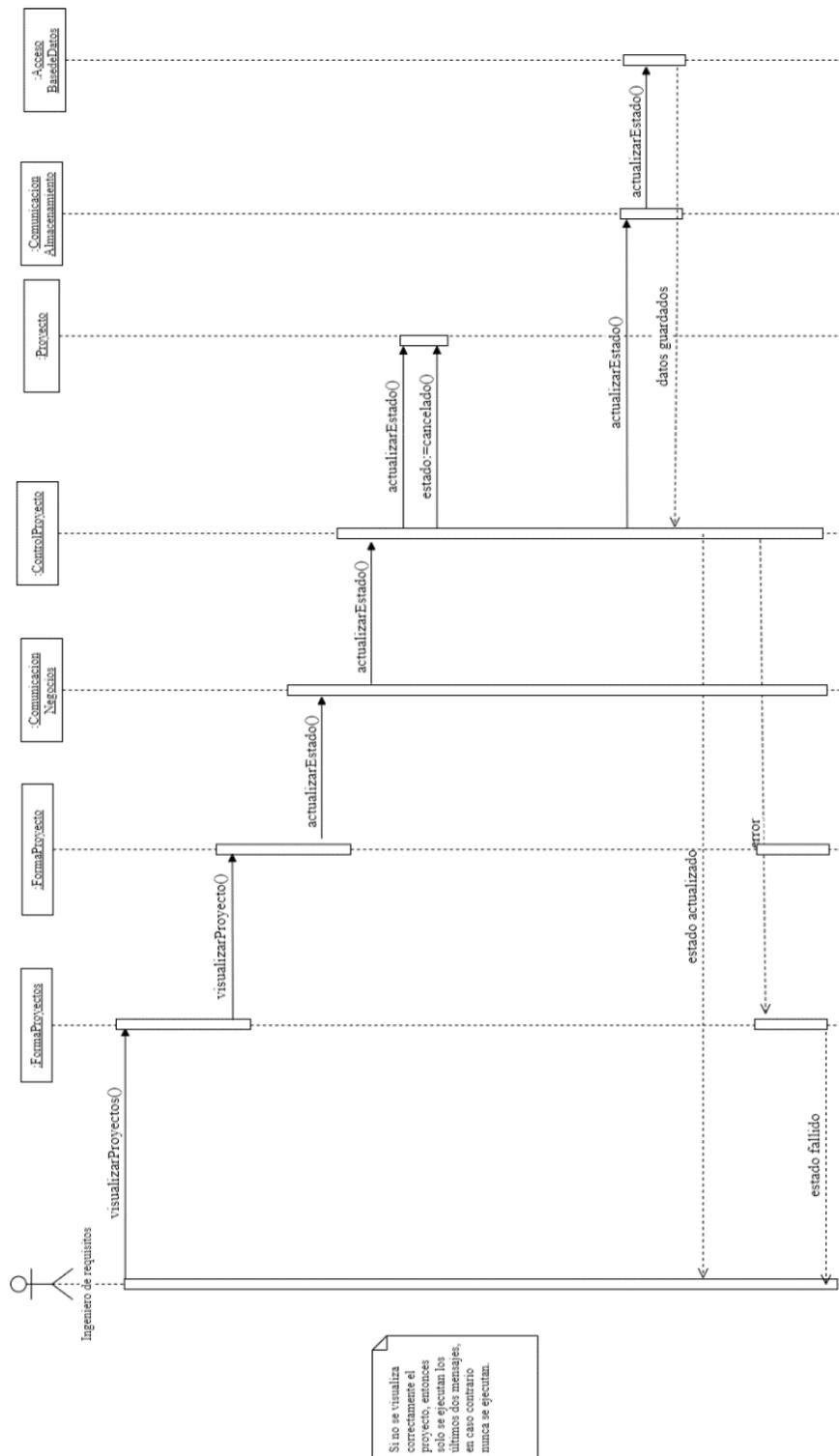
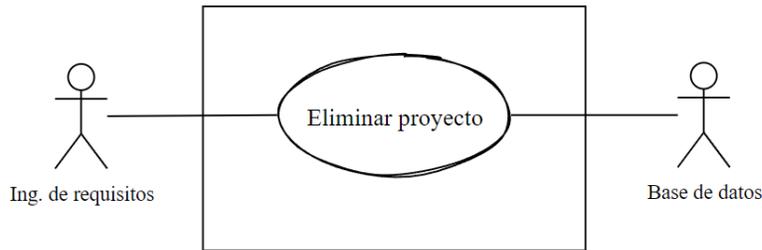


Figura 3.110. Diagrama de secuencia CU-23.

Diagrama de caso de uso del RF-24**Figura 3.111.** Diagrama de caso de uso CU-24.**Tabla 51.** Caso de uso CU-24.

Descripción de caso de uso	
CU-24	Eliminar proyecto.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá eliminar un proyecto que haya creado en su cuenta en el momento que lo necesite.
Resumen	El ACT-01 puede eliminar un proyecto que haya creado en alguna cuenta de ingeniero(a) de requisitos.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	<p>El ACT-01 entra a la pantalla de visualizar datos de proyecto y da <i>clic</i> a “Eliminar proyecto”.</p> <p>El <i>software</i> muestra un mensaje de alerta “¿Está seguro de que quiere eliminar este proyecto? Ingrese su contraseña para confirmar”</p> <p>El ACT-01 ingresa su contraseña registrada en la cuenta y da <i>clic</i> en “Eliminar”.</p> <p>El <i>software</i> elimina los datos del proyecto de la base de datos y muestra en pantalla un mensaje de “Proyecto eliminado”.</p> <p>El <i>software</i> muestra la pantalla de la lista de todos los proyectos de la cuenta.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	<p>Si el ACT-01 da <i>clic</i> en el botón cancelar no se eliminará la cuenta.</p> <p>Se regresa a la página de visualización de datos de proyecto.</p>
Postcondición	Los datos del proyecto quedan eliminados del <i>software</i> .

Diagrama de secuencia:

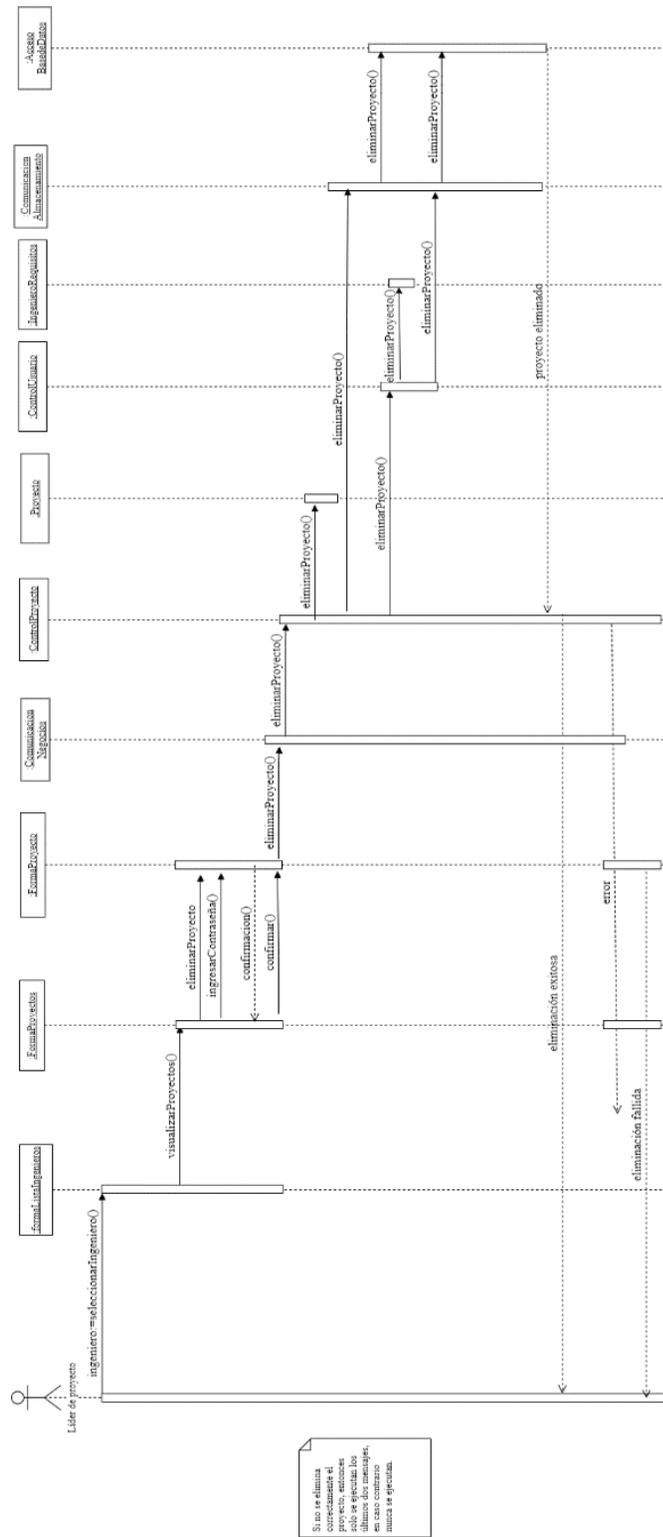
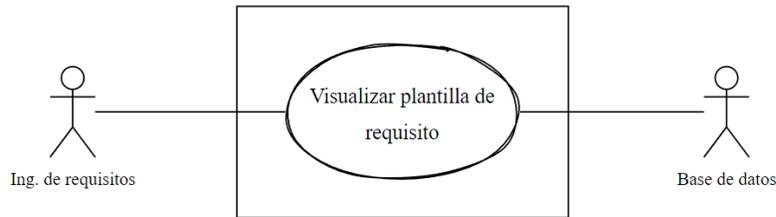


Figura 3.112. Diagrama de secuencia CU-24.

Diagrama de caso de uso del RF-25**Figura 3.113.** Diagrama de caso de uso CU-25.**Tabla 52.** Caso de uso CU-25.

Descripción de caso de uso	
CU-25	Visualizar plantilla de requisito.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá visualizar la plantilla de los requisitos funcionales de cada proyecto.
Resumen	El ACT-02 podrá visualizar la plantilla de los requisitos funcionales de los proyectos.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa como en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 al dar <i>clic</i> en el botón “Ver plantilla”, podrá visualizar la plantilla que contendrá los requisitos funcionales de un proyecto.
	El <i>software</i> muestra la plantilla vacía que muestra la estructura que contendrá los datos de los requisitos funcionales del proyecto.
Subflujos	El ACT-02 puede presionar el botón “Descargar” para descargar un documento PDF que contenga una plantilla vacía que será base para registrar requisitos funcionales en los proyectos.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

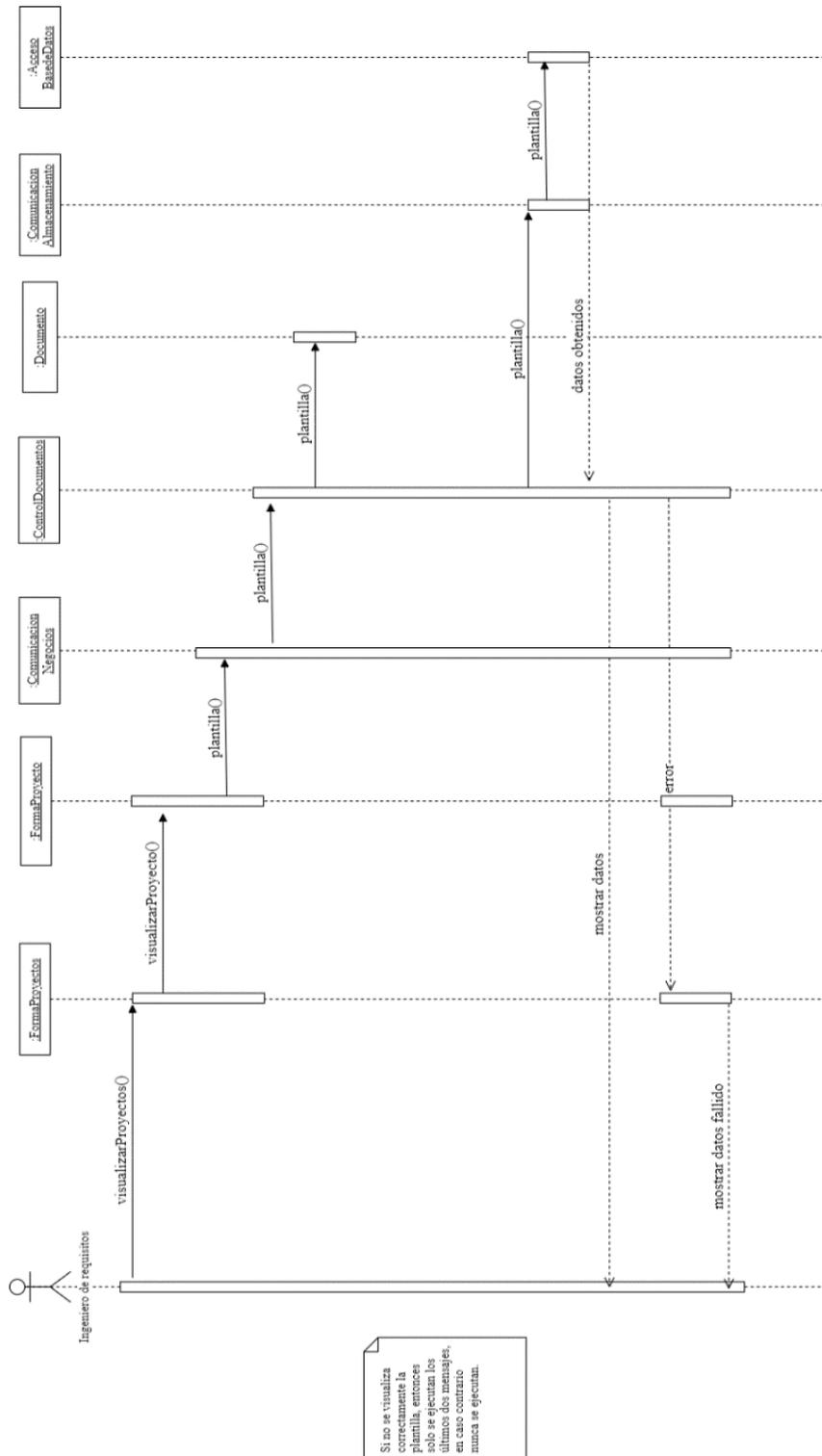
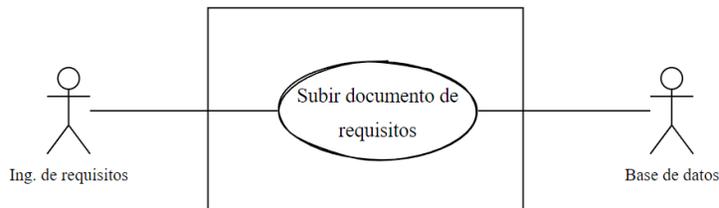


Figura 3.114. Diagrama de secuencia CU-25.

Diagrama de caso de uso del RF-26**Figura 3.115.** Diagrama de caso de uso CU-26.**Tabla 53.** Caso de uso CU-26.

Descripción de caso	
CU-26	Subir documento de requisitos.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá subir un documento PDF que contenga los requisitos funcionales de un proyecto.
Resumen	El ACT-02 puede subir un documento PDF al <i>software</i> con los requisitos funcionales de un proyecto.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	<p>El ACT-02 está en la pantalla principal con los datos de un proyecto y presiona el botón “Subir requisitos”.</p> <p>El <i>software</i> permite subir un documento PDF con los requisitos funcionales cada uno en el formato establecido por la plantilla base.</p> <p>El ACT-02 carga el documento.</p> <p>El <i>software</i> muestra la pantalla con lista de todos los requisitos contenidos en el documento como requisitos funcionales del proyecto.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>click</i> en el botón cancelar no se subirá el documento.
Postcondición	Los requisitos funcionales contenidos en el documento son creados dentro del proyecto.

Diagrama de secuencia:

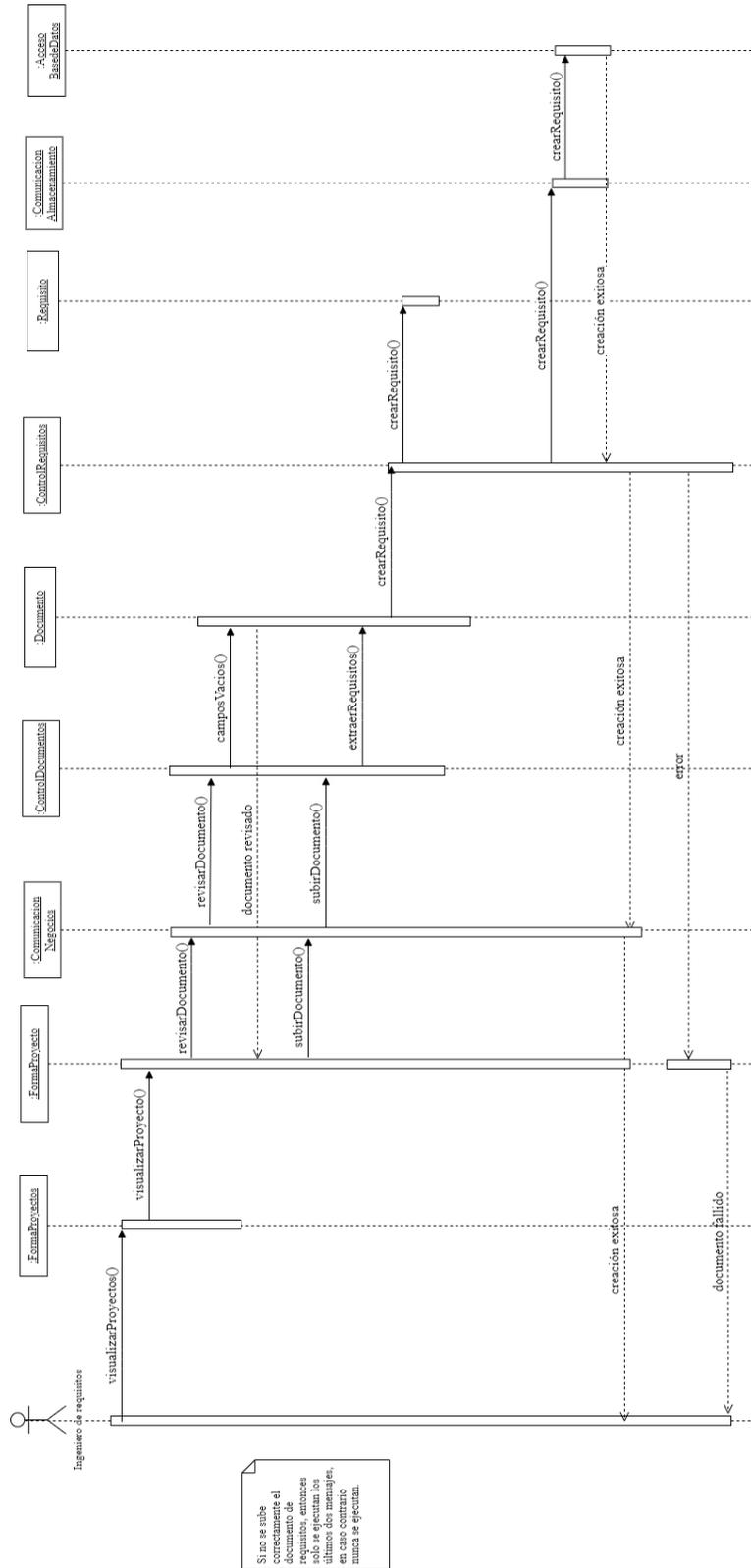
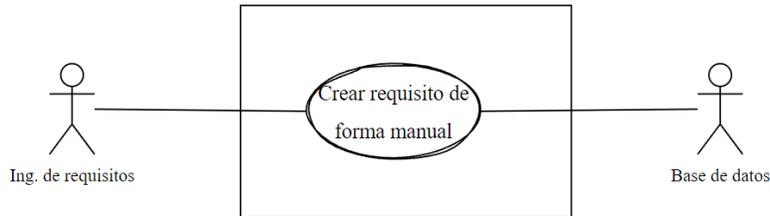


Figura 3.116. Diagrama de secuencia CU-26.

Diagrama de caso de uso del RF-27**Figura 3.117.** Diagrama de caso de uso CU-27.**Tabla 54.** Caso de uso CU-27

Descripción de caso de uso	
CU-27	Crear requisito de forma manual.
Versión	1.0, 05 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede crear de manera individual un requisito funcional llenando la plantilla directamente en el <i>software</i> .
Resumen	El ACT-02 creará un requisito funcional a través del llenado de la plantilla para requisitos funcionales individuales en un proyecto dentro del <i>software</i> .
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 dará <i>click</i> en el botón “Crear requisito” y en la pantalla del <i>software</i> le aparecerá la plantilla del requisito individual para rellenar.
	El <i>software</i> muestra la plantilla del requisito funcional con los campos editables.
	El ACT-02 rellena la plantilla con los datos del requisito funcional que va a crear y presiona el botón “Guardar”
	El <i>software</i> guarda el nuevo requisito funcional y muestra la pantalla con los datos del requisito creado.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-01 da <i>click</i> en el botón cancelar ya no se creará el nuevo requisito.
Postcondición	El requisito queda creado dentro del proyecto.

Diagrama de secuencia:

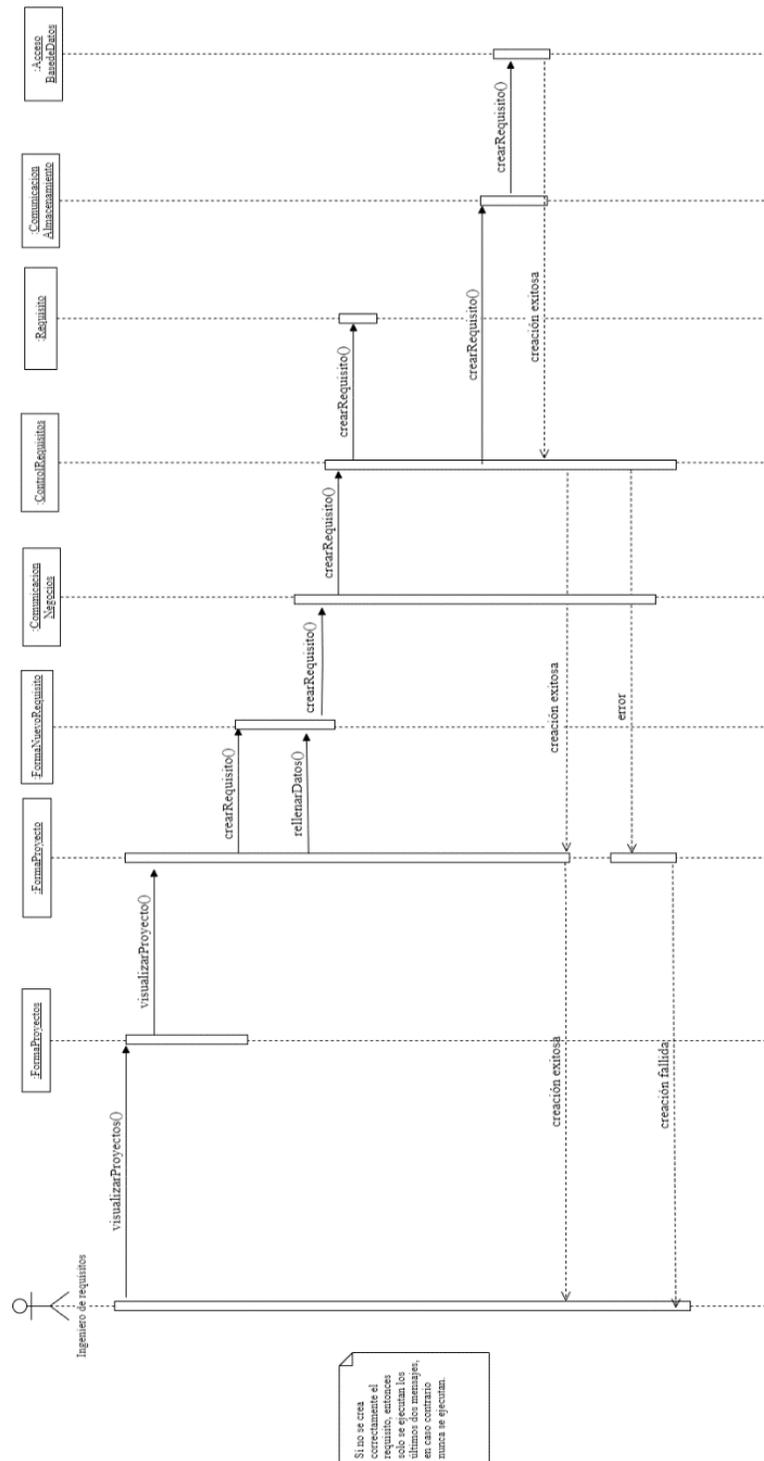
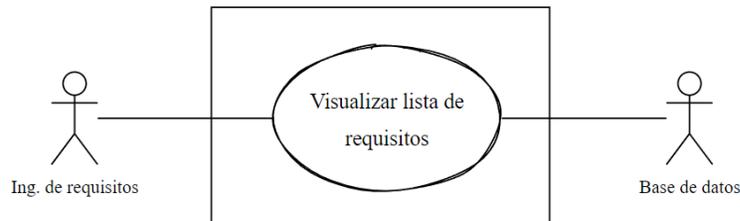


Figura 3.118. Diagrama de secuencia CU-27.

Diagrama de caso de uso del R-28**Figura 3.119.** Diagrama de caso de uso CU-28.**Tabla 55.** Caso de uso CU-28.

Descripción de caso de uso	
CU-28	Visualizar lista de requisitos.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver la lista de los requisitos funcionales de un proyecto.
Resumen	El ACT-02 puede ver la lista de los requisitos funcionales de un proyecto.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 en la pantalla principal del <i>software</i> dará <i>click</i> en el botón “Ver requisitos”.
	El <i>software</i> muestra una lista con las plantillas que contienen los datos de los requisitos funcionales del proyecto.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

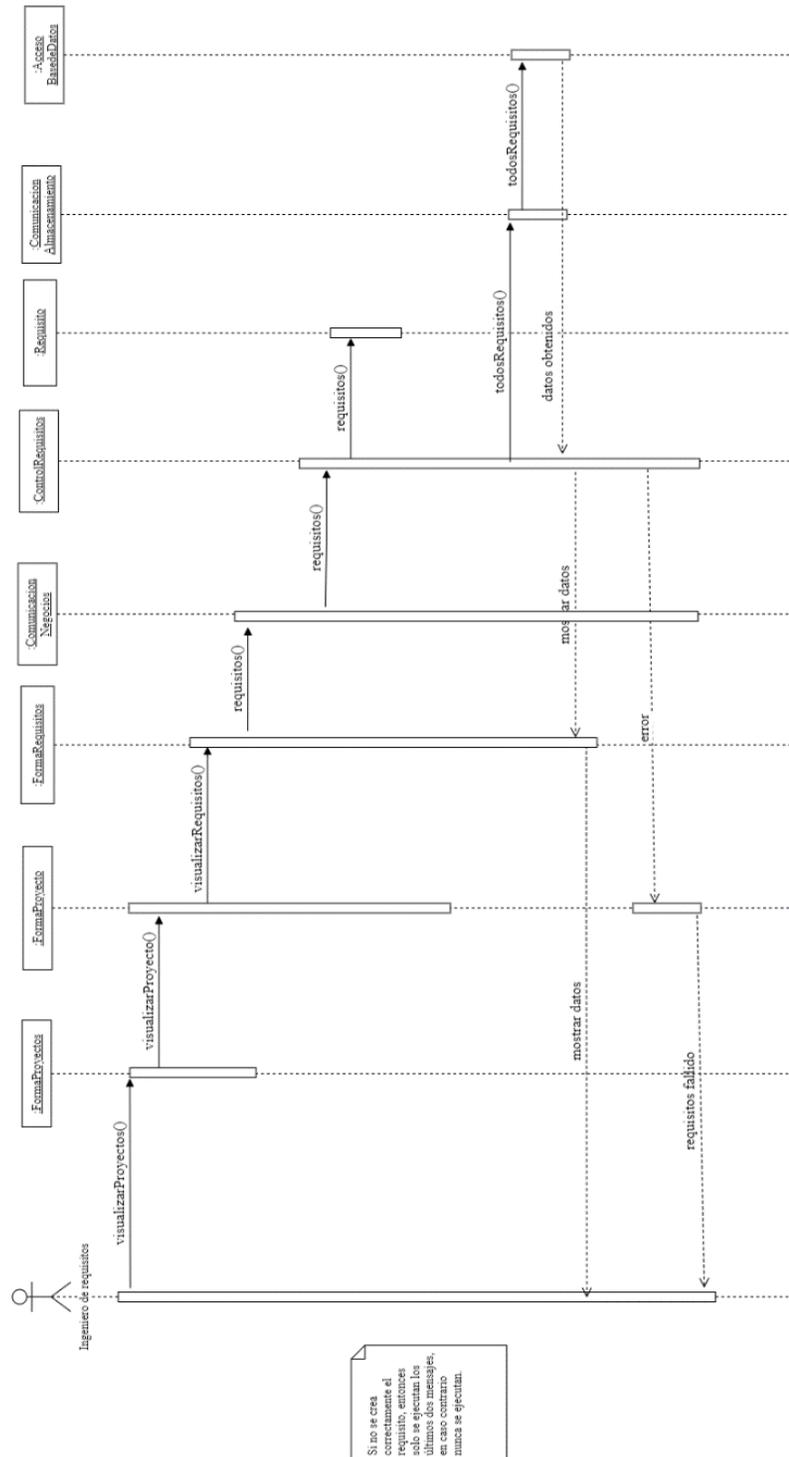


Figura 3.120. Diagrama de secuencia CU-28.

Diagrama de caso de uso del RF-29**Figura 3.121.** Diagrama de caso de uso CU-29**Tabla 56.** Caso de uso CU-29

Descripción de caso de uso	
CU-29	Visualizar lista de requisitos.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá ver la lista de los requisitos funcionales de un proyecto.
Resumen	El ACT-01 podrá ver los requisitos funcionales registrados dentro de un proyecto.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-01 en la pantalla principal del <i>software</i> dará <i>click</i> en el botón "Ver requisitos". El <i>software</i> muestra una lista con las plantillas que contienen los datos de los requisitos funcionales del proyecto.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

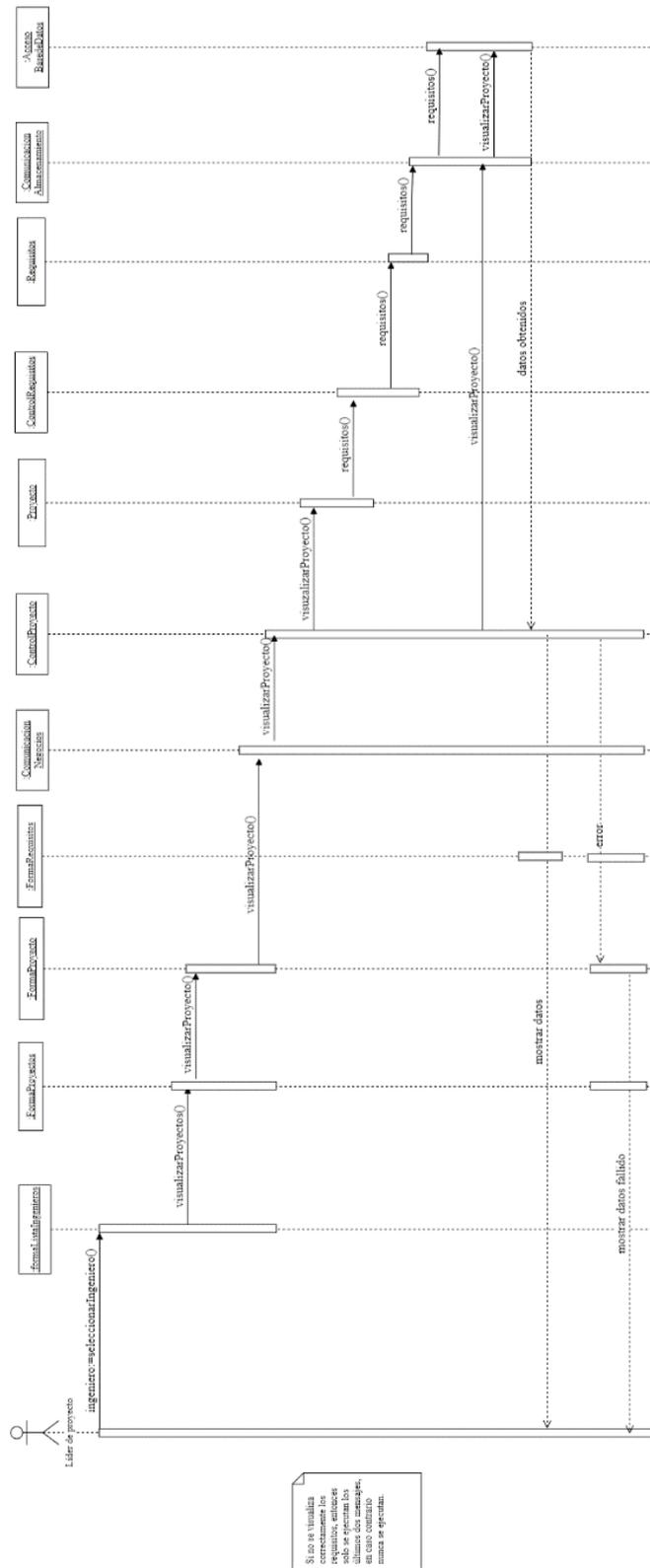


Figura 3.122. Diagrama de secuencia CU-29

3.2.3. Implementación: Segundo incremento

A continuación, se muestran las interfaces de la implementación de cada requisito detallado en la sección 3.2.1:

- RF-14: El *software* deberá permitir la creación de un proyecto (ver Figura 3.123).
- RF-15: El *software* deberá permitir la actualización de un proyecto (ver Figura 3.124)
- RF-16: El *software* deberá permitir la visualización de los proyectos asignados a un ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.125)
- RF-17: El *software* deberá permitir al líder del proyecto la visualización de los proyectos asignados un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.125)
- RF-18: El *software* deberá permitir al líder del proyecto la visualización de los datos de un proyecto (ver Figura 3.126)
- RF-19: El *software* deberá permitir al ingeniero(a) de requisitos la visualización de los datos de un proyecto (ver Figura 3.126)
- RF-20: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: Activo (ver Figura 3.127)
- RF-21: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: Terminado (ver Figura 3.127)
- RF-22: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: En pausa (ver Figura 3.127)
- RF-23: El *software* deberá permitir la actualización del estado de un proyecto a: Cancelado (ver Figura 3.127)
- RF-24: El *software* deberá permitir la eliminación de un proyecto (ver Figura 3.128)
- RF-25: El *software* deberá permitir la visualización de la plantilla de un requisito (ver Figura 3.129)
- RF-26: El *software* deberá permitir subir documento de requisitos funcionales (ver Figura 3.130)
- RF-27: El *software* deberá permitir la creación de un requisito de forma manual (ver Figura 3.131)
- RF-28: El *software* deberá permitir la visualización de los requisitos de un proyecto asignado a un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.132)
- RF-29: El *software* deberá permitir al líder del proyecto la visualización de los requisitos de un proyecto asignado a un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figura 3.132)

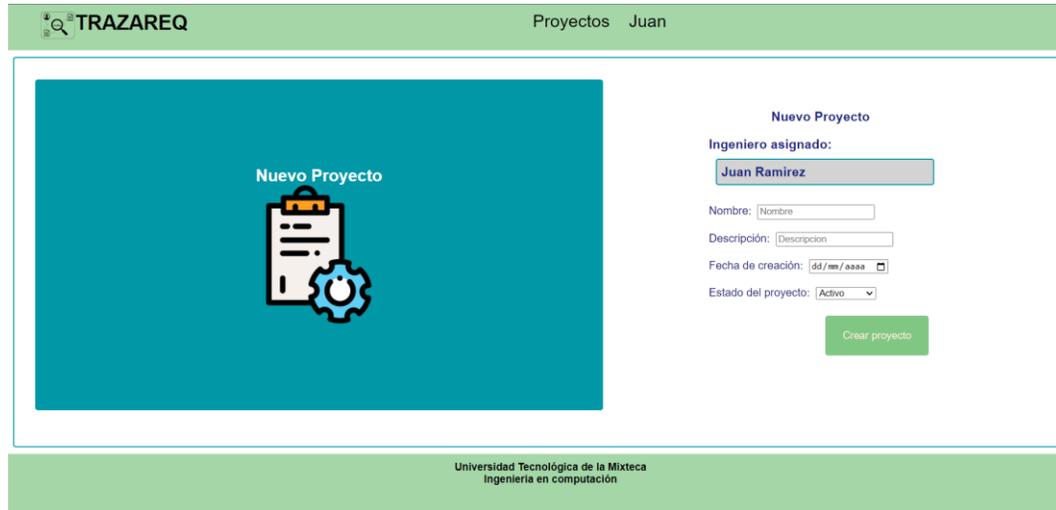


Figura 3.123. Creación de un proyecto (RF-14).

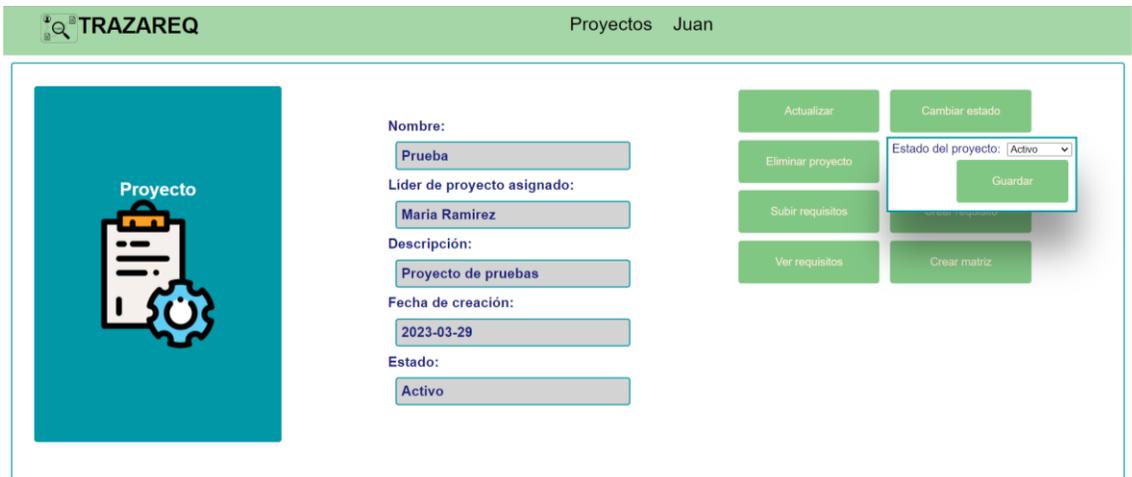


Figura 3.124. Actualización del proyecto (RF-15).

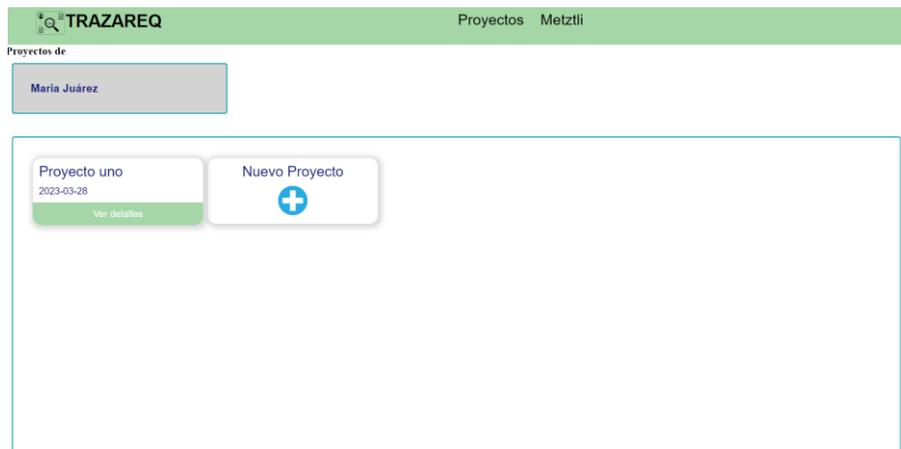


Figura 3.125. Visualización de los proyectos asignados a un(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-16 y RF-17).

TRAZAREQ Proyectos Juan

Proyecto

Nombre: Prueba

Líder de proyecto asignado: María Ramirez

Descripción: Proyecto de pruebas

Fecha de creación: 2023-03-29

Estado: Activo

Actualizar Cambiar estado

Eliminar proyecto Ver plantilla

Subir requisitos Crear requisito

Ver requisitos Crear matriz

Figura 3.126. Visualización de los datos de un proyecto (RF-18 y RF-19).

TRAZAREQ Proyectos Juan

Proyecto

Nombre: Prueba

Líder de proyecto asignado: María Ramirez

Descripción: Proyecto de pruebas

Fecha de creación: 2023-03-29

Estado: Activo

Actualizar Cambiar estado

Eliminar proyecto Ver plantilla

Subir requisitos Crear requisito

Ver requisitos Crear matriz

Estado del proyecto: Activo

- Activo
- En Pausa
- Finalizado
- Cancelado

Figura 3.127. Actualización del estado de un proyecto (RF-20, RF-21, RF-22 y RF-23).



Eliminación de proyecto

¿Está seguro que quiere eliminar este proyecto?
 Recuerde que se perderá toda la información contenido
 en el proyecto.

Eliminar

Figura 3.128. Eliminación de un proyecto (RF-24).

entrada ---

Salida: --- Debe ingresar los datos de salida ---

Proceso: --- Debe ingresar los datos del proceso ---

ReferenciasCon otros requisitos: --- Debe seguir el formato: RF-01, RF-02, etc --- Con casos de uso: --- Debe seguir el formato: CU-01, CU-02, etc ---

Fecha de creación: --- Fecha en formato dd/mm/aa --- Último cambio: --- Fecha en formato dd/mm/aa ---

Plantilla sin datos Plantilla con datos de ejemplo

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.129. Visualización de la plantilla de un requisito (RF-25).

TRAZAREQ Proyectos Juan

Proyecto

Nombre: Prueba

Lider de proyecto asignado: Maria Ramirez

Descripción: Proyecto de pruebas

Fecha de creación: 2023-03-29

Estado: Activo

Actualizar Cambiar estado

Eliminar proyecto Ver plantilla

Subir requisitos Crear requisito

Seleccionar archivo | Ninguno archivo selec. | Enviar

Figura 3.130. Subir documento de requisitos (RF-26).

Nuevo requisito

Número del requisito: Nombre del requisito:

Fuente del requisito: Contacto:

Prioridad del requisito:

Descripción:

Entrada:

Salida:

Proceso:

ReferenciasCon otros requisitos: Con casos de uso:

*Separe los requisitos asociados y casos de uso por una coma y un espacio. Ejemplo: RF-01, RF-02, RF-03.

Fecha de creación: Fecha de último cambio:

Crear Requisito

Figura 3.131. Creación de un requisito de forma manual (RF-27).

TRAZAREQ Proyectos Juan

Requisitos del proyecto

Número del requisito: RF-01 Nombre del requisito: Alta de usuarios Ver requisito

Fuente del requisito: Maria Garcia, Directora de biblioteca Contacto: luisa.andrea126@gmail.com

Prioridad del requisito: 1

Descripción: Requisito que permite el alta únicamente de los usuarios que forman parte de la comunidad de la universidad de Wonderland y que no se les ha restringido el acceso a los servicios proporcionados por la biblioteca. La directora de biblioteca deberá dar de alta a los usuarios que les sean proporcionados por el encargado de servicios escolares.

Figura 3.132. Visualización de los requisitos de un proyecto asignado a un ingeniero(a) de requisitos (RF-28 y RF-29).

3.2.4. Validación: segundo incremento

En este incremento los requisitos validados fueron: RF-14 creación del proyecto, RF-15 actualización del proyecto, RF-24 eliminación de proyecto, RF-26 subir documento de requisitos funcionales y RF-27 creación de requisito funcional de forma manual, ya que los demás no requieren datos de entrada. Es importante mencionar que en la validación del RF-15 se engloban los RF-20, RF-21, RF-22 y RF-23. Las pruebas con clases de equivalencia se muestran a continuación.

- **RF-14 Creación del proyecto**

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del RF-14 correspondiente a la creación de un proyecto se pueden apreciar en la Figura 3.133.

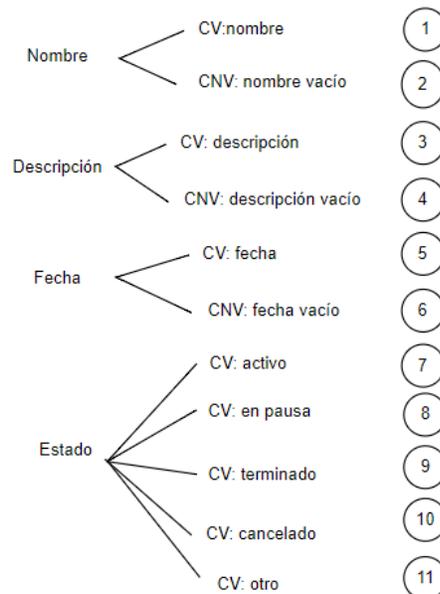


Figura 3.133. Clases de equivalencia correspondiente al RF-14.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 57.

Tabla 57. Datos de prueba correspondientes al RF-14.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un nombre, este es una entrada válida.	Nombre: Proyecto uno
2	Probar que, al no ingresar ningún nombre, este es una entrada no válida.	Nombre: -
3	Probar que, al ingresar una descripción, esta es una entrada válida.	Descripción: Proyecto dedicado a pruebas
4	Probar que, al no ingresar ninguna descripción, esta es una entrada no válida.	Descripción: -
5	Probar que, al ingresar una fecha, esta es una entrada válida.	Fecha: 20/12/2022
6	Probar que, al no ingresar ninguna fecha, esta es una entrada no válida.	Fecha: -
7	Probar que, al seleccionar activo en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: Activo
8	Probar que, al seleccionar en pausa en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: En pausa
9	Probar que, al seleccionar terminado en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: Terminado
10	Probar que, al seleccionar cancelado en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: Cancelado
11	Probar que, al no seleccionar en el estado del proyecto, este debe ser una entrada no válida.	Estado: -

Los casos de prueba para el requisito funcional RF-14 están definidos en la Figura 3.134. Las entradas, así como las salidas esperadas para tal requisito, se describen detalladamente en la Tabla 58.

Clase	Clases válidas							Clases no válidas			
	1	3	5	7	8	9	10	2	4	6	11
G1	X	X	X	X							
G2	X	X	X		X						
G3	X	X	X			X					
G4	X	X	X				X				
G5		X	X		X			X			
G6	X		X	X					X		
G7	X	X				X				X	
G8	X	X	X								X

Figura 3.134. Casos de prueba generados para el RF-14.**Tabla 58.** Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-14.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas				Salida esperada
		Nombre	Descripción	Fecha	Estado	
1	1,3,5,7	Proyecto uno	Proyecto dedicado a pruebas.	20/12/2022	Activo	Todos los datos correctos (Proyecto creado)
2	1,3,5,8	Proyecto uno	Proyecto dedicado a pruebas.	20/12/2022	En pausa	Todos los datos correctos (Proyecto creado)
3	1,3,5,9	Proyecto uno	Proyecto dedicado a pruebas.	20/12/2022	Terminado	Todos los datos correctos (Proyecto creado)
4	1,3,5,10	Proyecto uno	Proyecto dedicado a pruebas.	20/12/2022	Cancelado	Todos los datos correctos (Proyecto creado)

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas				Salida esperada
		Nombre	Descripción	Fecha	Estado	
5	2,3,5,8	-	Proyecto dedicado a pruebas.	20/12/2022	En pausa	Nombre incorrecto
6	1,4,5,7	Proyecto uno	-	20/12/2022	Activo	Descripción incorrecta
7	1,3,6,9	Proyecto uno	Proyecto dedicado a pruebas.	-	Terminado	Fecha incorrecta
8	1,4,5,11	Proyecto uno	Proyecto dedicado a pruebas.	20/12/2022	-	Estado incorrecto

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 59.

Tabla 59. Fallos detectados correspondientes al RF-14.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
0	0	Ninguno

- **RF-15 Actualización del proyecto**

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del RF-15 correspondiente a la actualización de estado de proyecto se pueden apreciar en la Figura 3.135.

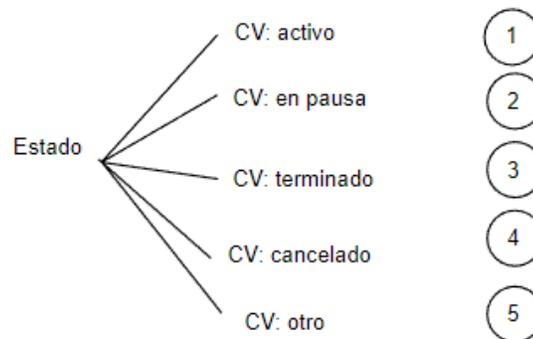


Figura 3.135. Clases de equivalencia correspondientes al RF-15.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 60.

Tabla 60. Datos de prueba correspondientes al RF-15.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al seleccionar activo en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: Activo
2	Probar que, al seleccionar en pausa en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: En pausa
3	Probar que, al seleccionar terminado en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: Terminado
4	Probar que, al seleccionar cancelado en el estado del proyecto, este debe ser una entrada válida.	Estado: Cancelado
5	Probar que, al no seleccionar en el estado del proyecto, este debe ser una entrada no válida.	Estado: -

Los casos de prueba correspondientes al RF-15 están definidos en la Figura 3.136. Las entradas, así como las salidas esperadas se describen detalladamente en la Tabla 61.

Clase	Clases válidas				Clases no válidas
	1	2	3	4	
Grupo					5
G1				X	
G2			X		
G3		X			
G4	X				
G5					X

Figura 3.136. Casos de prueba generados para el RF-15.

Tabla 61. Entradas y salidas esperadas correspondientes al RF-15.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas	Salidas esperadas
		Estado	
1	4	Cancelado	Estado correcto
2	3	Terminado	Estado correcto
3	2	En pausa	Estado correcto
4	1	Activo	Estado correcto
5	5	-	Estado incorrecto

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 62.

Tabla 62. Fallos detectados correspondientes al RF-15.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	1	No reconoce el estado Cancelado como un estado inactivo del proyecto, es decir el proyecto debe cerrarse para no poder modificarse nunca.

RF-24 Eliminación de un proyecto

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del RF-24 correspondiente a la eliminación de un proyecto se puede apreciar en la Figura 3.137.

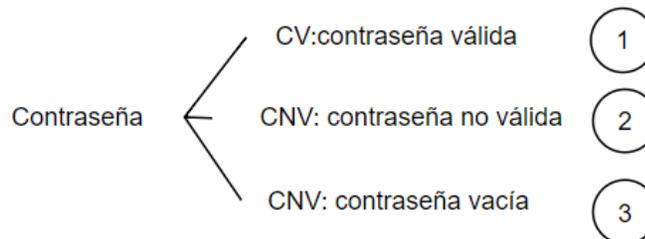


Figura 3.137. Clases de equivalencia correspondientes al RF-24.

Los datos de prueba que serán utilizados, a partir de las clases de equivalencia, se describen en la Tabla 63.

Tabla 63. Datos de prueba

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que al ingresar la confirmación de la contraseña igual a la contraseña del líder de proyecto, esta debe ser una entrada válida.	Contraseña:11111111
2	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña diferente a la contraseña del líder de proyecto, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: abcd1234
3	Probar que, al ingresar la confirmación de contraseña vacía, esta debe ser una entrada no válida.	Contraseña: -

Los casos de prueba están definidos por la Figura 3.138. Las entradas, así como las salidas esperadas se describen detalladamente en la Tabla 64.

Clase	Clases válidas	Clases no válidas	
Grupo	1	2	3
G1	X		
G2		X	
G3			X

Figura 3.138. Casos de prueba generados para el RF-24.**Tabla 64.** Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes a RF-24.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas	Salida esperada
		Contraseña	
1	1	11111111	Proyecto eliminado (Contraseña correcta)
2	2	5555555	Contraseña incorrecta
3	3	-	Contraseña incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 65.

Tabla 65. Fallos detectados correspondientes al RF-24.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
0	0	Ninguno

RF-26 Subir documento de requisitos

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del RF-26 correspondiente a subir un documento de requisitos se pueden apreciar en la Figura 3.139.

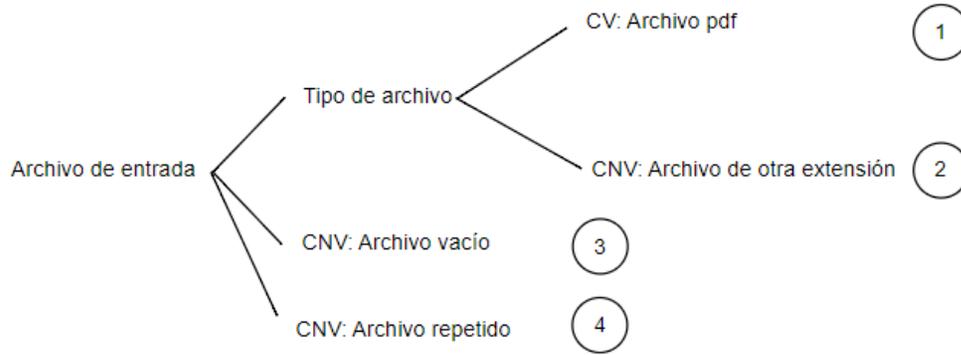


Figura 3.139. Clases de equivalencia correspondientes al RF-26.

Los datos de prueba generados a partir de las clases de equivalencia mostradas anteriormente se describen en la Tabla 66.

Tabla 66. Datos de prueba correspondientes al RF-26.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que al ingresar un archivo con extensión .pdf, este debe ser una entrada válida.	Archivo: requisitos.pdf
2	Probar que al ingresar un archivo con extensión diferente a .pdf, esta debe ser una entrada no válida.	Archivo: Tesis.docx
3	Probar que, al no ingresar ningún archivo, este debe ser una entrada no válida.	Archivo: -
4	Probar que al ingresar un archivo con extensión .pdf, cuando ya se ha cargado un archivo al proyecto, debe ser una entrada no válida.	Archivo: requisitos2.pdf

Los casos de prueba a partir de las clases de equivalencia están definidos en la Figura 3.140, las entradas y salidas se describen detalladamente en la Tabla 67.

Clase	Clases válidas		Clases no válidas	
	1	2	3	4
G1	X			
G2		X		
G3			X	
G4				X

Figura 3.140. Casos de prueba generados para el RF-26.

Tabla 67. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-26.

No. de caso	Clases de equivalencia	Entradas	Salida esperada
		archivo	
1	1	requisitos.pdf	Archivo correcto (Documento subido)
2	2	Tesis.docx	Archivo incorrecto
3	3	-	Archivo incorrecto
4	4	Requisitos2.pdf	Archivo incorrecto

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 68.

Tabla 68. Fallos detectados correspondientes al RF-26.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	2	El <i>software</i> acepta subida de archivos con extensiones diferentes a .pdf que después no puede procesar.
2	3	El <i>software</i> trata de procesar una entrada vacía.

• **RF- 27 Creación de requisito funcional de forma manual**

Las clases de equivalencia obtenidas para la validación del RF-27 correspondiente a la creación de un requisito funcional se pueden apreciar en la Figura 3.141.

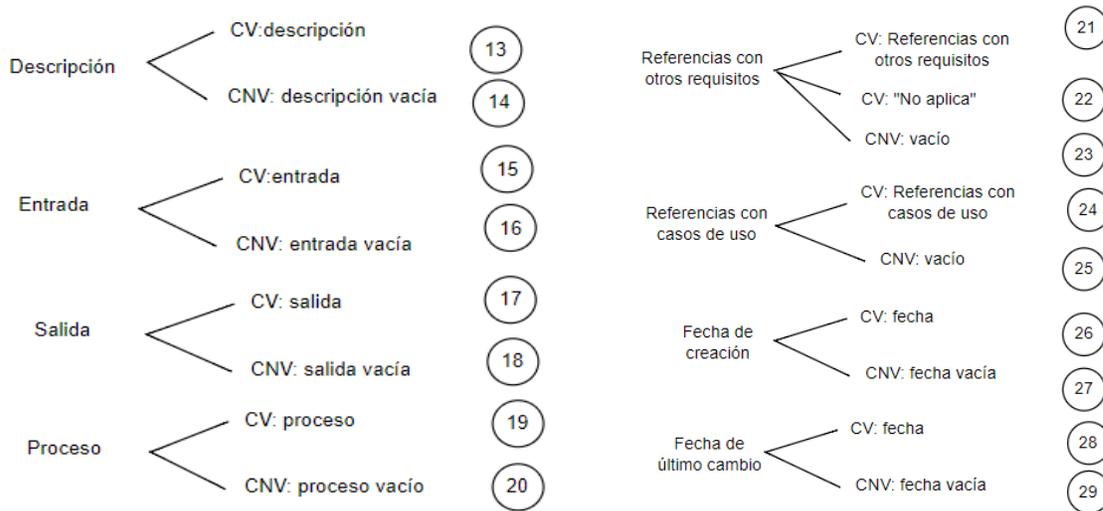


Figura 3.141. Clases de equivalencia correspondientes al RF-27.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 69.

Tabla 69. Datos de prueba.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un número de requisito, este es una entrada válida.	Número: RF-01
2	Probar que, al no ingresar ningún número de requisito, este es una entrada no válida.	Número: -
3	Probar que, al ingresar un nombre de requisito, este es una entrada válida.	Nombre: Crear empresa
4	Probar que, al no ingresar ningún nombre de requisito, este es una entrada no válida.	Nombre: -
5	Probar que, al ingresar una fuente de requisito, este es una entrada válida	Fuente: Dueño de empresa
6	Probar que, al no ingresar ninguna fuente de requisito, este es una entrada no válida	Fuente: -
7	Probar que, al ingresar un contacto de fuente de requisito, este es una entrada válida	Contacto: empresa@hotmail.com

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
8	Probar que, al no ingresar ningún contacto de fuente de requisito, este es una entrada no válida	Contacto: -
9	Probar que, al seleccionar alta en la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada válida	Prioridad: Alta
10	Probar que, al seleccionar media en la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada válida.	Prioridad: Media
11	Probar que al seleccionar baja en la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada válida.	Prioridad: Baja
12	Probar que, al no seleccionar la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada no válida.	Prioridad: -
13	Probar que, al ingresar una descripción, esta es una entrada válida.	Descripción: Requisito que describen la creación de una empresa
14	Probar que, al no ingresar ninguna descripción, esta es una entrada no válida.	Descripción: -
15	Probar que, al ingresar una entrada, esta es una entrada válida.	Entrada: Datos de entrada
16	Probar que, al no ingresar ninguna entrada, esta es una entrada no válida.	Entrada: -
17	Probar que, al ingresar una salida, esta es una entrada válida	Salida: Registro de empresa
18	Probar que, al no ingresar ninguna salida, esta es una entrada no válida.	Salida: -
19	Probar que, al ingresar un proceso, este es una entrada válida.	Proceso: No especificado
20	Probar que, al no ingresar ningún proceso, este es una entrada no válida.	Proceso: -
21	Probar que, al ingresar referencias con requisitos, esta es una entrada válida.	Referencias: RF-02, RF-03, RF-04
22	Probar que al ingresar "No aplica, esta es una entrada válida.	Referencias: No aplica
23	Probar que, al no ingresar ninguna referencia con otros requisitos, esta es una entrada no válida.	Referencias: -
24	Probar que, al ingresar referencias con casos de uso, esta es una entrada válida.	Referencias: CU-02, CU-03, CU-04
25	Probar que, al no ingresar ninguna referencia con otros casos de uso, esta es una entrada no válida.	Referencias: -
26	Probar que, al ingresar una fecha, esta es una entrada válida.	Fecha: 20/12/2022
27	Probar que, al no ingresar ninguna fecha, esta es una entrada no válida.	Fecha: -
28	Probar que, al ingresar una fecha, esta es una entrada válida.	Fecha: 25/12/2022
29	Probar que, al no ingresar ninguna fecha, esta es una entrada no válida.	Fecha: -

Clase	Clases válidas																												Clases no válidas									
	1	3	5	7	9	10	11	13	15	17	19	21	22	24	26	28	2	4	6	8	12	14	16	18	20	23	25	27	29									
G1	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X																						
G2	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X																						
G3	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X																						
G4	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																						
G5		X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X		X																				
G6	X		X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X			X																			
G7	X	X		X			X	X	X	X	X	X		X	X	X				X																		
G8	X	X	X		X			X	X	X	X	X		X	X	X				X																		
G9	X	X	X	X				X	X	X	X	X		X	X	X					X																	
G10	X	X	X	X	X				X	X	X	X		X	X	X						X																
G11	X	X	X	X	X			X		X	X	X		X	X	X							X															
G12	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	X	X							X															
G13	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X								X														
G14	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X										X												
G15	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X										X												
G16	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X		X	X	X											X											
G17	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X	X												X										

Figura 3.142. Casos de prueba generados para el RF-27.

Los casos de prueba están definidos por la Figura 3.142, las entradas y salidas se describen detalladamente en la Tabla 70.

Tabla 70. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-27.

No.	Clases	Entradas										Salida			
		No.	Nombre	Fuente	Contacto	Prioridad	Descripción	Entrada	Salida	Proceso	Referencias a otros Requisitos		Referencias a Casos de Uso	Fecha de creación	Fecha de último cambio
1	1,3,5,7,9,13,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	hotmaiempresa@hotmai.com	Alta	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Requisito los datos correctos
2	1,3,5,7,10,13,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	hotmaiempresa@hotmai.com	Media	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Requisito los datos correctos
3	1,3,5,7,11,13,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	hotmaiempresa@hotmai.com	Baja	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Requisito los datos correctos
4	1,3,5,7,11,13,15,17,19,22,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	hotmaiempresa@hotmai.com	Baja	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	No aplica	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Requisito registrado los datos correctos
5	2,3,5,7,10,13,15,17,19,21,24,26,28	-	Crear empresa	Dueño de empresa	hotmaiempresa@hotmai.com	Media	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Número incorrecto

No.	Clases	Entradas										Salida			
		No.	Nombre	Fuente	Contacto	Prioridad	Descripción	Entrada	Salida	Proceso	Referencias a otros Requisitos		Referencias a Casos de Uso	Fecha de creación	Fecha de último cambio
15	1.3,5,7,10,13,15,17,19,21,25,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	Media	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Referencias con casos de uso incorrectas
14	1.3,5,7,9,13,15,17,19,23,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	Alta	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	-	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Referencias con requisitos incorrectas
13	1.3,5,7,10,13,15,17,20,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	Media	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	-	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Proceso incorrecto
12	1.3,5,7,11,13,15,18,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	Baja	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Salida incorrecta
11	1.3,5,7,9,13,16,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	Alta	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Entrada incorrecta
10	1.3,5,7,9,14,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	Alta	-	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Descripción incorrecta
9	1.3,5,7,12,13,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	-	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Prioridad incorrecta
8	1.3,5,8,9,13,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	-	Alta	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Contacto incorrecto
7	1.3,6,7,11,13,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	Crear empresa	-	empresa@hotmail.com	Baja	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Fuente incorrecta
6	1.4,5,7,10,13,15,17,19,21,24,26,28	RF-01	-	Dueño de empresa	empresa@hotmail.com	Media	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	25/12/2022	Nombre incorrecto

No.	Clases	Entradas										Salida			
		No.	Nombre	Fuente	Contacto	Prioridad	Descripción	Entrada	Salida	Proceso	Referencias a otros Requisitos		Referencias a Casos de Uso	Fecha de creación	Fecha de último cambio
16	1,3,5,7,10,13,15,17,19,21,24,27,28	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	hotmai l.com	Media	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	-	25/12/2022	Fecha incorrecta
17	1,3,5,7,9,13,15,17,19,21,24,26,29	RF-01	Crear empresa	Dueño de empresa	hotmai l.com	Alta	Requisito que describen la creación de una empresa	Datos de entrada	Registro de empresa	No especificado	RF-02, RF-03, RF-04	CU-02, CU-03, CU-04	20/12/2022	-	Fecha incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 71.

Tabla 71. Fallos detectados correspondientes al RF-27.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	4	El <i>software</i> no identifica la frase clave “No aplica” como un campo vacío e intenta obtener las referencias para la matriz de trazabilidad.

3.2.5. Mantenimiento: segundo incremento

El mantenimiento del incremento dos se realizó al corregir los fallos detectados en las pruebas surgidas por las clases de equivalencia y que se encuentran detallados en las Tablas 59, 62, 65, 68 y 71. Los fallos principales se encuentran en la subida de documentos, ya que el *software* no realiza correctamente la validación del tipo de archivo que se sube.

3.3. Realización de la trazabilidad hacia otros requisitos funcionales asociados

Una de las funcionalidades principales del *software* TrazaReq corresponde a la gestión de la trazabilidad hacia otros requisitos funcionales asociados. TrazaReq muestra las asociaciones entre los requisitos a través de una matriz de trazabilidad, es decir, cuando se realiza una edición o actualización de los requisitos esta se ve reflejado en dicha matriz. Cuando un requisito se actualiza, este se cambia a color rojo y sus requisitos asociados en color amarillo, lo que indica al ingeniero(a) de requisitos que los debe revisar, actualizar y mantener para éstos sigan manteniendo su integridad.

Los requisitos incluidos en este incremento son los siguientes:

- RF-30: El *software* deberá permitir la creación de la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.143).
- RF-31: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.144).
- RF-32: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la visualización de la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.145).

- RF-33: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la visualización de la plantilla de un requisito de la lista de requisitos (ver Figura 3.146).
- RF-34: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla de un requisito de la lista de requisitos (ver Figura 3.147).
- RF-35: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista de requisitos asociados a un requisito (ver Figura 3.148).
- RF-36: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la visualización de la lista requisitos asociados a un requisito (ver Figura 3.149).
- RF-37: El *software* deberá permitir el inicio de la actualización de un requisito (ver Figura 3.150).
- RF-38: El *software* deberá permitir la actualización de los datos de un requisito (ver Figura 3.151).
- RF-39: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos visualizar en color rojo el requisito en actualización (ver Figura 3.152).
- RF-40: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto visualizar en color rojo el requisito en actualización (ver Figura 3.153).
- RF-41: El *software* deberá permitir actualizar el requisito asociado (ver Figura 3.154).
- RF-42: El *software* deberá enviar una alerta al(a) ingeniero(a) de requisitos cuando los requisitos asociados a un requisito sean modificados (ver Figura 3.155).
- RF-48: El *software* deberá permitir el inicio de la eliminación de un requisito (ver Figura 3.156).
- RF-49: El *software* deberá permitir la revisión de los requisitos asociados a un requisito a eliminar (ver Figura 3.157).
- RF-50: El *software* deberá permitir eliminar requisitos asociados a un requisito (ver Figura 3.158).
- RF-53: El *software* deberá permitir eliminar un requisito (ver Figura 3.159).
- RF-54: El *software* deberá permitir la visualización en color amarillo de los requisitos asociados a un requisito que está en proceso de eliminación (ver Figura 3.160).
- RF-55: El *software* deberá permitir el rechazo a la actualización de un requisito asociado en amarillo (ver Figura 3.161).
- RF-56: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la visualización de un requisito desde la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.162).
- RF-57: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de un requisito desde la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.163).
- RF-58: El *software* deberá cambiar a color rojo un requisito en proceso de actualización (ver Figura 3.164).
- RF-59: El *software* deberá enviar una notificación al(a) ingeniero(a) de requisitos del cambio a color rojo de un requisito en proceso de actualización (ver Figura 3.165).

- RF-60: El *software* deberá cambiar a color rojo un requisito en proceso de eliminación (ver Figura 3.166).
- RF-61: El *software* deberá enviar una notificación al(a) ingeniero(a) de requisitos del cambio de color a rojo de un requisito cuando esté en proceso de eliminación (ver Figura 3.167).
- RF-62: El *software* deberá cambiar a color verde un requisito que fue actualizado correctamente (ver Figura 3.168)
- RF-63: El *software* deberá enviar una notificación al(a) ingeniero(a) de requisitos del cambio de color a verde de un requisito que fue actualizado correctamente (ver Figura 3.169).
- RF-64: El *software* deberá cambiar a color amarillo un requisito funcional asociado que está pendiente de actualización (ver Figura 3.170)
- RF-65: El *software* deberá enviar una notificación al(a) ingeniero(a) de requisitos del cambio de color a amarillo de un requisito asociado que está pendiente de actualización (ver Figura 3.171).

3.3.1. Análisis y definición de requisitos: tercer incremento

A continuación, se muestran las tarjetas para cada uno de los treinta requisitos correspondientes a la realización de la trazabilidad hacia otros requisitos funcionales asociados (ver Figuras 3.143 a 3.171):

Requisito: RF-30

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-30

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la creación de la matriz de trazabilidad de los requisitos funcionales de un proyecto al hacer *click* en el botón “Crear matriz”.

Razón de existencia: Lo(a)s ingeniero(a)s de requisitos podrán crear la matriz de trazabilidad que contenga las asociaciones entre los requisitos, los *stakeholders* asociados a los requisitos y la versión del requisito al hacer *click* en el botón “Crear matriz”, esta información la extraerá el *software* de los datos registrados de los requisitos del proyecto.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-31, RF-32, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.143. Requisito RF-30.

Requisito: RF-31 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-31

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la matriz de trazabilidad de los requisitos funcionales de un proyecto.

Razón de existencia: Lo(a)s ingeniero(a)s de requisitos podrán visualizar la matriz de trazabilidad que contenga las asociaciones entre los requisitos, los *stakeholders* asociados a los requisitos y la versión del requisito.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-33, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006),
 Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande
 (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.144. Requisito RF-31.

Requisito: RF-32 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-32

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la matriz de trazabilidad de los requisitos funcionales de un proyecto.

Razón de existencia: Un líder de proyecto podrá visualizar la matriz de trazabilidad que contenga las asociaciones entre los requisitos, los *stakeholders* asociados a los requisitos y la versión del requisito.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste: RF-01, RF-03, RF-02, RF-04, RF-13, RF-17, RF-18, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-29, RF-30, RF-36, RF-40, RF-46, RF-56.

Requisitos asociados:

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville
 (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-
 adwan v Aladwan (2020).

Figura 3.145. Requisito RF-32.

Requisito: RF-33 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-33

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la plantilla de cada requisito funcional al hacer *clic* sobre él en la lista de requisitos funcionales del proyecto.

Razón de existencia: Los líderes de proyecto podrán visualizar la plantilla correspondiente a cada requisito funcional que ya esté registrado dentro de un proyecto al hacer *clic* sobre él en la lista de requisitos funcionales del proyecto.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-13, RF-17, RF-18, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-29, RF-36, RF-40, RF-46, RF-56.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006),
 Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande
 (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.146. Requisito RF-33.

Requisito: RF-34 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-34

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla por cada requisito funcional al hacer *clic* sobre él en la lista de requisitos funcionales del proyecto.

Razón de existencia: Lo(a)s ingenieras(o) de requisitos podrán visualizar la plantilla de cada requisito funcional que esté registrado dentro de un proyecto al hacer *clic* sobre él en la lista de requisitos funcionales.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Requisitos asociados:

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville
 (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan
 y Aladwan (2020).

Figura 3.147. Requisito RF-34.

Requisito: RF-35 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-35

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista de los requisitos funcionales asociados a otro requisito funcional.

Razón de existencia: Lo(a)s ingeniero(a)s de requisitos podrán ver la lista de requisitos funcionales asociados a un requisito funcional dentro del que estén revisando sus datos.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-34, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.148. Requisito RF-35.

Requisito: RF-36 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-36

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista de los requisitos funcionales asociados a un requisito funcional.

Razón de existencia: El líder de proyecto podrá ver la lista de requisitos funcionales asociados a un requisito funcional dentro del que estén revisando sus datos.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-13, RF-17, RF-18, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-29, RF-33, RF-40, RF-46, RF-56.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.149. Requisito RF-36.

Requisito: RF-37 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-37

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos iniciar una actualización de los datos de un requisito funcional desde la plantilla de este.

Razón de existencia: Un(a) ingeniero(a) de requisitos podrá actualizar los datos de un requisito funcional por lo que debe iniciar un proceso de actualización ya que al actualizar datos de un requisito funcional también debe revisar y actualizar los requisitos asociados a este y así aplicar la trazabilidad hacia otros requisitos.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-34, RF-35, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.150. Requisito RF-37.

Requisito: RF-38 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-38

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos hacer actualizaciones a la plantilla correspondiente a un requisito funcional cuando el proceso de actualización esté activado.

Razón de existencia: Un(a) ingeniero(a) de requisitos podrá actualizar los datos de un requisito funcional una vez que esté abierto un proceso de actualización.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-34, RF-35, RF-37, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande

Figura 3.151. Requisito RF-38.

Requisito: RF-39

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-39

Descripción: El *software* le debe indicar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que el proceso de actualización de un requisito funcional está en curso, cuando esté en color rojo en la matriz de trazabilidad.

Razón de existencia: Un(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver, en la matriz de trazabilidad, cuando un proceso de actualización de datos de un requisito funcional está en curso ya que la matriz lo mostrará en color rojo.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.152. Requisito RF-39.

Requisito: RF-40

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso:40

Descripción: El *software* le indicará al usuario(a) con el rol de líder de proyecto que el proceso de actualización de un requisito funcional está en curso cuando esté en color rojo en la matriz de trazabilidad.

Razón de existencia: El líder de proyecto podrá ver que un proceso de actualización de datos de un requisito funcional está en curso ya que la matriz de trazabilidad lo mostrará en color rojo.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-13, RF-17, RF-18, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-29, RF-30, RF-32, RF-33, RF-37, RF-38, RF-46, RF-56, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.153. Requisito RF-40.

Requisito: RF-41

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-41

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la actualización de los datos de un requisito funcional asociado a otro requisito funcional cuyo proceso de actualización esté en curso.

Razón de existencia: Un(a) ingeniero(a) de requisitos podrá actualizar los datos de un requisito funcional asociado a otro requisito funcional una vez que esté en curso un proceso de actualización de este último por lo que los requisitos asociados serán marcados en amarillo para que puedan ser identificados y revisados.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.154. Requisito RF-41.

Requisito: RF-42

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-42

Descripción: El *software* deberá enviar una alerta al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cuando los requisitos asociados a un requisito funcional sean modificados.

Razón de existencia: Cuando un(a) ingeniero(a) de requisitos actualice los requisitos funcionales asociados a otro requisito funcional, el *software* mostrará una notificación para que el usuario(a) revise si se hicieron cambios previos que no correspondían.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022 Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.155. Requisito RF-42.

Requisito: RF-48 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-48

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que elimine un requisito funcional dentro de un proyecto mediante los siguientes pasos: revisar asociaciones con otros requisitos, eliminar asociaciones entre requisitos, eliminar requisito.

Razón de existencia: Si es un requisito funcional es erróneo u obsoleto podrá ser eliminado por el(a) ingeniero(a) de requisitos, pero deberán revisarse las asociaciones que este requisito tiene antes de proceder a su eliminación.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.156. Requisito RF-48.

Requisito: RF-49 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-49

Descripción: El *software* deberá notificar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que deben revisarse las asociaciones de un requisito funcional antes de ser eliminado.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos debe revisar las asociaciones que tiene el requisito a eliminarse para evitar problemas posteriores en el *software*.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.157. Requisito RF-49.

Requisito: RF-50 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-50

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos eliminar las asociaciones entre un requisito que desea eliminarse y los requisitos que tiene asociados.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos debe eliminar las asociaciones que tiene el requisito antes de poder eliminarlo del proyecto.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.158. Requisito RF-50.

Requisito: RF-53 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-53

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la eliminación de un requisito funcional dentro de un proyecto una vez que sus asociaciones con otros requisitos hayan sido eliminadas.

Razón de existencia: Si es un requisito funcional es erróneo u obsoleto podrá ser eliminado por la ingeniera(o) de requisitos, una vez que sus asociaciones con otros requisitos hayan sido eliminadas.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.159. Requisito RF-53.

Requisito: RF-54

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-54

Descripción: El *software* deberá marcar automáticamente en color amarillo, en la matriz de trazabilidad, los requisitos asociados a un requisito funcional que fue eliminado.

Razón de existencia: Si un requisito fue eliminado, los requisitos funcionales que estaban asociados a él deben ser revisados por el(a) ingeniero(a) de requisitos para ver si deben ser actualizados, por lo que se marcarán en amarillo para que indicar que deben ser revisados, eliminados o bien, que no es necesario hacerles algún cambio.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.160. Requisito RF-54.

Requisito: RF-55

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-55

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos rechazar la actualización de un requisito que esté marcado con color amarillo en la matriz de trazabilidad.

Razón de existencia: Si un requisito está marcado con color amarillo en la matriz de trazabilidad significa que es un requisito asociado a un requisito que fue actualizado o incluso eliminado, por lo cual el(a) ingeniero(a) de requisitos debe revisarlo, si no es necesario hacerle ninguna actualización entonces el(a) ingeniero(a) de requisitos debe terminar la revisión al hacer *click* en “sin cambios” para que el requisito sea marcado con color verde lo que indicará que ya fue revisado.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.161. Requisito RF-55.

Requisito: RF-56

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-56

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la plantilla de cada requisito funcional al hacer *click* sobre él en la matriz de trazabilidad de requisitos funcionales del proyecto.

Razón de existencia: El líder de proyecto podrá visualizar la plantilla de cada requisito funcional que esté registrado dentro de un proyecto al hacer *click* sobre él en la matriz de trazabilidad.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-13, RF-17, RF-18, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-29, RF-33, RF-36, RF-40, RF-46.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.162. Requisito RF-56.

Requisito: RF-57

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-57

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla por cada requisito funcional al hacer *click* sobre él en la matriz de trazabilidad de requisitos funcionales del proyecto.

Razón de existencia: Lo(a)s ingenieras(o) de requisitos podrán visualizar la plantilla de cada requisito funcional que esté registrado dentro de un proyecto al hacer *click* sobre él en la matriz de trazabilidad.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-33, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

17 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.163. Requisito RF-57.

Requisito: RF-58 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-58

Descripción: El *software* deberá marcar automáticamente en color rojo, en la matriz de trazabilidad, el requisito funcional que esté en proceso de actualización.

Razón de existencia: Si un requisito está siendo actualizado este debe mostrarse en color rojo en la matriz de trazabilidad para saber que el requisito que se está actualizando y así el(a) ingeniero(a) de requisitos pueda llevar un control del proceso de actualización.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 31 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.164. Requisito RF-58.

Requisito: RF-59 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-59

Descripción: El *software* deberá notificar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que el requisito que está en color rojo está en proceso de actualización.

Razón de existencia: Si un requisito está marcado en color rojo significa que está en un proceso de actualización por lo que se debe notificar al ingeniero(a) de requisitos.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 31 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.165. Requisito RF-59.

Requisito: RF-60

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-60

Descripción: El *software* deberá marcar automáticamente en color rojo, en la matriz de trazabilidad, el requisito funcional que esté en proceso de eliminación.

Razón de existencia: Si un requisito va a ser eliminado este debe mostrarse en color rojo en la matriz de trazabilidad para saber que es el requisito es el que se está procesando y así el(a) ingeniero(a) de requisitos pueda llevar un control del proceso de eliminación.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

31 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.166. Requisito RF-60.

Requisito: RF-61

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-61

Descripción: El *software* deberá notificar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que el requisito que está en color rojo está en proceso de eliminación.

Razón de existencia: Si un requisito está marcado en color rojo significa que está en un proceso de eliminación por lo que se debe notificar al ingeniero(a) de requisitos.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

31 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.167. Requisito RF-61.

Requisito: RF-62 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-62

Descripción: El *software* deberá marcar automáticamente en color verde, en la matriz de trazabilidad, el requisito funcional cuya revisión fue aceptada.

Razón de existencia: Cuando un requisito funcional ya fue revisado y aceptado por el(a) ingeniero(a) de requisitos, entonces los cambios son guardados y el requisito se marca en color verde.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62, 63

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 31 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.168. Requisito RF-62.

Requisito: RF-63 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-63

Descripción: El *software* deberá notificar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que el requisito que está en color verde fue actualizado con éxito.

Razón de existencia: Si un requisito está marcado en color verde significa que fue revisado y su actualización fue aceptada por lo que se debe notificar al ingeniero(a) de requisitos.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 31 de octubre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.169. Requisito RF-63.

Requisito: RF-64 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-64

Descripción: El *software* deberá marcar automáticamente en color amarillo, en la matriz de trazabilidad, los requisitos pendientes de revisión asociados a un requisito funcional que esté en proceso de actualización.

Razón de existencia: Si un requisito está siendo actualizado, los requisitos funcionales que asociados a él deben ser revisados por el(a) ingeniero(a) de requisitos para ver si necesitan ser actualizados, por lo que se marcarán en amarillo.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 03 de noviembre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006),
 Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande
 (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.170. Requisito RF-64.

Requisito: RF-65 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-65

Descripción: El *software* deberá notificar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que los requisitos en color amarillo están pendientes de revisión.

Razón de existencia: Si un requisito está marcado en color amarillo significa que debe ser revisado por el(a) ingeniero(a) de requisitos para su actualización.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),
 03 de noviembre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006),
 Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande
 (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.171. Requisito RF-65.

3.3.2. Diseño: tercer incremento

A continuación, se muestra el diagrama de casos de uso con sus respectivos diagramas de comunicación y diagrama de clases para cada uno de los requisitos descritos en el punto 3.3.1. Es importante mencionar que cada requisito es modelado en un caso de uso individual que incluye su diagrama de secuencia correspondiente.

La Tabla 72 y Tabla 73 muestran la información de los actores que participan en los casos de uso, el ACT-01 representa al líder de proyecto, el cual participa en los casos de uso relacionados a visualización de las funciones de la matriz de trazabilidad y el ACT-02 representa al ingeniero(a) de requisitos, el cual participa en los casos de uso relacionados a la gestión de la matriz de trazabilidad y la realización de trazabilidad hacia requisitos asociados.

Tabla 72. Tabla de actor ACT-01 en el tercer incremento.

Actor	ACT-01: Líder de proyecto
Casos de uso	CU-32, CU-33, CU-36, CU-40, CU-56
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al líder de proyecto

Tabla 73. Tabla de actor ACT-02 en el tercer incremento

Actor	ACT-02: Ingeniero(a) de requisitos
Casos de uso	CU-30, CU-31, CU-34, CU-35, CU-37, CU-38, , CU-41, CU-42, CU-48, CU-49, CU-50, CU-53, CU-54, CU-55, CU-57, CU-58, CU-59, CU-60, CU-61, CU-62, CU-63, CU-64, CU-65.
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al ingeniero(a) de requisitos.

Diagrama de incremento

La Figura 3.172 muestra la interacción de los actores con los casos de uso del tercer incremento.

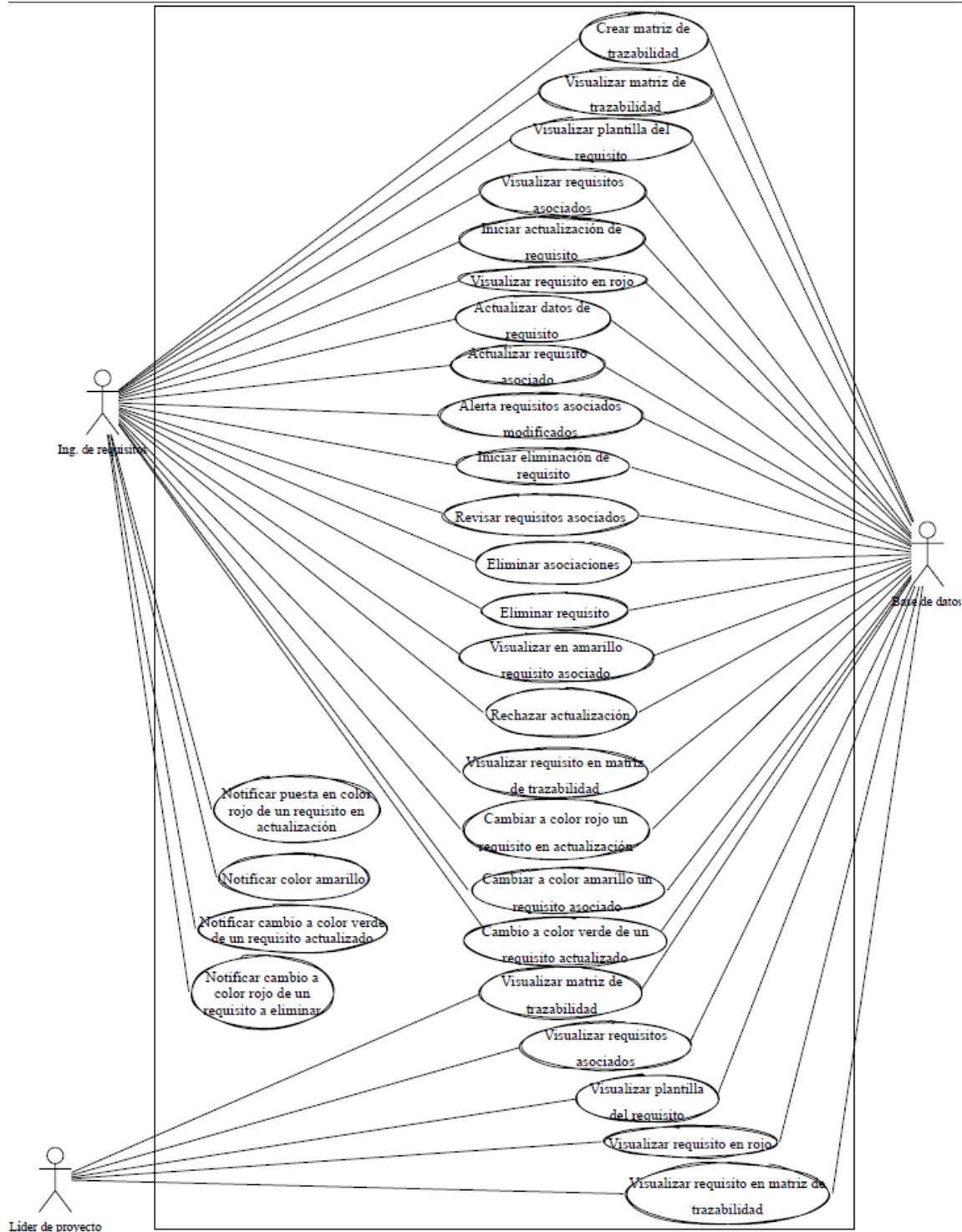


Figura 3.172. Diagrama de casos de uso del tercer incremento.

Diagramas de comunicación

Los diagramas de comunicación son diseñados por cada actor participante en los casos de uso. La Figura 3.173 muestra las acciones del líder de proyecto y la Figura 3.174 muestra las acciones del(a) ingeniero(a) de requisitos.

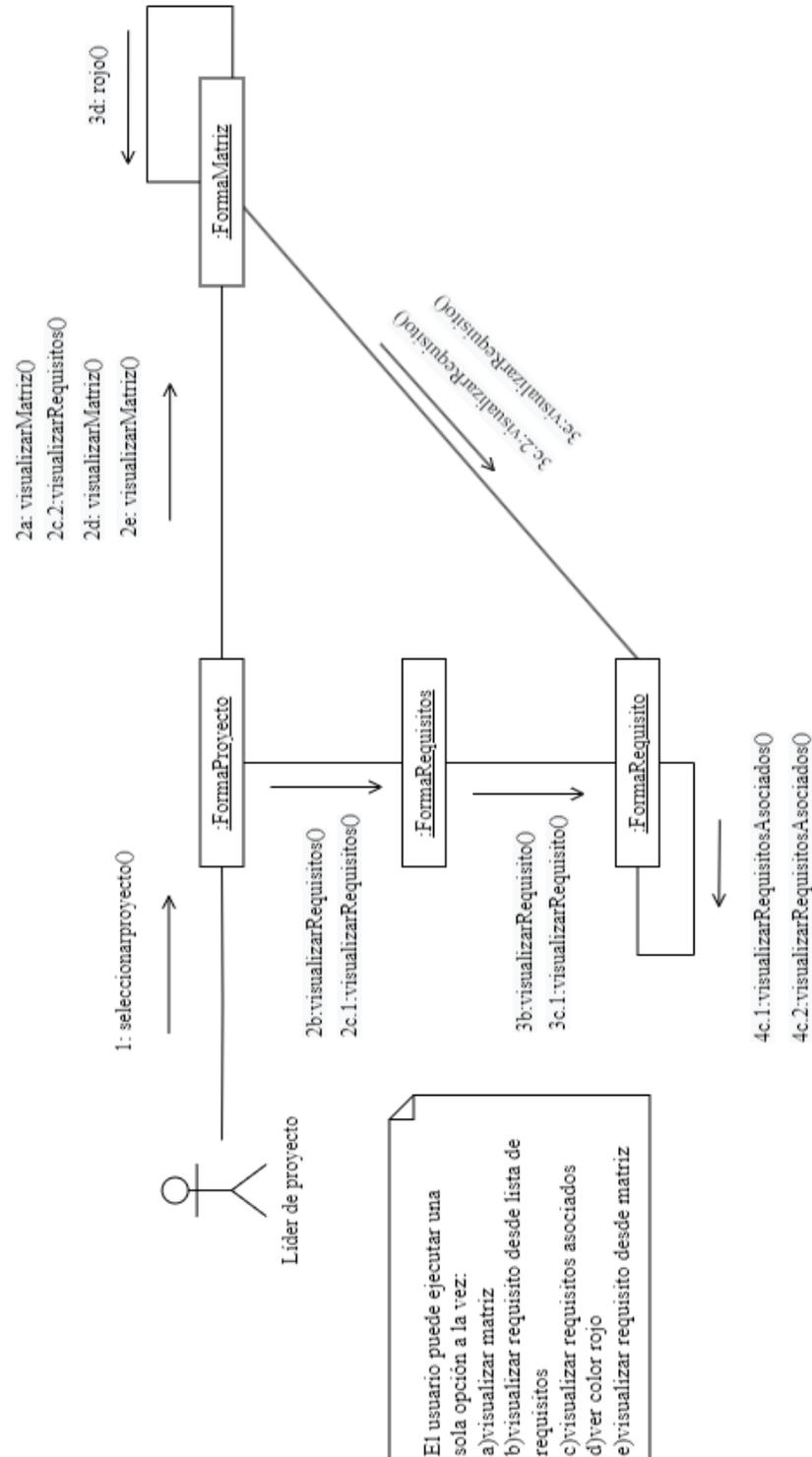


Figura 3.173. Diagrama de comunicación del líder de proyecto en el tercer incremento.

Diagrama de clases

El diagrama de clases (ver Figura 3.175) ilustra a todas las clases y objetos participantes en las acciones del tercer incremento correspondientes a la realización de la trazabilidad hacia requisitos asociados.

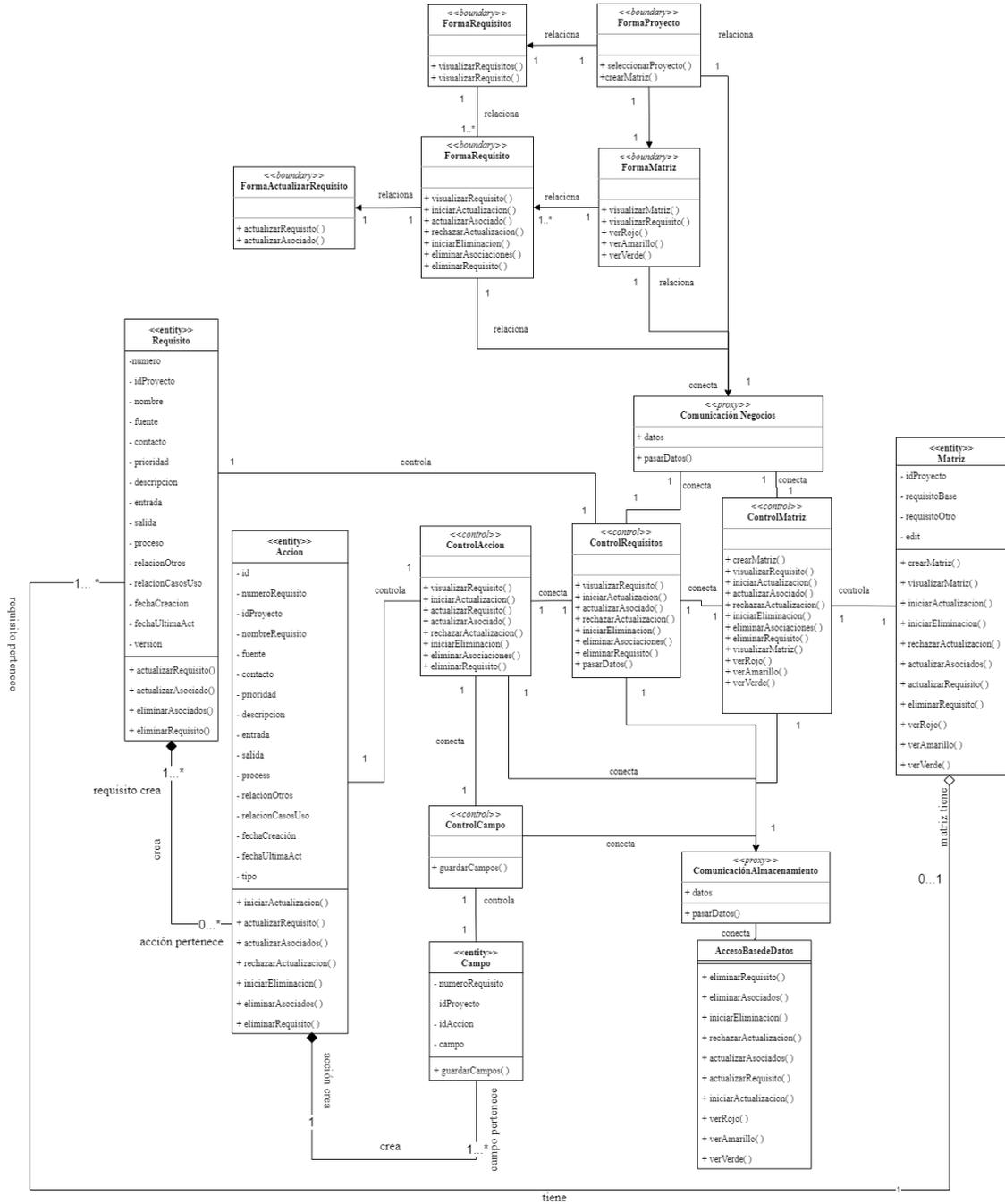


Figura 3.175. Diagrama de clases del tercer incremento.

Casos de uso

Los casos de uso de cada requisito individual están conformados por el diagrama del caso de uso (ver Figuras 3.176, 3.178, 3.180, 3.182, 3.184, 3.186, 3.188, 3.190, 3.192, 3.194, 3.196, 3.198, 3.200, 3.202, 3.204, 3.206, 3.208, 3.210, 3.212, 3.214, 3.216, 3.218, 3.220, 3.222, 3.224, 3.226, 3.228, 3.230 y 3.232), la descripción del caso de uso (ver Tablas 74 a 102) y su diagrama de secuencia correspondiente (ver Figuras 3.177, 3.179, 3.181, 3.183, 3.185, 3.187, 3.189, 3.191, 3.193, 3.195, 3.197, 3.199, 3.201, 3.203, 3.205, 3.207, 3.209, 3.211, 3.213, 3.215, 3.217, 3.219, 3.221, 3.223, 3.225, 3.227, 3.229, 3.231 y 3.233). A continuación, se muestran los treinta casos de uso correspondientes al tercer incremento.

Diagrama de caso de uso

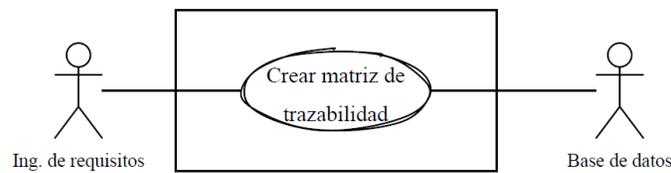


Figura 3.176. Diagrama de caso de uso CU-30.

Tabla 74. Caso de uso CU-30.

Descripción de caso de uso	
CU-30	Crear matriz de trazabilidad.
Versión	1.0, 14 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede crear la matriz de trazabilidad de un proyecto.
Resumen	El ACT-02 puede crear la matriz de trazabilidad de un proyecto que esté gestionando.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 está en la pantalla principal con los datos de un proyecto y presiona el botón “Crear matriz”.
	El <i>software</i> muestra una matriz con las asociaciones entre los requisitos.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	La matriz de trazabilidad queda creada.

Diagrama de secuencia:

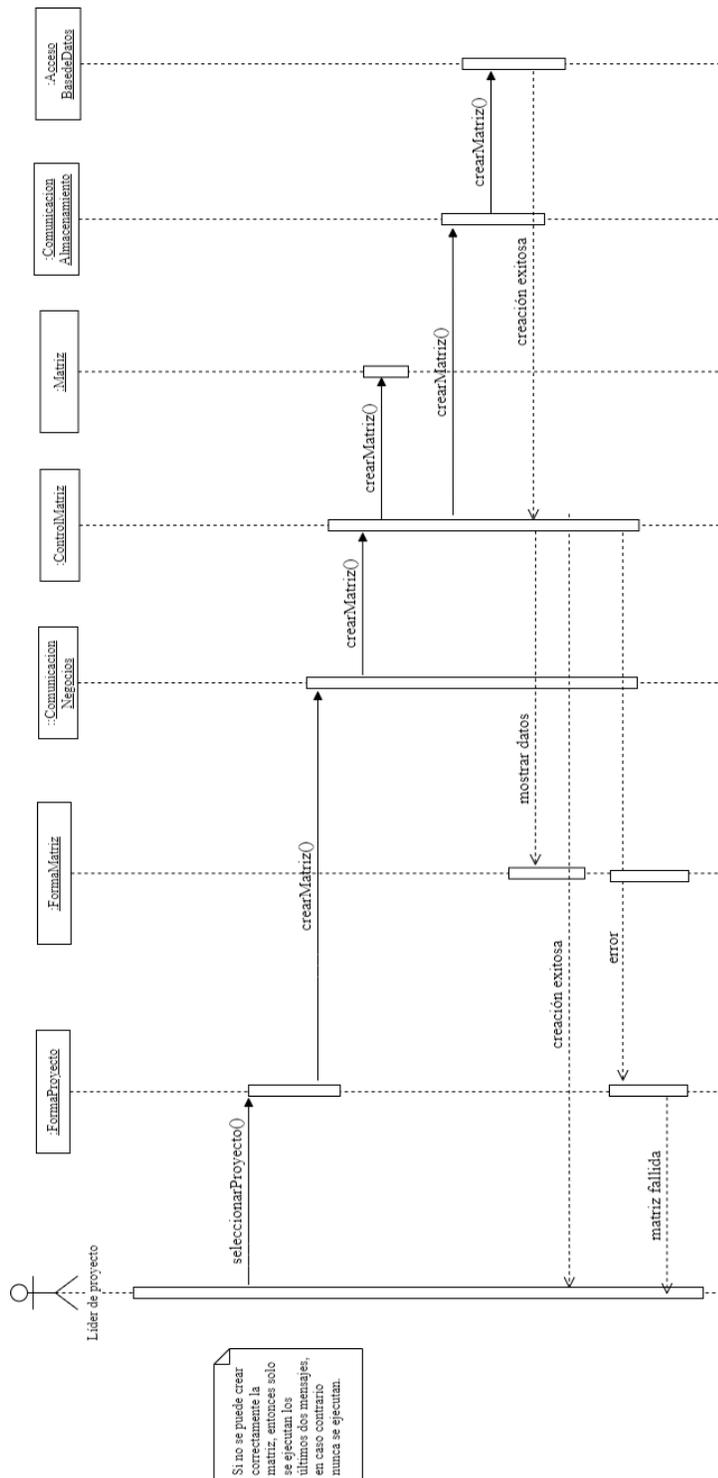
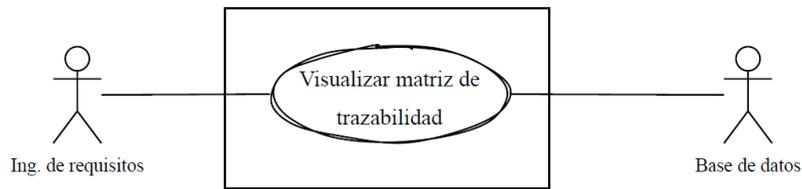


Figura 3.177. Diagrama de secuencia CU-30.

Diagrama de caso de uso**Figura 3.178.** Diagrama de caso de uso CU-31.**Tabla 75.** Caso de uso CU-31.

Descripción de caso de uso	
CU-31	Visualizar matriz de trazabilidad.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver la matriz de trazabilidad de un proyecto.
Resumen	El ACT-02 podrá ver la matriz de trazabilidad de un proyecto si ésta ya fue creada.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . La matriz de trazabilidad debe estar creada.
Flujo principal	El ACT-02 entra a la pantalla principal de proyecto. El <i>software</i> muestra la tabla de la matriz de trazabilidad después de los datos del proyecto.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

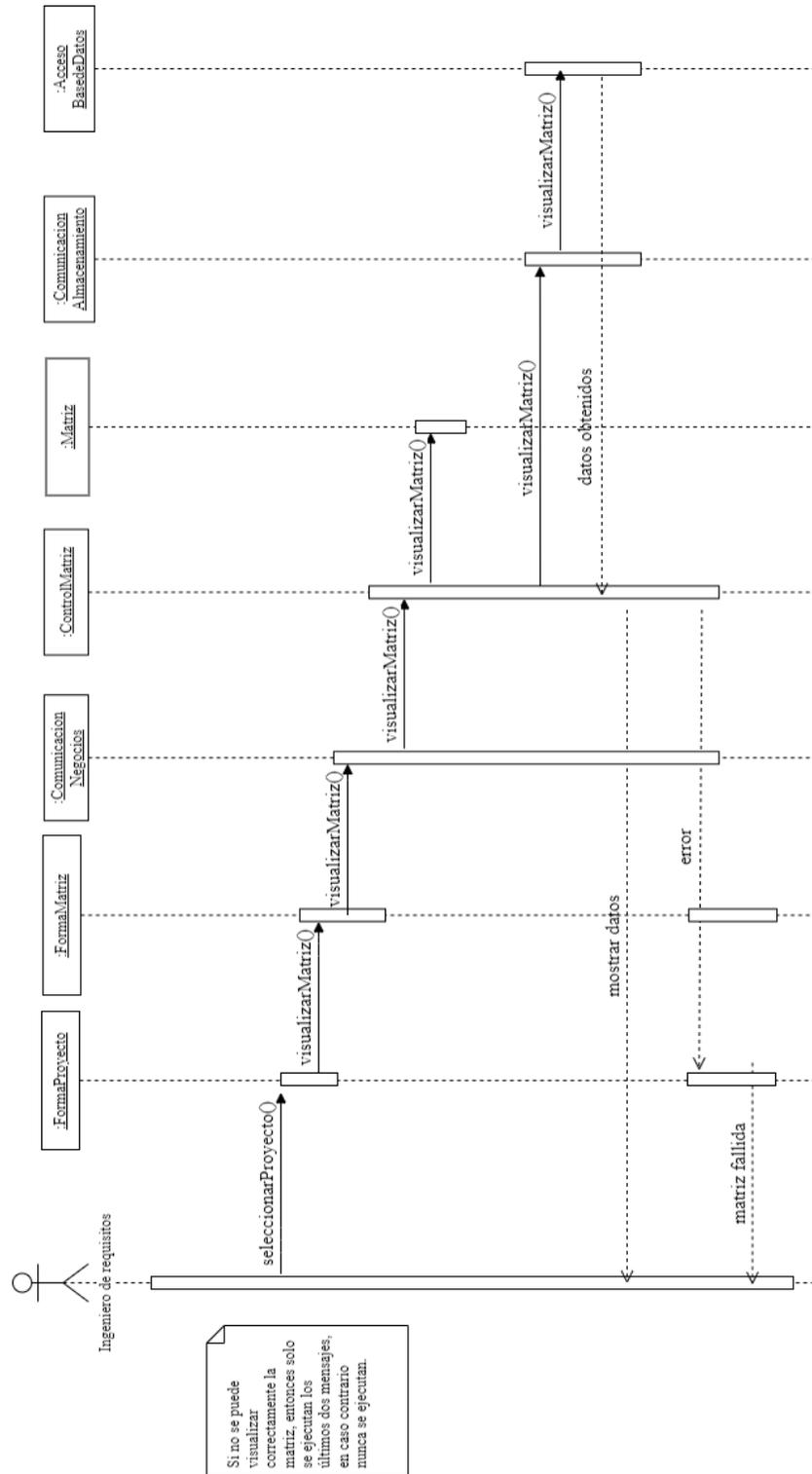


Figura 3.179. Diagrama de secuencia CU-31.

Diagrama de caso de uso

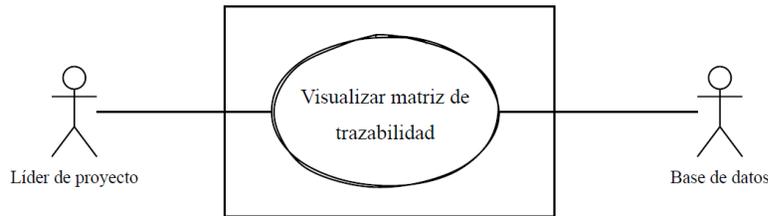


Figura 3.180. Diagrama de caso de uso CU-32.

Tabla 76. Caso de uso CU-32.

Descripción de caso de uso	
CU-32	Visualizar matriz de trazabilidad.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de podrá ver la matriz de trazabilidad de un proyecto.
Resumen	El ACT-01 podrá ver la matriz de trazabilidad de un proyecto si ésta ya fue creada.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . La matriz de trazabilidad debe estar creada.
Flujo principal	El ACT-01 entra a la pantalla principal de proyecto. El <i>software</i> muestra la tabla de la matriz de trazabilidad después de los datos del proyecto.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

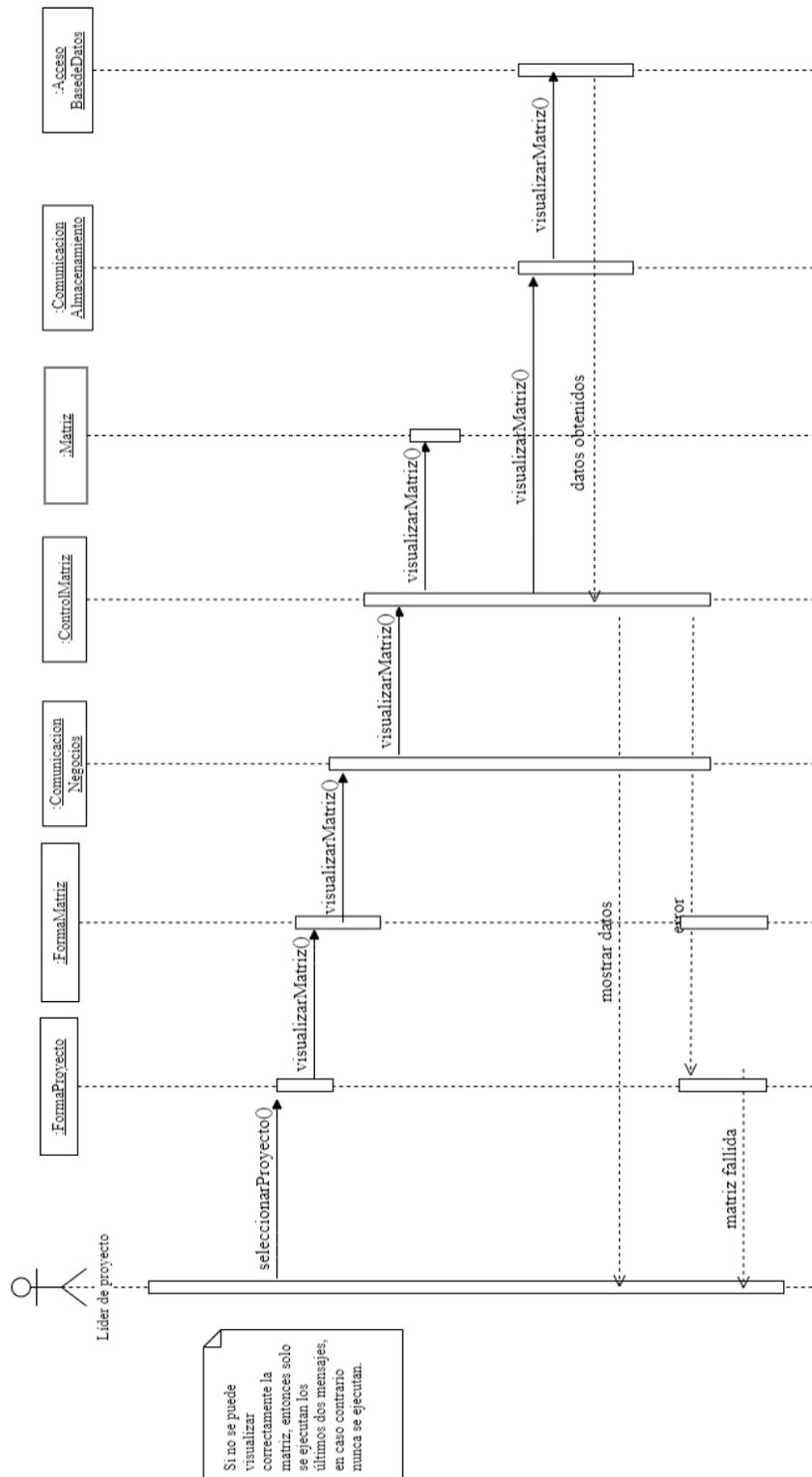


Figura 3.181. Diagrama de secuencia CU-32.

Diagrama de caso de uso

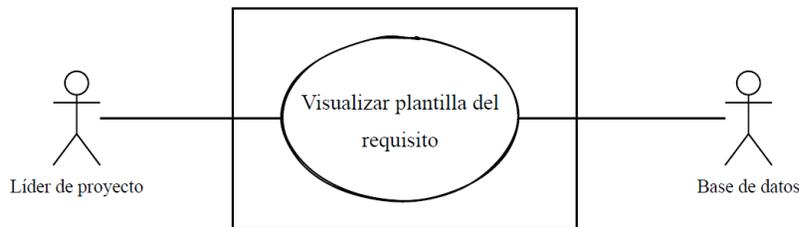


Figura 3.182. Diagrama de caso de uso CU-33.

Tabla 77. Caso de uso CU-33.

Descripción de caso de uso	
CU-33	Visualizar plantilla del requisito.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá ver cada requisito funcional registrado dentro de un proyecto.
Resumen	El ACT-01 podrá ver un requisito funcional en forma de plantilla, que esté registrado dentro de un proyecto.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-01 entra a la lista de requisitos funcionales de un proyecto y da <i>click</i> en un requisito funcional específico que quiera ver. El <i>software</i> muestra la plantilla del requisito funcional seleccionado con todos sus datos.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

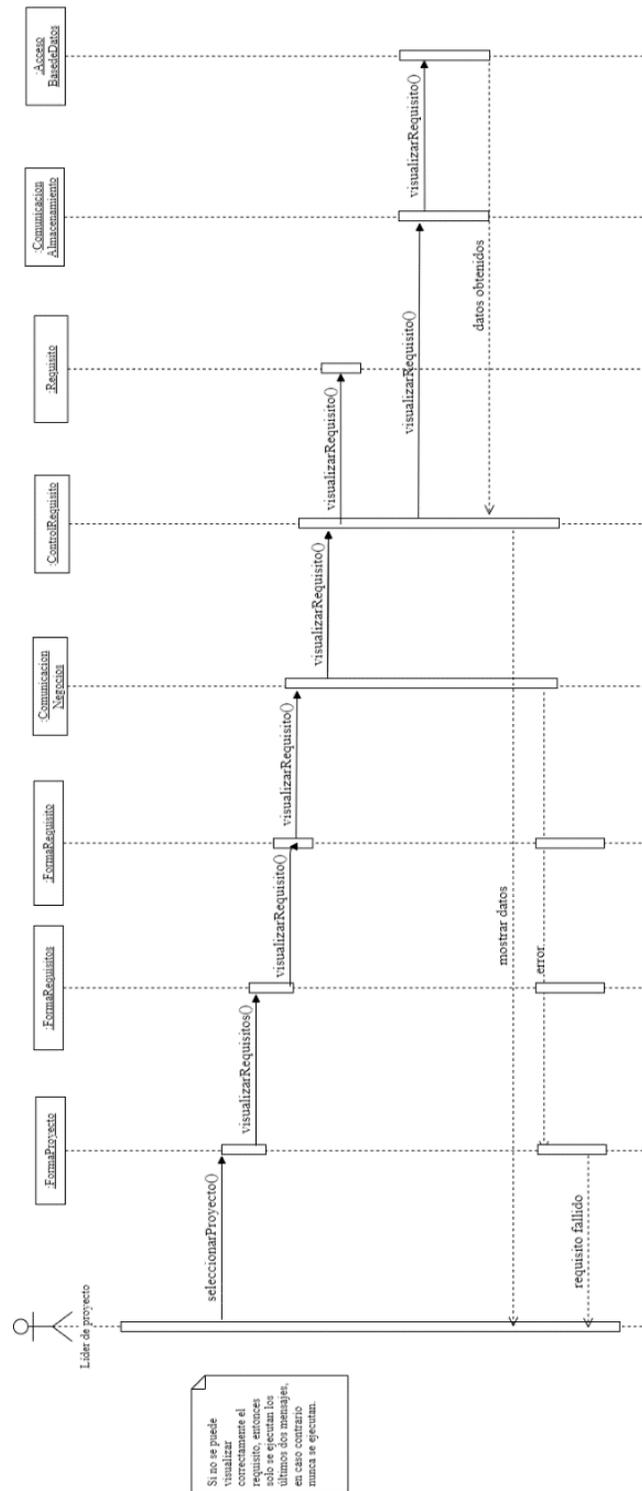


Figura 3.183. Diagrama de secuencia CU-33.

Diagrama de caso de uso



Figura 3.184. Diagrama de caso de uso CU-34.

Tabla 78. Caso de uso CU-34.

Descripción de caso de uso	
CU-34	Visualizar la plantilla del requisito.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver cada requisito funcional registrado dentro de un proyecto.
Resumen	El ACT-02 podrá ver un requisito funcional en forma de plantilla, que esté registrado dentro de un proyecto.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-02 entra a la lista de requisitos funcionales de un proyecto y da <i>click</i> en el requisito específico que quiera ver. El <i>software</i> muestra la plantilla del requisito funcional seleccionado, con todos sus datos.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

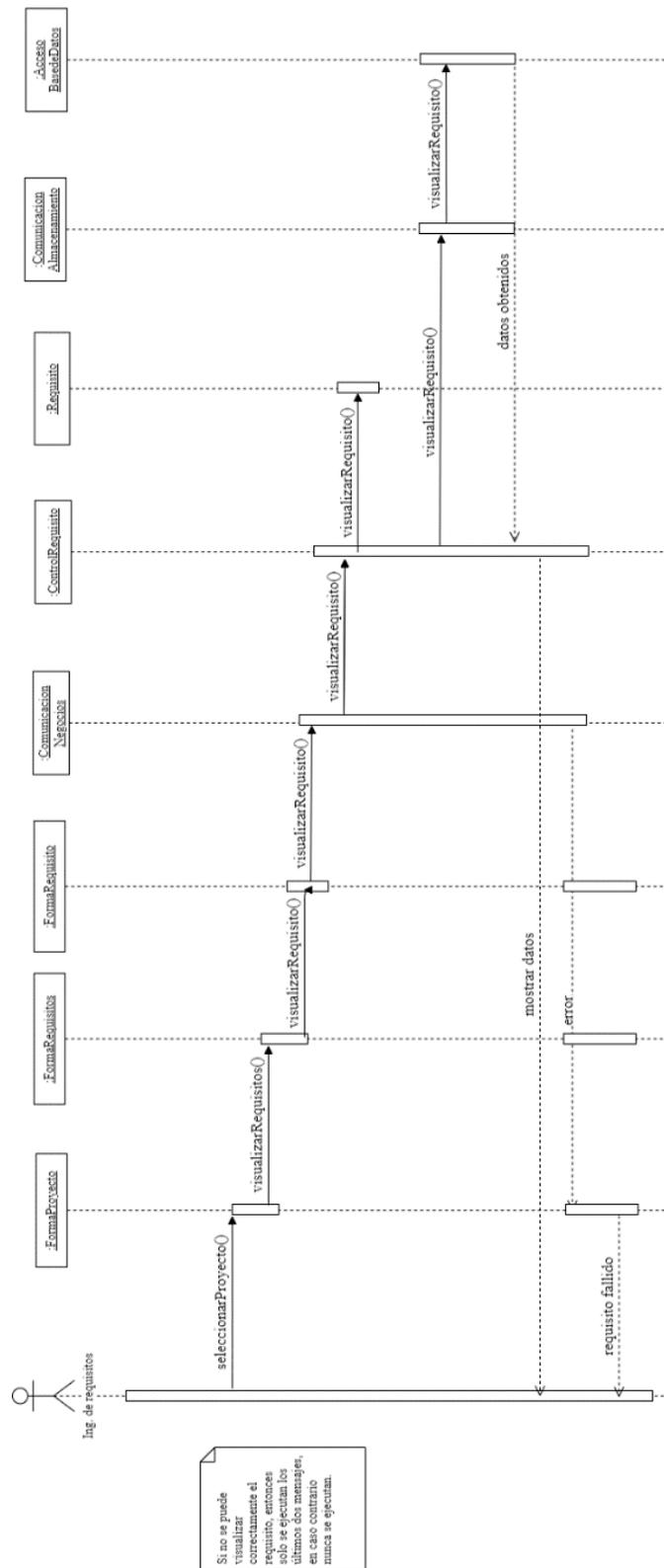


Figura 3.185. Diagrama de secuencia CU-34.

Diagrama de caso de uso

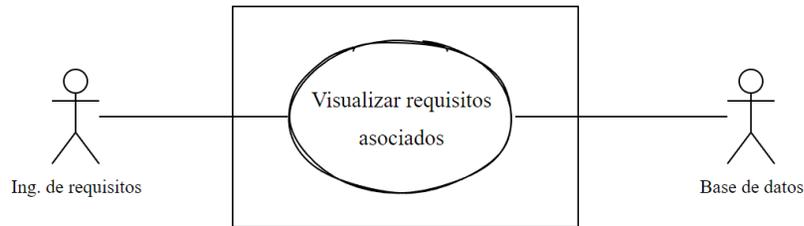


Figura 3.186. Diagrama de caso de uso CU-35.

Tabla 79. Caso de uso CU-35.

Descripción de caso de uso	
CU-35	Visualizar requisitos asociados.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver la lista de los requisitos asociados a un requisito funcional.
Resumen	El ACT-02 podrá ver la lista de los requisitos asociados a un requisito funcional del que esté revisando sus datos.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-02 entra a la plantilla de un requisito funcional específico. El <i>software</i> muestra el formulario con los datos del requisito funcional y los requisitos asociados a este.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el requisito funcional no tiene requisitos asociados, este campo dentro de la plantilla se muestra vacío.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

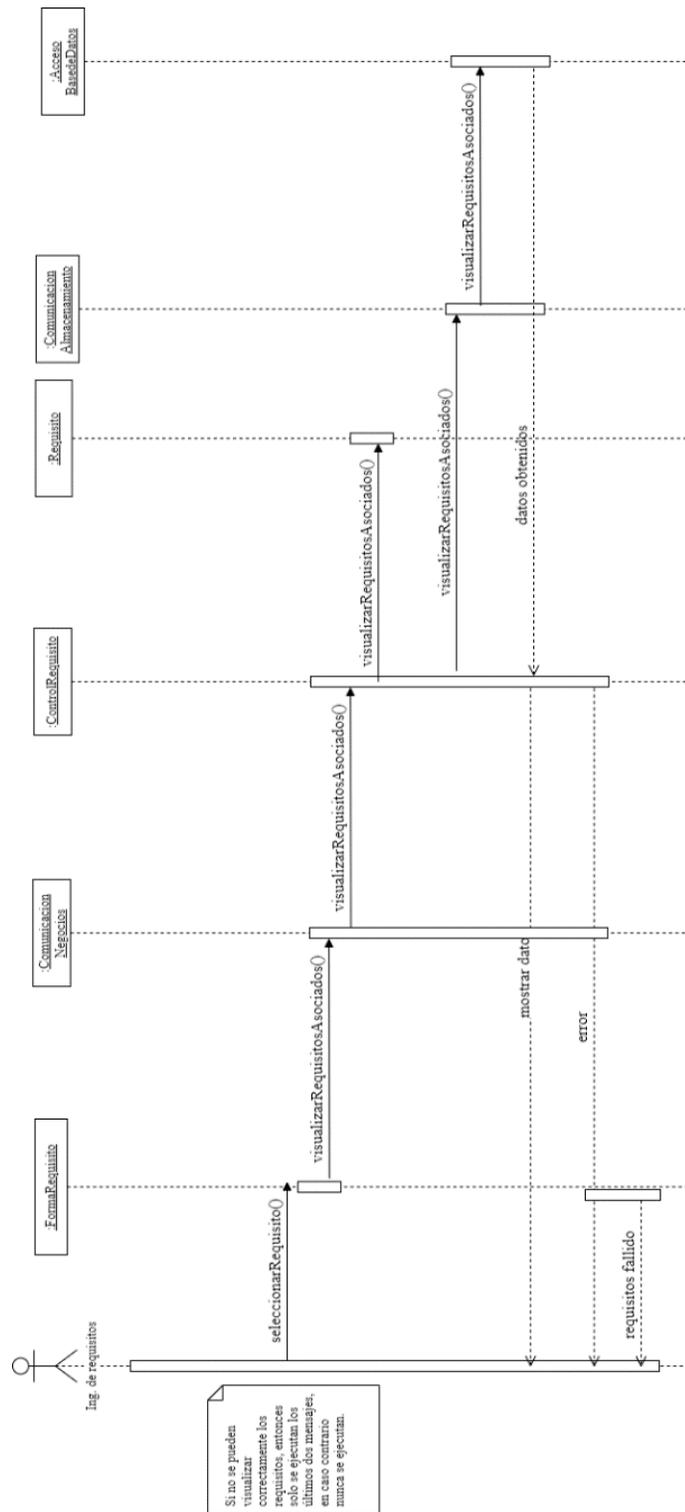
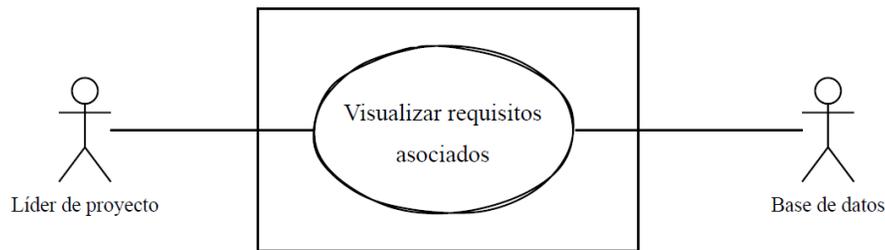


Figura 3.187. Diagrama de secuencia CU-35.

Diagrama de caso de uso**Figura 3.188.** Diagrama de caso de uso CU-36.**Tabla 80.** Caso de uso CU-36.

Descripción de caso de uso	
CU-36	Visualizar requisitos asociados.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá ver la lista de los requisitos asociados a un requisito funcional.
Resumen	El ACT-01 podrá ver la lista de los requisitos asociados a un requisito funcional del que esté revisando sus datos.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-01 entra a la plantilla de un requisito funcional específico El <i>software</i> muestra el formulario con los datos del requisito funcional y los requisitos asociados a este.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el requisito funcional no tiene requisitos asociados el campo de requisitos asociados dentro de la plantilla se muestra vacío.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

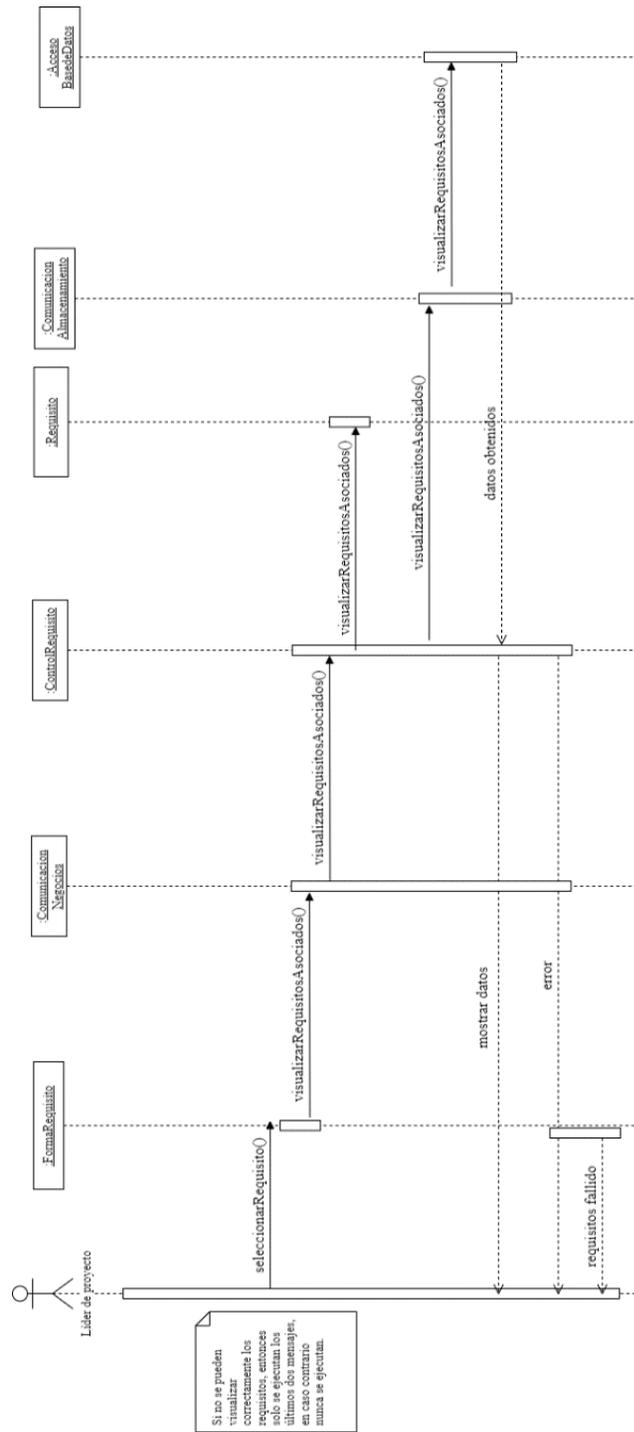


Figura 3.189. Diagrama de secuencia CU-36.

Diagrama de caso de uso

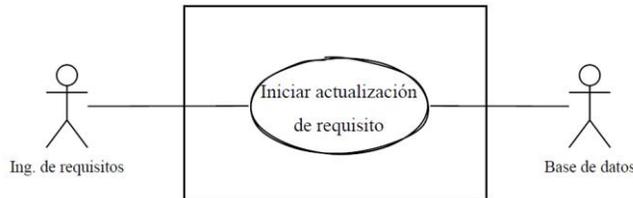


Figura 3.190. Diagrama de caso de uso CU-37.

Tabla 81. Caso de uso CU-37.

Descripción de caso de uso	
CU-37	Iniciar actualización de requisito.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá iniciar un proceso para actualizar los datos de un requisito funcional.
Resumen	El ACT-02 iniciará un proceso de actualización al presionar “Actualizar”, entre las opciones que se muestran en la pantalla con la plantilla con los datos de un requisito funcional.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-02 se encuentra en la pantalla de la plantilla de un requisito funcional específico y da <i>clic</i> en el botón “Actualizar requisito”.
	El <i>software</i> muestra un mensaje que explica cómo funciona el proceso de actualización de un requisito.
	El ACT-02 presiona “Aceptar”.
	El <i>software</i> muestra los campos editables del requisito.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>clic</i> en el botón cancelar, ya no se inicia el proceso de actualización.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

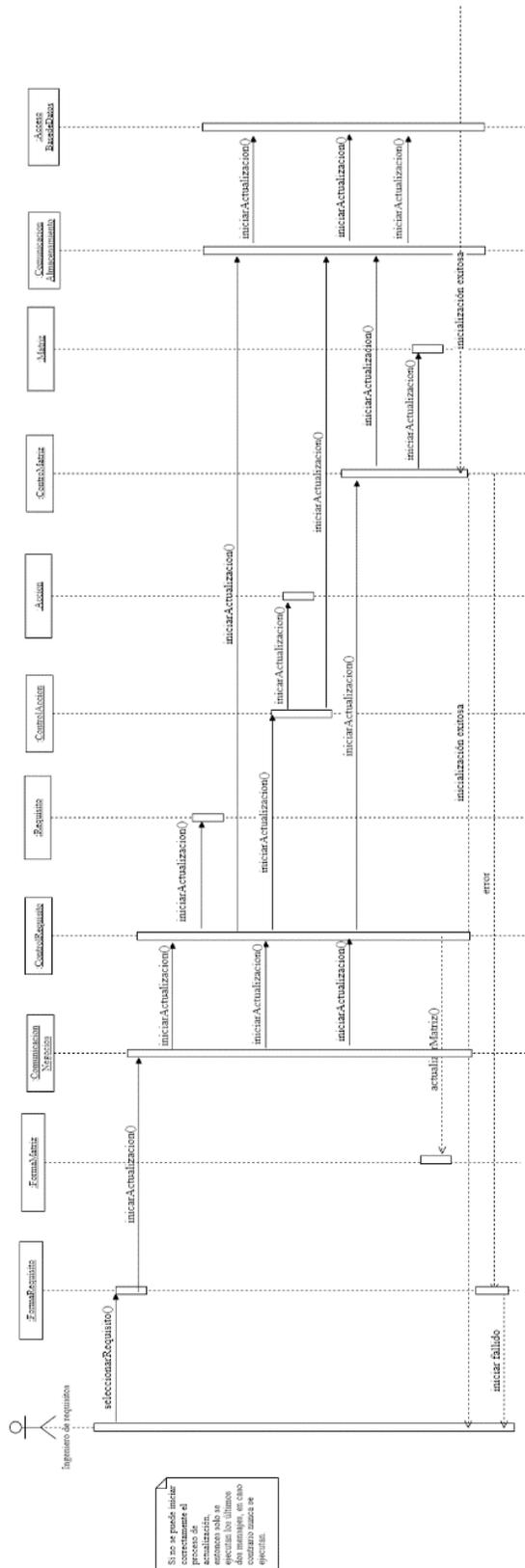


Figura 3.191. Diagrama de secuencia CU-37.

Diagrama de caso de uso

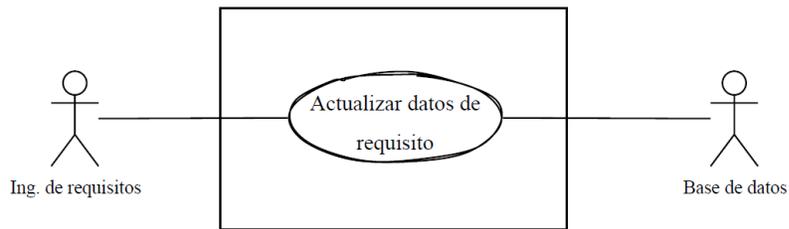


Figura 3.192. Diagrama de caso de uso CU-38.

Tabla 82. Caso de uso CU-38.

Descripción de caso de uso	
CU-38	Actualizar datos de requisito.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá actualizar los datos de un requisito funcional si tiene un proceso de actualización activo.
Resumen	El ACT-02 puede actualizar los datos de un requisito funcional en la plantilla de este, si un proceso de actualización está activo. Cuando ingrese los datos actualizados los puede guardar para continuar con el proceso de actualización en los requisitos asociados.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. El requisito funcional debe tener un proceso de actualización activo.
Flujo principal	<p>El ACT-02 activa un proceso de actualización y la plantilla de un requisito funcional tiene los campos editables.</p> <p>El ACT-02 actualiza los datos del requisito funcional y presiona “Guardar”.</p> <p>El <i>software</i> muestra un mensaje que explica el siguiente paso en el proceso de actualización, el cual consiste en actualizar los requisitos asociados.</p> <p>El ACT-02 da <i>clic</i> en “Aceptar”.</p> <p>El <i>software</i> guarda las actualizaciones del requisito funcional.</p>
Subflujos	El ACT-02 presiona “Pausar” para guardar los datos que ha actualizado sin terminar la actualización del requisito funcional y que este no se cierre. Para que el ACT-02 pueda cerrar sesión y continuar con su actualización en otra sesión.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>clic</i> en el botón cancelar ya no se guardan los datos de la actualización del requisito funcional.
Postcondición	Los datos del requisito funcional quedan actualizados en la base de datos.

Diagrama de caso de uso

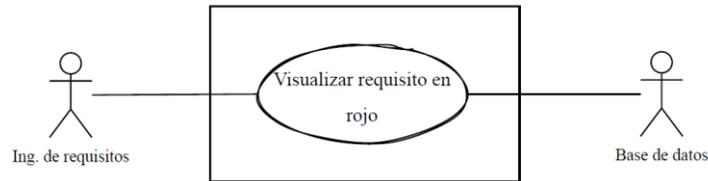


Figura 3.194. Diagrama de caso de uso CU-39.

Tabla 83. Caso de uso CU-39.

Descripción de caso de uso	
CU-39	Visualizar requisito en rojo.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver en la matriz de trazabilidad el requisito funcional que está en proceso de actualización.
Resumen	El ACT-02 puede identificar el requisito funcional que está en proceso de actualización ya que este se muestra en color rojo en la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 tiene un proceso de actualización de un requisito funcional activo. El ACT-02 entra a la pantalla de la matriz de trazabilidad. El <i>software</i> muestra en la matriz de trazabilidad en color rojo el requisito funcional del que el ACT-02 está actualizando sus datos y aún no ha guardado la actualización.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

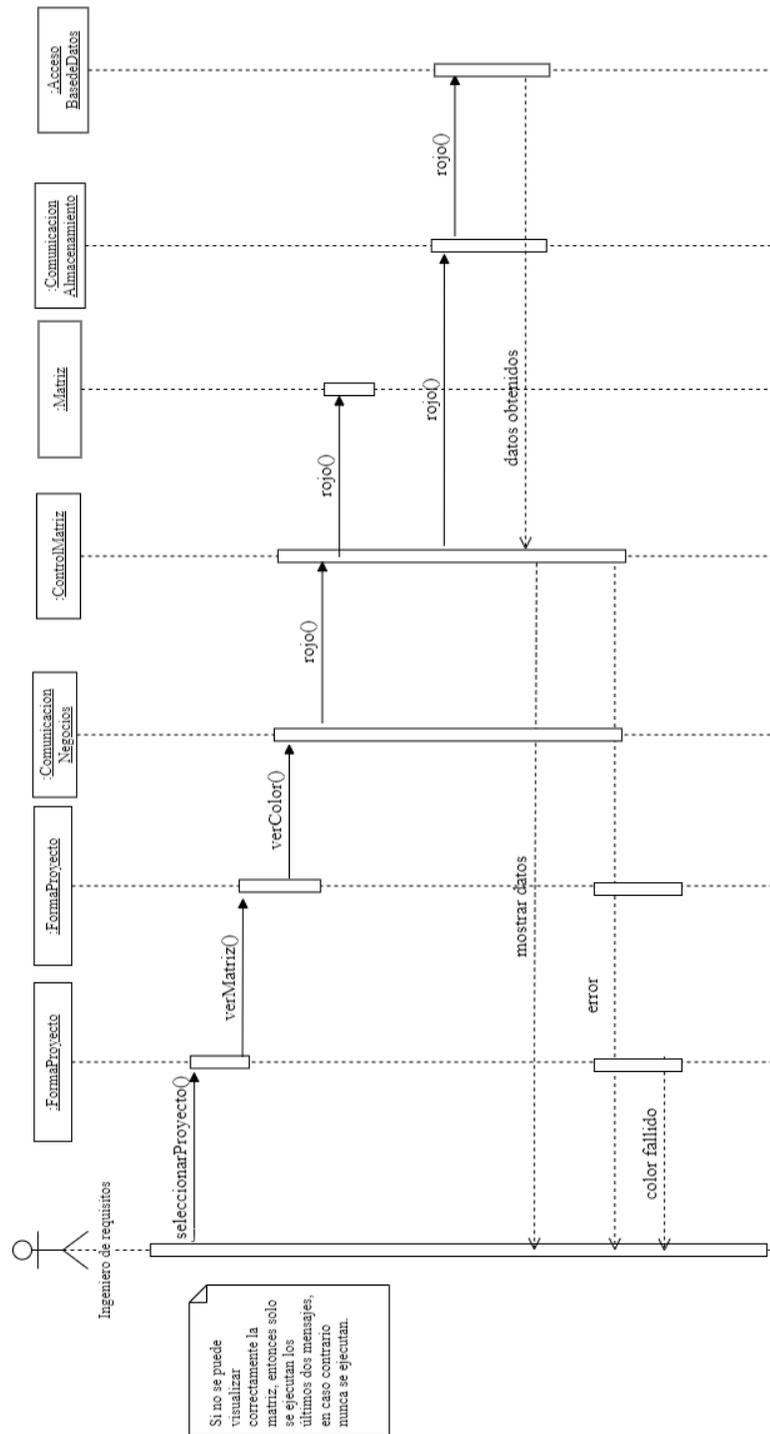


Figura 3.195. Diagrama de secuencia CU-39.

Diagrama de caso de uso

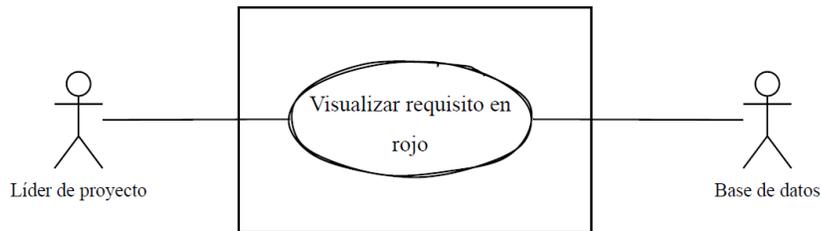


Figura 3.196. Diagrama de caso de uso CU-40.

Tabla 84. Caso de uso CU-40.

Descripción de caso de uso	
CU-40	Visualizar requisito en rojo.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto puede ver en la matriz de trazabilidad el requisito funcional que está en proceso de actualización.
Resumen	El ACT-01 puede identificar el requisito funcional que está en proceso de actualización ya que este se muestra en color rojo en la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 entra a la pantalla de la matriz de trazabilidad. El <i>software</i> muestra en la matriz de trazabilidad en color rojo el requisito funcional que esté en proceso de actualización.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

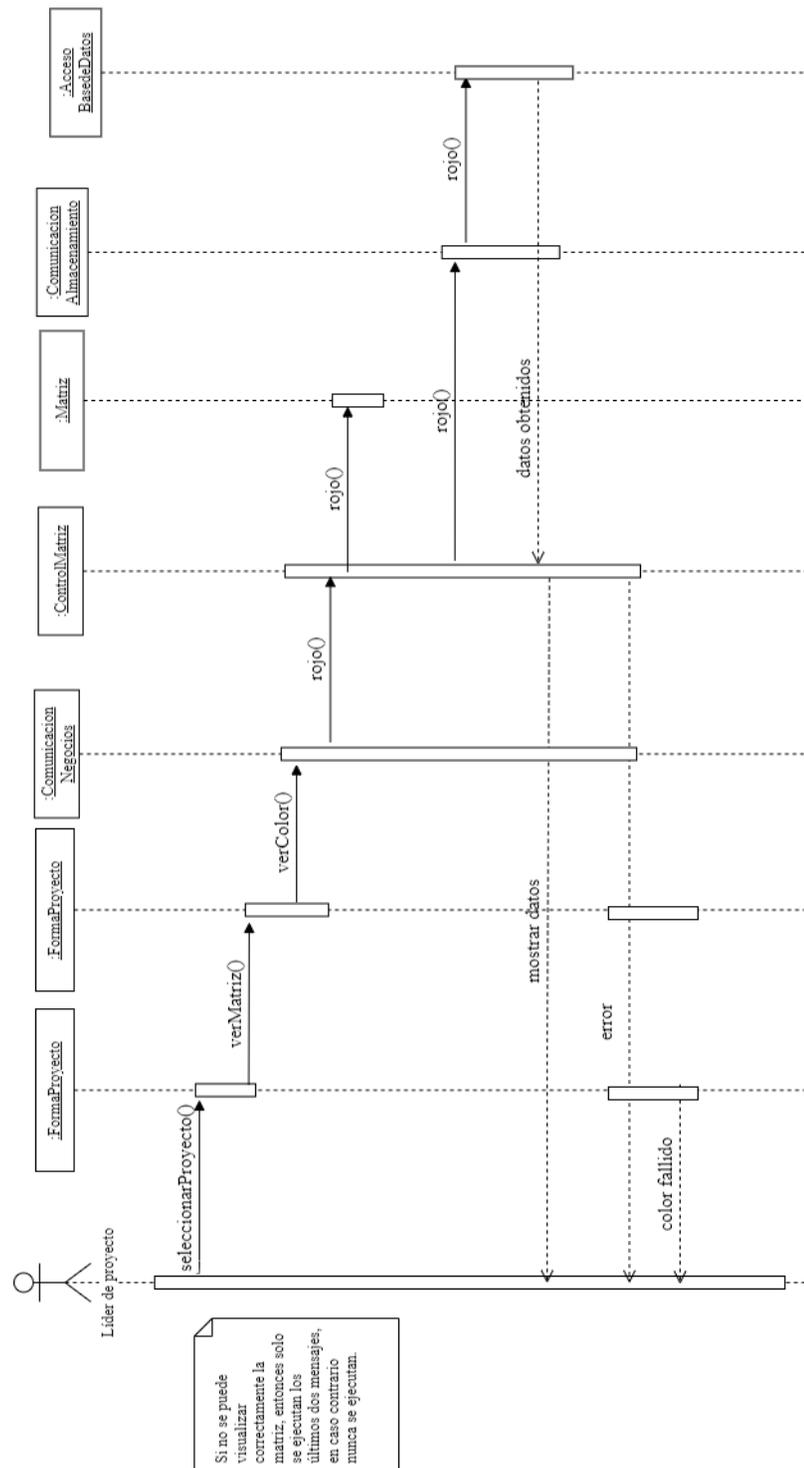


Figura 3.197. Diagrama de secuencia CU-40.

Diagrama de caso de uso

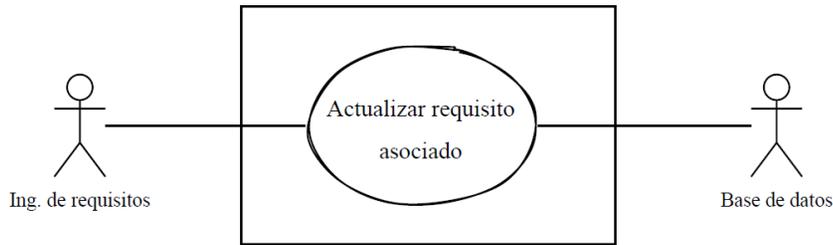


Figura 3.198. Diagrama de caso de uso CU-41.

Tabla 85. Caso de uso CU-41.

Descripción de caso de uso	
CU-41	Actualizar requisito asociado.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá actualizar los datos de un requisito funcional asociado si tiene un proceso de actualización activo y el requisito funcional base ya ha sido actualizado.
Resumen	El ACT-02 puede actualizar los datos de un requisito asociado en la plantilla de este, si un proceso de actualización está activo y si el requisito funcional base ya ha sido actualizado correctamente. Cuando ingrese los datos actualizados los puede guardar para continuar con el proceso de actualización en los requisitos asociados, o puede “Pausar” la actualización para que los cambios se guarden si el ACT-02 desea cerrar sesión, pero le permita seguir editando en una sesión nueva.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. El requisito funcional debe tener un proceso de actualización activo. El requisito funcional base debe tener una actualización completa.
Flujo principal	El ACT-02 ya ha realizado correctamente la actualización del requisito base. El ACT-02 entra a la pantalla de la matriz de trazabilidad y se muestra el estado del proceso de actualización, da <i>click</i> en el requisito asociado que elija de la lista de requisitos que están marcados en color amarillo. El <i>software</i> muestra la plantilla del requisito asociado con los campos editables disponibles para actualización. El ACT-02 actualiza los datos del requisito asociado y da <i>click</i> en “Guardar” El <i>software</i> muestra un mensaje explicando que paso sigue en el proceso de actualización. El ACT-02 da <i>click</i> en “Aceptar”.

Diagrama de caso de uso

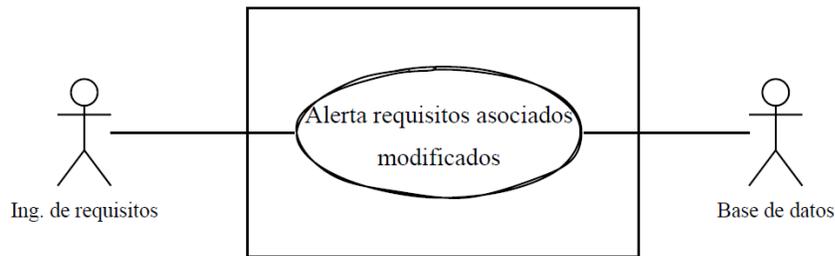


Figura 3.200. Diagrama de caso de uso CU-42.

Tabla 86. Caso de uso CU-42.

Descripción de caso de uso	
CU-42	Alerta requisitos asociados modificados.
Versión	1.0, 14 de diciembre de 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos recibirá una alerta sobre los posibles requisitos asociados que debe revisar si es que modifica la lista de requisitos asociados a un requisito funcional.
Resumen	El ACT-02 recibe una alerta cuando modifica la lista de requisitos asociados a un requisito funcional para que revise si estos requisitos tienen modificaciones previas que no corresponden.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. El requisito funcional debe tener un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 activa un proceso de actualización y la plantilla de un requisito funcional tiene los campos editables. El ACT-02 actualiza la lista de requisitos asociados a un requisito funcional. El <i>software</i> muestra un mensaje que recomienda revisar los requisitos que estaban asociados antes de realizar la modificación por si sufrieron cambios que no correspondían al estar mal asociados. El ACT-02 da <i>clic</i> en “Aceptar” y continua con la actualización.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	Los datos del requisito funcional quedan actualizados en la base de datos.

Diagrama de secuencia:

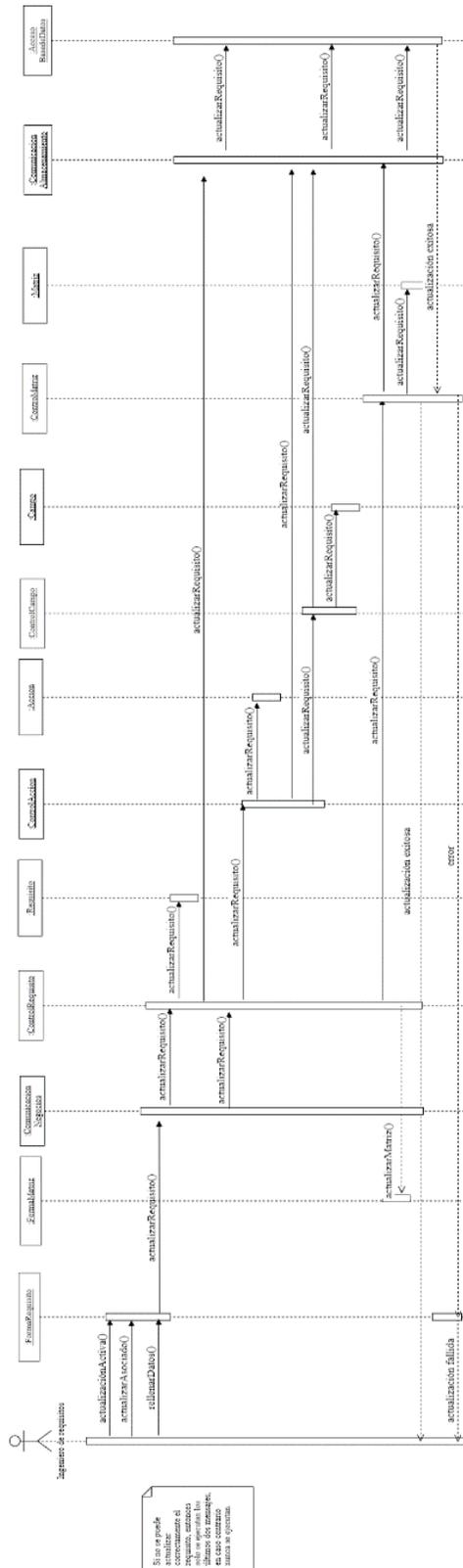


Figura 3.201. Diagrama de secuencia CU-42.

Diagrama de caso de uso

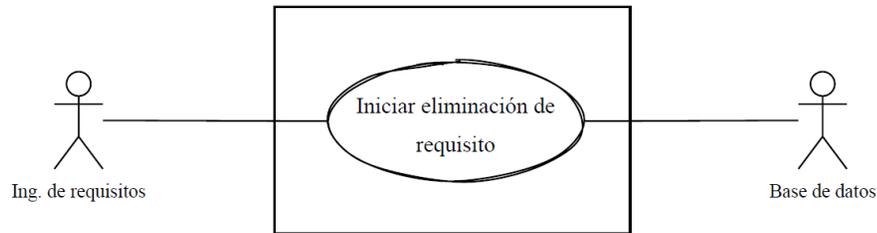


Figura 3.202. Diagrama de caso de uso CU-48.

Tabla 87. Caso de uso CU-48.

Descripción de caso de uso	
CU-48	Iniciar eliminación de requisito.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá iniciar el proceso para eliminar un requisito funcional.
Resumen	El ACT-02 puede eliminar un requisito funcional con los siguientes pasos: revisar asociaciones con otros requisitos, eliminar asociaciones entre requisitos, eliminar requisito.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	<p>El ACT-02 está en la pantalla de la plantilla de un requisito funcional y da <i>click</i> en “Eliminar requisito”</p> <p>El <i>software</i> muestra un mensaje describiendo los pasos que debe seguir el ACT-02 para eliminar con éxito el requisito.</p> <p>El ACT-02 da <i>click</i> en “Aceptar”.</p> <p>El <i>software</i> inicia un proceso de eliminación.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>click</i> en el botón “Cancelar” ya no se inicia un proceso de eliminación.
Postcondición	Se inicia un proceso de eliminación.

Diagrama de caso de uso



Figura 3.204. Diagrama de caso de uso CU-49.

Tabla 88. Caso de uso CU-49.

Descripción de caso de uso	
CU-49	Revisar requisitos asociados.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos debe revisar los requisitos funcionales asociados a un requisito que quiera eliminar.
Resumen	El ACT-02 verá una notificación del sistema sobre las asociaciones que debe revisar una vez que tenga iniciado un proceso de eliminación de in requisito funcional.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. Debe estar iniciado un proceso de eliminación
Flujo principal	El ACT-02 ha iniciado un proceso de eliminación. El <i>software</i> muestra un mensaje describiendo las revisiones que el ACT-02 debe hacer a los requisitos asociados al requisito funcional que va a eliminar.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

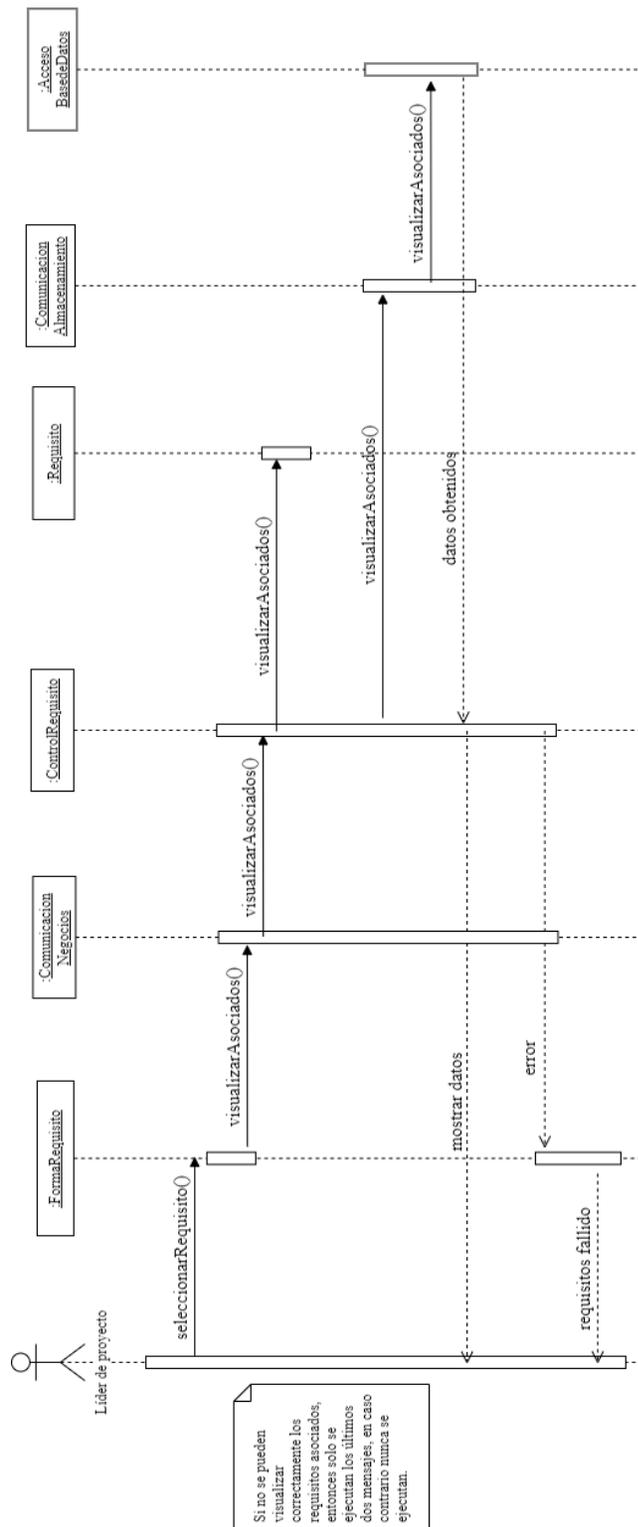


Figura 3.205. Diagrama de secuencia CU-49.

Diagrama de caso de uso

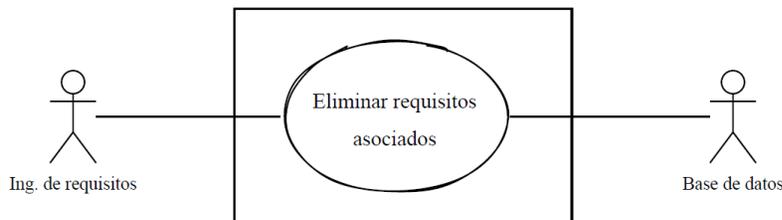


Figura 3.206. Diagrama de caso de uso CU-50.

Tabla 89. Caso de uso CU-50.

Descripción de caso de uso	
CU-50	Eliminar requisitos asociados.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá eliminar las asociaciones de un requisito funcional con otros requisitos para poder realizar el proceso de eliminación.
Resumen	El ACT-02 elimina las asociaciones de un requisito funcional con otros requisitos para poder completar el proceso de eliminación de un requisito funcional.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. Debe tener un proceso de eliminación activo.
Flujo principal	El ACT-02 está en la pantalla de la plantilla de un requisito funcional y da <i>clic</i> en “Eliminar asociaciones” El <i>software</i> muestra una lista con los requisitos asociados para que el ACT-02 lo revise. El ACT-02 da <i>clic</i> en “Eliminar todas”. El <i>software</i> elimina todas las asociaciones y marca en naranja los requisitos que fueron desvinculados para que sean revisados posteriormente.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>clic</i> en el botón “Cancelar” ya no se eliminan las asociaciones.
Postcondición	Las asociaciones quedan eliminadas.

Diagrama de caso de uso

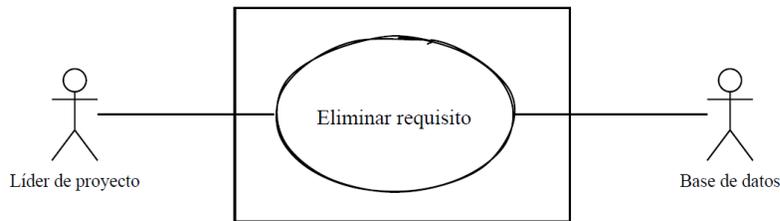


Figura 3.208. Diagrama de caso de uso CU-53.

Tabla 90. Caso de uso CU-53.

Descripción de caso de uso	
CU-53	Eliminar requisito.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá eliminar un requisito funcional que esté en proceso de eliminación.
Resumen	El ACT-02 puede eliminar un requisito como último paso del proceso para eliminar un requisito funcional.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. Debe estar abierto un proceso de eliminación
Flujo principal	<p>El ACT-02 está la pantalla de la plantilla de un requisito funcional.</p> <p>El <i>software</i> le muestra al usuario la lista de pasos que se han realizado.</p> <p>El ACT-02 da <i>clic</i> en “Eliminar requisito”.</p> <p>El <i>software</i> muestra un mensaje de advertencia, explicando al usuario que debe revisar los requisitos que estuvieron asociados para corregirlos en caso de ser necesario.</p> <p>El ACT-02 da <i>clic</i> en “Aceptar”.</p> <p>El <i>software</i> elimina el requisito funcional.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>clic</i> en el botón “Cancelar” ya no se eliminan el requisito funcional.
Postcondición	El requisito funcional queda eliminado.

Diagrama de caso de uso

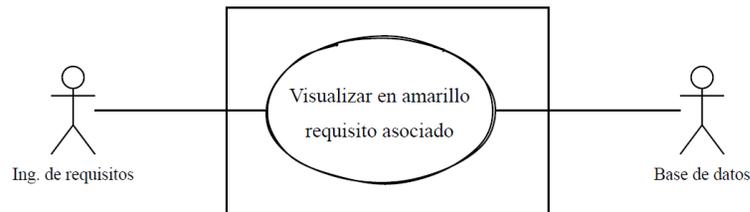


Figura 3.210. Diagrama de caso de uso CU-54.

Tabla 91. Caso de uso CU-54.

Descripción de caso de uso	
CU-54	Visualizar en amarillo requisito asociado.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver en la matriz de trazabilidad el requisito asociado a un proceso de eliminación.
Resumen	El ACT-02 puede identificar el requisito asociado a un requisito que fue eliminado ya que este se muestra en color amarillo en la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de eliminación activo.
Flujo principal	El ACT-02 eliminó un requisito funcional. El ACT-02 entra a la pantalla de la matriz de trazabilidad. El <i>software</i> muestra en la matriz de trazabilidad en color amarillo el requisito funcional asociado al requisito funcional que el ACT-02 eliminó.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

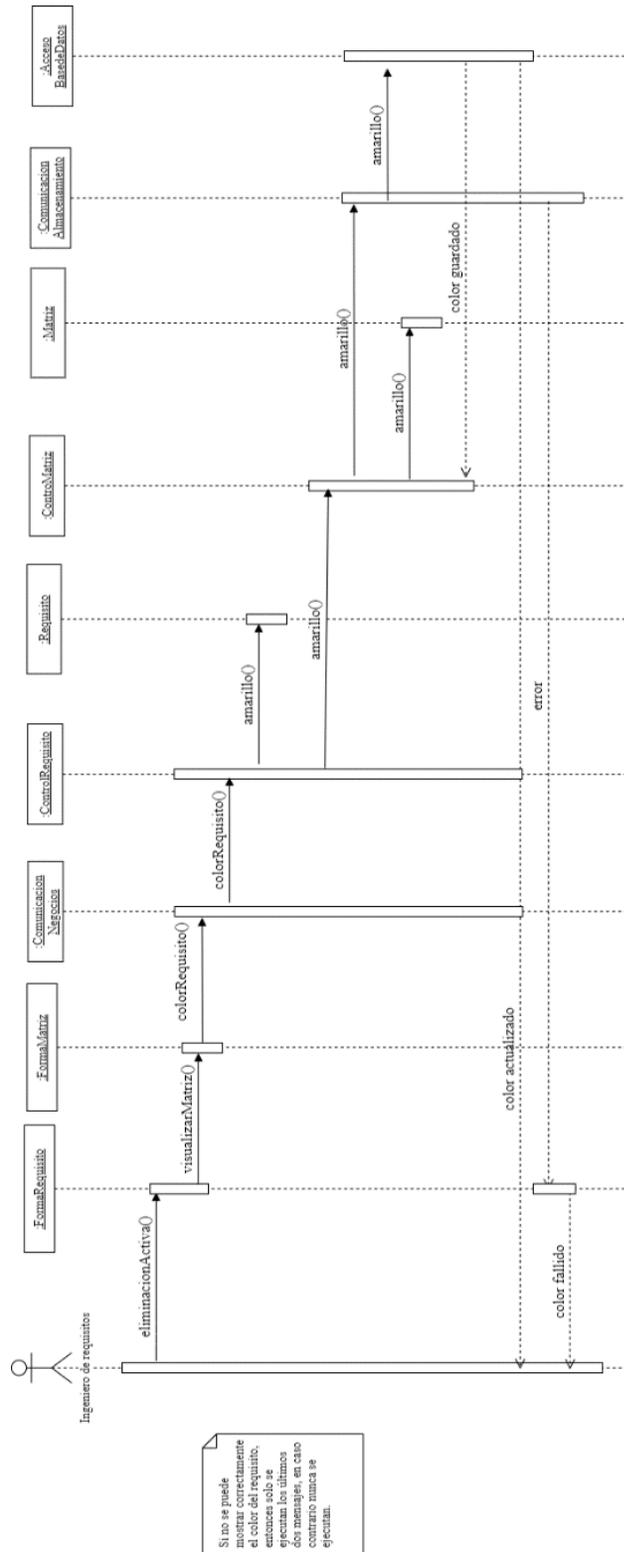


Figura 3.211. Diagrama de secuencia CU-54.

Diagrama de caso de uso

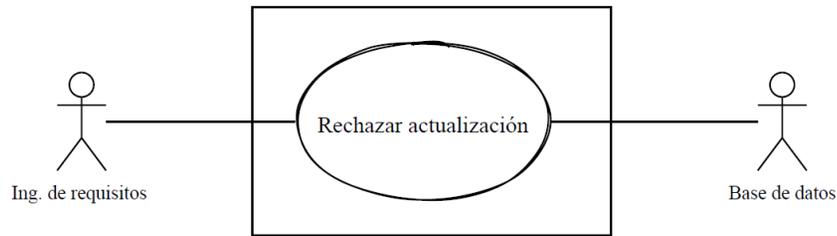


Figura 3.212. Diagrama de caso de uso CU-55.

Tabla 92. Caso de uso CU-55.

Descripción de caso de uso	
CU-55	Rechazar actualización.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá rechazar la actualización de un requisito funcional asociado que esté marcado en amarillo ya que este no necesita actualización.
Resumen	El ACT-02 puede rechazar la edición de un requisito funcional asociado.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. Debe estar abierto un proceso de eliminación.
Flujo principal	El ACT-02 está la pantalla de la matriz de trazabilidad y da <i>clic</i> en un requisito marcado en amarillo. El <i>software</i> muestra la pantalla con la plantilla del requisito funcional seleccionado. El ACT-02 da <i>clic</i> en “Completo”. El <i>software</i> cierra la edición de este requisito y lo marca en verde para indicar que ya fue revisado.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 da <i>clic</i> en el botón “Cancelar” ya no se cierra la edición del requisito funcional
Postcondición	El requisito funcional queda revisado.

Diagrama de caso de uso



Figura 3.214. Diagrama de caso de uso CU-56.

Tabla 93. Caso de uso CU-56.

Descripción de caso de uso	
CU-56	Visualizar requisito en matriz de trazabilidad.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá ver cada requisito funcional registrado dentro de un proyecto al seleccionarlo en la matriz de trazabilidad.
Resumen	El ACT-01 podrá ver un requisito funcional en forma de plantilla, que esté registrado dentro de un proyecto al dar <i>clic</i> sobre este en la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada.
Flujo principal	El ACT-01 entra a la pantalla de la matriz de trazabilidad un proyecto y da <i>clic</i> en un requisito funcional específico que quiera ver. El <i>software</i> muestra la plantilla del requisito funcional seleccionado con todos sus datos.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

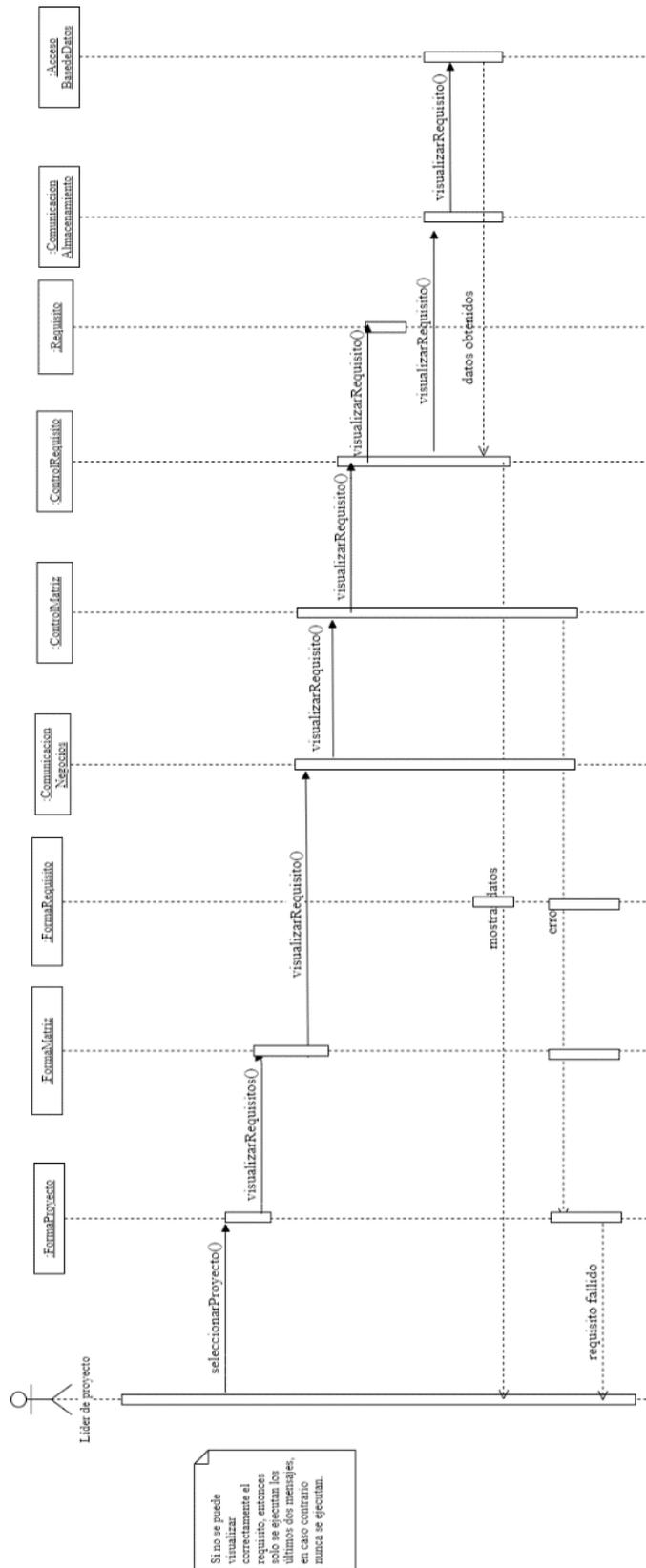


Figura 3.215. Diagrama de secuencia CU-56.

Diagrama de caso de uso



Figura 3.216. Diagrama de caso de uso CU-57.

Tabla 94. Caso de uso CU-57.

Descripción de caso de uso	
CU-57	Visualizar requisito en matriz de trazabilidad.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver cada requisito funcional registrado dentro de un proyecto al seleccionarlo en la matriz de trazabilidad.
Resumen	El ACT-02 podrá ver un requisito funcional en forma de plantilla, que esté registrado dentro de un proyecto al dar <i>click</i> sobre este en la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-02 entra a la pantalla de la matriz de trazabilidad un proyecto y da <i>click</i> en un requisito funcional específico que quiera ver. El <i>software</i> muestra la plantilla del requisito funcional seleccionado con todos sus datos.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

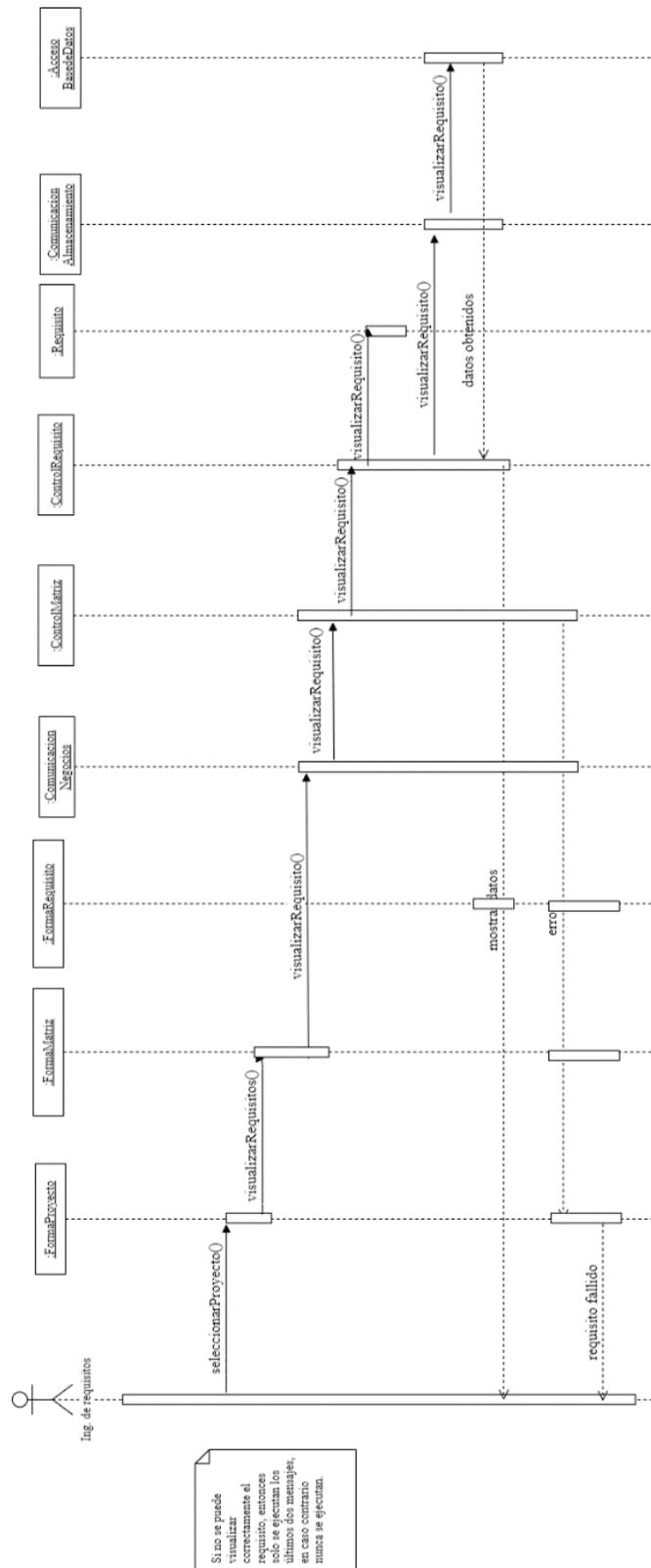


Figura 3.217. Diagrama de secuencia CU-57.

Diagrama de caso de uso

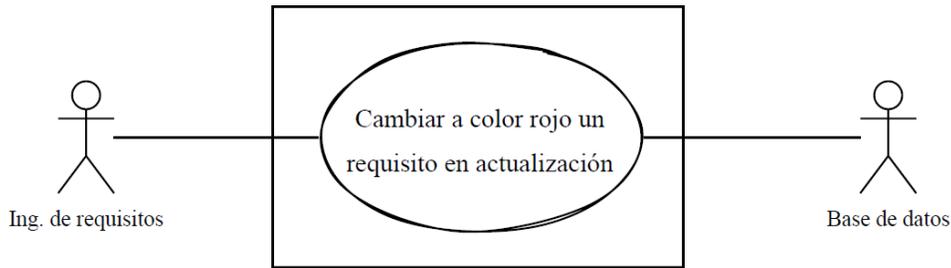


Figura 3.218. Diagrama de caso de uso CU-58.

Tabla 95. Caso de uso CU-58.

Descripción de caso de uso	
CU-58	Cambiar a color rojo un requisito en actualización.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver que requisito está en proceso de actualización ya que el <i>software</i> cambiará su color a rojo en la matriz de trazabilidad.
Resumen	Cuando el ACT-02 inicia un proceso de actualización el requisito se pondrá en color rojo en la matriz de trazabilidad para que sea identificable.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 inició un proceso de actualización El <i>software</i> cambia a rojo el identificador del requisito en la matriz de trazabilidad para indicar que está en proceso de edición. El ACT-02 entra a la matriz de trazabilidad y ve el requisito funcional en rojo.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

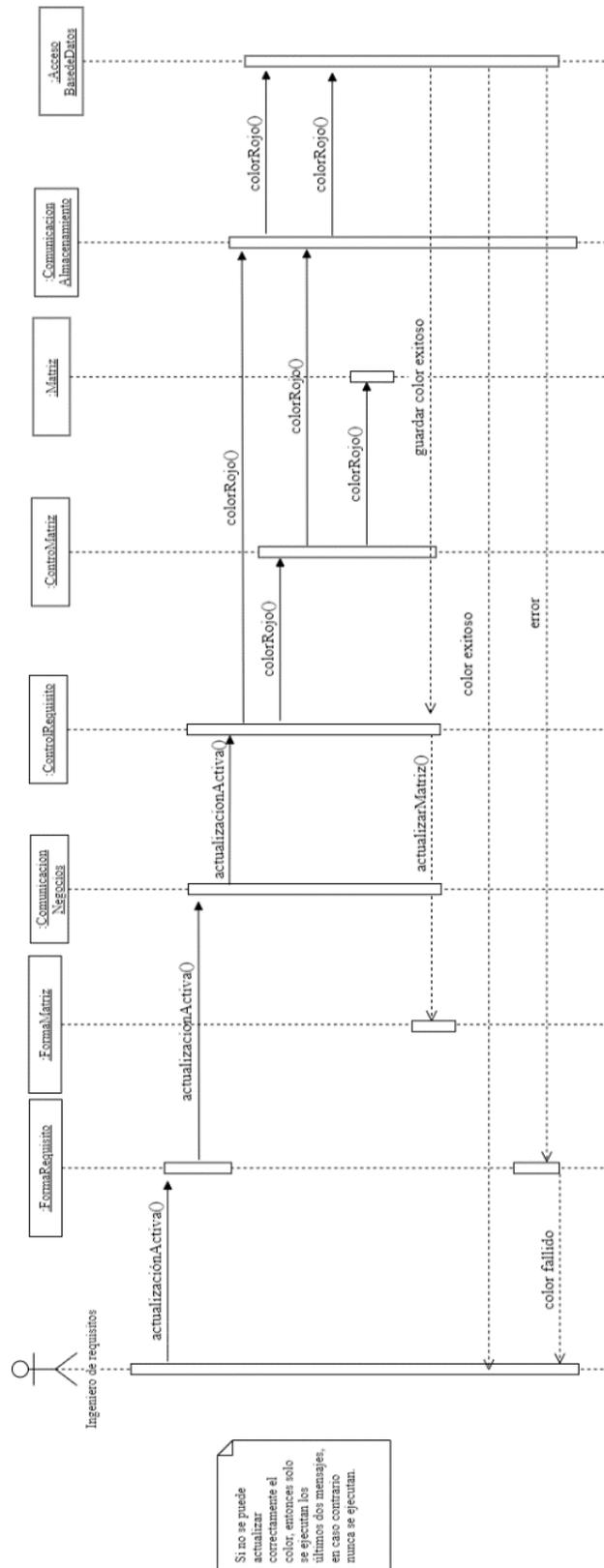


Figura 3.219. Diagrama de secuencia CU-58.

Diagrama de caso de uso

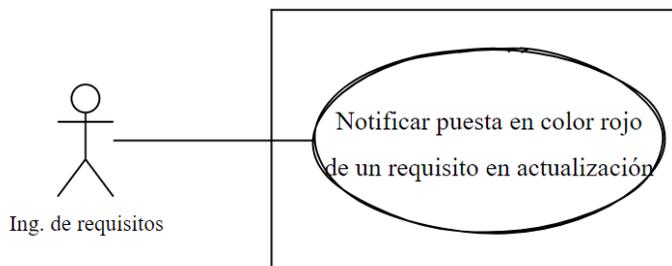


Figura 3.220. Diagrama de caso de uso CU-59.

Tabla 96. Caso de uso CU-59.

Descripción de caso de uso	
CU-59	Notificar puesta en color rojo de un requisito en actualización.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver las explicaciones de cómo funciona el proceso de actualización mientras éste esté activo mediante un mensaje pantalla.
Resumen	El ACT-02 puede ver las instrucciones y explicación de cómo realizar el proceso de actualización mientras éste esté activo al presionar el icono de pregunta al lado de la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 inició un proceso de actualización y se encuentra en la pantalla de la matriz de trazabilidad, da <i>clik</i> en el signo de interrogación. El <i>software</i> muestra un mensaje en pantalla con la explicación detallada del proceso de actualización. El ACT-02 da <i>clik</i> en “X” para cerrar el mensaje.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

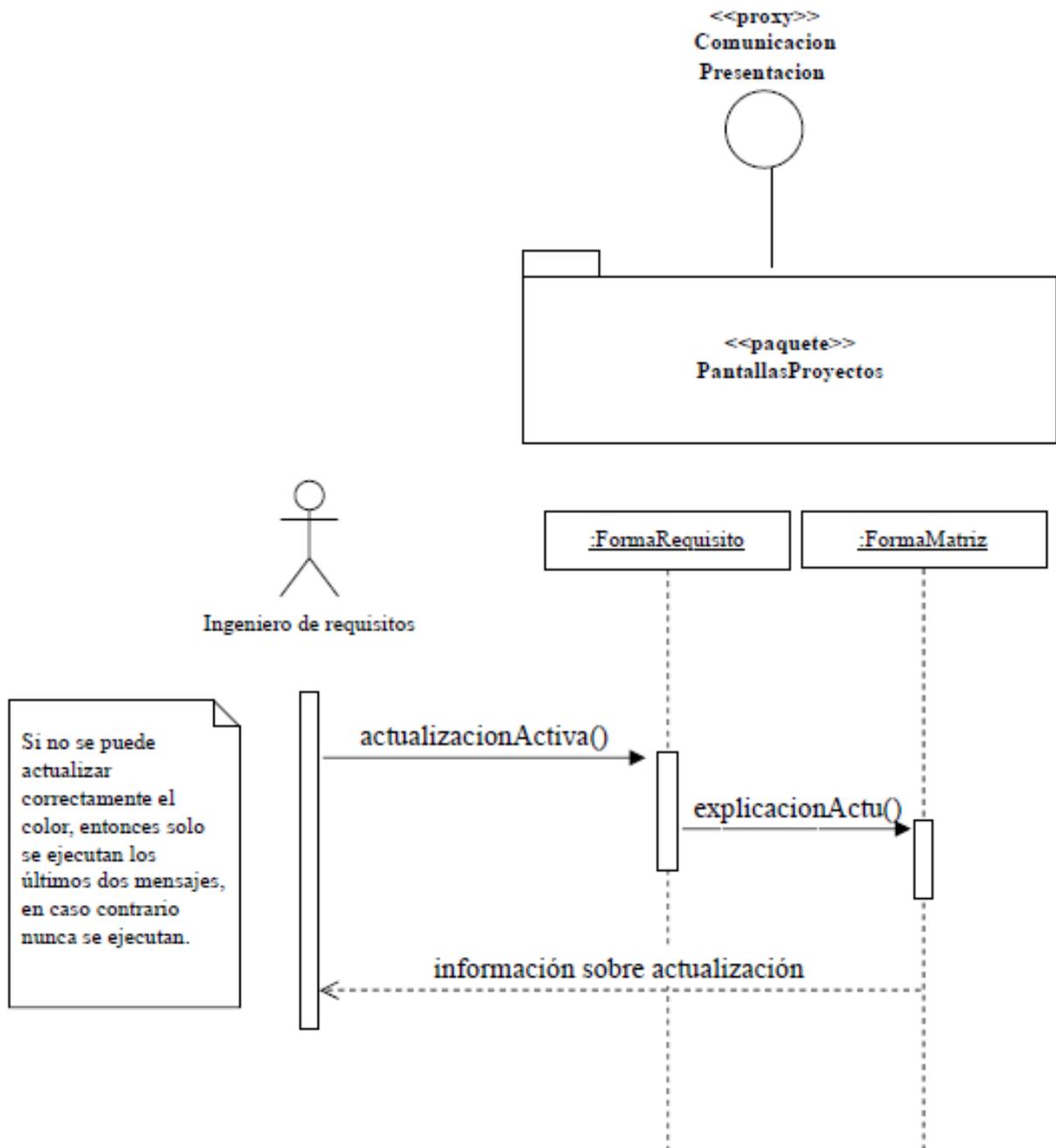


Figura 3.221. Diagrama de secuencia CU-59.

Diagrama de caso de uso

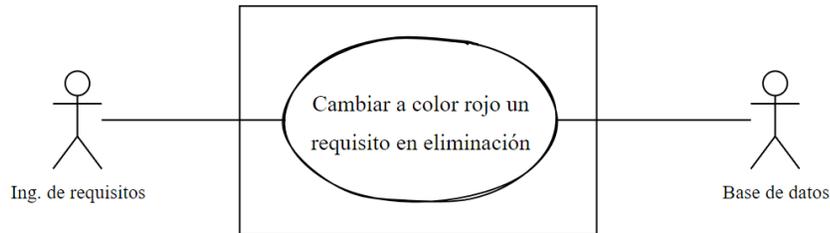


Figura 3.222. Diagrama de caso de uso CU-60.

Tabla 97. Caso de uso CU-60.

Descripción de caso de uso	
CU-60	Cambiar a color rojo un requisito en eliminación.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver que requisito está en proceso de eliminación ya que el <i>software</i> marca el requisito en rojo en la matriz de trazabilidad.
Resumen	Cuando el ACT-02 inicia un proceso de eliminación el requisito funcional se marca en rojo en la matriz de trazabilidad para que sea fácilmente identificable.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 inició un proceso de eliminación de un requisito funcional. El <i>software</i> marca en rojo el identificador del requisito en la matriz de trazabilidad para indicar que está en proceso de edición. El ACT-02 entra a la matriz de trazabilidad y ve el requisito funcional en rojo.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

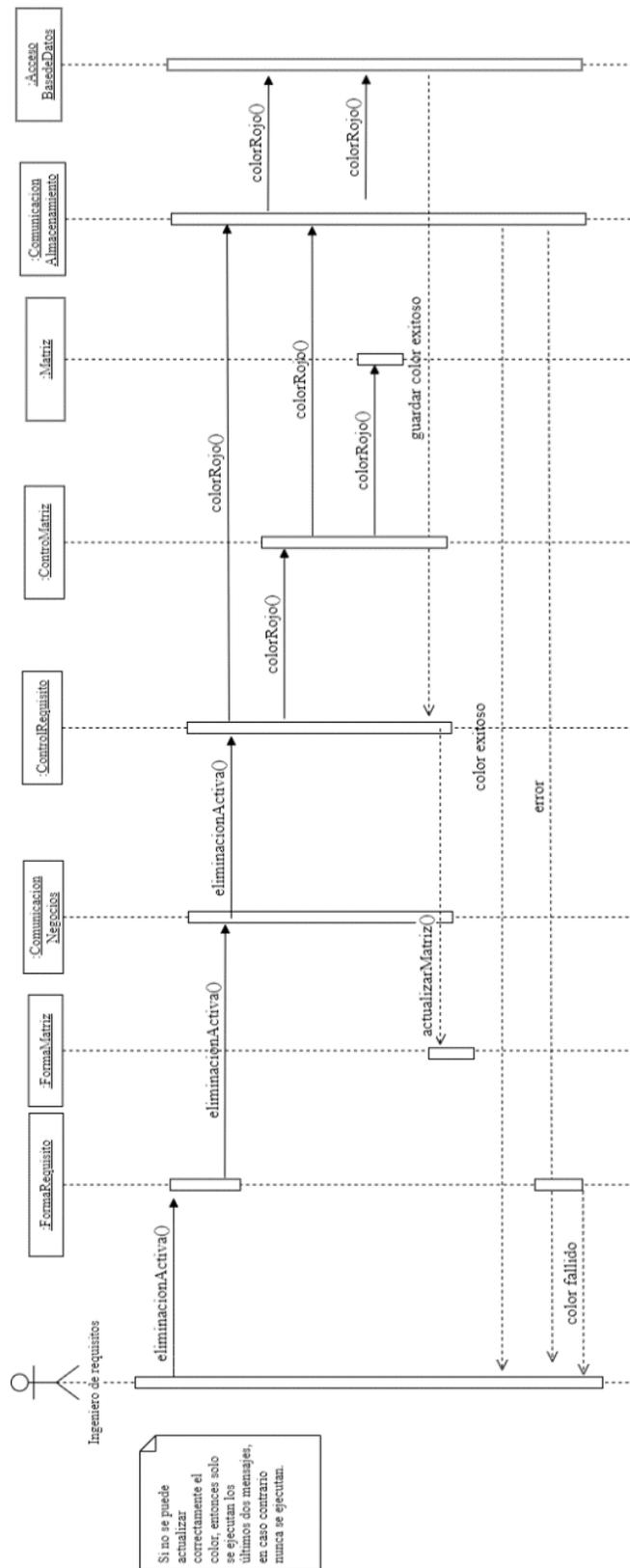


Figura 3.223. Diagrama de secuencia CU-60.

Diagrama de caso de uso

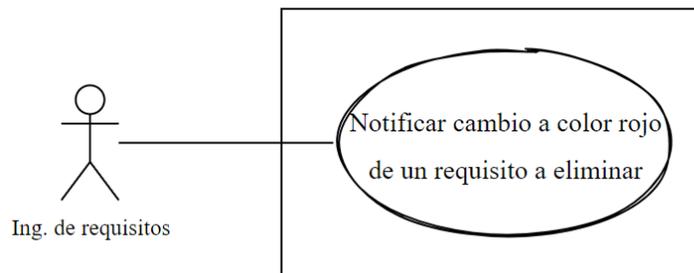


Figura 3.224. Diagrama de caso de uso CU-61.

Tabla 98. Caso de uso CU-61.

Descripción de caso de uso	
CU-61	Notificar cambio a color rojo de requisito a eliminar.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver las explicaciones de cómo funciona el proceso de eliminación mientras éste esté activo mediante un mensaje pantalla.
Resumen	El ACT-02 puede ver las instrucciones y explicación de cómo realizar el proceso de eliminación mientras éste esté activo al presionar el icono de pregunta al lado de la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de eliminación activo.
Flujo principal	El ACT-02 inició un proceso de eliminación y se encuentra en la pantalla de la matriz de trazabilidad, da <i>click</i> en el signo de interrogación. El <i>software</i> muestra un mensaje en pantalla con la explicación detallada del proceso de eliminación. El ACT-02 da <i>click</i> en “X” para cerrar el mensaje.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica

Diagrama de secuencia:

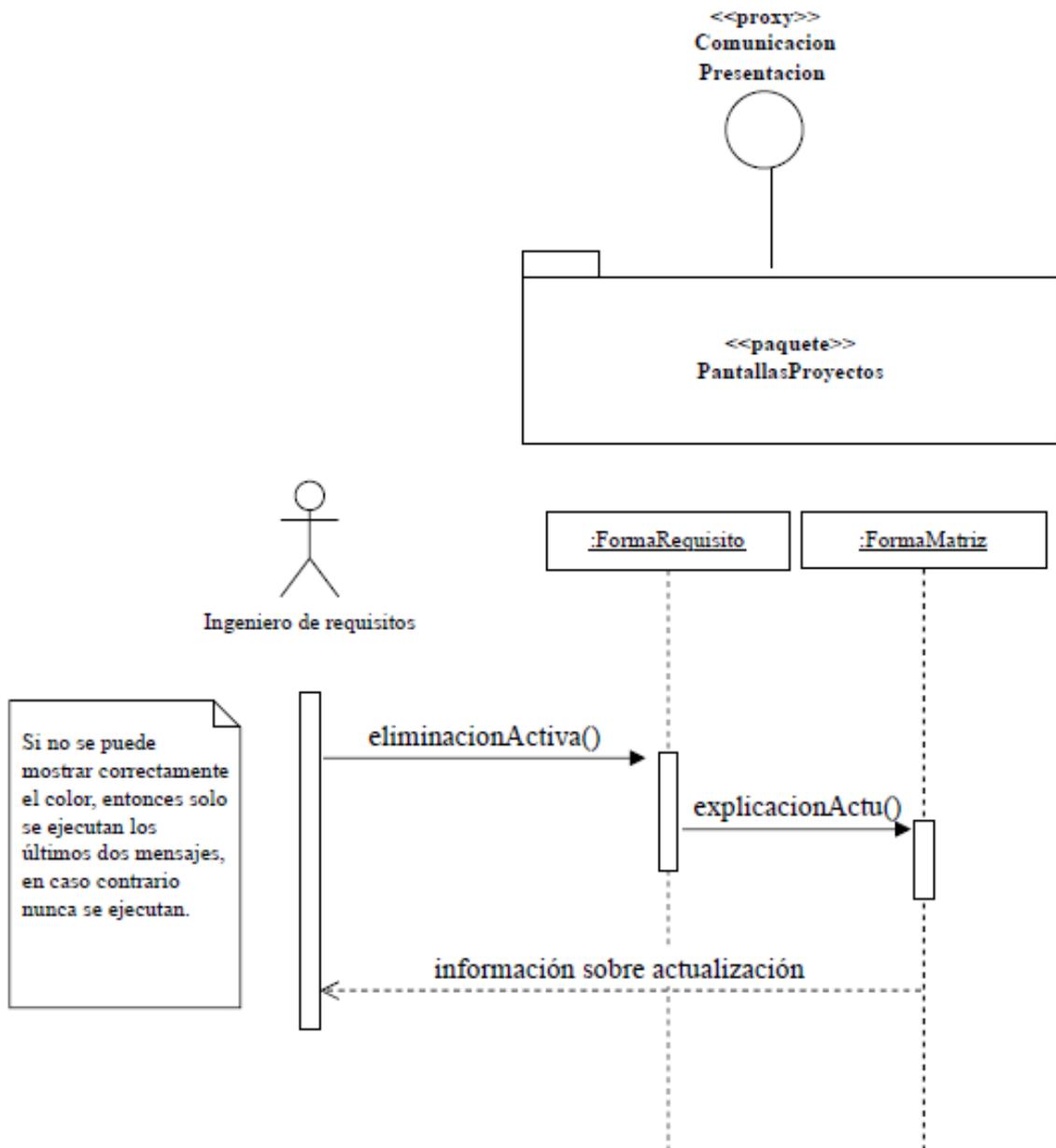


Figura 3.225. Diagrama de secuencia CU-61.

Diagrama de caso de uso

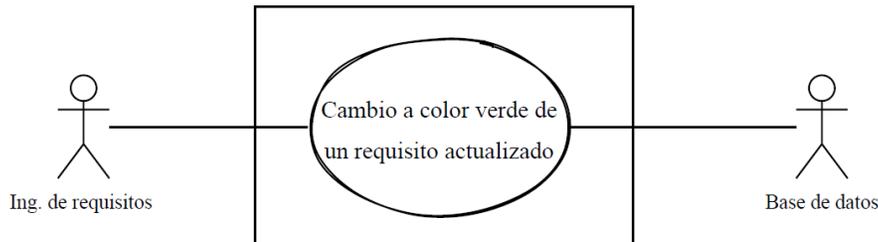


Figura 3.226. Diagrama de caso de uso CU-62.

Tabla 99. Caso de uso CU-62.

Descripción de caso de uso	
CU-62	Cambio a color verde de un requisito actualizado.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver que requisito ya fue revisado y sus cambios fueron aprobados ya que el <i>software</i> marca el requisito en verde en la matriz de trazabilidad.
Resumen	Cuando el ACT-02 ha actualizado y revisado correctamente un requisito funcional en un proceso de actualización, este se marca en verde en la matriz de trazabilidad para que sea fácilmente identificado.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 termina de revisar los cambios en un requisito y estos ya fueron guardados y aprobados. El <i>software</i> marca en verde el identificador del requisito en la matriz de trazabilidad para indicar este requisito ya está correctamente actualizado. El ACT-02 entra a la matriz de trazabilidad y ve el requisito funcional en verde.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

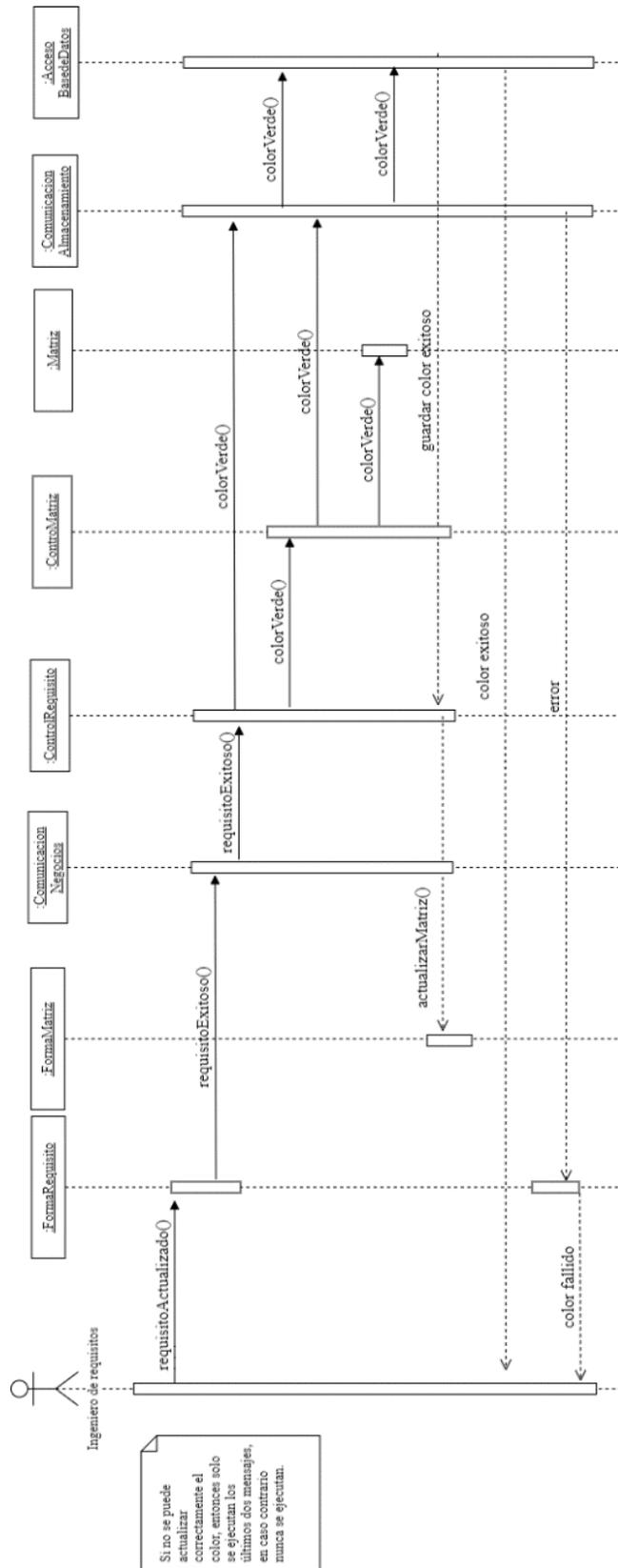


Figura 3.227. Diagrama de secuencia CU-62.

Diagrama de caso de uso

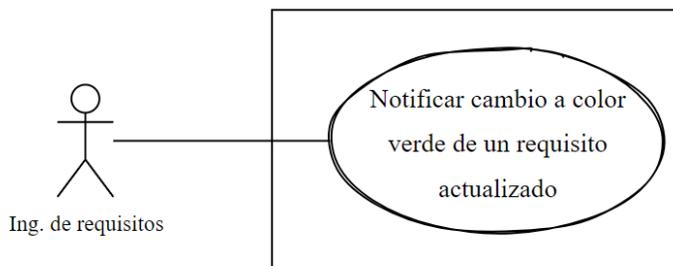


Figura 3.228. Diagrama de caso de uso CU-63.

Tabla 100. Caso de uso CU-63.

Descripción de caso de uso	
CU-63	Notificar cambio a color verde de un requisito actualizado.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos será notificado sobre un requisito funcional que haya completado con éxito por un mensaje en la pantalla.
Resumen	El ACT-02 puede ver que ha completado con éxito una actualización de un requisito funcional ya que el <i>software</i> le mostrará un mensaje explicando que el requisito fue marcado en verde lo que indica que la actualización de datos fue guardada y cuál es el siguiente paso que debe seguir para continuar con el proceso de actualización.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 está en un proceso de actualización y ha guardado correctamente los datos de un requisito funcional. El <i>software</i> marca en verde de requisito funcional y muestra un mensaje en pantalla con la explicación detallada del cambio de color. El ACT-02 da clic en "X" para cerrar el mensaje.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

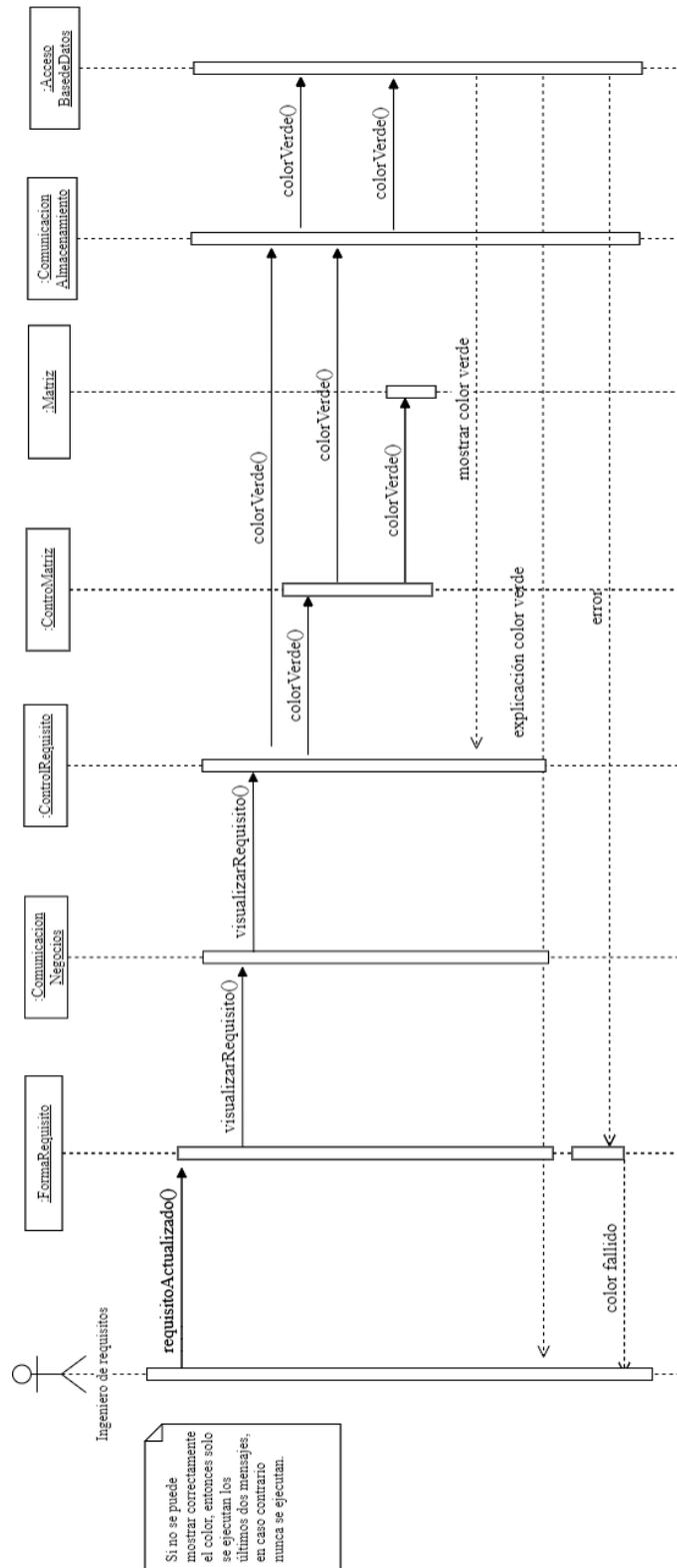


Figura 3.229. Diagrama de secuencia CU-63.

Diagrama de caso de uso

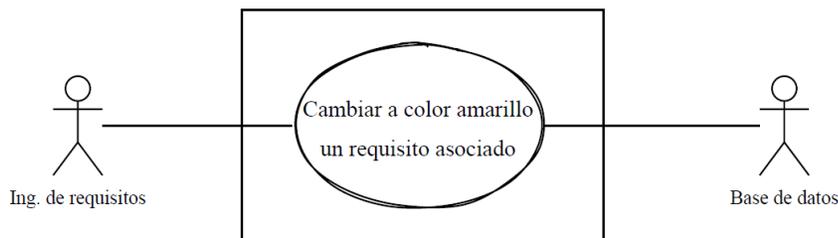


Figura 3.230. Diagrama de caso de uso CU-64.

Tabla 101. Caso de uso CU-64.

Descripción de caso de uso	
CU-64	Cambiar a color amarillo un requisito asociado.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver que un requisito funcional está asociado a un proceso de actualización y debe ser revisado ya que el <i>software</i> marca el requisito en amarillo en la matriz de trazabilidad.
Resumen	Cuando el ACT-02 está trabajando en un proceso de actualización los requisitos asociados al requisito base del este proceso son marcados en amarillo en la matriz de trazabilidad para que sea fácilmente identificable.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 ha iniciado un proceso de actualización. El <i>software</i> marca en amarillo el identificador de todo requisito asociado al requisito base del proceso de actualización en la matriz de trazabilidad para indicar que estos requisitos deben ser revisados y actualizados como parte del proceso. El ACT-02 entra a la matriz de trazabilidad y ve los requisitos funcionales en amarillo.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

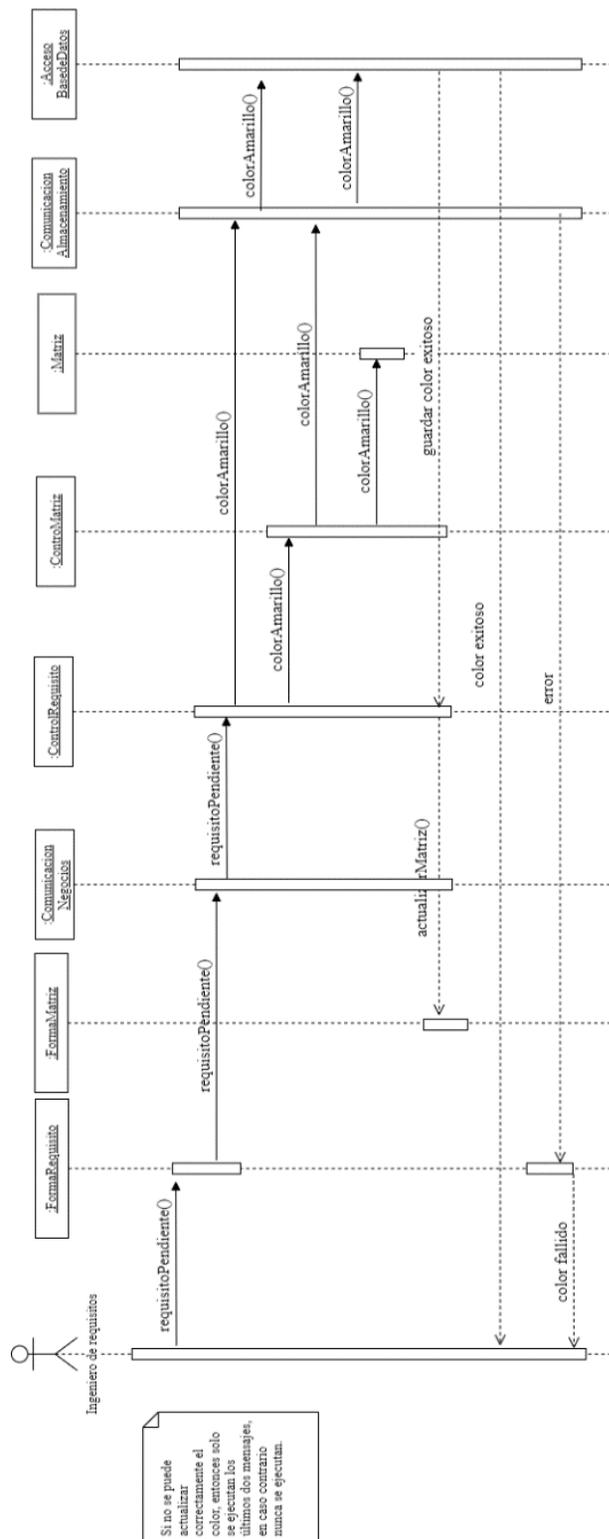


Figura 3.231. Diagrama de secuencia CU-64.

Diagrama de caso de uso

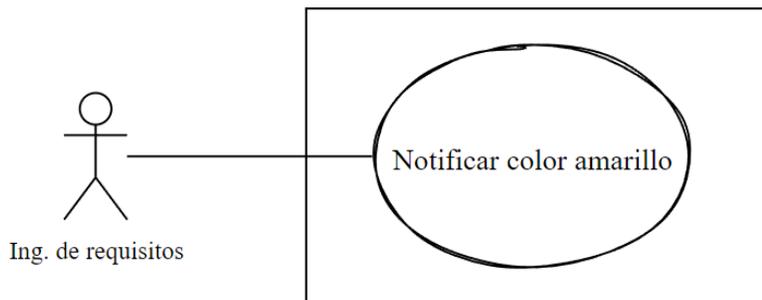


Figura 3.232. Diagrama de caso de uso CU-65.

Tabla 102. Caso de uso CU-65.

Descripción de caso de uso	
CU-65	Notificar cambio a color amarillo de un requisito asociado.
Versión	1.0, 02 de enero de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos puede ver las explicaciones de cómo funciona el proceso mientras éste esté activo mediante un mensaje pantalla.
Resumen	El ACT-02 puede ver la explicación de los requisitos marcados en color amarillo al presionar el icono de pregunta al lado de la matriz de trazabilidad.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. La matriz de trazabilidad debe estar creada. Debe existir un proceso de actualización activo.
Flujo principal	El ACT-02 inició un proceso de actualización y se encuentra en la pantalla de la matriz de trazabilidad, da <i>clik</i> en el signo de interrogación.
	El <i>software</i> muestra un mensaje en pantalla con la explicación detallada del proceso de actualización y la explicación de los colores.
	El ACT-02 da <i>clik</i> en "X" para cerrar el mensaje.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

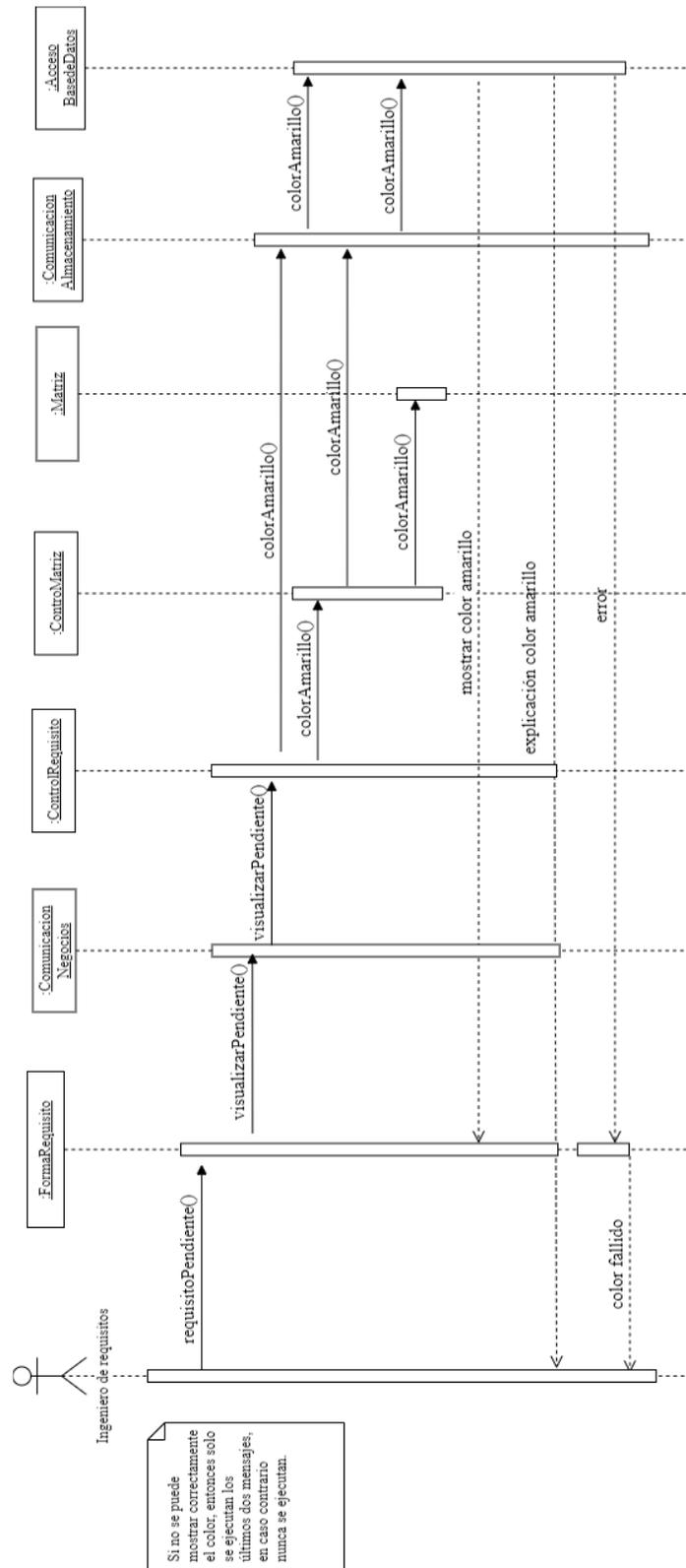


Figura 3.233. Diagrama de secuencia CU-65.

3.3.3. Implementación: tercer incremento

A continuación, se muestran las interfaces de la implementación de cada requisito detallado en la sección 3.3.1:

- RF-30: El *software* deberá permitir la creación de la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.234 y 3.235).
- RF-31: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.236).
- RF-32: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la visualización de la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.236).
- RF-33: El *software* deberá permitir al(la) líder de proyecto la visualización de la plantilla de un requisito de la lista de requisitos (ver Figura 3.237).
- RF-34: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla de un requisito de la lista de requisitos (ver Figura 3.237).
- RF-35: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista requisitos asociados a un requisito (ver Figura 3.238).
- RF-36: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la visualización de la lista requisitos asociados a un requisito (ver Figura 3.238).
- RF-37: El *software* deberá permitir el inicio de la actualización de un requisito (ver Figura 3.239).
- RF-38: El *software* deberá permitir la actualización de los datos de un requisito (ver Figura 3.240).
- RF-39: El *software* deberá permitir al(la) ingeniero(a) de requisitos visualizar en color rojo el requisito en actualización (ver Figura 3.241).
- RF-40: El *software* deberá permitir al(la) líder de proyecto visualizar en color rojo el requisito en actualización (ver Figura 3.241).
- RF-41: El *software* deberá permitir actualizar el requisito asociado (ver Figura 3.242).
- RF-48: El *software* deberá permitir el inicio de la eliminación de un requisito (ver Figura 3.243).
- RF-49: El *software* deberá permitir la revisión de los requisitos asociados a un requisito a eliminar (ver Figura 3.244).
- RF-50: El *software* deberá permitir eliminar requisitos asociados a un requisito (ver Figura 3.245).
- RF-53: El *software* deberá permitir eliminar un requisito (ver Figura 3.246).
- RF-54: El *software* deberá permitir la visualización en color amarillo de los requisitos asociados a un requisito que está en proceso de eliminación (ver Figura 3.247).
- RF-55: El *software* deberá permitir el rechazo a la actualización de un requisito asociado en amarillo (ver Figura 3.248).

- RF-56: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la visualización de un requisito desde la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.236 y 3.237).
- RF-57: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la visualización de un requisito desde la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.236 y 3.237).
- RF-58: El *software* deberá cambiar a color rojo un requisito en proceso de actualización (ver Figura 3.249).
- RF-59: El *software* deberá enviar una notificación al(a) ingeniero(a) de requisitos del cambio a color rojo de un requisito en proceso de actualización (ver Figura 3.250).
- RF-60: El *software* deberá cambiar a color rojo un requisito en proceso de eliminación (ver Figura 3.249).
- RF-61: El *software* deberá enviar una notificación al(a) ingeniero(a) de requisitos del cambio de color a rojo de un requisito cuando esté en proceso de eliminación (ver Figura 3.251).
- RF-62: El *software* deberá cambiar a color verde un requisito que fue actualizado correctamente (ver Figuras 3.252, 3.254 y 3.255).
- RF-63: El *software* deberá enviar una notificación al(a) ingeniero(a) de requisitos del cambio de color a verde de un requisito que fue actualizado correctamente (ver Figura 3.253).
- RF-64: Puesta del requisito en color amarillo en matriz de trazabilidad (ver Figuras 3.244 y 3.241).
- RF-65: El *software* deberá cambiar a color amarillo un requisito funcional asociado que está pendiente de actualización (ver Figura 3.256).

The screenshot shows the TRAZAREQ web application interface. At the top, there is a green header with the logo and the text "TRAZAREQ" on the left, and "Proyectos Metzli" on the right. Below the header, a green banner displays the message "La matriz fue creada con éxito". The main content area is divided into two sections. On the left, there is a teal box with the word "Proyecto" at the top, a clipboard icon with a checklist, and a gear icon. On the right, there is a form with the following fields: "Nombre:" with the value "Proyecto uno", "Lider de proyecto asignado:" with the value "Maria Juárez", "Descripción:" with the value "Proyecto de pruebas", "Fecha de creación:" with the value "2023-03-28", and "Estado:" with the value "Activo". To the right of the form, there is a grid of green buttons: "Actualizar", "Cambiar estado", "Eliminar proyecto", "Ver plantilla", "Subir requisitos", "Crear requisito", "Ver requisitos", and "Crear matriz".

Figura 3.234. Creación de la matriz de trazabilidad (RF-30).



Figura 3.235. Matriz de trazabilidad ya creada (RF-30).



Figura 3.236. Visualización de la matriz de trazabilidad (RF-31 y RF-32).



Figura 3.237. Visualización de la plantilla de requisito en la lista de requisitos (RF-33 y RF-34).

Referencias	Con otros requisitos: RF-02, RF -03, RF -04	Con casos de uso: CU-02, CU -03, CU -04
Fecha de creación:	2023-03-01	Último cambio: 2023-03-28
0		Actualizar

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.238. Visualización de la lista de requisitos asociados a un requisito (RF-35 y RF-36).

Último cambio:	2023-03-28
Actualizar	

Figura 3.239. Inicio de la actualización de un requisito (RF-37).

TRAZAREQ Proyectos Metztli

Requisitos del proyecto

Número del requisito:	RF-01	Nombre del requisito:	Alta de usuarios
Fuente del requisito:	María García, Directora de	Contacto:	lusa.andrea126@gmail.c
Prioridad del requisito:	Alta	Descripción: Requisito que permite el al	
Entrada:	Los siguientes datos del us		
Salida:	El usuario dado de alta en		
Proceso:	Para dar de alta a un usua		
Referencias	Con otros requisitos: RF-02, RF -03, RF -04	Con casos de uso:	CU-02, CU -03, CU -04

*Separe los requisitos asociados y casos de uso por una coma y un espacio. Ejemplo: RF-01, RF-02, RF-03.

Fecha de creación:	01/03/2023	Fecha de último cambio:	28/03/2023
--------------------	------------	-------------------------	------------

Actualizar Requisito

Figura 3.240. Actualización de los datos de un requisito (RF-38).

Activo

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	Fuente
RF-01	1.1	RF-02	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-03	1.0	RF-01	RF-02	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03	María García, Directora de biblioteca

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.241. Cambio a color rojo de un requisito en actualización y en amarillo sus requisitos asociados (RF-39, RF-40 y RF-64).

TRAZAREQ Proyectos Maria

Requisito actualizado con éxito



Proyecto

Nombre:
Proyecto uno

Lider de proyecto asignado:
María Juárez

Descripción:
Proyecto de pruebas

Fecha de creación:
2023-03-28

Estado:
Activo

Actualizar

Cambiar estado

Eliminar proyecto

Ver plantilla

Subir requisitos

Crear requisito

Ver requisitos

Crear matriz

Figura 3.242. Actualización de un requisito (RF-41).

» requisitos: RF-02, RF-03. Con casos de uso: CU-01

2022-11-17 Último cambio: 2022-11-18

Actualizar
Eliminar

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.243. Eliminación de un requisito (RF-48).

Referencias Con otros requisitos: RF-02, RF -03, RF -04 Con casos de uso: CU-02, CU -03, CU -04

Fecha de creación: 2023-03-01 Último cambio: 2023-03-28

0 Actualizar

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.244. Revisión de los requisitos asociados a un requisito en eliminación (RF-49).

i

Eliminación asociaciones

¿Está seguro que quiere eliminar este requisito?
Recuerde que debe actualizar los requisitos asociados
para evitar errores fatales.

Eliminar

Figura 3.245. Eliminación de los requisitos asociados a un requisito (RF-50).

i

Eliminación de requisito

¿Está seguro que quiere eliminar este requisito?
Recuerde que se borrará toda la información del requisito
y debe actualizar los requisitos asociados para evitar
errores fatales.

Eliminar

Figura 3.246. Eliminación de los datos de un requisito (RF-53).

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	Fuente
RF-01	1.2	RF-02	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-03	1.0	RF-01	RF-02	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03	María García, Directora de biblioteca

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.247. Visualización en color amarillo los requisitos asociados a un requisito a ser eliminado (RF-54).

Número del requisito:	RF-02	Nombre del requisito:	Modificar datos de usuario
Fuente del requisito:	María García, Directora de biblioteca	Contacto:	luisa.andrea126@gmail.com
Prioridad del requisito:	1		
Descripción:	<p>Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda editar los datos de los usuarios previamente registrados. La directora podrá editar los datos de los usuarios registrados ya sea porque los datos hayan sido dados de alta incorrectamente o por que que algún datos de los ya proporcionados ha cambiado.</p>		
Entrada:	<p>El usuario registrado en el sistema al que se desea modificar sus datos.</p> <p>Seleccionar el usuario al que se le van a modificar los datos. Se podrá editar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto. Podrá editar uno o más campos a la vez. Una vez que se hagan los cambios necesarios, la directora de la biblioteca deberá hacer clic en el botón aceptar, para guardar los cambios.</p>		
Referencias	Con otros requisitos:	RF-01, RF-03, RF -04	Con casos de uso:
			CU-01, CU-03, CU -04
Fecha de creación:	2023-03-28	Último cambio:	2023-03-28
2	Actualizar	Rechazar actualización	

Figura 3.248. Rechazo a la actualización de un requisito en color amarillo (RF-55).

Activo

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	Fuente
RF-01	1.1	RF-02	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-03	1.0	RF-01	RF-02	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03	María García, Directora de biblioteca

Universidad Tecnológica de la Mixteca
 Ingeniería en computación

Figura 3.249. Cambio a color rojo de un requisito en proceso de actualización (RF-58 y RF-60).

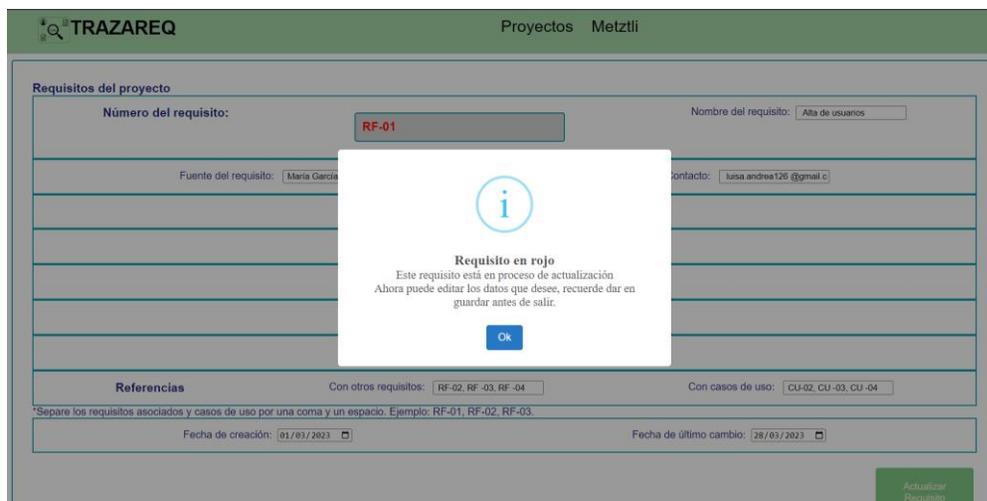


Figura 3.250. Notificación de cambio a color rojo de un requisito en proceso de actualización (RF-59).

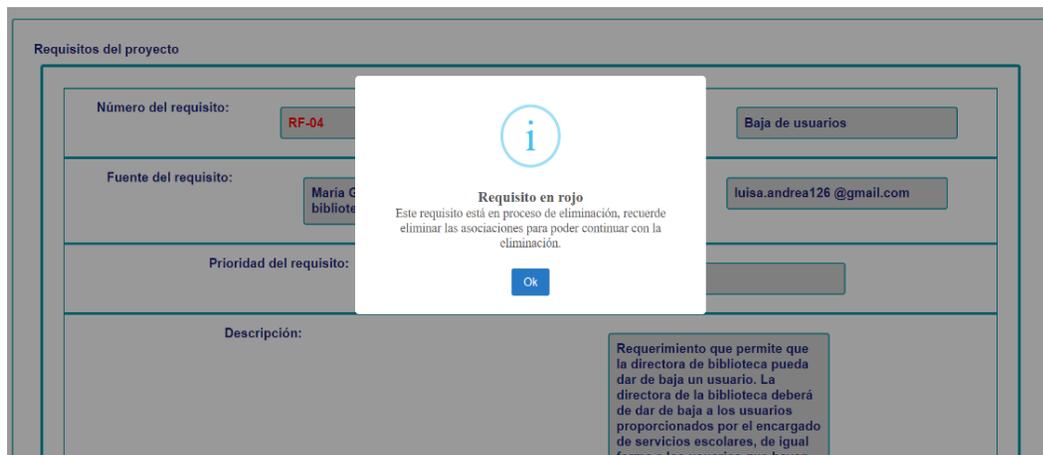


Figura 3.251. Notificación de cambio a color rojo de un requisito en eliminación (RF-61).

Fecha de creación: 2023-03-28
Estado: Activo

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	Fuente
RF-01	1.2	RF-02	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-03	1.0	RF-01	RF-02	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03	María García, Directora de biblioteca

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.252. Cambio a color verde de un requisito actualizado (RF-62).

TRAZAREQ Proyectos María

Requisitos del proyecto

Número del requisito: RF-03 Nombre del requisito: Consulta de datos de usuario

Fuente del requisito: María García, Directora de biblioteca Contacto: luisa.andrea126@gmail.com

Prioridad del requisito: Descripción: Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda consultar los usuarios registrados de tal forma que pueda visualizar los datos asociados con estos. La directora de la biblioteca al consultar a un usuario en específico podrá visualizar los siguientes datos : nombre de usuario, tipo de usuario.

Requisito en verde
Este requisito fue actualizado con éxito, por lo cual sus datos actualizados se han guardado correctamente, por favor continúe con la actualización hasta que todos estén en verde para poder concluir la actualización.

Ok

Figura 3.253. Notificación de cambio a color verde de un requisito actualizado (RF-63).

Número del requisito: RF-03 Nombre del requisito: Consulta de datos de usuario

Fuente del requisito: María García, Directora de biblioteca Contacto: luisa.andrea126@gmail.com

Prioridad del requisito: 1

Descripción: Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda consultar los usuarios registrados de tal forma que pueda visualizar los datos asociados con estos. La directora de la biblioteca al consultar a un usuario en específico podrá visualizar los siguientes datos : nombre de usuario, tipo de usuario.

Figura 3.254. Requisito en color verde.

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	Fuente
RF-01	1.2	RF-02	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-03	1.0	RF-01	RF-02	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03	María García, Directora de biblioteca

Terminar actualización

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.255. Todos los requisitos de la matriz de trazabilidad en verde.

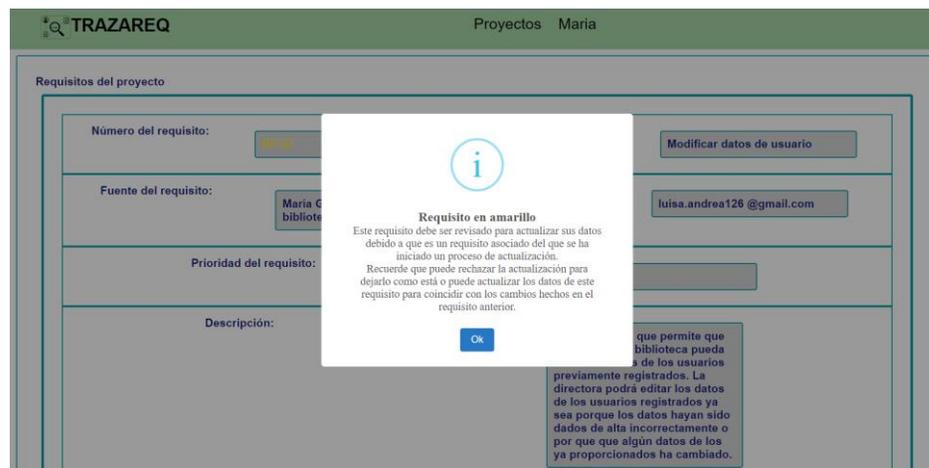


Figura 3.256. Notificación de cambio a color amarillo de un requisito asociado pendiente de actualización (RF-65).

3.3.4. Trazabilidad hacia requisitos asociados

Los requisitos más importantes del *software* TrazaReq y su característica más destacable es la capacidad de marcar con diferentes colores las etapas de actualización y eliminación de un requisito funcional, ya que en este proceso se aplica la trazabilidad hacia requisitos asociados para poder actualizar todos los requisitos que están relacionados entre sí de manera correcta.

Primero es necesario explicar cómo se crea la matriz de trazabilidad.

1. El *software* extrae de cada requisito sus requisitos asociados, al procesar la cadena de entrada dada en la plantilla de requisitos.
2. Guarda una dupla del requisito base y su requisito asociado
3. Para mostrar la matriz busca todas las duplas con el requisito base solicitado y extrae su requisito asociado para ponerlos en forma de lista e ir formando la matriz con cada fila de un requisito funcional.
4. Las duplas permiten etiquetar a cada requisito asociado con el color que le corresponde para poder ilustrar la trazabilidad.

Ahora bien, en el proceso de actualización, como se explicó en el punto anterior de esta tesis, se manejan tres colores que ilustran la aplicación de trazabilidad hacia requisitos asociados:

- **Rojo:** Requisito que está siendo actualizado (ver Figura 3.241).
- **Amarillo:** Requisito asociado que está pendiente de revisión y debe verificarse si es necesario actualizarlo para que su contenido sea congruente con el requisito en rojo que fue actualizado.
- **Verde:** Una vez que un requisito en color rojo es actualizado de manera correcta y sus datos fueron guardados, este cambia a color verde para indicar que fue revisado y actualizado.

En resumen, la trazabilidad hacia requisitos asociados se realiza a través del uso de estos tres colores, para que el(a) ingeniero(a) de requisitos se guíe y pueda actualizar de manera correcta un requisito. Ya que al cambiar datos de un requisito también deben actualizarse sus requisitos asociados, ya que los cambios realizados los afecta, es decir, si algún aspecto cambia en un requisito es muy probable que también sea necesario cambiarlo en sus requisitos asociados; de no realizar este procedimiento, puede haber un mal funcionamiento del sistema. Es importante mencionar que no es posible concluir el proceso de actualización de un requisito si no todos los demás requisitos están en color verde, ya que solo así se puede asegurar que todos fueron revisados y se realizaron los cambios necesarios.

Para aplicar todo este proceso, el *software* TrazaReq sigue el siguiente algoritmo:

1. Se inicia un proceso de actualización de un requisito (al que se llamará requisito base).
2. El *software* cambia a color rojo el requisito base en la matriz de trazabilidad, para indicar que está en proceso de actualización (ver Figura 3.240 y Figura 3.241)
3. El *software* cambia a color amarillo en la matriz de trazabilidad, todos los requisitos asociados al requisito base (ver Figura 3.247, 3.248 y 3.256).
4. Si un requisito está en color rojo, entonces el *software* permite ingresar al formulario de actualización de este requisito.
5. El *software* permite al usuario guardar las actualizaciones realizadas al requisito en color rojo y posteriormente lo cambia a color verde, para indicar que fue actualizado con éxito.
6. Una vez que un requisito esté en color verde no se puede volver a cambiar a color rojo para actualizar sus datos, hasta que concluya el proceso de actualización activo y pueda iniciarse un nuevo proceso.
7. El usuario puede ver el requisito en color verde en la matriz de trazabilidad (ver Figura 3.252 a Figura 3.254).
8. El usuario selecciona uno de los requisitos asociados marcados en color amarillo.
9. El *software* muestra las dos acciones disponibles para un requisito en color amarillo:
 - a. Actualizarlo (i.e., este cambia a color rojo y se realizan los pasos 4 a 8).
 - b. Rechazar la actualización, entonces el requisito cambia a color verde directamente ya que sus datos no fueron modificados.
10. El usuario sigue realizando los pasos del 9 al 10 con todos los requisitos asociados (en color amarillo), hasta que finalmente todos se encuentren en color verde (ver Figura 3.255).
11. Cuando todos los requisitos estén en color verde, se puede afirmar que se completó la trazabilidad hacia requisitos asociados.
12. El usuario concluye el proceso de actualización, y todos los requisitos vuelven a cambiar a color negro.

Finalmente, cuando se trata de una eliminación, el proceso es similar, solo cambian los pasos iniciales, ya que el requisito que se cambia a color rojo por primera vez es el requisito que se desea eliminar. El algoritmo de eliminación es el siguiente:

1. Se inicia un proceso de eliminación de un requisito (requisito base).
2. El *software* cambia a color rojo al requisito base (ver Figura 3.249 y Figura 3.251)
3. El *software* muestra una notificación de las asociaciones de este requisito con otros requisitos.
4. El usuario decide eliminar las asociaciones
5. El usuario elimina el requisito
6. El *software* elimina los datos del requisito y cambia a color amarillo los requisitos que estuvieron asociados a este requisito.
7. El usuario selecciona uno de los requisitos en color amarillo.
8. El *software* muestra las dos acciones disponibles para un requisito en color amarillo:
 - a. Actualizarlo (i.e., este cambia a color rojo y se realizan el proceso de actualización descrito anteriormente).
 - b. Rechazar la actualización, entonces el requisito pasa a color verde directamente ya que sus datos no fueron modificados.
9. El usuario sigue realizando los pasos del 9 al 10 en todos los requisitos en color amarillo hasta que finalmente todos estos requisitos queden en color verde (ver Figura 3.255).
10. Si todos los requisitos están en color verde entonces se puede afirmar que se completó la trazabilidad hacia requisitos asociados.
11. El usuario puede concluir el proceso de eliminación, y todos los requisitos vuelven a estar en color negro.

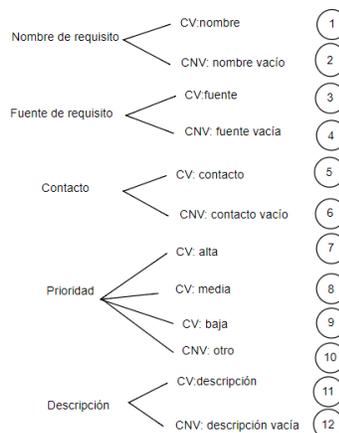
La realización de la trazabilidad mediante los cambios de colores en la matriz de trazabilidad hace visualmente sencillo seguir un proceso de actualización y asegurar que todos los requisitos asociados sean revisados para evitar problemas de desarrollo en etapas posteriores.

3.3.5. Validación: tercer incremento

Para la validación de los requisitos fue necesario modelar casos de prueba a través del método clases de equivalencia. Esta técnica permite crear entradas de prueba para los requisitos que necesitan datos de entrada, por lo cual el requisito validado por este método fue: actualización de requisito. Las pruebas con clases de equivalencia se muestran a continuación.

- **RF-38 Actualización de requisito**

Las clases de equivalencia obtenidas se pueden apreciar en la Figura 3.257.



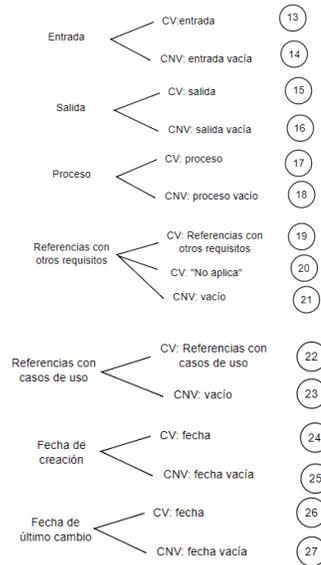


Figura 3.257. Clases de equivalencia correspondientes al RF-38.

Los datos de prueba que serán utilizados se describen en la Tabla 103.

Tabla 103. Datos de prueba correspondientes al RF-38.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que, al ingresar un nombre de requisito, este es una entrada válida.	Nombre: Crear usuario
2	Probar que, al no ingresar ningún nombre de requisito, este es una entrada no válida.	Nombre: -
3	Probar que, al ingresar una fuente de requisito, este es una entrada válida.	Fuente: María García
4	Probar que, al no ingresar ninguna fuente de requisito, este es una entrada no válida.	Fuente: -
5	Probar que, al ingresar un contacto de fuente de requisito, este es una entrada válida.	Contacto: luisa.andrea126@gmail.com
6	Probar que, al no ingresar ningún contacto de fuente de requisito, este es una entrada no válida.	Contacto: -
7	Probar que, al seleccionar alta en la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada válida.	Prioridad: Alta
8	Probar que, al seleccionar media en la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada válida.	Prioridad: Media
9	Probar que, al seleccionar baja en la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada válida.	Prioridad: Baja
10	Probar que, al no seleccionar la prioridad del requisito, esta debe ser una entrada no válida.	Prioridad: -
11	Probar que, al ingresar una descripción, esta es una entrada válida.	Descripción: Requisito que permite el alta de los usuarios
12	Probar que, al no ingresar ninguna descripción, esta es una entrada no válida.	Descripción: -
13	Probar que, al ingresar una entrada, esta es una entrada válida.	Entrada: Datos de entrada
14	Probar que, al no ingresar ninguna entrada, esta es una entrada no válida.	Entrada: -
15	Probar que, al ingresar una salida, esta es una entrada válida.	Salida: Registro de usuario
16	Probar que, al no ingresar ninguna salida, esta es una entrada no válida.	Salida: -
17	Probar que, al ingresar un proceso, este es una entrada válida.	Proceso: No especificado

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
18	Probar que, al no ingresar ningún proceso, este es una entrada no válida.	Proceso: -
19	Probar que, al ingresar referencias con requisitos, esta es una entrada válida.	Referencias: RF-02, RF-03, RF-04
20	Probar que al ingresar “No aplica, esta es una entrada válida.	Referencias: No aplica
21	Probar que, al no ingresar ninguna referencia con otros requisitos, esta es una entrada no válida.	Referencias: -
22	Probar que, al ingresar referencias con casos de uso, esta es una entrada válida.	Referencias: CU-02, CU-03, CU-04
23	Probar que, al no ingresar ninguna referencia con otros casos de uso, esta es una entrada no válida.	Referencias: -
24	Probar que, al ingresar una fecha, esta es una entrada válida.	Fecha: 20/12/2022
25	Probar que, al no ingresar ninguna fecha, esta es una entrada no válida.	Fecha: -
26	Probar que, al ingresar una fecha, esta es una entrada válida.	Fecha: 25/12/2022
27	Probar que, al no ingresar ninguna fecha, esta es una entrada no válida.	Fecha: -

Clase	Clases válidas														Clases no válidas												
	1	3	5	7	8	9	11	13	15	17	19	20	22	24	26	2	4	6	10	12	14	16	18	21	23	25	27
G1	X			X			X																				
G2		X			X			X		X			X														
G3									X	X					X												
G4												X															
G5			X			X							X														
G6		X														X											
G7	X		X			X		X									X										
G8				X													X										
G9										X								X									
G10						X													X								
G11							X													X							
G12			X					X				X									X						
G13									X					X								X					
G14					X					X													X				
G15											X				X									X			
G16							X																		X		
G17								X					X														X

Figura 3.258. Casos de prueba generados para el RF-38.

Los casos de prueba están definidos por la Figura 3.258, las entradas y salidas se describen detalladamente en la Tabla 104.

Tabla 104. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-38.

No.	Clase	Entradas											Salida					
		Nombre	Fuente	Contacto	Prioridad	Descripción	Entrada	Salida	Proceso	Referencias a requisitos asociados	Referencias a casos de uso	Fecha de creación		Fecha de último cambio				
1	1,7,11	Crear usuario			Alta	Requisito que permite el alta de los usuarios												Datos correctos

No.	Clase	Entradas										Salida		
		Nombre	Fuente	Contacto	Prioridad	Descripción	Entrada	Salida	Proceso	Referencias a requisitos asociados	Referencias a casos de uso		Fecha de creación	Fecha de último cambio
2	3,8,13,19,24		María García		Media		Datos de entrada				RF-02, RF-03, RF-04		20/12/2022	Datos correctos
3	15,17,26							Registro de usuario	No especificado				25/12/2022	Datos correctos
4	20									No aplica				Datos correctos
5	5,9,22			luisa.andreal26@gmail.com	Baja						CU-02, CU-03, CU-04			Datos correctos
6	2,3	-	María García											Nombre incorrecto
7	1,4,5,9,13	Crear usuario	-	luisa.andreal26@gmail.com	Baja		Datos de entrada							Fuente incorrecta
8	6,7			-	alta									Contacto incorrecto
9	10,17				-				No especificado					Prioridad incorrecta
10	9,12				baja									Descripción incorrecta

No.	Clase	Entradas											Salida			
		Nombre	Fuente	Contacto	Prioridad	Descripción	Entrada	Salida	Proceso	Referencias a requisitos asociados	Referencias a casos de uso	Fecha de creación		Fecha de último cambio		
11	11,14					Requisito que permite el alta de los usuarios	-									Entrada incorrecta
12	5,13,16,22			luisa.andreal26@gmail.com			Datos de entrada	-					CU-02, CU-03, CU-04			Salida incorrecta
13	15,18,24							Registro de usuario	-					20/12/2022		Proceso incorrecto
14	8,17,21				Media				No especificado							Referencias incorrectas
15	19,23,26									RF-02, RF-03, RF-04			-		25/12/2022	Referencias incorrectas
16	11,25					Requisito que permite el alta de los usuarios								-		Fecha incorrecta
17	13,22,27						Datos de entrada						CU-02, CU-03, CU-04		-	Fecha incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba originados en el análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 105.

Tabla 105. Fallos detectados correspondientes al RF-38.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	1	Las fechas no se cargan correctamente desde la base de datos por lo que para completar la prueba se tienen que poner las fechas nuevamente ya que los campos están vacíos.
2	2	El <i>software</i> no actualiza la matriz de trazabilidad con las nuevas referencias
3	4	El <i>software</i> no actualiza la matriz de trazabilidad con el campo de referencias vacío

3.3.6. Mantenimiento: tercer incremento

El mantenimiento del tercer incremento se realizó al corregir los fallos detectados en las pruebas surgidas por las clases de equivalencia y que se encuentran detallados en la Tabla 105. Los fallos principales se encuentran en la extracción de información de la base de datos, ya que las fechas no son mostradas en el formulario de actualización correctamente, y los fallos más importantes se presentan en la matriz de trazabilidad ya que no actualiza las nuevas referencias a requisitos asociados. Sin embargo, ambos errores fueron abordados para su correcto funcionamiento.

Adicionalmente, al concluir el tercer incremento se descubrieron tres requisitos adicionales que pertenecen al módulo del segundo incremento, requisito RF-46 (ver Figuras 3.259 a 3.263 y Tabla 106), requisito RF-47 (ver Figuras 3.264 a 3.268 y Tabla 107) y requisito RF-66 (ver Figuras 3.269 a 3.273 y Tabla 108), por lo cual fueron implementados en esta etapa del desarrollo. Finalmente, la implementación del requisito RF-42 no se llevó a cabo ya que no encajaba en el proceso de actualización ni eliminación, por lo que fue descartado de los requisitos.

Requisitos adicionales correspondientes al segundo incremento

Los requisitos adicionales al primer incremento relacionados con la gestión de usuarios y sus privilegios son los siguientes:

- RF-46: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto la descarga en PDF de la lista de requisitos (ver Figuras 3.259 a 3.263 y Tabla 106).
- RF-47: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos, la descarga en PDF de la lista de requisitos (ver Figuras 3.264 a 3.268 y Tabla 107).
- RF-66: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto ver la lista de todos los proyectos asociados a un(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figuras 3.269 a 3.273 y Tabla 108).

Requisito funcional RF-46

Requisito: RF-46 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-46

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la descarga, en su cuenta, de todos los requisitos funcionales en formato de texto para su exportación en formato PDF.

Razón de existencia: El(a) líder de proyecto podrá descargar la lista de todos los requisitos funcionales en formato de texto para poder exportarlo PDF.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Requisitos asociados: RF-01, RF-03, RF-13, RF-17, RF-18, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-29, RF-33, RF-36, RF-40, RF-56.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.259. Requisito RF-46.

Diagrama de comunicación

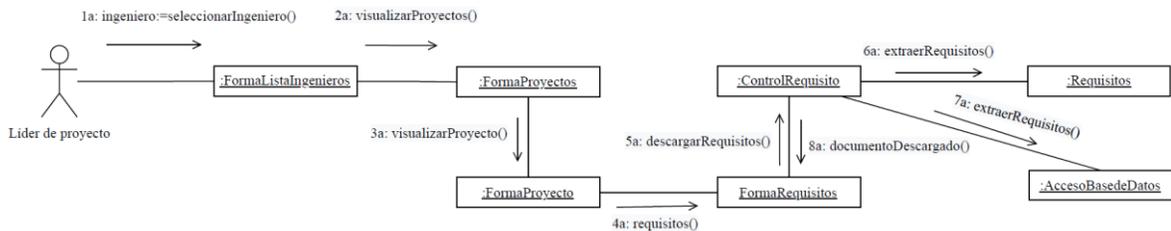


Figura 3.260. Diagrama de comunicación del líder de proyecto.

Diagrama de caso de uso

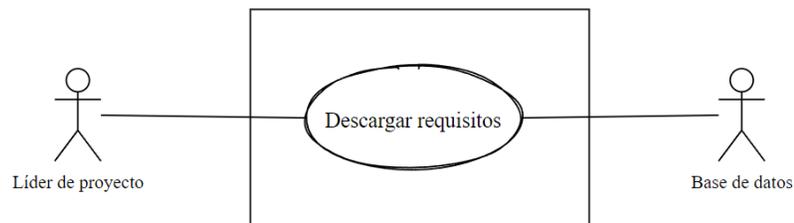


Figura 3.261. Diagrama de caso de uso CU-46.

Tabla 106. Caso de uso CU-46.

Descripción de caso de uso	
CU-46	Descargar requisitos.
Versión	1.0, 02 de enero 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá descargar la lista de requisitos funcionales en formato PDF.
Resumen	El ACT-01 puede descargar la lista de requisitos funcionales de un proyecto en formato PDF.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-01 está en la pantalla que muestra la lista de requisitos funcionales y presiona “Descargar requisitos” El <i>software</i> crea un archivo PDF con la lista de requisitos funcionales.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

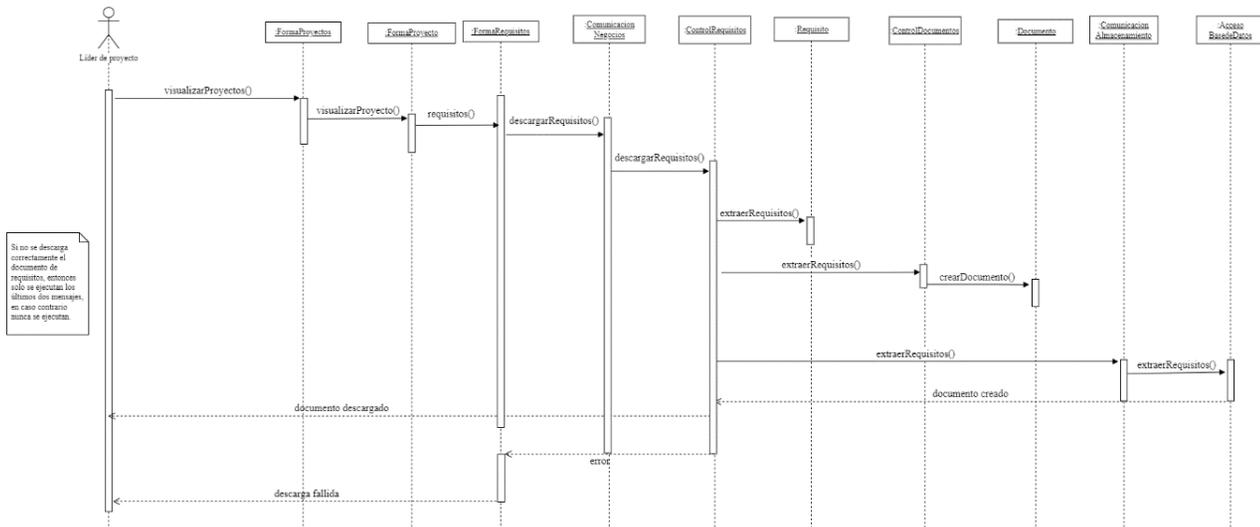


Figura 3.262. Diagrama de secuencia CU-46.

La interfaz de implementación se muestra en la figura 3.263.

Figura 3.263. Descargar requisitos (RF-46).

Requisito funcional RF-47

Requisito: RF-47

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-47

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la descarga de todos los requisitos funcionales en formato de texto para su exportación en formato PDF.

Razón de existencia: Lo(a)s ingenieros(a) de requisitos podrán descargar la lista de todos los requisitos funcionales en formato de documento de texto para poder exportarlo.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.264. Requisito RF-47.

Diagrama de secuencia

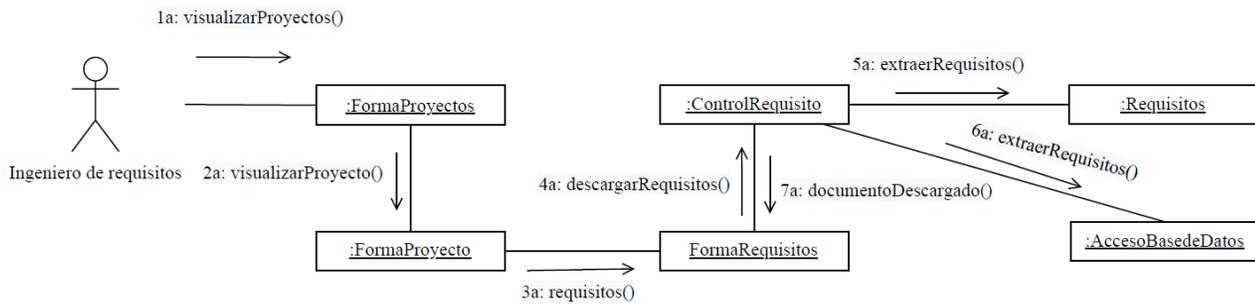


Figura 3.265. Diagrama de comunicación CU-47.

Diagrama de caso de uso

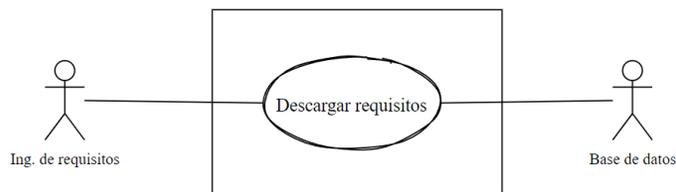


Figura 3.266. Diagrama de caso de uso CU-47.

Tabla 107. Caso de uso CU-47.

Descripción de caso de uso	
CU-47	Descargar requisitos.
Versión	1.0, 02 de enero 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá descargar la lista de requisitos funcionales en formato PDF.
Resumen	El ACT-02 puede descargar la lista de requisitos funcionales de un proyecto en formato PDF.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-02 está en la pantalla que muestra la lista de requisitos funcionales y presiona “Descargar requisitos” El <i>software</i> crea un archivo PDF con la lista de requisitos funcionales.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

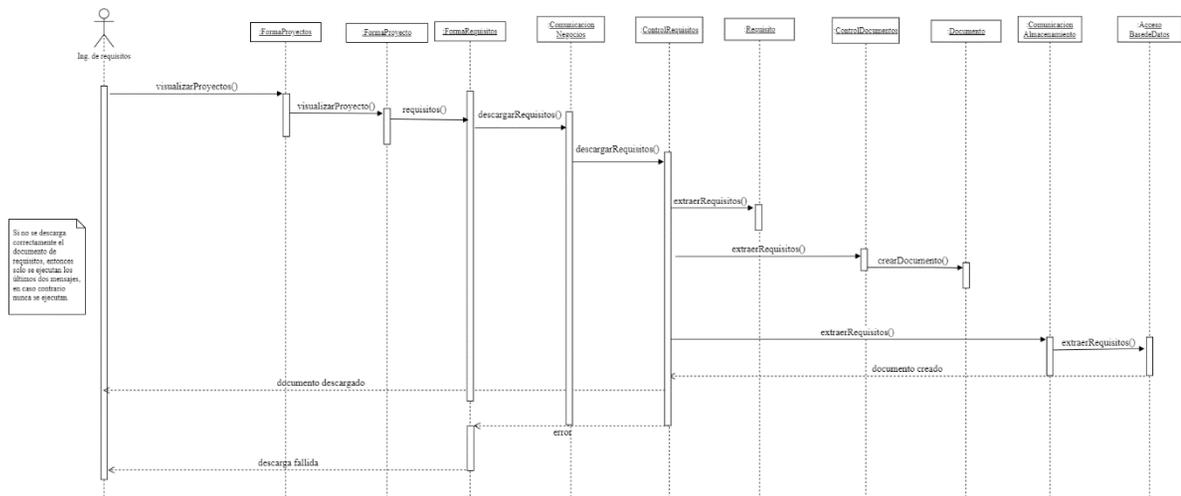


Figura 3.267. Diagrama de secuencia CU-47.

La interfaz de implementación se muestra en la figura 3.268.

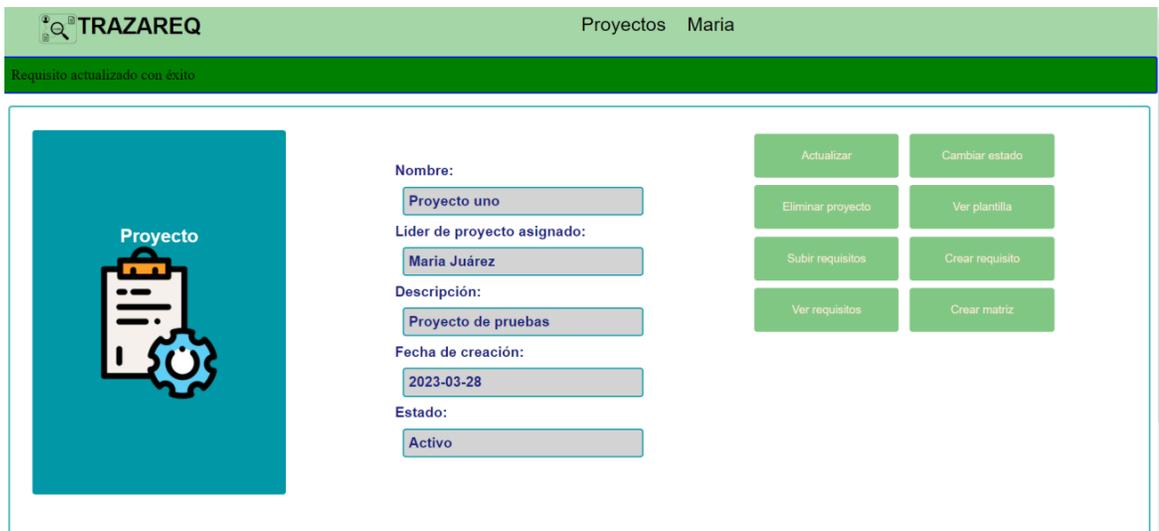


Figura 3.268. Descargar requisitos (RF-47).

Requisito funcional RF-66

Requisito: RF-66

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-66

Descripción: El *software* deberá mostrar al usuario con cuenta de líder de proyecto una lista de todos los proyectos registrados asociados a las cuentas de ingeniero(a) de requisitos.

Razón de existencia: Un(a) líder de proyecto debe poder ver la lista de todos los proyectos creados en el *software* junto con el identificador de la cuenta del(a) ingeniero(a) de requisitos que lo creó.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

03 de noviembre 2022, Empresa A, Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.269. Requisito RF-66.

Diagrama de secuencia

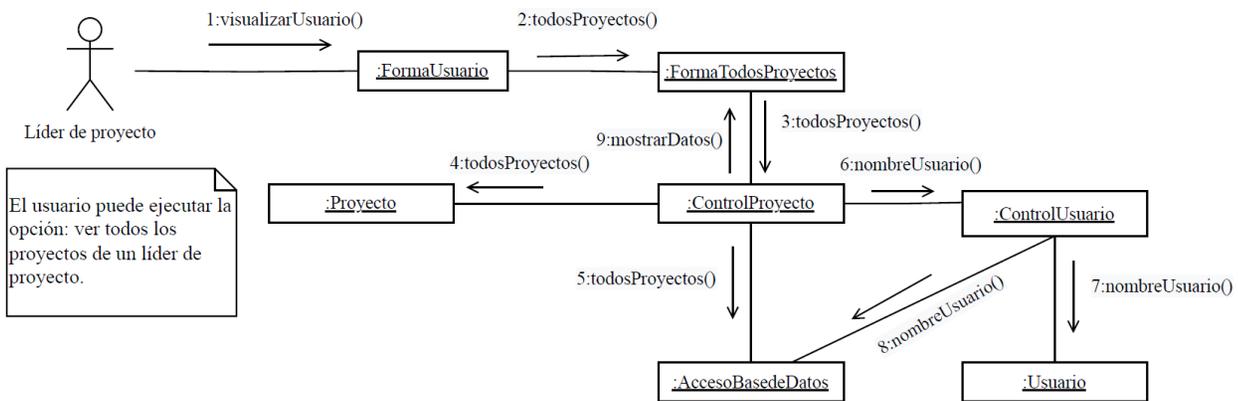


Figura 3.270. Diagrama de comunicación CU-66.

Diagrama de caso de uso

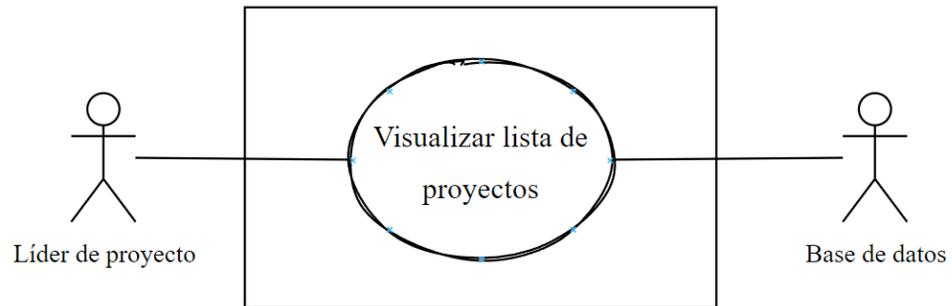


Figura 3.271. Diagrama de caso de uso CU-66.

Tabla 108. Caso de uso CU-66.

Descripción de caso de uso	
CU-66	Visualizar lista de proyectos.
Versión	1.0, 05 de diciembre del 2022.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto puede ver la lista de los todos los a su cargo.
Resumen	El ACT-01 puede ver todos los proyectos de los que él haya estado a cargo.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-01 está en la pantalla principal con la lista de ingenieros(as) de requisitos y presiona el botón “Ver todos los proyectos”.
	El <i>software</i> muestra una lista con la información básica de todos los proyectos: Nombre, fecha, encargado.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

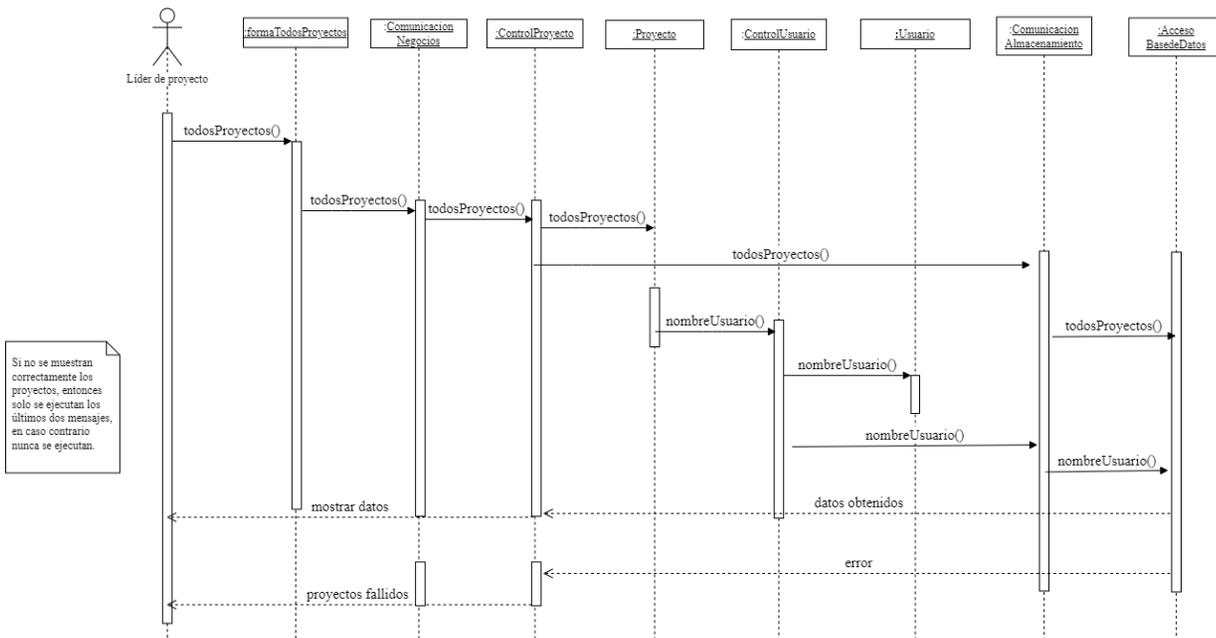


Figura 3.272. Diagrama de secuencia CU-66.

La interfaz de implementación se muestra en la figura 3.273.



Figura 3.273. Lista de todos los proyectos (RF-66)

3.4. Realización de la trazabilidad hacia atrás

Cuando un(a) ingeniera(o) de requisitos inicia una actualización o eliminación de un requisito, TrazaReq debe notificar dichos movimientos a los *stakeholders* involucrados en el requisito, con el objetivo de que éstos revisen los cambios y si están de acuerdo, concluir la actualización. Así se está asegurando la trazabilidad hacia atrás.

Este cuarto incremento abarca los requisitos correspondientes a la ejecución de la trazabilidad hacia atrás:

- RF-43: Notificar a los *stakeholders*, a través de correo electrónico, sobre las actualizaciones a los requisitos (ver Figura 3.274).
- RF-44: Mostrar las respuestas de los *stakeholders* a las actualizaciones a los requisitos (ver Figura 3.275).
- RF-45: Mostrar el resumen de las actualizaciones a los requisitos (ver Figura 3.276).
- RF-51: Notificar a los *stakeholders*, a través de un correo electrónico, sobre las eliminaciones de requisitos (ver Figura 3.277).
- RF-52: Mostrar las respuestas de los *stakeholders* a las eliminaciones de requisitos (ver Figura 3.278).
- RF-67: Registrar las respuestas de los *stakeholders* a las actualizaciones a los requisitos (ver Figura 3.279).
- RF-68: Registrar las respuestas de los *stakeholders* a las eliminaciones de los requisitos (ver Figura 3.280).

3.4.1. Análisis y definición de requisitos: cuarto incremento

A continuación, se muestran las tarjetas para cada uno de los siete requisitos correspondientes a la realización de la trazabilidad hacia atrás (ver Figuras 3.274 a 3.280):

Requisito: RF-43 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-43

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos el envío de un correo electrónico para notificarles a los *stakeholders* involucrados la actualización de un requisito funcional.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá notificar, por correo electrónico, a los *stakeholders* involucrados sobre las actualizaciones que se han hecho a los requisitos asociados a ello(a)s, para que las revisen y así aplicar la trazabilidad hacia atrás.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.274. Requisito RF-43.

Requisito: RF-44 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-44

Descripción: El *software* deberá mostrar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos las respuestas de los *stakeholders* involucrados en los procesos de actualización de un requisito funcional.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver los comentarios enviados por los *stakeholders* involucrados en las actualizaciones de los requisitos funcionales.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-43, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.275. Requisito RF-44.

Requisito: RF-45 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-45

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos el envío de un resumen a los *stakeholders* involucrados sobre la actualización de un requisito funcional que fue concluida con éxito.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá enviar a los *stakeholders* involucrados el resumen de la actualización que se realizó a un requisito funcional, para que éstos puedan saber qué cambios se realizaron y así, aplicar la trazabilidad hacia atrás.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-43, RF-44, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.276. Requisito RF-45.

Requisito: RF-51 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-51

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que envíe una notificación, mediante correo electrónico, a los *stakeholders* asociados a un requisito que se quiere eliminar.

Razón de existencia: Para eliminar un requisito funcional se debe notificar a los *stakeholders* asociados para que estos lo aprueben.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.277. Requisito RF-51.

Requisito: RF-52 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-52

Descripción: El *software* deberá mostrar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos las respuestas de los *stakeholders* involucrados en la eliminación de un requisito funcional.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver los comentarios que fueron enviados por los *stakeholders* involucrados en la eliminación del requisito funcional.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

 17 de octubre 2022, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.278. Requisito RF-52.

Requisito: RF-67 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-67

Descripción: El *software* deberá permitir a los *stakeholders* asociados a un requisito funcional, registrar su respuesta a una notificación de actualización de dicho requisito.

Razón de existencia: Un(a) *stakeholder* podrá registrar una respuesta dentro del *software* cuando reciba un correo de notificación con la información de la actualización de un requisito funcional.

Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018),

 03 de noviembre 2022, Empresa A. Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.279. Requisito RF-67.

Requisito: RF-68	Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)
Caso de uso: CU-68	
Descripción: El <i>software</i> deberá permitir a los <i>stakeholders</i> asociados a un requisito funcional, registrar una respuesta a una notificación de eliminación de dicho requisito.	
Razón de existencia: Un(a) <i>stakeholder</i> podrá registrar una respuesta dentro del <i>software</i> cuando reciba un correo de notificación con la información de la eliminación de un requisito funcional.	
Origen: Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).	
Criterio de ajuste:	
Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62.	
Conflictos:	
Material de apoyo:	
Historia:	03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), 03 de noviembre 2022, Empresa A. Dahlstedt y Persson (2005), Cleland-Huang (2006), Sommerville (2017), Pandey et al. (2018), Estándar ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Deshpande (2019), Al-adwan y Aladwan (2020).

Figura 3.280. Requisito RF-68.

3.4.2. Diseño: cuarto incremento

A continuación, se muestra el diagrama de casos de uso con sus respectivos diagramas de comunicación y diagrama de clases para cada uno de los requisitos descritos en el punto 3.4.1. Es importante mencionar que cada requisito es modelado en un caso de uso individual que incluye su diagrama de secuencia correspondiente.

La Tabla 109 y Tabla 110 muestran la información de los actores que participan en los casos de uso, el ACT-02 representa al ingeniero(a) de requisitos, el cual participa en los casos de uso relacionados a la gestión de las notificaciones a *stakeholders* y el ACT-03 representa *stakeholder*, el cual participa en los casos de uso relacionados al registro de respuestas.

Tabla 109. Tabla de actor ACT-02 en el cuarto incremento.

Actor	ACT-02: Ingeniero(a) de requisitos
Casos de uso	CU-43, CU-44, CU-45, CU-51, CU-52.
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al ingeniero(a) de requisitos.

Tabla 110. Tabla de actor ACT-03 en el cuarto incremento.

Actor	ACT-03: <i>Stakeholder</i>
Casos de uso	CU-67, CU-68
Tipo	Primario
Descripción	Este actor representa al <i>stakeholder</i>

Diagrama de incremento

La Figura 3.281 muestra la interacción de los actores con los casos de uso del cuarto incremento.

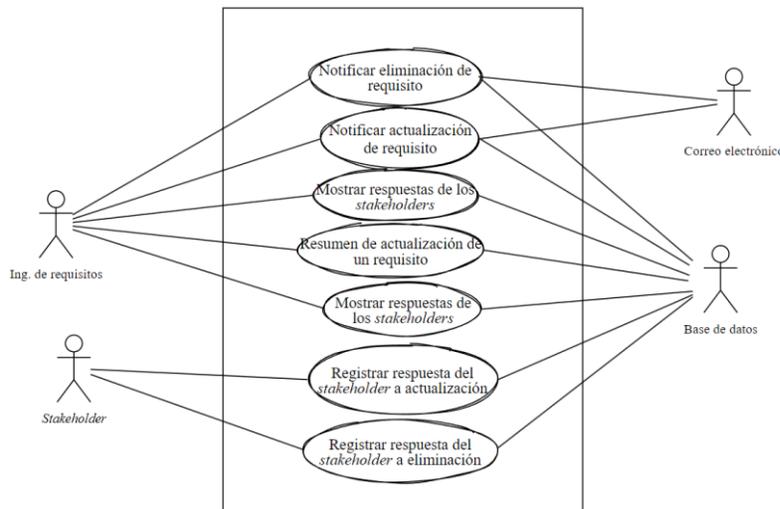


Figura 3.281. Diagrama de casos de uso del cuarto incremento.

Diagramas de comunicación

Los diagramas de comunicación son diseñados por cada actor participante en los casos de uso. La Figura 3.282 muestra las acciones *stakeholder* mientras que la Figura 3.283 muestra las acciones del(a) ingeniero(a) de requisitos.

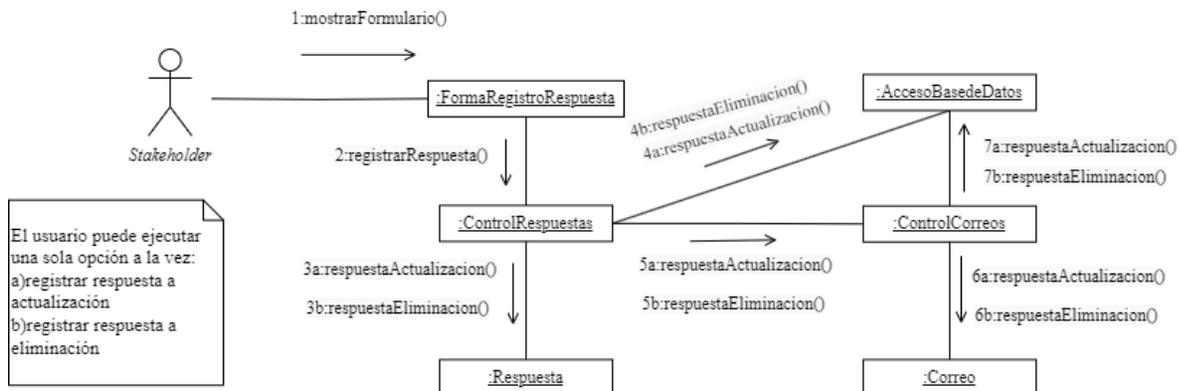


Figura 3.282. Diagrama de comunicación del *stakeholder* en el cuarto incremento.

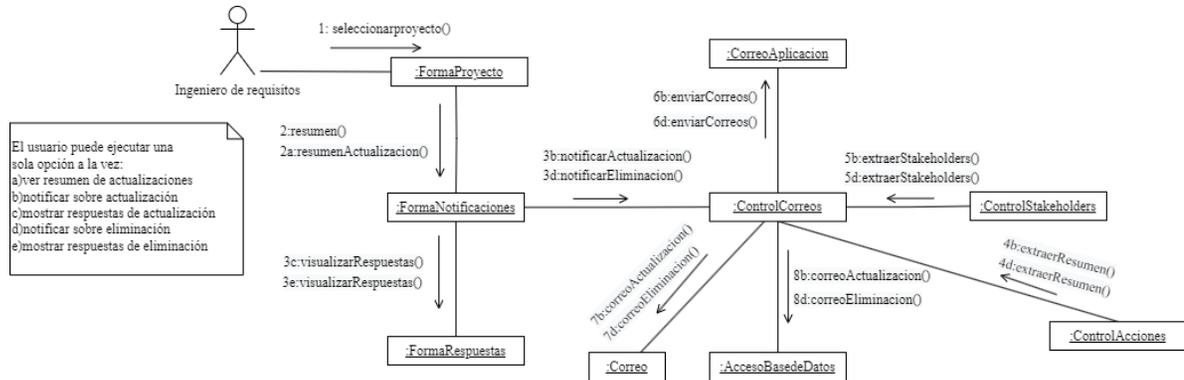


Figura 3.283. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos en el cuarto incremento.

Diagrama de clases

El diagrama de clases (ver Figura 3.284) ilustra a todas las clases y objetos participantes en las acciones del cuarto incremento correspondientes a la realización de la trazabilidad hacia atrás.

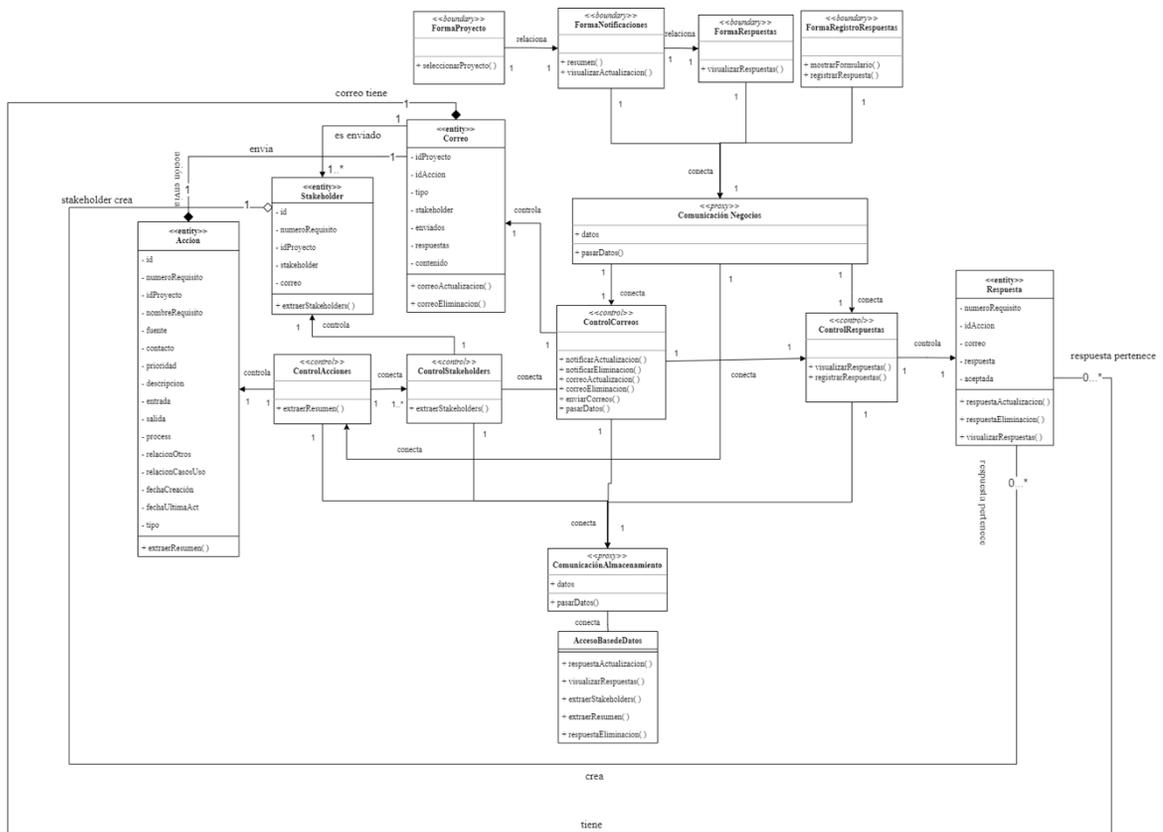


Figura 3.284. Diagrama de clases del cuarto incremento.

Casos de uso

Los casos de uso de cada requisito individual están conformados por el diagrama del caso de uso (ver Figuras 3.285, 3.287, 3.289, 3.291, 3.293, 3.295 y 3.297), la descripción del caso de uso (ver Tablas 111 a 117) y su diagrama de secuencia correspondiente (ver Figuras 3.286, 3.288, 3.290, 3.292, 3.294, 3.296 y 3.298). A continuación, se muestran los siete casos de uso correspondientes al cuarto incremento.

Diagrama de caso de uso

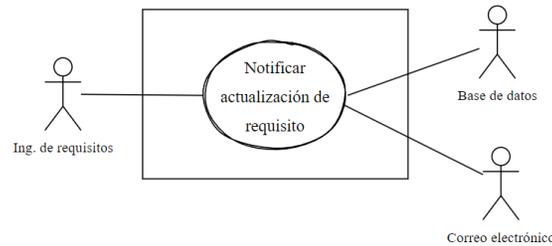


Figura 3.285. Diagrama de caso de uso CU-43.

Tabla 111. Caso de uso CU-43

Descripción de caso de uso	
CU-43	Notificar actualización de requisito.
Versión	1.0, 02 de enero 2022.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá enviar, a los <i>stakeholders</i> , un correo con las actualizaciones que se les han realizado a los requisitos funcionales durante el proceso de actualización.
Resumen	El ACT-02 puede mandar un correo electrónico, a los <i>stakeholders</i> involucrados en un requisito funcional, con el resumen del proceso de actualización que ha llevado ese requisito funcional.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-02 termina la actualización de un requisito funcional y sus requisitos asociados. El <i>software</i> muestra una opción de “Guardar resumen de actualizaciones”. El ACT-02 da <i>click</i> en “Guardar resumen de actualizaciones”. El ACT-02 ingresa a la pantalla de notificaciones y selecciona el resumen de actualizaciones que se muestra en la lista de notificaciones. El ACT-02 da <i>click</i> en “Enviar correos a <i>stakeholders</i> ”. El <i>software</i> envía un correo a los <i>stakeholders</i> con el archivo adjunto del resumen de actualizaciones.
Subflujos	No aplica.

Descripción de caso de uso	
Excepciones	No aplica.
Postcondición	El correo electrónico se manda a los <i>stakeholders</i> y en la pantalla de notificaciones se muestra un resumen de este.

Diagrama de secuencia:

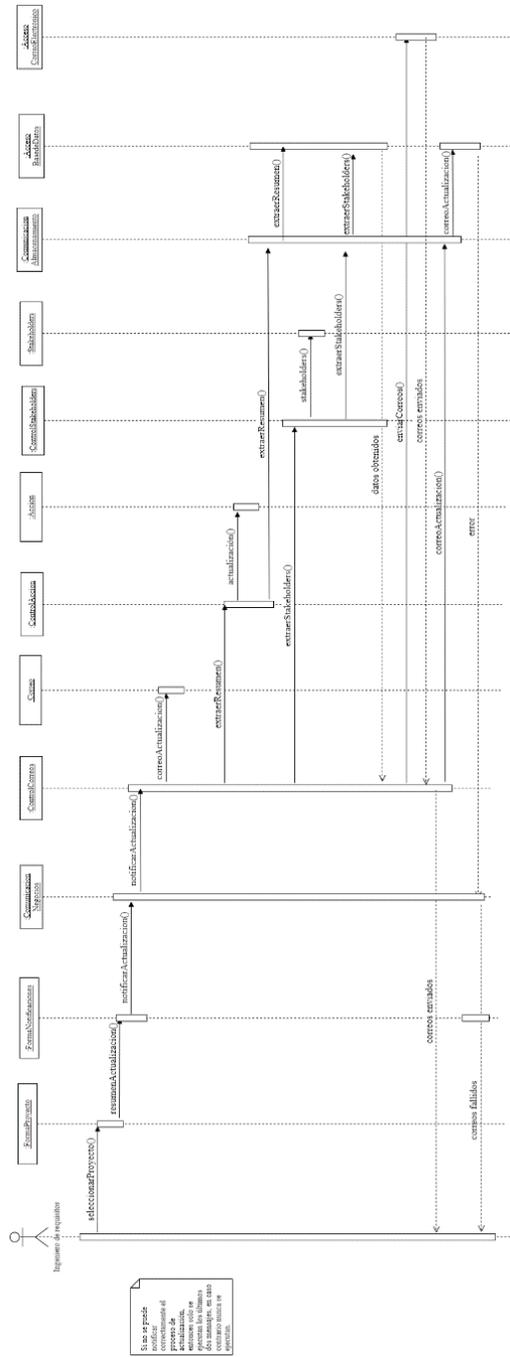


Figura 3.286. Diagrama de secuencia CU-43.

Diagrama de caso de uso

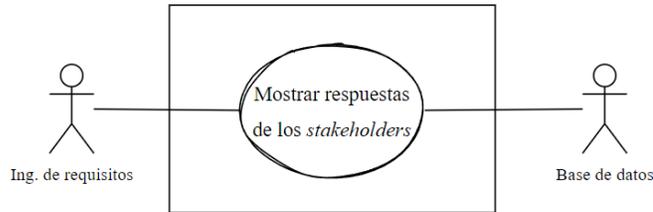


Figura 3.287. Diagrama de caso de uso CU-44.

Tabla 112. Caso de uso CU-44.

Descripción de caso de uso	
CU-44	Mostrar respuestas de los <i>stakeholders</i> .
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver las respuestas registradas por los <i>stakeholders</i> en la pantalla de notificaciones.
Resumen	El ACT-02 recibe una alerta cuando un <i>stakeholder</i> registra una respuesta a una notificación de actualización de requisito.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. El requisito funcional debe tener un proceso de actualización activo.
Flujo principal	<p>El ACT-02 envía una notificación de actualización por correo electrónico y tiene lista de correos enviados, por lo que debe esperar las respuestas de los <i>stakeholders</i>. .</p> <p>El <i>software</i> registra las respuestas enviadas por los <i>stakeholders</i> y activa una notificación para que el ACT-02 pueda revisarlas.</p> <p>El ACT-02 entra a la pantalla de notificaciones y da <i>click</i> en la notificación activa.</p> <p>El <i>software</i> muestra el mensaje enviado a los <i>stakeholders</i> y, sus respuestas en forma de lista.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

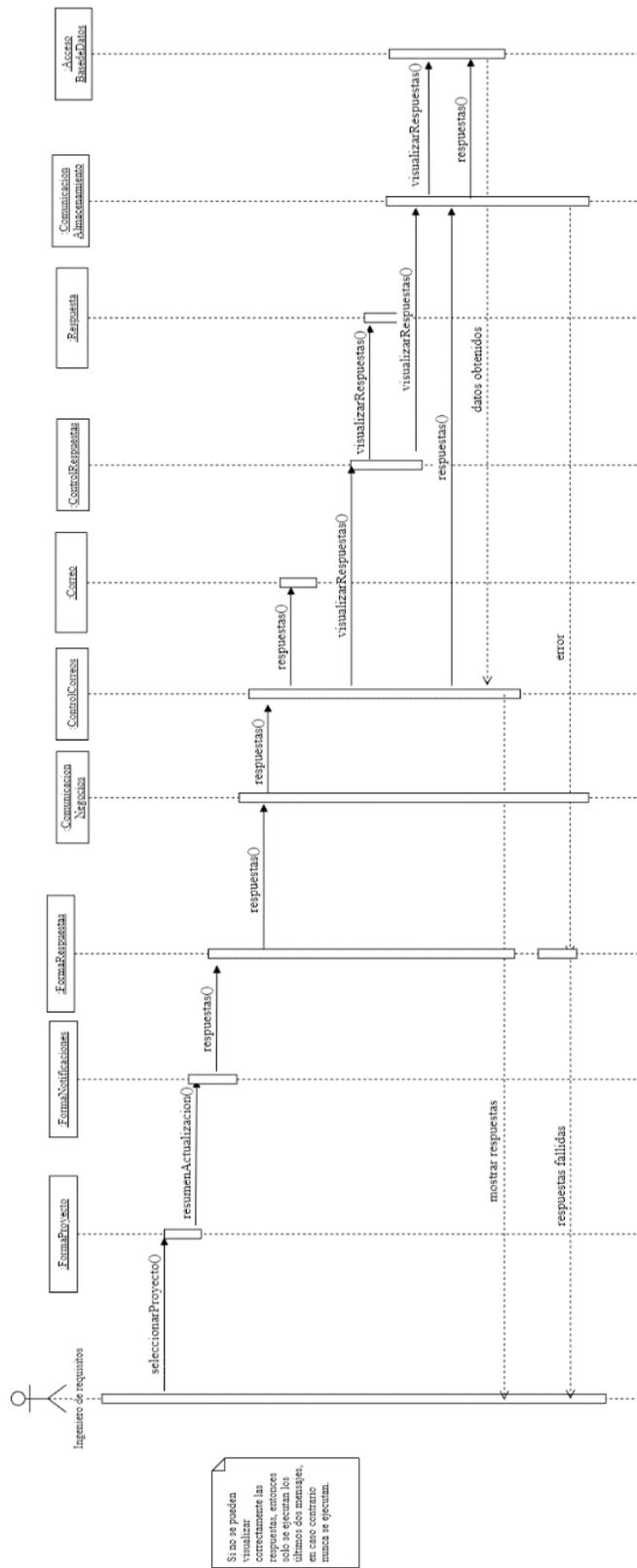


Figura 3.288. Diagrama de secuencia CU-44.

Diagrama de caso de uso

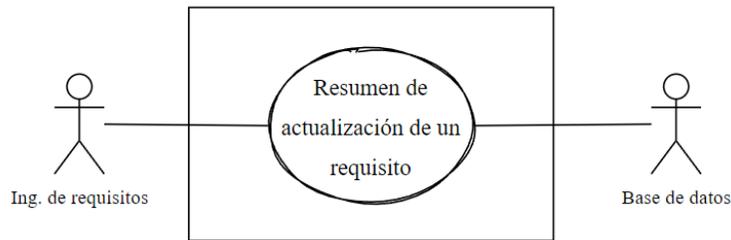


Figura 3.289. Diagrama de caso de uso CU-45.

Tabla 113. Caso de uso CU-45.

Descripción de caso de uso	
CU-45	Resumen de actualización de un requisito.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá enviar un correo con las actualizaciones que se realizan a los requisitos funcionales durante un proceso de actualización.
Resumen	El ACT-02 puede mandar un correo electrónico a los <i>stakeholders</i> involucrados en un requisito funcional con el resumen del proceso de actualización que ha llevado dicho requisito funcional.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados.
Flujo principal	El ACT-02 termina la actualización de un requisito funcional y sus requisitos asociados. El <i>software</i> muestra un botón de “Notificaciones” y el ACT-02 le da <i>clic</i> . El ACT-02 ingresa a la pantalla de notificaciones y se muestra el resumen de actualizaciones.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	El correo electrónico se manda a los <i>stakeholders</i> y, en la pantalla de notificaciones se muestra un resumen del correo.

Diagrama de secuencia:

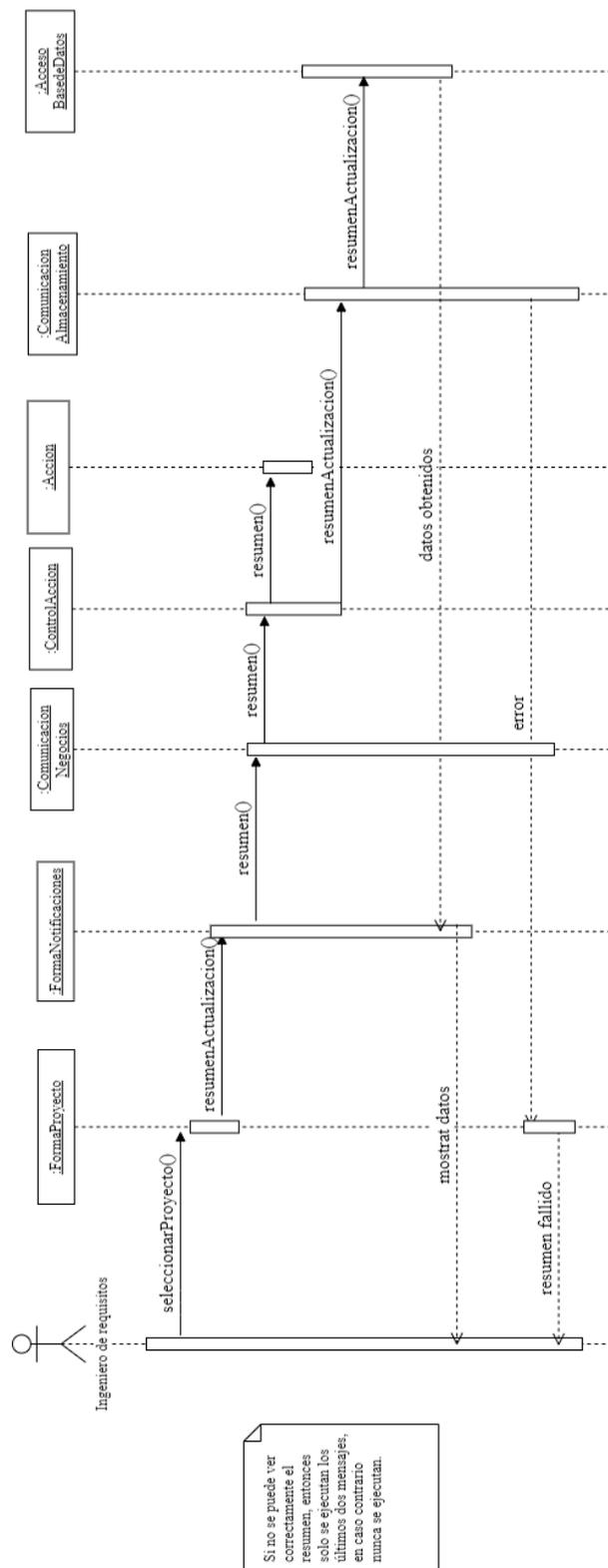


Figura 3.290. Diagrama de secuencia CU-45.

Diagrama de caso de uso

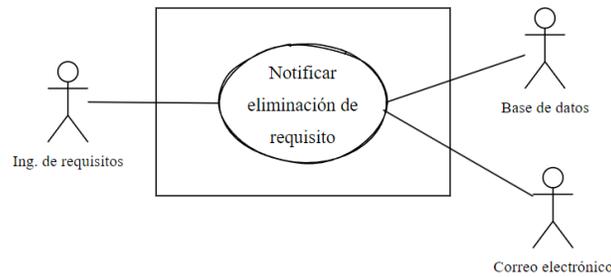


Figura 3.291. Diagrama de caso de uso CU-51.

Tabla 114. Caso de uso CU-51.

Descripción de caso de uso	
CU-51	Notificar eliminación de requisito.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá enviar un correo para notificar a los <i>stakeholders</i> sobre la eliminación de un requisito funcional.
Resumen	El ACT-02 envía un correo a los <i>stakeholders</i> con la información del proceso de eliminación de un requisito funcional.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. Debe estar abierto un proceso de eliminación
Flujo principal	El ACT-02 selecciona la notificación de eliminación en la pantalla de notificaciones.
	El <i>software</i> muestra un resumen del requisito que se quiere eliminar.
	El ACT-02 da <i>clic</i> en “Enviar correo”.
	El <i>software</i> envía un correo a los <i>stakeholders</i> involucrados sobre el proceso de eliminación activo.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

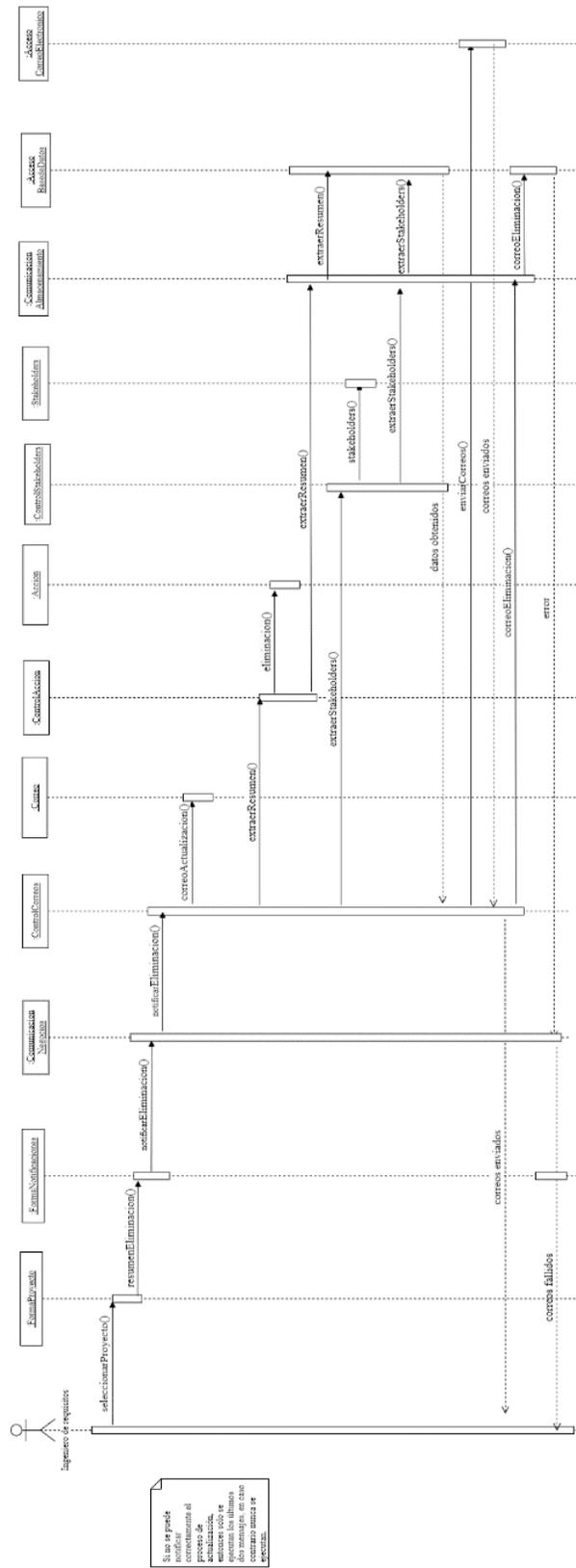


Figura 3.292. Diagrama de secuencia CU-51.

Diagrama de caso de uso

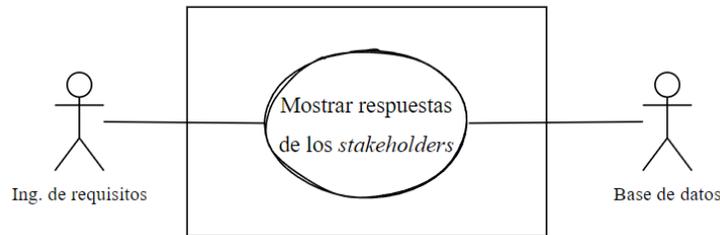


Figura 3.293. Diagrama de caso de uso CU-52.

Tabla 115. Caso de uso CU-52.

Descripción de caso de uso	
CU-52	Mostrar respuestas de los <i>stakeholders</i> .
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá ver las respuestas registradas por los <i>stakeholders</i> , en la pantalla de notificaciones, en un proceso de eliminación.
Resumen	El ACT-02 recibe una alerta cuando un <i>stakeholder</i> registra una respuesta a una notificación de eliminación de requisito.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. El requisito funcional debe tener un proceso de eliminación activo.
Flujo principal	El ACT-02 envía una notificación de eliminación de un requisito funcional por correo electrónico y tiene una lista de correos enviados, por lo que debe esperar las respuestas de los <i>stakeholders</i> . El <i>software</i> registra las respuestas enviadas por los <i>stakeholders</i> y activa una notificación para que el ACT-02 pueda revisarlas. El ACT-02 entra a la pantalla de notificaciones y da <i>clic</i> en la notificación de eliminación activa para visualizarla. El <i>software</i> muestra el mensaje enviado a los <i>stakeholders</i> , así como sus respuestas.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

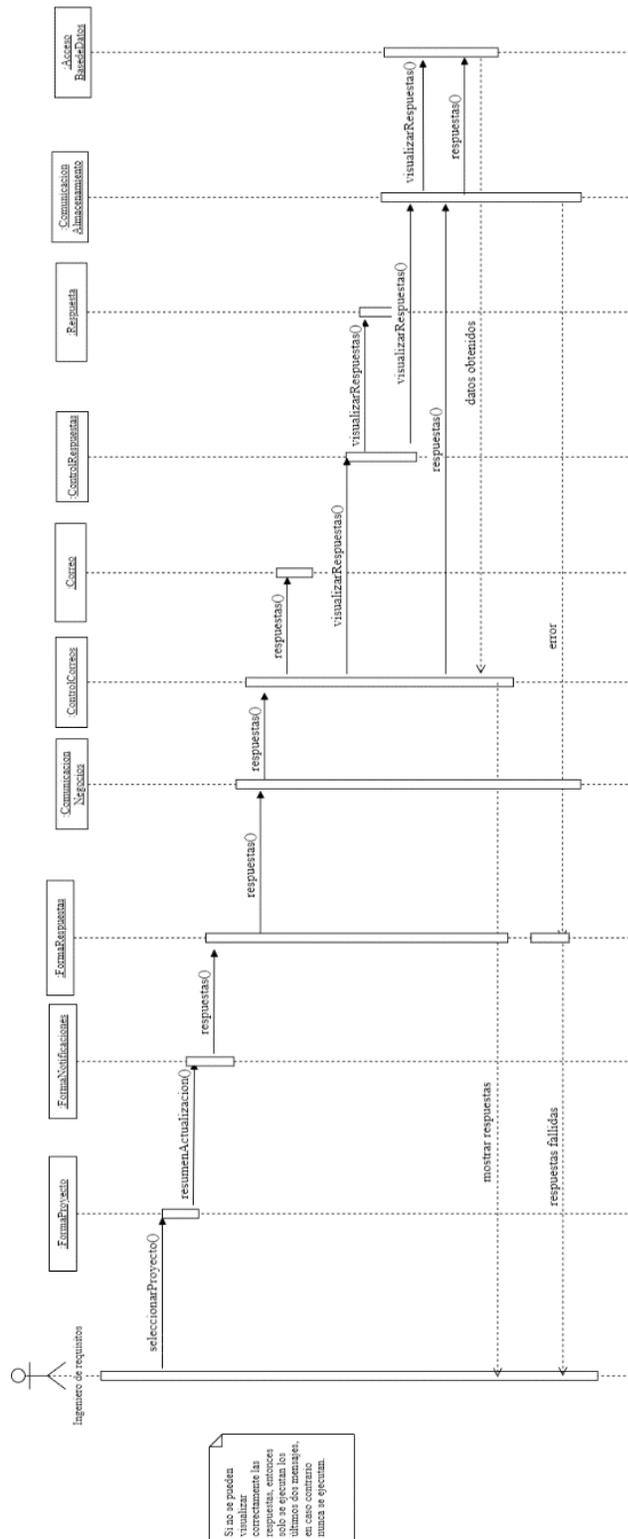


Figura 3.294. Diagrama de secuencia CU-52.

Diagrama de caso de uso

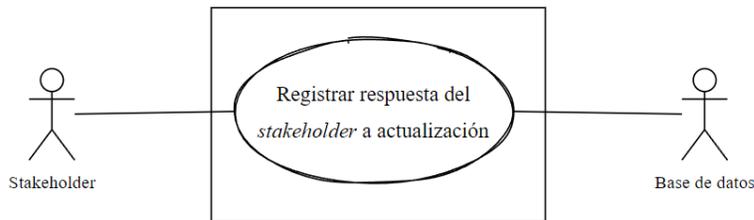


Figura 3.295. Diagrama de caso de uso CU-67.

Tabla 116. Caso de uso CU-67.

Descripción de caso de uso	
CU-67	Registrar respuesta del <i>stakeholder</i> a actualización.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-03.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) <i>stakeholder</i> podrá registrar una respuesta para una notificación de proceso de actualización de un requisito funcional enviado por correo electrónico.
Resumen	El ACT-03 puede registrar su respuesta a una notificación de actualización de un requisito funcional al entrar al <i>link</i> adjunto en el correo electrónico y registrar sus datos en el formulario y enviarlos.
Precondiciones	El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. Debe estar abierto un proceso de actualización abierto. El <i>stakeholder</i> debe haber recibido un correo electrónico notificándole el proceso de actualización.
Flujo principal	<p>El ACT-03 tiene su correo abierto y da <i>clic</i> en el <i>link</i> adjunto en el correo de notificación de un proceso de actualización de un requisito funcional.</p> <p>El <i>software</i> abre una página con el formulario para registrar una respuesta: nombre, apellido, contacto, respuesta.</p> <p>El ACT-03 rellena los datos del formulario y da <i>clic</i> en “Enviar”</p> <p>El <i>software</i> registra la respuesta.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	La respuesta del <i>stakeholder</i> queda registrada para ser mostrada al ingeniero(a) de requisitos.

Diagrama de secuencia:

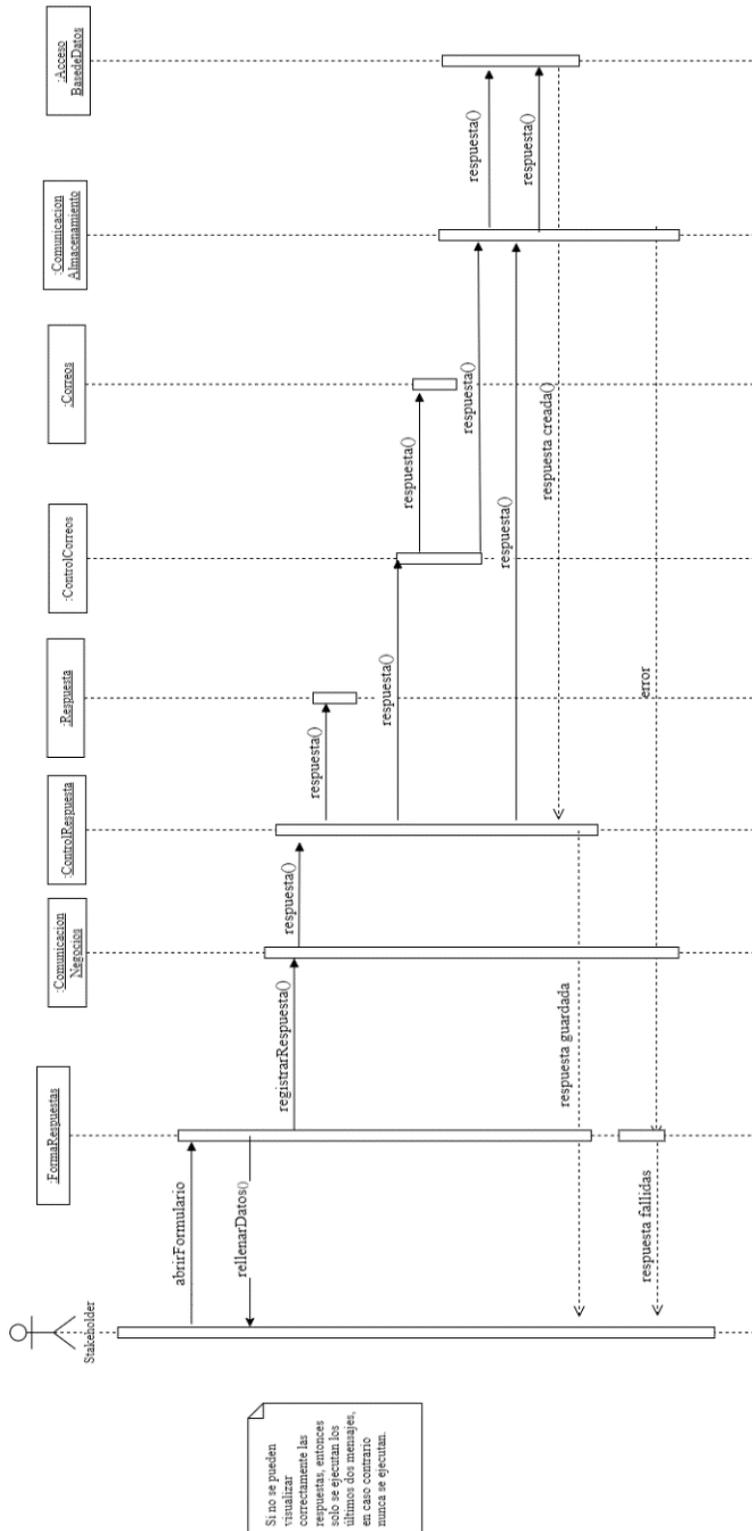


Figura 3.296. Diagrama de secuencia CU-67.

Diagrama de caso de uso

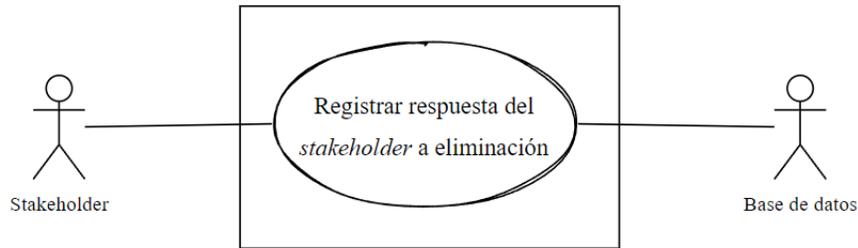


Figura 3.297. Diagrama de caso de uso CU-68.

Tabla 117. Caso de uso CU-68.

Descripción de caso de uso	
CU-68	Registrar respuesta de <i>stakeholder</i> a eliminación.
Versión	1.0, 02 de enero 2023.
Actores	ACT-03.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) <i>stakeholder</i> podrá registrar una respuesta para una notificación de proceso de eliminación de un requisito funcional enviado por correo electrónico.
Resumen	El ACT-03 puede registrar su respuesta a una notificación de eliminación de un requisito funcional, al entrar al <i>link</i> adjunto en el correo electrónico y registrar sus datos en el formulario y enviarlos.
Precondiciones	El proyecto debe tener requisitos funcionales registrados. Debe estar abierto un proceso de eliminación abierto. El <i>stakeholder</i> debe haber recibido un correo electrónico notificando el proceso de actualización.
Flujo principal	<p>El ACT-03 tiene su correo abierto y da <i>clic</i> en el <i>link</i> adjunto en el correo de notificación de un proceso de eliminación de un requisito funcional.</p> <p>El <i>software</i> abre una página con el formulario para registrar una respuesta: nombre, apellido, contacto, respuesta.</p> <p>El ACT-03 rellena los datos del formulario y da <i>clic</i> en "Enviar"</p> <p>El <i>software</i> registra la respuesta.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	La respuesta del <i>stakeholder</i> queda registrada, para ser mostrada al ingeniero(a) de requisitos.

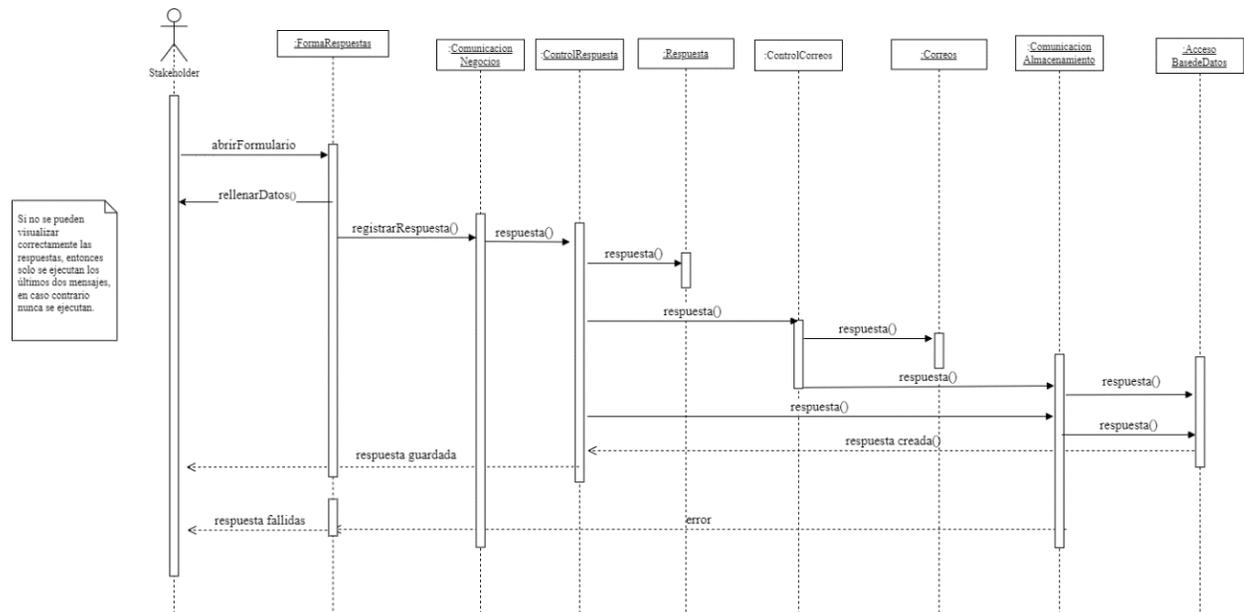
Diagrama de secuencia:

Figura 3.298. Diagrama de secuencia CU-68.

3.4.3. Implementación: cuarto incremento

A continuación, se muestran las interfaces de la implementación de cada requisito detallado en la sección 3.4.1:

- RF-45: Mostrar el resumen de las actualizaciones a los requisitos (ver Figuras 3.299 a 3.304)⁵.
- RF-43: Notificar a los *stakeholders*, a través de correo electrónico, las actualizaciones a los requisitos (ver Figuras 3.305 a 3.307).
- RF-44: Mostrar las respuestas de los *stakeholders* a las actualizaciones a los requisitos (ver Figura 3.308).
- RF-51: Notificar a los *stakeholders*, a través de correo electrónico, sobre las eliminaciones de requisitos (ver Figuras 3.305 a 3.307).
- RF-52: Mostrar las respuestas de los *stakeholders* a las eliminaciones de requisitos (ver Figura 3.308).
- RF-67: Registrar las respuestas de los *stakeholders* a las actualizaciones a los requisitos (ver Figura 3.309 y Figura 3.310).

⁵ La Figura 3.299 muestra la pantalla con el botón “Notificar a *stakeholders*” que dirige a la pantalla que muestra el resumen de actualizaciones que corresponde al requisito RF-45.

- RF-68: Registrar las respuestas de los *stakeholders* a las eliminaciones de los requisitos (ver Figura 3.309 y Figura 3.310).

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	Fuente
RF-01	1.3	RF-02	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-03	1.1	RF-01	RF-02	RF-04	María García, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03	María García, Directora de biblioteca

Notificar a Stakeholders

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.299. Ir a la pantalla de notificaciones (RF-45).

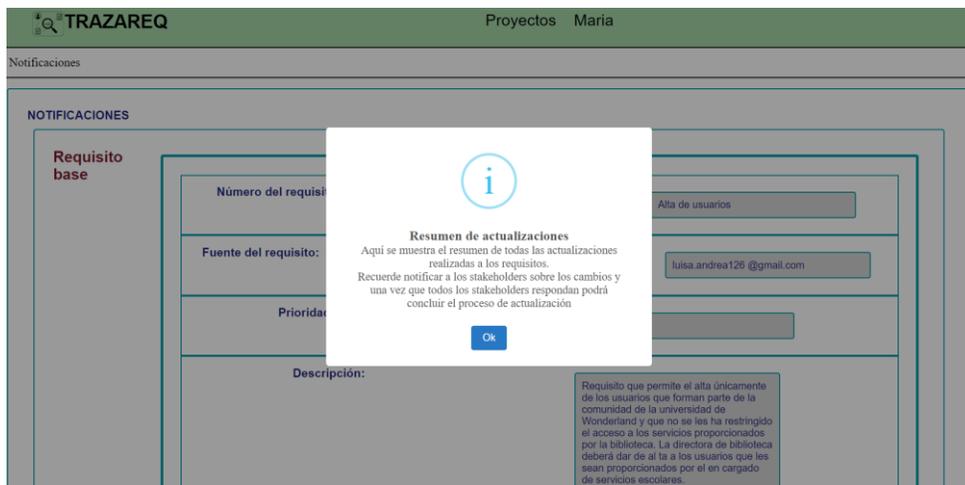


Figura 3.300. Mostrar el resumen de las actualizaciones (RF-45).

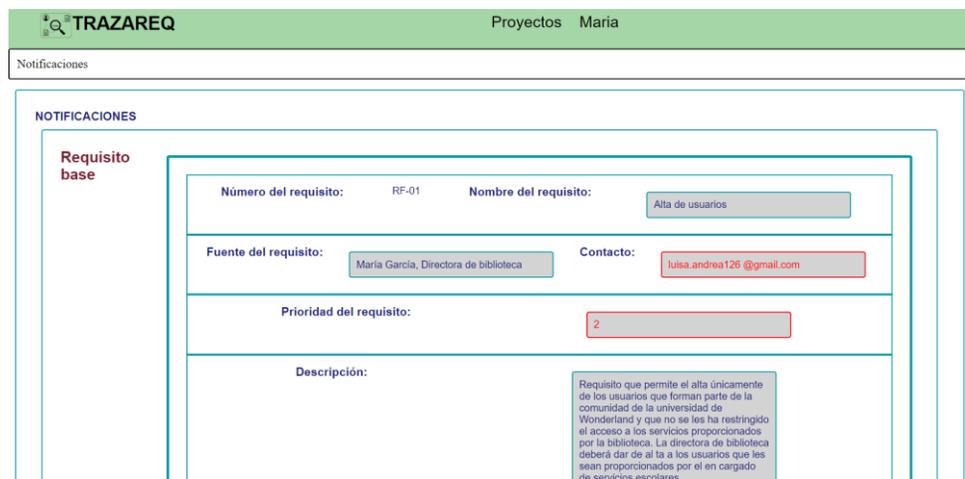


Figura 3.301. Notificación a los *stakeholders* sobre el inicio de una actualización de un requisito (RF-45).

Modificación en requisito base

Número del requisito:	RF-01	Nombre del requisito:	Alta de usuarios
Fuente del requisito:	María García, Directora de biblioteca	Contacto:	metzli.ramirez@gmail.com
Prioridad del requisito:	1		
Descripción:	Requisito que permite el alta únicamente de los usuarios que forman parte de la comunidad de la universidad de Wonderland y que no se les ha restringido el acceso a los servicios proporcionados por la biblioteca. La directora de biblioteca deberá dar de alta a los usuarios que les sean proporcionados por el en cargo de servicios escolares.		
Entrada:	Los siguientes datos del usuario: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula, instituto.		

Figura 3.302. Modificación a un requisito (RF-45).

Requisito asociado sin cambios

Número del requisito:	RF-02	Nombre del requisito:	Modificar datos de usuario
Fuente del requisito:	María García, Directora de biblioteca	Contacto:	luisa.andrea126@gmail.com
Prioridad del requisito:	1		
Descripción:	Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda editar los datos de los usuarios previamente registrados. La directora podrá editar los datos de los usuarios registrados ya sea porque los datos hayan sido dados de alta incorrectamente o por que algún dato de los ya proporcionados ha cambiado.		
Entrada:	El usuario registrado en el sistema al que se desea modificar sus datos.		

Figura 3.303. Requisito asociado sin modificación (RF-45).

El usuario seleccionado quedará dado de baja.	
Proceso:	La directora de biblioteca deberá seleccionar al usuario al cual desea dar de baja y deberá hacer clic en el botón correspondiente a eliminar. La directora de biblioteca deberá confirmar la acción de dar de baja al usuario dando clic en el botón emergente.
Referencias	Con otros requisitos: RF-01, RF -02, RF -03 Con casos de uso: CU-01, CU -02, CU -03
Fecha de creación:	Último cambio: 2023-05-01 2023-05-02

Enviar correo Ver respuestas

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.304. Botones para enviar los correos de notificación a los stakeholders (RF-45).



Figura 3.305. Notificación a los stakeholders a través de un correo electrónico (RF-43 y RF-51).

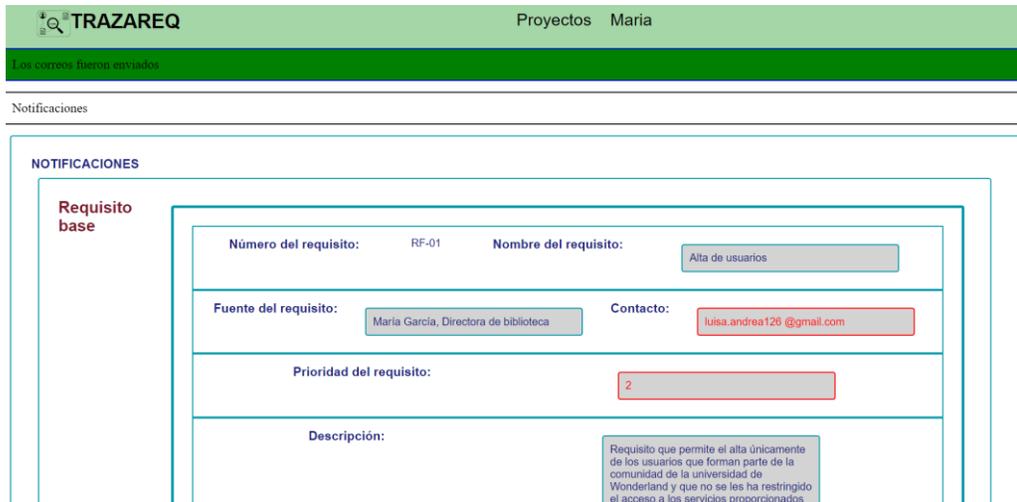


Figura 3.306. Pantalla que muestra que los correos electrónicos fueron enviados (RF-43 y RF-51).



Figura 3.307. Correo recibido por el stakeholder donde se le notifica sobre la actualización o eliminación de un requisito (RF-43 y RF-51).

TRAZAREQ Proyectos Maria

Respuestas de los stakeholders

Número del requisito: RF-01

Fuente del requisito: Maria Correo: metztliramirezg@gmail.com

Descripción: Me gusta

Aprobado: Si

Número del requisito: RF-03

Fuente del requisito: Maria Correo: metztlit0137@gmail.com

Descripción: No está mal

Aprobado: Si

Terminar proceso

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.308. Respuestas de los *stakeholders* a una actualización o eliminación de un requisito (RF-44 y RF-52).

TRAZAREQ

Registro de Respuesta de Stakeholder

Por favor, registre su respuesta a la notificación que recibió por correo electrónico

Nombre:

¿Aprueba el cambio?:

Respuesta detallada:

Enviar respuesta

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.309. Registro de respuesta de los *stakeholders* a una actualización o eliminación de un requisito (RF-67 y RF-68).



Figura 3.310. Respuesta registrada de los *stakeholders* a una actualización o eliminación de un requisito (RF-67 y RF-68).

3.4.4. Validación: cuarto incremento

Los requisitos validados fueron: RF-67 registrar una respuesta a un proceso de actualización y RF-68 registrar una respuesta a un proceso de eliminación.

- **RF-67 Registrar las respuestas de los *stakeholders* a las actualizaciones a un requisito**

Las clases de equivalencia obtenidas se pueden apreciar en la Figura 3.311.

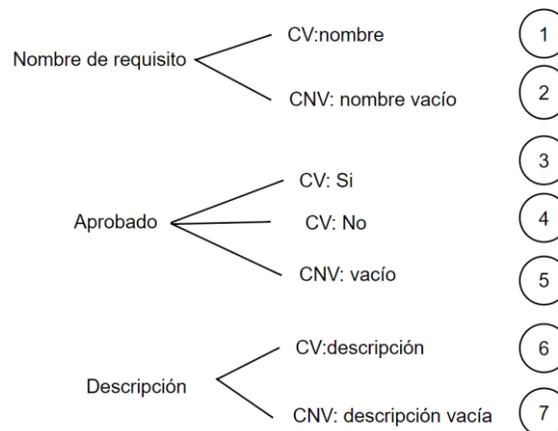


Figura 3.311. Clases de equivalencia correspondientes al RF-67.

Los datos de prueba a utilizar se muestran en la Tabla 118.

Tabla 118. Datos de prueba correspondientes al RF-67.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que al ingresar un nombre de <i>stakeholder</i> , este es una entrada válida.	Nombre: María
2	Probar que, al no ingresar ningún nombre, este es una entrada no válida.	Nombre: -
3	Probar que al seleccionar “Sí” en aprobado, esta debe ser una entrada válida.	Aprobado: Sí
4	Probar que al seleccionar “No” en aprobado, esta debe ser una entrada válida.	Aprobado: No
5	Probar que al no seleccionar nada en aprobado, esto debe ser una entrada no válida	Aprobado: -
6	Probar que, al ingresar una descripción, esta es una entrada válida	Descripción: Buena actualización
7	Probar que, al no ingresar ninguna descripción, esta es una entrada no válida.	Descripción: -

Clase	Clases válidas				Clases no válidas		
	1	3	4	6	2	5	7
G1	X	X		X			
G2	X		X	X			
G3		X		X	X		
G4	X			X		X	
G5	X		X				X

Figura 3.312. Casos de prueba generados para el RF-67.

Los casos de prueba están definidos por la Figura 3.312, las entradas y salidas se describen detalladamente en la Tabla 119.

Tabla 119. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-67.

No. de caso	Clase de equivalencia	Entradas			Salida esperada
		Nombre	Aprobado	Descripción	
1	1, 3, 6	María	Sí	Buena actualización	Todos los datos correctos (Respuesta registrada)
2	1, 4, 5	María	No	Buena actualización	Todos los datos correctos (Respuesta no registrada)
3	2, 3, 6	-	Sí	Buena actualización	Nombre incorrecto
4	1, 5, 6	María	-	Buena actualización	Aprobado incorrecto
5	1, 4, 7	María	No	-	Descripción incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba resultado del análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 120.

Tabla 120. Fallos detectados correspondientes al RF-67.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	2	El <i>software</i> no debe registrar más de una respuesta por <i>stakeholder</i> para no tener información duplicada y registró dos veces la repuesta de un mismo <i>stakeholder</i> .

- **RF-68 Registrar las respuestas de los *stakeholders* a la eliminación de un requisito**

Las clases de equivalencia obtenidas se pueden apreciar en la Figura 3.313.

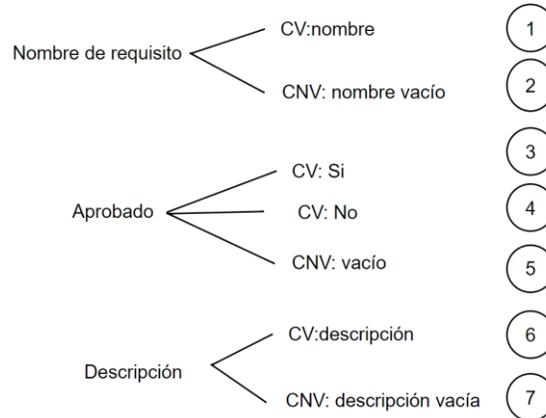


Figura 3.313. Clases de equivalencia correspondientes al RF-68.

Los datos de prueba a utilizar se en la Tabla 121.

Tabla 121. Datos de prueba correspondientes al RF-68.

Clases	Propósito del caso	Datos de prueba
1	Probar que al ingresar un nombre de <i>stakeholder</i> , este es una entrada válida	Nombre: Marta
2	Probar que, al no ingresar ningún nombre, este es una entrada no válida	Nombre: -
3	Probar que al seleccionar “Sí” en aprobado, esta debe ser una entrada válida.	Aprobado: Sí
4	Probar que al seleccionar “No” en aprobado, esta debe ser una entrada válida.	Aprobado: No
5	Probar que al no seleccionar nada en aprobado, esto debe ser una entrada no válida.	Aprobado: -
6	Probar que, al ingresar una descripción, esta es una entrada válida.	Descripción: Buena eliminación
7	Probar que, al no ingresar ninguna descripción, esta es una entrada no válida.	Descripción: -

Clase	Clases válidas				Clases no válidas		
	1	3	4	6	2	5	7
G1	X		X	X			
G2	X	X		X			
G3		X		X	X		
G4	X			X		X	
G5	X		X				X

Figura 3.314. Casos de prueba generados para el RF-68.

Los casos de prueba están definidos por la Figura 3.314, las entradas y salidas se describen detalladamente en la Tabla 122.

Tabla 122. Entradas y salidas esperadas para los casos de prueba correspondientes al RF-68.

No. de caso	Clase de equivalencia	Entradas			Salida esperada
		Nombre	Aprobado	Descripción	
1	1, 3, 6	Marta	No	Buena eliminación	Todos los datos correctos (Respuesta registrada)
2	1, 4, 5	Marta	Sí	Buena eliminación	Todos los datos correctos (Respuesta no registrada)
3	2, 3, 6	-	Sí	Buena eliminación	Nombre incorrecto
4	1, 5, 6	Marta	-	Buena eliminación	Aprobado incorrecto
5	1, 4, 7	Marta	No	-	Descripción incorrecta

Después de aplicar los casos de prueba resultado del análisis de clases de equivalencia, los resultados sobre los fallos detectados se describen en la Tabla 123.

Tabla 123. Fallos detectados correspondientes al RF-68.

Fallos detectados		
No. de fallo	No. de caso de prueba	Breve descripción del fallo
1	2	El <i>software</i> no debe registrar más de una respuesta por <i>stakeholder</i> para no tener información duplicada y registró dos veces la repuesta de un mismo <i>stakeholder</i> .

3.4.5. Mantenimiento: cuarto incremento

El mantenimiento del cuarto incremento se realizó al corregir los fallos detectados en las pruebas surgidas por las clases de equivalencia y que se encuentran detallados en las Tablas 120 y 123. Los fallos principales son relacionados a registro de respuestas duplicadas por parte de los *stakeholders*, lo cual puede alterar el registro de respuestas y el cierre del proceso de actualización o eliminación, por lo cual los valores fueron validados para evitar repeticiones. De forma complementaria, se realizaron mejoras en el diseño de las interfaces para hacerlas más estéticas y agradables.

Adicionalmente, al concluir el cuarto incremento se incluyeron cinco requisitos adicionales que pertenecen al módulo del primer incremento: RF-69 (ver Figuras 3.318 a 3.321 y Tabla 124), RF-70 (ver Figuras 3.322 a 3.325 y Tabla 125), RF-71 (ver Figuras 3.326 a 3.329 y Tabla 126), RF-72 (ver Figuras 3.330 a 3.333 y Tabla 127) y RF-73 (ver Figuras 3.334 a 3.337 y Tabla 128), los cuales corresponden a la gestión para crear un entorno de empresa que contenga las cuentas de usuarios y proyecto. También cuatro requisitos adicionales correspondientes al tercer incremento RF-74 (ver Figuras 3.340 a 3.343 y Tabla 129), RF-75 (ver Figuras 3.344 a 3.347 y Tabla 130), RF-76 (ver Figuras 3.348 a 3.351 y Tabla 131) y RF-77 (ver Figuras 3.352 a 3.355 y Tabla 132), que corresponden a la terminación del proceso de actualización y el proceso de eliminación. Es decir, estos nueve requisitos fueron implementados en esta etapa del desarrollo. A sí mismo, se incluyen los diagramas de comunicación de los usuarios que interactúan en los requisitos agregados (ver Figuras 3.315 a 3.317, 3.338 y 3.339).

Requisitos adicionales correspondientes al primer incremento

Los requisitos adicionales al primer incremento, relacionados con la gestión de usuarios y sus privilegios son los siguientes:

- RF-69: El *software* deberá permitir la creación del registro de la empresa (ver Figuras 3.318 a 3.321 y Tabla 124).

- RF-70: El *software* deberá permitir la actualización de los datos de la empresa (ver Figuras 3.322 a 3.325 y Tabla 125).
- RF-71: El *software* deberá permitir la eliminación de los datos de una empresa (ver Figuras 3.326 a 3.329 y Tabla 126).
- RF-72: El *software* deberá permitir la visualización de datos de la empresa al(a) líder de proyecto (ver Figuras 3.330 a 3.333 y Tabla 127).
- RF-73: El *software* deberá permitir la visualización de los datos de la empresa al(a) ingeniero(a) de requisitos (ver Figuras 3.334 a 3.337 y Tabla 128).

Diagramas de secuencia por actor

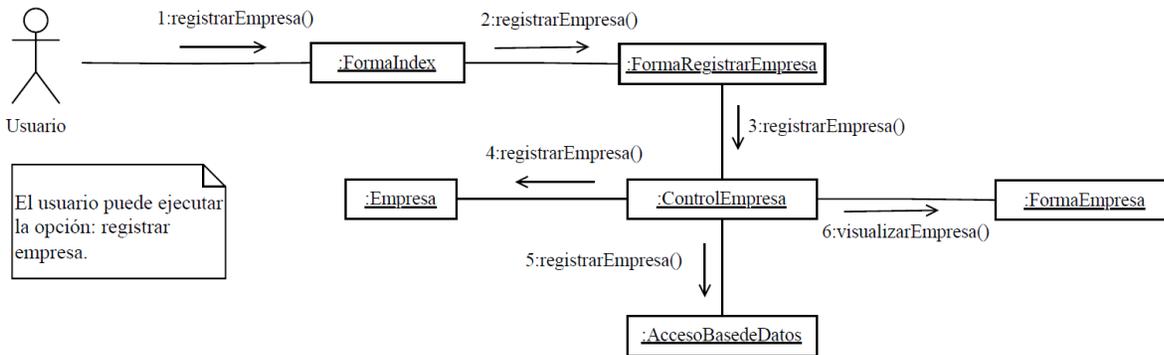


Figura 3.315. Diagrama de comunicación del usuario.

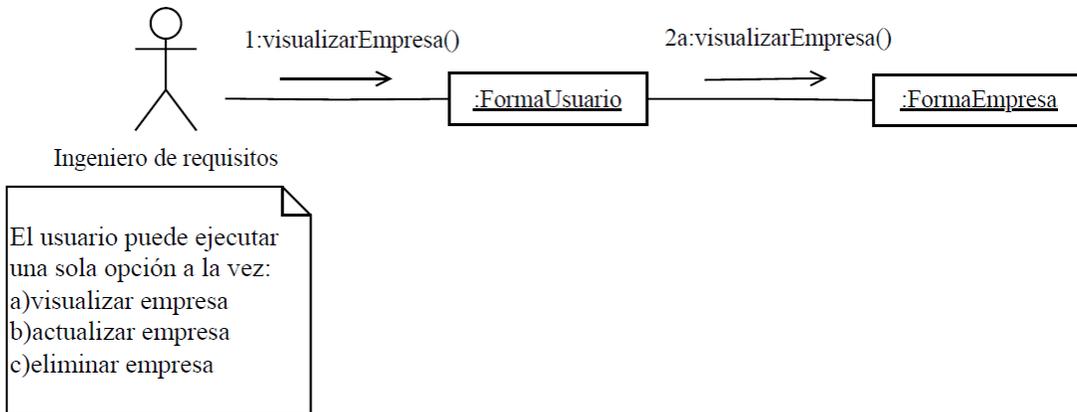


Figura 3.316. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos.

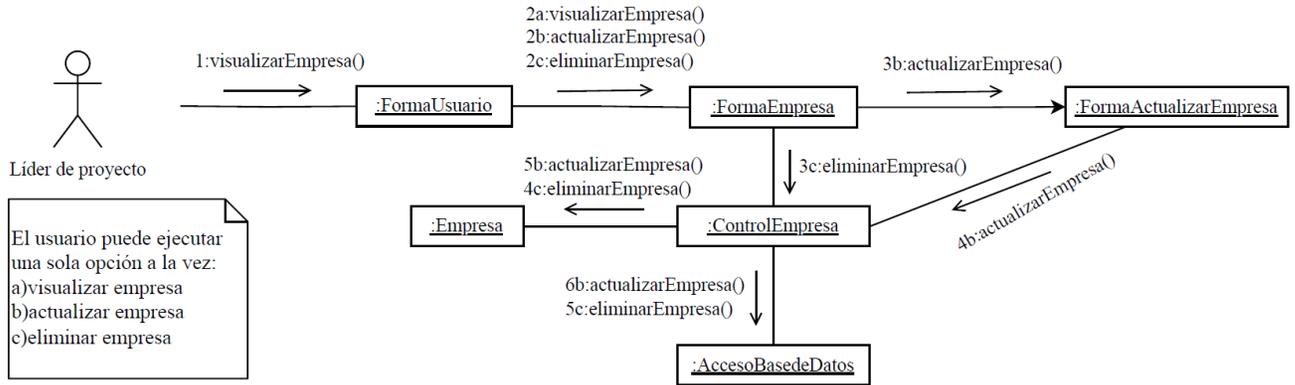


Figura 3.317. Diagrama de comunicación del líder de proyecto.

Requisito funcional RF-69

Requisito: RF-69

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso:CU-69

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario crear un registro de empresa para dar de alta las cuentas de usuario y los proyectos.

Razón de existencia: Un(a) usuario que desee registrarse dentro de la herramienta y registrar sus proyectos debe pertenecer a una empresa y si no tiene alguna debe crear una.

Origen: Empresa A

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-70, RF-71, RF-72, RF-73.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 16 de enero 2023, Empresa A

Figura 3.318. Requisito funcional RF-69.

Diagrama de caso de uso



Figura 3.319. Diagrama de caso de uso CU-69.

Tabla 124. Caso de uso CU-69.

Descripción de caso de uso	
CU-69	Crear registro de empresa.
Versión	1.0, 13 de Marzo de 2023.
Actores	ACT-04.
Tipo	Básico.
Propósito	Un usuario puede crear registros de empresas para poder dar de alta cuentas tanto de líderes de proyecto como de ingeniero(a)s de requisitos.
Resumen	El ACT-04 puede crear una empresa dentro del <i>software</i> para dar de alta cuentas de líderes de proyectos e ingeniero(a)s de requisitos y sus respectivos proyectos.
Precondiciones	No aplica.
Flujo principal	El ACT-04 está en la pantalla principal del <i>software</i> y da <i>clic</i> en “Registrar empresa”
	El <i>software</i> muestra un formulario con la información que el usuario debe llenar sobre la empresa para crearla: nombre, descripción, correo de registro, contraseña.
	El ACT-04 rellena los datos y da <i>clic</i> en “Registrar”
	El <i>software</i> crea la empresa y muestra una pantalla con los datos de la empresa y un código único asignado a la empresa, con el cual se pueden vincular las cuentas de líderes de proyecto e ingenieros(as) a la empresa.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	La empresa queda registrada dentro de la base de datos. La empresa tiene asignada un código único que no se puede modificar y que es necesario para identificarla y vincular cuentas de usuarios a la misma.

Diagrama de secuencia:

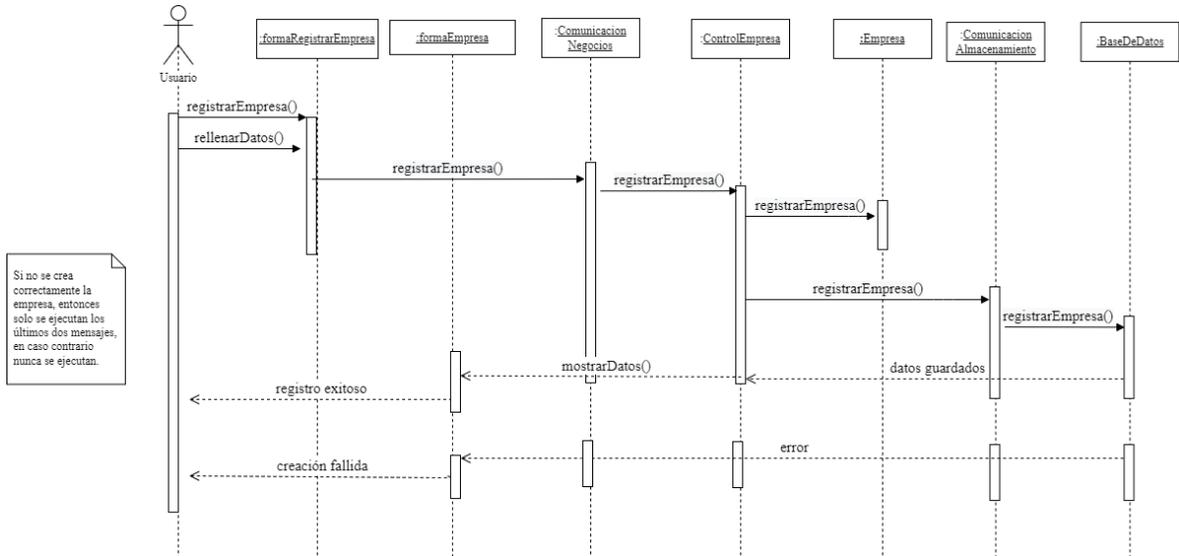


Figura 3.320. Diagrama de secuencia CU-69.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-69



Figura 3.321. Creación del registro de la empresa (RF-69).

Requisito funcional

Requisito: RF-70

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-70

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario que creó la empresa, actualizar los datos de ésta.

Razón de existencia: Un(a) usuario que haya creado una empresa dentro de la herramienta debe poder actualizar los datos de esta empresa que creó.

Origen: Empresa A

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-69, RF-71, RF-72, RF-73.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 16 de enero 2023, Empresa A

Figura 3.322. Requisito funcional RF-70.

Diagrama de caso de uso

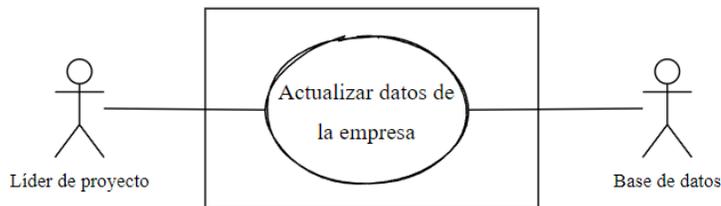


Figura 3.323. Diagrama de caso de uso CU-70.

Tabla 125. Caso de uso CU-70

Descripción de caso de uso	
CU-70	Actualizar datos de la empresa.
Versión	1.0, 13 de Marzo de 2023.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	Un usuario puede actualizar los datos de una empresa a la que pertenezca.
Resumen	El ACT-01 puede actualizar los datos de la empresa a la que pertenece.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El usuario debe tener las claves de acceso únicas de la empresa.

Descripción de caso de uso	
Flujo principal	El ACT-02 está en la pantalla donde se visualizan sus datos de usuario y los datos de la empresa a la que pertenece. Da <i>click</i> en “Actualizar datos de empresa”
	El <i>software</i> le muestra un formulario con datos correo y contraseña que el usuario debe llenar para acceder a las opciones de actualización de empresa.
	El ACT-01 ingresa el correo y contraseña con el que registró a la empresa y da <i>click</i> en “Aceptar”
	El <i>software</i> muestra el formulario con los datos editables de la empresa: nombre, descripción, contraseña.
	El ACT-01 rellena los datos y da <i>click</i> en “Actualizar”
	El <i>software</i> guarda los datos y actualiza la empresa.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	El ACT-01 puede dar <i>click</i> en “Cancelar” y no se muestra el formulario de actualización.
Postcondición	Los datos de la empresa quedan actualizados.

Diagrama de secuencia:

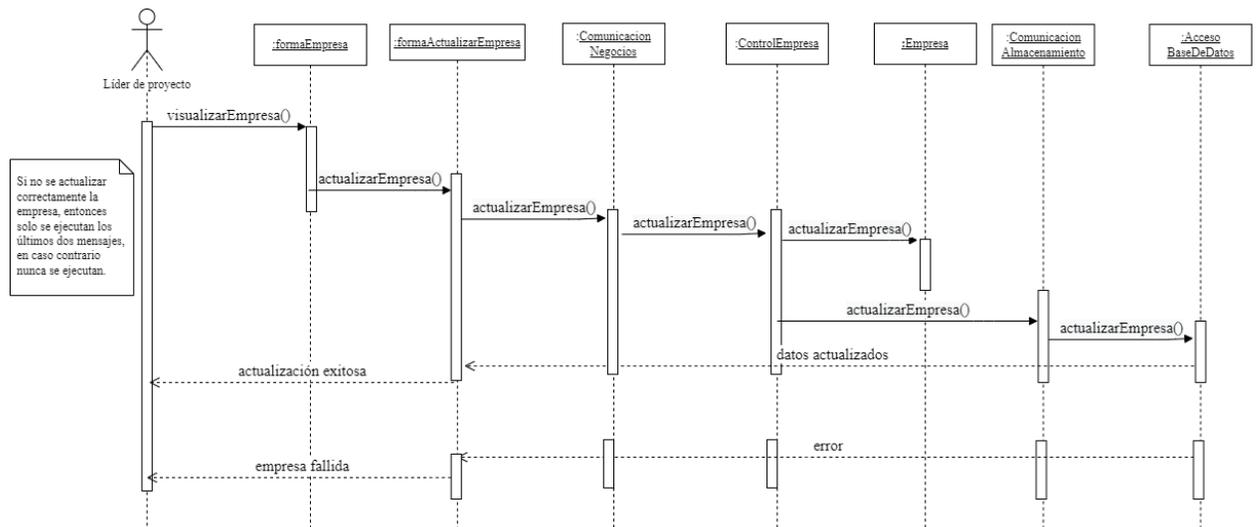


Figura 3.324. Diagrama de secuencia CU-70.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-70

TRAZAREQ

Cuenta Empresa

Registro de empresa

Nombre:

Descripción:

Correo de recuperación:

Contraseña:

Confirme contraseña:

Show Password

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.325. Actualización de los datos de la empresa (RF-70).

Requisito funcional RF-71

Requisito: RF-71

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-71

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario que creó la empresa, eliminar el registro de esta.

Razón de existencia: Un(a) usuario que haya creado una empresa dentro de la herramienta debe poder eliminar esta empresa que creó.

Origen: Empresa A

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-69, RF-70, RF-72, RF-73.

Conflictos:

Figura 3.326. Requisito funcional RF-71.

Diagrama de caso de uso

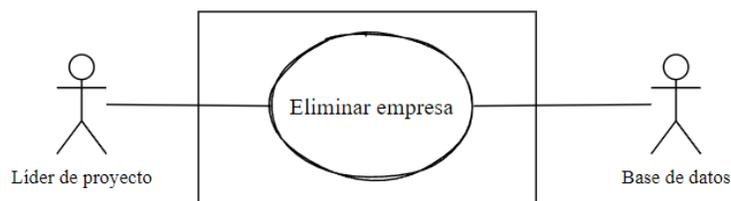


Figura 3.327. Diagrama de caso de uso CU-71.

Tabla 126. Caso de uso CU-71

Descripción de caso de uso	
CU-71	Eliminar empresa.
Versión	1.0, 13 de Marzo de 2023.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	Un usuario puede eliminar los datos de una empresa a la que pertenezca.
Resumen	El ACT-01 puede eliminar la empresa a la que pertenece.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El usuario debe tener las claves de acceso únicas de la empresa.
Flujo principal	<p>El ACT-02 está en la pantalla donde se visualizan sus datos de usuario y los datos de la empresa a la que pertenece. Da <i>clic</i> en “Eliminar empresa”</p> <p>El <i>software</i> le muestra un formulario con datos correo y contraseña que el usuario debe llenar para acceder a las opciones de actualización de empresa.</p> <p>El ACT-01 ingresa el correo y contraseña con el que registró a la empresa y da <i>clic</i> en “Aceptar”</p> <p>El <i>software</i> muestra un mensaje de alerta “Se eliminarán los datos de la empresa, incluyendo cuentas asociadas y proyectos, ¿está seguro de que quiere eliminarla?”</p> <p>El ACT-01 rellena los datos y da <i>clic</i> en “Eliminar”</p> <p>El <i>software</i> elimina todos los datos de la empresa y cuentas relacionadas.</p>
Subflujos	No aplica.
Excepciones	El ACT-01 puede dar <i>clic</i> en “Cancelar” y no se elimina la empresa.
Postcondición	Los datos de la empresa quedan eliminados de la base de datos.

Diagrama de secuencia:

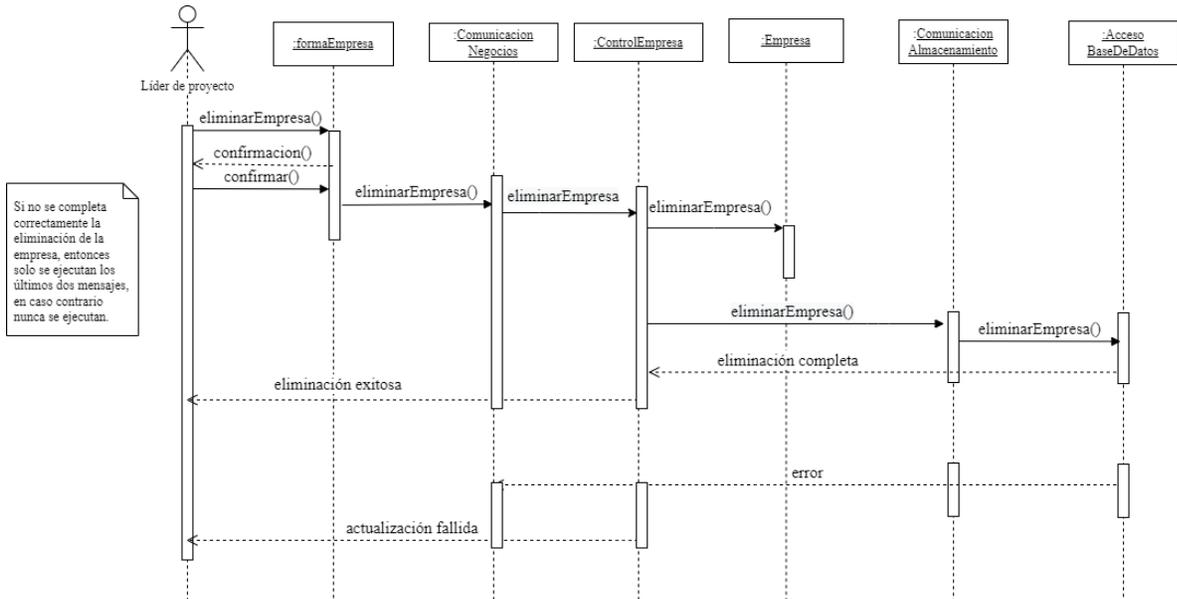


Figura 3.328. Diagrama de secuencia CU-71.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-71



Figura 3.329. Eliminación de los datos de una empresa (RF-71).

Requisito funcional RF-72

Requisito: RF-72 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso:CU-72

Descripción: El *software* deberá permitir a un usuario con cuenta líder de proyecto asociado a una empresa, ver los datos de esta.

Razón de existencia: Un(a) usuario que fue registrado dentro de una empresa debe poder ver los datos de esa empresa.

Origen: Empresa A

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-69, RF-70, RF-71, RF-73.

Conflictos:

Figura 3.330. Requisito funcional RF-72.

Diagrama de caso de uso

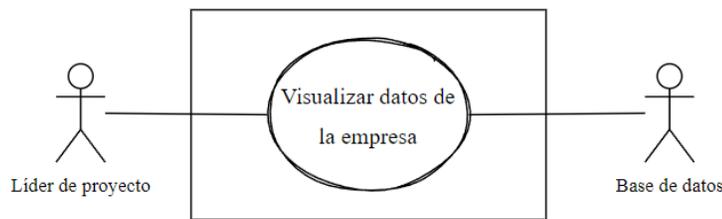


Figura 3.331. Diagrama de caso de uso CU-72.

Tabla 127. Caso de uso CU-72.

Descripción de caso de uso	
CU-72	Visualizar datos de la empresa.
Versión	1.0, 13 de Marzo de 2023.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	Un usuario puede visualizar los datos de una empresa a la que pertenezca.
Resumen	El ACT-01 puede visualizar los datos de la empresa a la que pertenece.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-01 entra a la pantalla donde se visualizan sus datos de usuario.

Descripción de caso de uso	
	El <i>software</i> muestra los datos de usuario y debajo de estos, muestra los datos de la empresa a la que pertenece el ACT-02
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

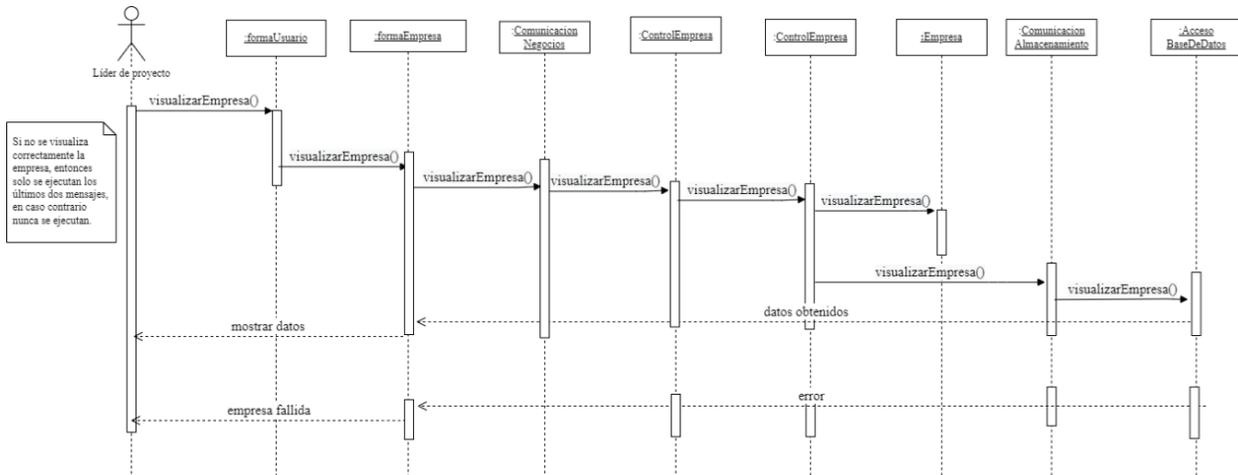
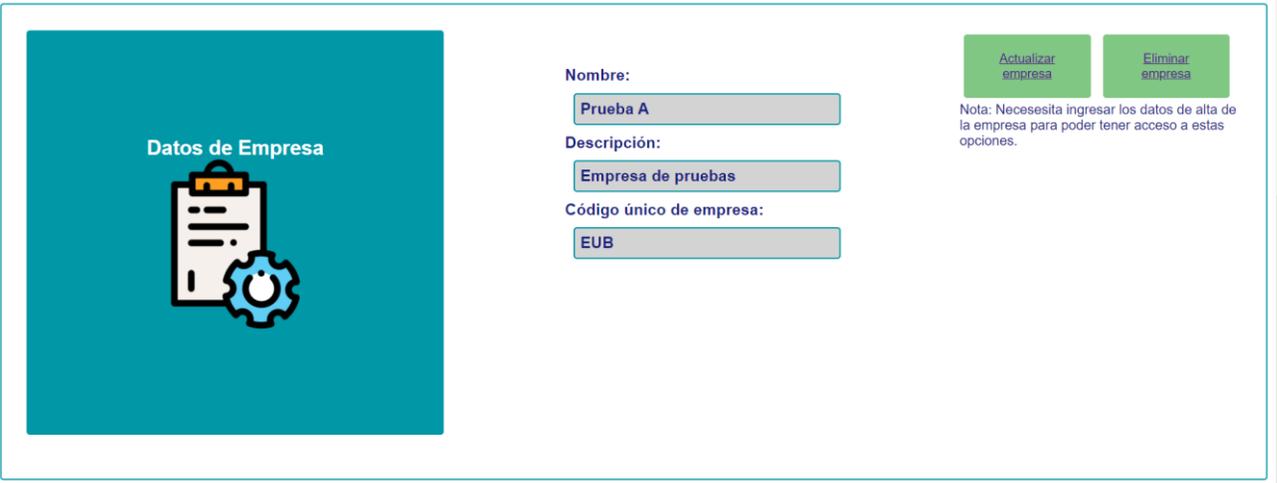


Figura 3.332. Diagrama de secuencia CU-72.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-72



Datos de Empresa

Nombre:
Prueba A

Descripción:
Empresa de pruebas

Código único de empresa:
EUB

Actualizar empresa

Eliminar empresa

Nota: Necesita ingresar los datos de alta de la empresa para poder tener acceso a estas opciones.

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.333. Visualización de datos de la empresa por el(a) líder de proyecto (RF-72).

Requisito funcional RF-73

Requisito: RF-73

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-73

Descripción: El *software* deberá permitir a un usuario con cuenta ingeniero(a) de requisitos asociado a una empresa, ver los datos de esta.

Razón de existencia: Un(a) usuario que fue registrado dentro de una empresa debe poder ver los datos de esa empresa.

Origen: Empresa A

Criterio de ajuste:

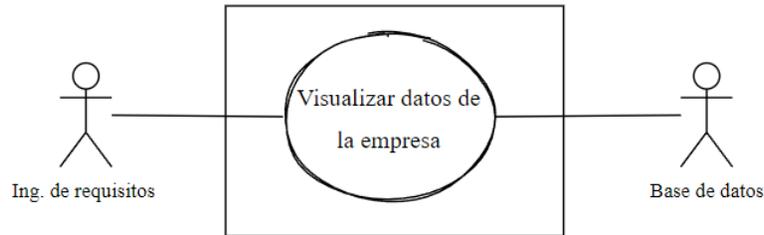
Requisitos asociados: RF-01, RF-02, RF-69, RF-70, RF-71, RF-72.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 16 de enero 2023, Empresa A

Figura 3.334. Requisito funcional RF-73.

Diagrama de caso de uso**Figura 3.335.** Diagrama de caso de uso CU-73.**Tabla 128.** Caso de uso CU-73.

Descripción de caso de uso	
CU-73	Visualizar datos de la empresa.
Versión	1.0, 13 de Marzo de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	Un usuario puede visualizar los datos de una empresa a la que pertenezca.
Resumen	El ACT-02 puede visualizar los datos de la empresa a la que pertenece.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> .
Flujo principal	El ACT-02 entra a la pantalla donde se visualizan sus datos de usuario.
	El <i>software</i> muestra los datos de usuario y debajo de estos, los datos de la empresa a la que pertenece el ACT-02
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	No aplica.

Diagrama de secuencia:

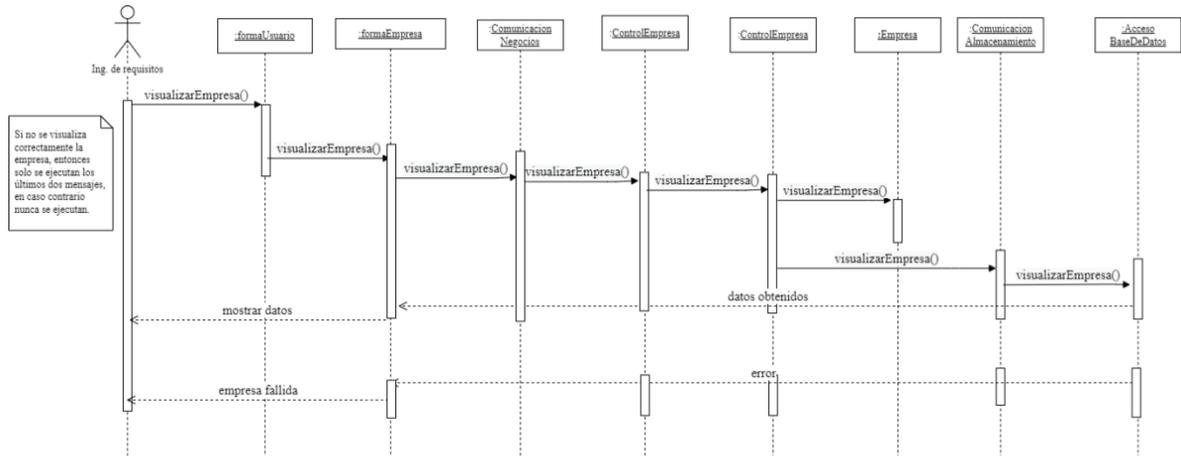


Figura 3.336. Diagrama de secuencia CU-73.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-73



Datos de Empresa

Nombre:

Descripción:

Código único de empresa:

Actualizar empresa

Eliminar empresa

Nota: Necesita ingresar los datos de alta de la empresa para poder tener acceso a estas opciones.

Universidad Tecnológica de la Mixteca
 Ingeniería en computación

Figura 3.337. Visualización de los datos de la empresa por el(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-73).

Requisitos adicionales del tercer incremento

Los requisitos adicionales al tercer incremento relacionados con la gestión de la trazabilidad hacia sus requisitos asociados son los siguientes:

- RF-74: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos terminar proceso de actualización de un requisito (ver Figuras 3.340 a 3.343 y Tabla 129).
- RF-75: El *software* deberá permitir al(a) líder de proyecto terminar proceso de actualización de un requisito (ver Figuras 3.344 a 3.347 y Tabla 130).
- RF-76: El *software* deberá permitir al(a) ingeniero(a) de requisitos la terminación del proceso de eliminación (ver Figuras 3.348 a 3.351 y Tabla 131).
- RF-77: El *software* deberá permitir l(a) líder de proyecto la terminación del proceso de eliminación (ver Figuras 3.352 a 3.355 y Tabla 132).

Diagramas de secuencia

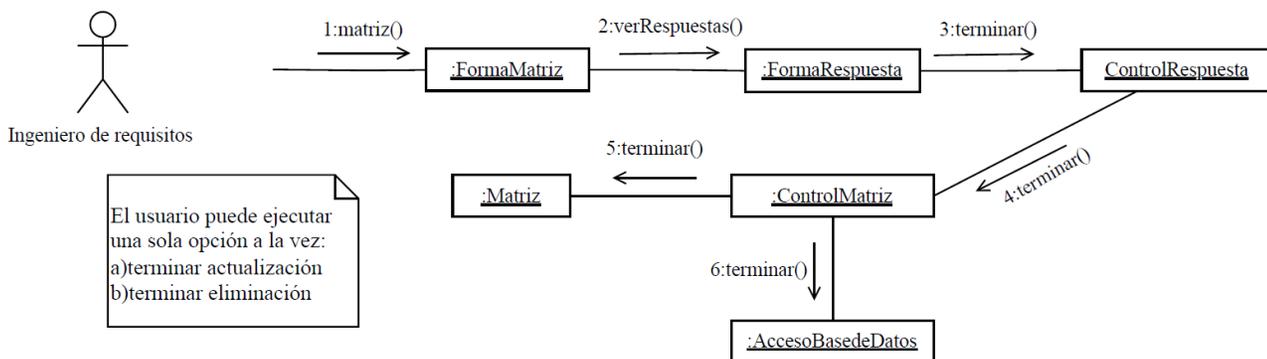


Figura 3.338. Diagrama de comunicación del(a) ingeniero(a) de requisitos.

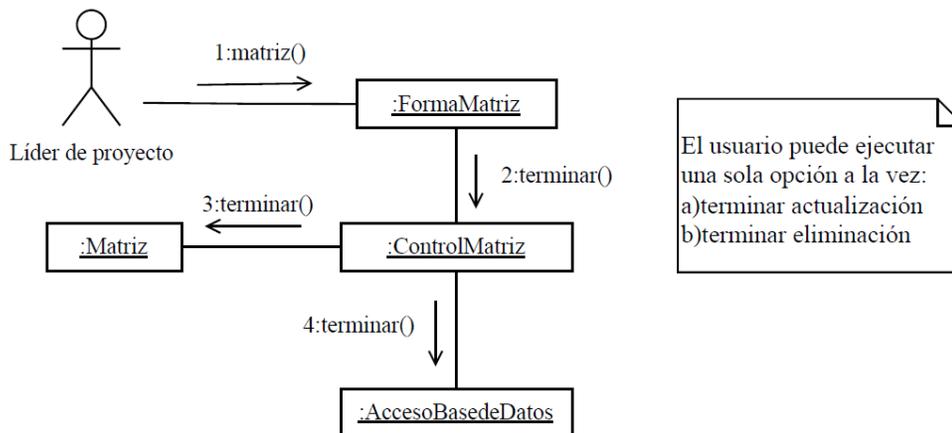


Figura 3.339. Diagrama de comunicación del líder de proyecto.

Requisito funcional RF-74

Requisito: RF-74 Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-74

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos terminar un proceso de actualización.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá concluir un proceso de actualización, cuando todos los requisitos estén revisados, actualizados y las respuestas de los *stakeholders* estén registradas.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62, RF-75

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: Enero 2023, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).
 Febrero 2023, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.340. Requisito funcional RF-74.

Diagrama de caso de uso

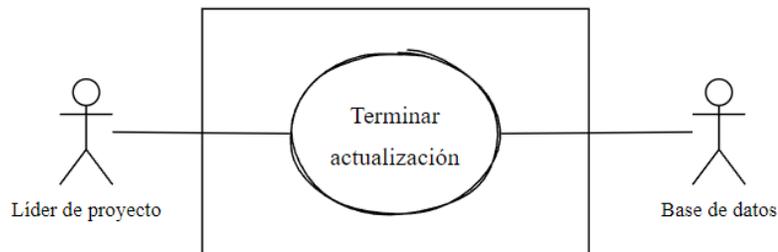


Figura 3.341. Diagrama de caso de uso CU-74.

Tabla 129. Caso de uso CU-74.

Descripción de caso de uso	
CU-74	Terminar actualización.
Versión	1.0, Febrero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.

Descripción de caso de uso	
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá concluir con un proceso de actualización una vez que todos los <i>stakeholders</i> hayan registrado su respuesta sobre el proceso de actualización activo.
Resumen	El ACT-02 puede concluir un proceso de actualización activo una vez que se ha notificado a todos los <i>stakeholders</i> y estos han registrado sus respectivas respuestas.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . Debe haber un proceso de actualización activo. Todos los <i>stakeholders</i> que hayan sido notificados deben haber registrado su respuesta.
Flujo principal	El ACT-02 notificó a los <i>stakeholders</i> sobre el proceso de actualización y recibió sus respectivas respuestas.
	El <i>software</i> muestra una opción de “Terminar actualización”.
	El ACT-02 da <i>clic</i> en “Terminar actualización”.
	El <i>software</i> termina el proceso de actualización y vuelve a poner en color negro todos los requisitos de la matriz de trazabilidad.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	El proceso de actualización queda concluido, es decir, el color de los requisitos es negro. Es posible iniciar un nuevo proceso de actualización.

Diagrama de secuencia:

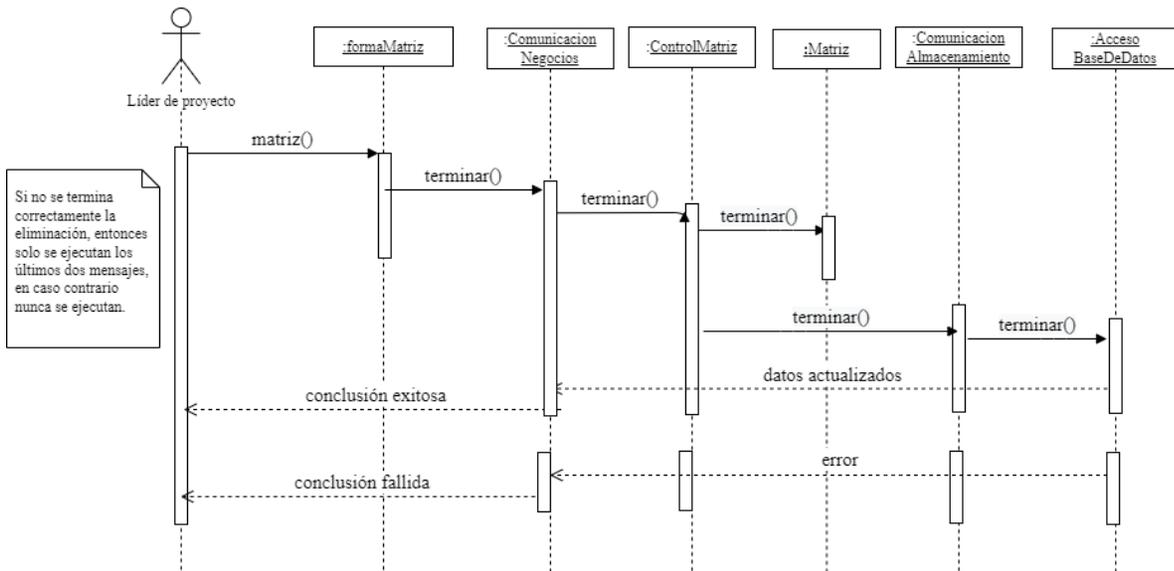


Figura 3.342. Diagrama de secuencia CU-74.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-74

Número del requisito: RF-03

Fuente del requisito: Maria Correo: metztli0137@gmail.com

Descripción: No está mal

Aprobado: Si

Terminar proceso

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.343. Terminar proceso de actualización de un requisito por el(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-74).

Requisito funcional RF-75

Requisito: RF-75

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-75

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto terminar un proceso de actualización.

Razón de existencia: El(a) Líder de equipo podrá concluir un proceso de actualización, cuando todos los requisitos estén revisados y actualizados, aun cuando las respuestas de los *stakeholders* no estén registradas.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62, RF-75

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: Enero 2023, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Febrero 2023, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.344. Requisito funcional RF-75.

Diagrama de caso de uso

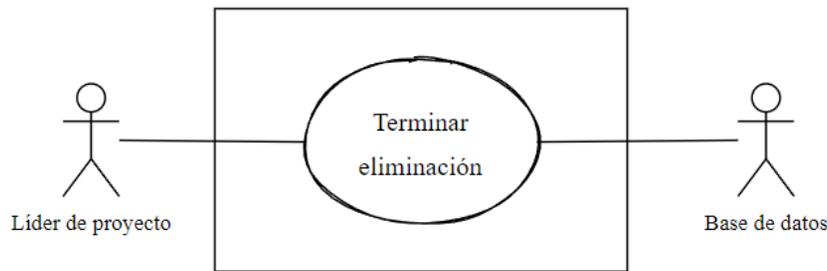


Figura 3.345. Diagrama de caso de uso CU-75.

Tabla 130. Caso de uso CU-75.

Descripción de caso de uso	
CU-75	Terminar actualización.
Versión	1.0, Febrero 2023.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá concluir con un proceso de actualización cuando todos los requisitos estén revisados, es decir, en color verde. Puede concluir la actualización sin necesidad de que los <i>stakeholders</i> registren sus respuestas.
Resumen	El ACT-01 puede concluir un proceso de actualización activo cuando todos los requisitos estén en verde.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . Debe haber un proceso de actualización activo. Todos los requisitos de la actualización deben estar en color verde.
Flujo principal	El ACT-01 revisa la matriz de trazabilidad y ve todos los requisitos en verde. El <i>software</i> muestra una opción de “Terminar actualización”. El ACT-01 da <i>clic</i> en “Terminar actualización”. El <i>software</i> termina el proceso de actualización y vuelve a poner en color negro todos los requisitos de la matriz de trazabilidad.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	El proceso de actualización queda concluido, es decir, el color de los requisitos es negro. Es posible iniciar un nuevo proceso de actualización.

Diagrama de secuencia:

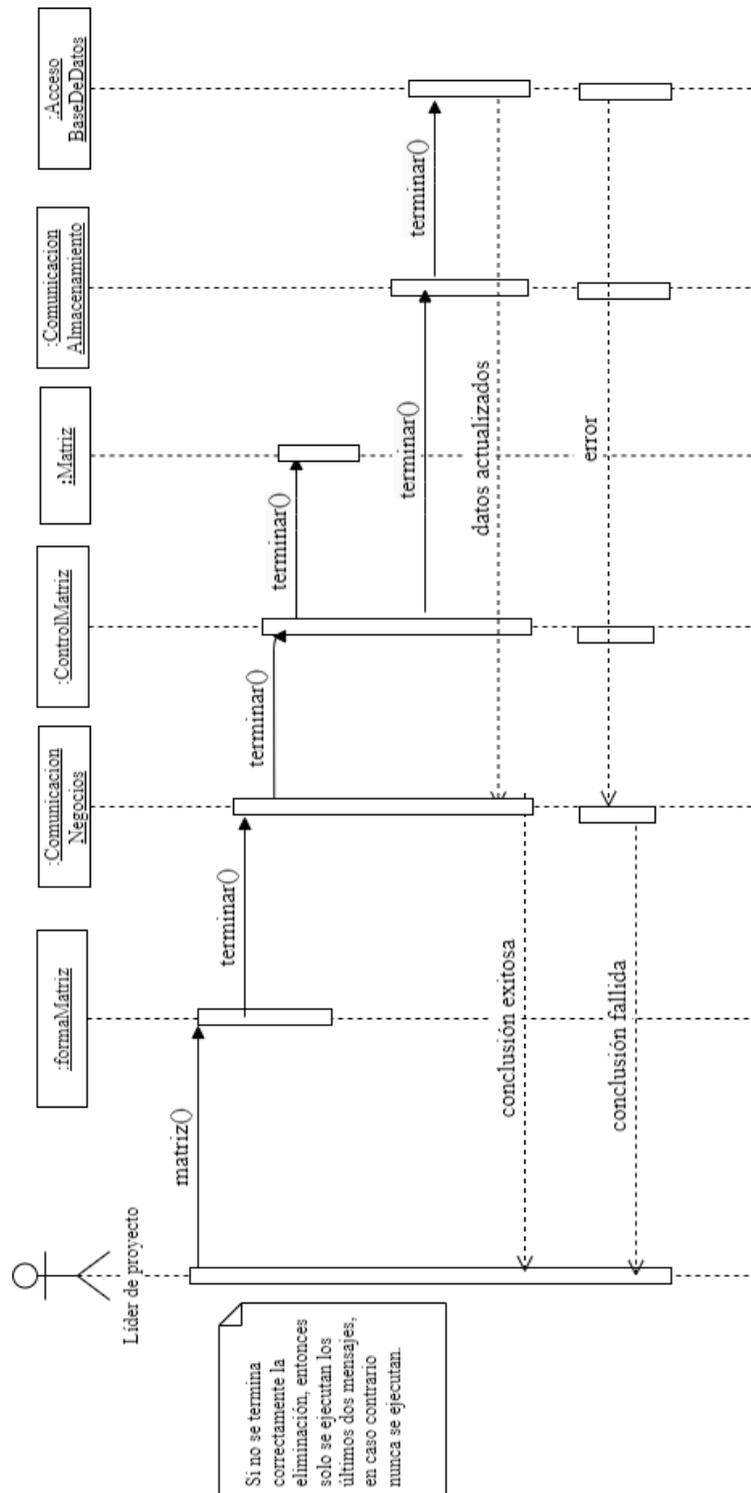


Figura 3.346. Diagrama de secuencia CU-75.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-75

El usuario seleccionado quedará dado de baja.

Proceso:

La directora de biblioteca deberá seleccionar al usuario al cual desea dar de baja y deberá hacer clic en el botón correspondiente a eliminar. La directora de biblioteca deberá confirmar la acción de dar de baja al usuario dando clic en el botón emergente.

Referencias

Con otros requisitos: RF-01, RF-02, RF-03

Con casos de uso: CU-01, CU-02, CU-03

Fecha de creación: 2023-05-01

Último cambio: 2023-05-02

Terminar actualización Enviar correo Ver respuestas

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.347. Terminar proceso de actualización de un requisito por el(a) líder de proyecto (RF-75).

Requisito funcional RF-76

Requisito: RF-76

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-76

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos terminar un proceso de eliminación.

Razón de existencia: El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá concluir un proceso de eliminación, siempre y cuando todos los requisitos estén revisados, actualizados y las respuestas de los *stakeholders* estén registradas.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62, RF-75

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: Enero 2023, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Febrero 2023, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.348. Requisito funcional RF-76.

Diagrama de caso de uso

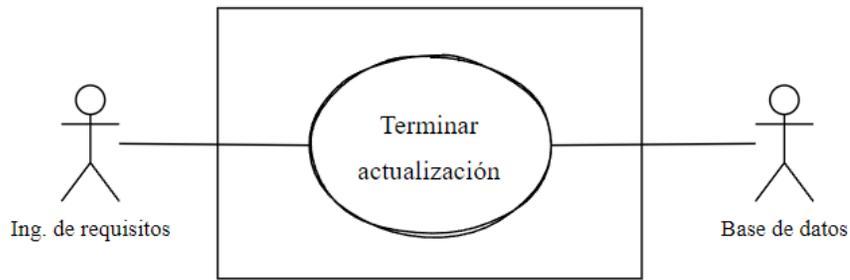


Figura 3.349 Diagrama de caso de uso CU-76.

Tabla 131. Caso de uso CU-76.

Descripción de caso de uso	
CU-76	Terminar eliminación.
Versión	1.0, Febrero 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá concluir con un proceso de eliminación una vez que todos los <i>stakeholders</i> hayan registrado una respuesta sobre el proceso de actualización activo.
Resumen	El ACT-02 puede concluir un proceso de eliminación activo una vez que haya notificado a todos los <i>stakeholders</i> y estos hayan registrado sus respectivas respuestas.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . Debe haber un proceso de eliminación activo. Todos los <i>stakeholders</i> notificados deberán haber registrado su respuesta.
Flujo principal	El ACT-02 notificó a los <i>stakeholders</i> sobre el proceso de eliminación y recibió sus respectivas respuestas.
	El <i>software</i> muestra una opción de “Terminar eliminación”.
	El ACT-02 da <i>clic</i> en “Terminar eliminación”.
	El <i>software</i> termina el proceso de eliminación y vuelve a poner en color negro todos los requisitos de la matriz de trazabilidad.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	El proceso de eliminación queda concluido, es decir, el color de los requisitos vuelve a ser negro. Es posible iniciar un nuevo proceso de actualización.

Diagrama de secuencia:

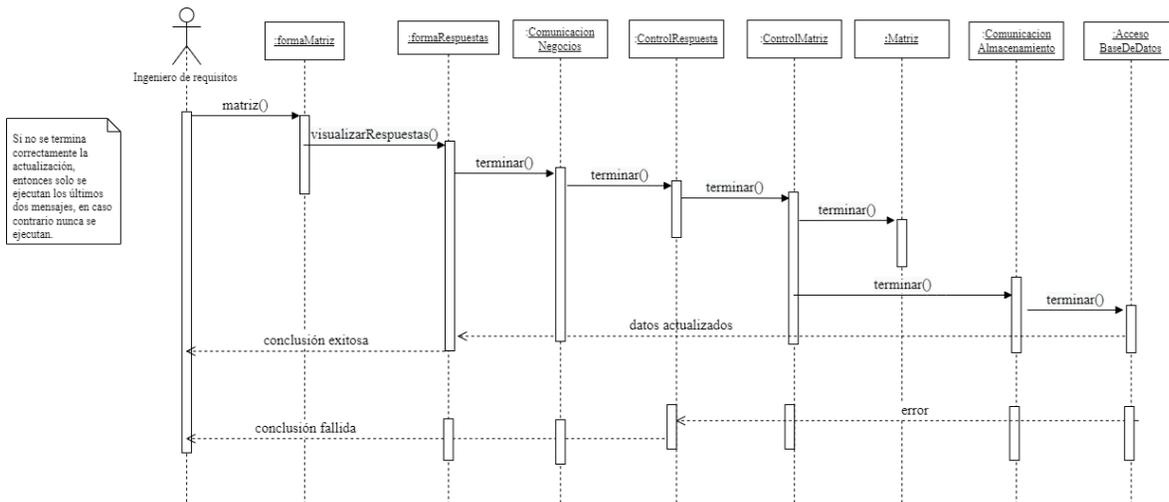


Figura 3.350. Diagrama de secuencia CU-76.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-76

Número del requisito:	RF-03
Fuente del requisito:	Maria <input type="text"/> Correo: <input type="text" value="metztl0137@gmail.com"/>
Descripción:	No está mal <input type="text"/>
Aprobado:	Si <input type="text"/>

Terminar proceso

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.351. Terminación del proceso de eliminación por el(a) ingeniero(a) de requisitos (RF-76).

Requisito funcional RF-77

Requisito: RF-77

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-77

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto terminar un proceso de eliminación.

Razón de existencia: El(a) Líder de equipo podrá concluir un proceso de eliminación, cuando todos los requisitos estén revisados y actualizados, aun cuando las respuestas de los *stakeholders* no estén registradas.

Origen: Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-26, RF-27, RF-28, RF-30, RF-31, RF-34, RF-35, RF-37, RF-38, RF-39, RF-41, RF-44, RF-45, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-57, RF-58, RF-59, RF-60, RF-61, RF-62, RF-75

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: Enero 2023, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Febrero 2023, Empresa A, Gotel y Finkelstein (1994), Wieringa (1995), Ahmad y Ghazali (2007), Berenbach et al. (2009), Hokkanen (2001), ISO/IEC/IEEE 29148 (2018), Charalampidou et al. (2021), Lucero (2022).

Figura 3.352. Requisito funcional RF-77.

Diagrama de caso de uso

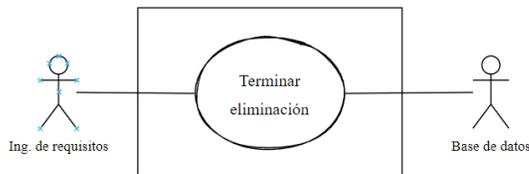


Figura 3.353. Diagrama de caso de uso CU-77.

Tabla 132. Caso de uso CU-77.

Descripción de caso de uso	
CU-77	Terminar eliminación.
Versión	1.0, Febrero 2023.
Actores	ACT-01.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) líder de proyecto podrá concluir con un proceso de eliminación cuando todos los requisitos estén revisados, es decir, en color verde. Puede concluir la actualización sin necesidad de esperar a que los <i>stakeholders</i> registren sus respuestas.

Descripción de caso de uso	
Resumen	El ACT-01 puede concluir un proceso de eliminación activo cuando todos los requisitos estén en verde.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . Debe haber un proceso de eliminación activo. Todos los requisitos de la eliminación deben estar en color verde.
Flujo principal	El ACT-01 revisa la matriz de trazabilidad y ve todos los requisitos en verde. El <i>software</i> muestra una opción de “Terminar eliminación”. El ACT-01 da <i>click</i> en “Terminar eliminación”. El <i>software</i> termina el proceso de eliminación y vuelve a negro todos los requisitos de la matriz de trazabilidad.
Subflujos	No aplica.
Excepciones	No aplica.
Postcondición	El proceso de eliminación queda concluido, es decir, el color de los requisitos vuelve a ser negro. Es posible iniciar un nuevo proceso de actualización.

Diagrama de secuencia:

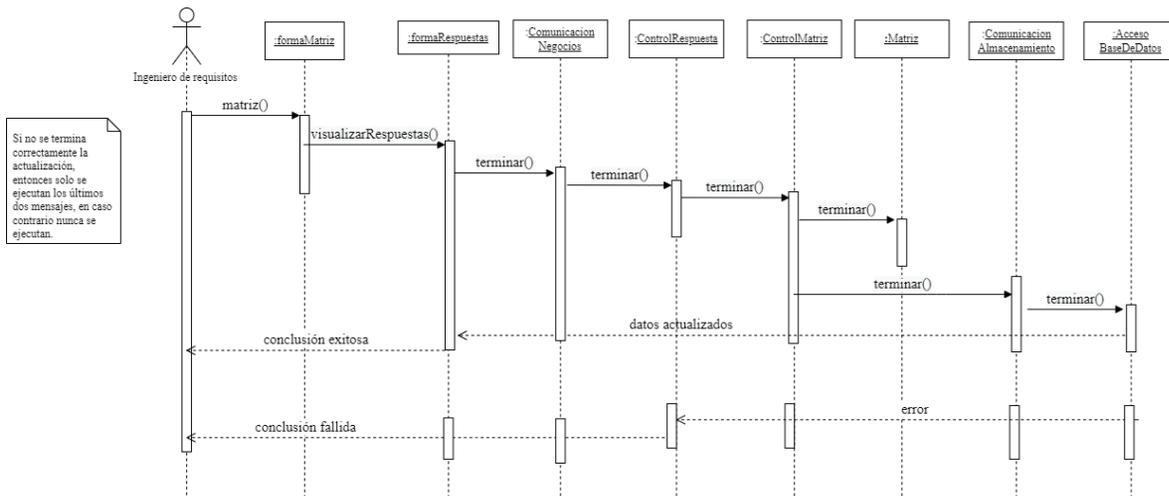


Figura 3.354. Diagrama de secuencia CU-77.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-77

El usuario seleccionado quedará dado de baja.

Proceso:

La directora de biblioteca deberá seleccionar al usuario al cual desea dar de baja y deberá hacer clic en el botón correspondiente a eliminar. La directora de biblioteca deberá confirmar la acción de dar de baja al usuario dando clic en el botón emergente.

Referencias

Con otros requisitos: RF-01, RF-02, RF-03

Con casos de uso: CU-01, CU-02, CU-03

Fecha de creación: 2023-05-01

Último cambio: 2023-05-02

Terminar actualización Enviar correo Ver respuestas

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 3.355. Terminación del proceso de eliminación por el(a) líder de proyecto (RF-77).

El último requisito funcional en ser modificado fue el RF-26, este requisito permite que los archivos subidos a la herramienta registren requisitos con campos vacíos. Sin embargo, es necesario mostrarle una advertencia al usuario para informarle que existen algunos campos vacíos en la plantilla del requisito funcional (los cuales pueden ser necesarios para la realización de la trazabilidad), por lo que se le pregunta si los requisitos se mantienen aún con los campos vacíos o si debe corregirlos y completarlos. Debido a esta nueva funcionalidad, se tuvo que rediseñar el requisito RF-26 (ver Figuras 3.356 a 3.361 y Tabla 133), para que antes de que el(a) ingeniero(a) de requisitos suba el archivo de la plantilla a TrazaReq, ésta sea revisada y se le indique si está completa o no, y él o ella tome la decisión de continuar o no.

Requisito Funcional RF-26

Requisito: RF-26

Tipo de requisito: Funcional (9)* Robertson y Robertson (2012)

Caso de uso: CU-26

Descripción: El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos subir un documento de texto que contenga los requisitos funcionales para agregarlos a un proyecto en formato de plantilla.

Razón de existencia: Lo(a)s ingenieros(a) de requisitos podrán agregar a los proyectos los requisitos funcionales mediante un documento de texto que contenga los requisitos dentro del formato establecido por la plantilla de requisitos.

Origen: ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

Criterio de ajuste:

Requisitos asociados: RF-02, RF-04, RF-13, RF-16, RF-19, RF-24, RF-25, RF-28, RF-29, RF-30, RF-31, RF-32, RF-33, RF-34, RF-35, RF-36, RF-37, RF-38, RF-39, RF-40, RF-41, RF-42, RF-43, RF-44, RF-45, RF-46, RF-47, RF-48, RF-49, RF-50, RF-51, RF-52, RF-53, RF-54, RF-55, RF-56, RF-57.

Conflictos:

Material de apoyo:

Historia: 03 de junio 2022, ISO/IEC/IEEE 29148 (2018).

17 de octubre 2022, Empresa A.

Figura 3.356. Requisito funcional RF-26.

Diagrama de caso de uso



Figura 3.357. Diagrama de caso de uso CU-26.

Tabla 133. Caso de uso CU-26.

Descripción de caso	
CU-26	Subir documento de requisitos.
Versión	2.0, 03 de Abril de 2023.
Actores	ACT-02.
Tipo	Básico.
Propósito	El(a) ingeniero(a) de requisitos podrá subir un documento PDF que contenga los requisitos funcionales de un proyecto.
Resumen	El ACT-02 puede subir un documento PDF al <i>software</i> con los requisitos funcionales de un proyecto.
Precondiciones	El usuario debe tener una sesión activa en el <i>software</i> . El usuario debe subir el documento a revisión para que se indique si están completos todos los requisitos.
Flujo principal	El ACT-02 está en la pantalla principal con los datos de un proyecto y presiona el botón “Subir requisitos”.
	El <i>software</i> muestra las opciones “Revisar trazabilidad” y “Subir requisitos”.
	El ACT-02 sube el documento a la opción “Revisar trazabilidad” y presiona el botón “Enviar”.
	El <i>software</i> analiza el documento y muestra en pantalla la lista de los requisitos que presenten campos vacíos necesarios para la trazabilidad. En caso de que todos los requisitos estén completos, muestra “Todos los requisitos están completos.”
	El ACT-02 revisa la lista de requisitos incompletos y presiona “Subir requisitos”, carga el documento correspondiente y presiona el botón “Enviar”.
	El <i>software</i> permite subir un documento PDF con los requisitos funcionales individualmente en el formato establecido por la plantilla base.
	El ACT-02 carga el documento.
	El <i>software</i> muestra la pantalla con lista de todos los requisitos contenidos en el documento como requisitos funcionales del proyecto.

Descripción de caso	
Subflujos	No aplica.
Excepciones	Si el ACT-02 cierra la opción “Subir requisitos” no se muestran las opciones de subida.
Postcondición	Los requisitos funcionales contenidos en el documento son creados dentro del proyecto.

Diagrama de secuencia:

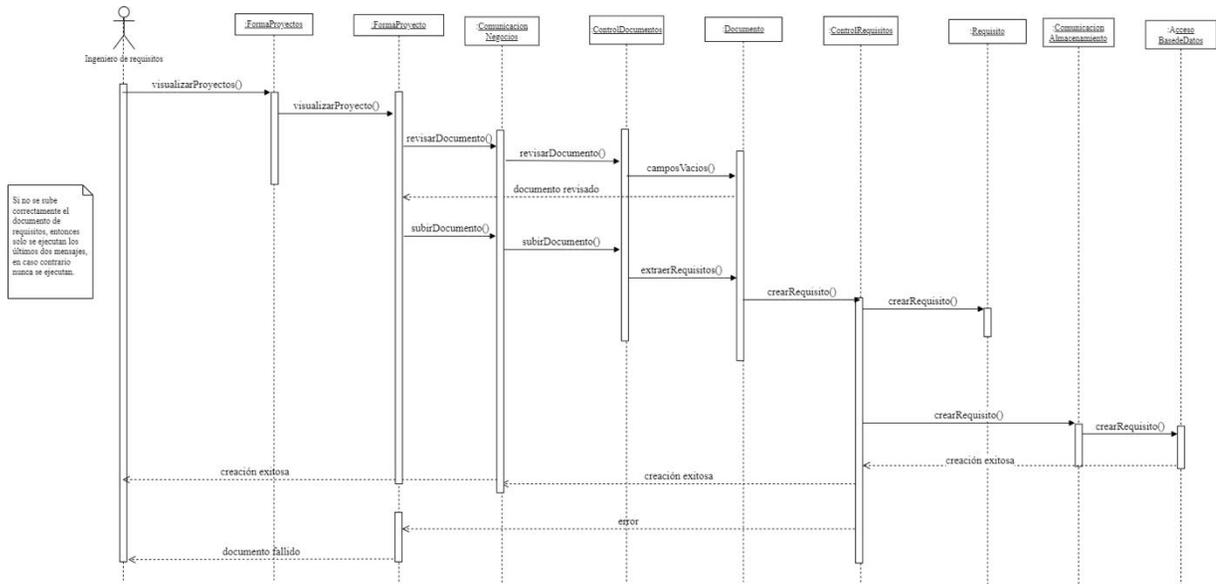


Figura 3.358. Diagrama de secuencia CU-26.

Implementación de rediseño de requisito funcional RF-26

La opción de “Verificar trazabilidad” es la primera en usarse para que TrazaReq analice qué requisitos tienen información incompleta (ver Figura 3.359). Una vez que se analicen, se muestra en pantalla la lista de los requisitos que contienen campos incompletos y que pueden representar un riesgo para la aplicación de la trazabilidad (ver Figura 3.360). Si el usuario decide subir el documento aun con los requisitos incompletos entonces debe usar la opción “Subir requisitos”, y TrazaReq extraerá dichos requisitos y mostrará en pantalla un mensaje de éxito (ver Figura 3.361).

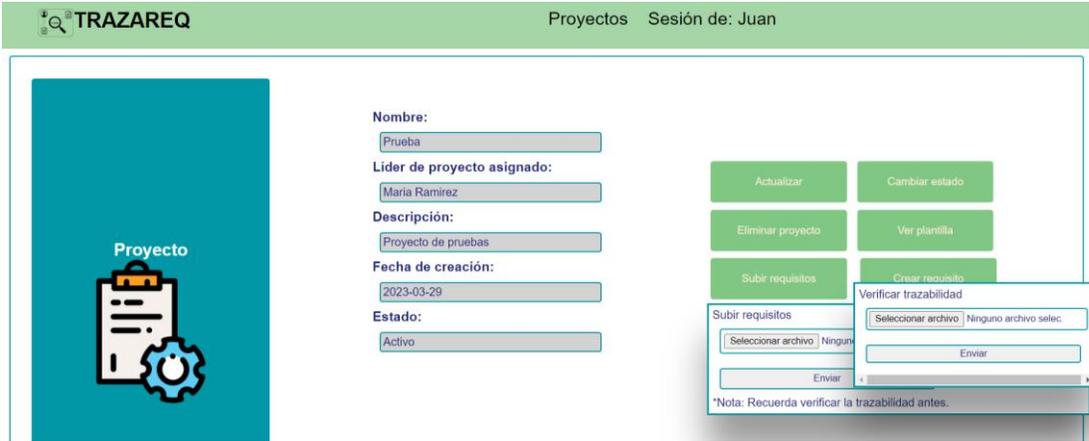


Figura 3.359. Alerta de revisión de la trazabilidad de un requisito (RF-26).

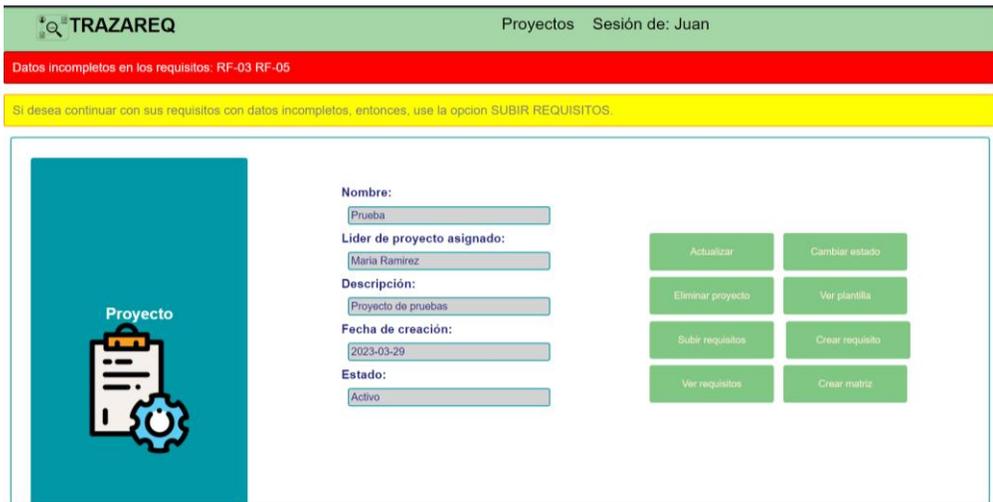


Figura 3.360. Notificación de datos incompletos en los requisitos (RF-26).

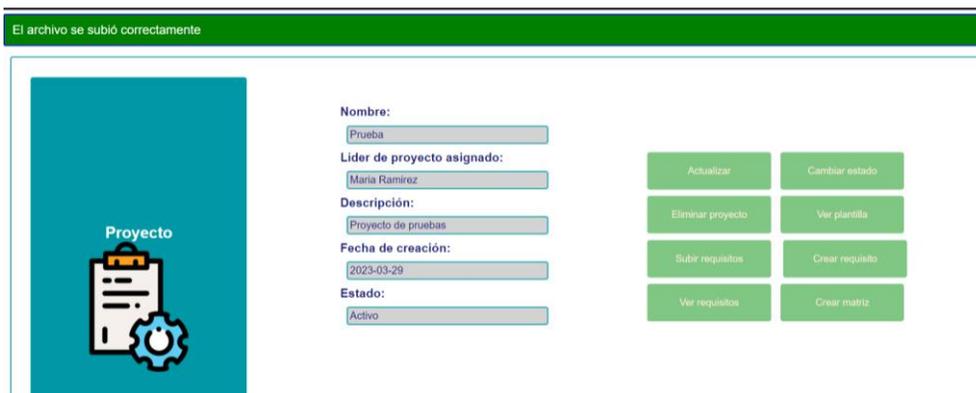


Figura 3.361. Notificación de éxito en la subida de un archivo con requisitos (RF-26).

En toda la implementación de la herramienta se analizaron, diseñaron, implementaron y validaron un total de 77 requisitos funcionales que conforman TrazaReq (ver Anexo B). Así mismo,

el diagrama general de clases que ilustra las relaciones entre todas las clases-entidad involucradas en el *software* se puede ver en el Anexo D, y finalmente, el diagrama que ilustra a detalle la organización y funcionamiento de la base de datos se puede apreciar en el Anexo E.

En el siguiente capítulo se desarrolla la evaluación empírica de la herramienta a través de un caso de estudio y se muestran los resultados que permitan aceptar o rechazar la hipótesis planteada en el punto 1.5 del presente trabajo de tesis.

4. Evaluación empírica de TrazaReq

De acuerdo con Pfleeger (2005) la evaluación empírica en la IS es altamente recomendada para evaluar tecnologías, métodos o herramientas, ya que solo así se pueden conocer sus efectos en las organizaciones, procesos o productos. Además, la evaluación empírica permite establecer la relación entre los procesos de producción y sus productos obtenidos, para poder así hacer las evaluaciones necesarias de manera objetiva (Hannay et al., 2007). Debido a esto, una vez que el *software* TrazaReq fue validado y verificado, se diseñó y realizó un caso de estudio que pudiera proporcionar la información necesaria para aceptar o rechazar la hipótesis planteada en este proyecto de tesis.

Dentro de la IS existen tres tipos de métodos de evaluación empírica: estudios (*surveys*), casos de estudio y experimentos formales. En este trabajo de tesis se seleccionaron los casos de estudio ya que estos se usan para investigar un solo fenómeno dentro de un tiempo determinado, y dado que los datos recolectados pueden ser de naturaleza cuantitativa o cualitativa, permiten evaluar los beneficios de métodos y herramientas ya que brindan un panorama del desempeño de estos, con lo cual se puede evaluar si se generan los resultados deseados (Wohlin et al., 2012).

Ahora bien, existen tres tipos diferentes de estrategias para el desarrollo de un caso de estudio:

- Comparar los resultados de una propuesta aplicada a un proyecto contra una línea base.
- Desarrollar dos proyectos en paralelo, llamados gemelos, escogiendo alguno como la línea base.
- Aplicar la propuesta en algunos componentes y comparar los resultados con los componentes no seleccionados.

El caso de estudio para la evaluación del *software* TrazaReq se llevó a cabo en una microempresa de desarrollo de *software*, denominada “A” por cuestiones de confidencialidad, y que cuenta con menos de 10 empleados. Para el desarrollo del caso de estudio se seleccionó la primera estrategia dado que la empresa proporcionó un documento con los requisitos de un proyecto desarrollado anteriormente, lo que fue tomado como una línea base. Es importante mencionar que en esta empresa se realizaba de forma parcial la trazabilidad de los requisitos funcionales, ya que en la mayoría de los requisitos proporcionados (75% de ellos) no se incluía la fuente, o el contacto de la fuente, o bien, los requisitos asociados o ninguno de estos datos.

4.1. Caso de estudio

A partir de la hipótesis planteada en el primer capítulo de esta tesis:

H: *“Es posible que una microempresa desarrolladora de software mejore su gestión de la trazabilidad hacia la fuente y hacia los requisitos funcionales asociados en la etapa de la elicitación de requisitos, a través del uso de una herramienta software”.*

Se definió una hipótesis nula:

H₀: *“No es posible que una microempresa desarrolladora de software mejore su gestión de la trazabilidad hacia la fuente y hacia los requisitos funcionales asociados en la etapa de la elicitación de requisitos, a través del uso de una herramienta software”.*

Sin embargo, para poder evaluar de manera adecuada el desempeño de TrazaReq, fue necesario definir variables de respuesta (estas fueron resultado del objetivo general establecido en el capítulo 1 de esta tesis): *“Desarrollar una herramienta de software que mejore la trazabilidad hacia la fuente y hacia los requisitos funcionales asociados, en la elicitación de requisitos en una microempresa desarrolladora de software.*

Las variables de respuesta resultantes fueron:

- Trazabilidad hacia la fuente. ¿Cuántos requisitos tenían asociado su origen?
- Trazabilidad hacia otros requisitos. ¿Cuántos requisitos tenían requisitos asociados?
- Requisitos volátiles.
 - ¿Cuántos requisitos que se agregaron se visualizaron en la matriz de TrazaReq?
 - ¿Cuántos requisitos que se actualizaron se visualizaron en la matriz de TrazaReq?
 - ¿Cuántos requisitos que se eliminaron se visualizaron en la matriz de TrazaReq?
- Notificaciones a los *stakeholders*.
 - ¿Cuántos stakeholders fueron notificados sobre las agregaciones de nuevos requisitos?
 - ¿Cuántos stakeholders fueron notificados sobre las actualizaciones a los requisitos?
 - ¿Cuántos stakeholders fueron notificados sobre las eliminaciones de requisitos?
- Aprobación de los *stakeholders*.
 - ¿Cuántos stakeholders aprobaron los cambios en los requisitos?
 - ¿Cuántos stakeholders desaprobaron los cambios en los requisitos?

Para dar respuesta a estas variables se ejecutó el *software* sobre 89 requisitos funcionales y 9 *stakeholders*, correspondientes a un proyecto desarrollado por la empresa “A” para la gestión de una biblioteca de la Universidad denominada “X”, también por cuestiones de confidencialidad. Por lo que como primer paso se crearon tres perfiles para un número igual de usuarios: empresa, una líder de proyecto y una ingeniera de requisitos (ver Figuras 4.1 a 4.6).

TRAZAREQ

Registro de empresa

Nombre:
Universidad X

Descripción:
Perfil diseñado para los proyectos de la Universidad

Correo de recuperación:
andrea126@gmail.com

Contraseña:
.....

Confirme contraseña:
.....

Mostrar contraseña

Registrarse

Figura 4.1. Creación de la cuenta de empresa.

Registro con éxito

Empresa

Nombre:
Universidad X

Descripción:
Perfil diseñado para los proyectos de la Universidad.

Correo asociado a la empresa
andrea126@gmail.com

Código Único:
FHN

Nota: Es importante que guarde el código único para poder asociar cuentas de usuarios a su empresa. En el formulario de registro se pide el código de la empresa para poder concluir el registro.

Registrar cuenta de líder de proyecto

Figura 4.2. Visualización del perfil de la empresa.

TRAZAREQ

Registro de líder de proyecto

Código de empresa:
123

Nota: Ingresa el código único de tu empresa para poder pertenecer a ella.

Nombre:
Jasón

Apellido:
Hernández

Correo:
mazzini.namirez@gmail.com

Contraseña:
.....

Confirme contraseña:
.....

Mostrar contraseña

Registrar líder

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 4.3. Creación de una cuenta de líder de proyecto.

The screenshot shows the TRAZAREQ login interface. At the top, there is a green header with the TRAZAREQ logo and the text "Registro con éxito". Below this, the main content area is titled "Iniciar sesión: Líder de proyecto" and features an illustration of three people. The login form includes a "Correo:" field with the email "metzli.ramirez@gmail.com", a "Contraseña:" field with masked characters, and a "Mostrar contraseña" checkbox. A green "Iniciar sesión" button is located at the bottom right of the form.

Figura 4.4. Inicio de sesión en cuenta de líder de proyecto.

The screenshot displays the registration page for a requirements engineer. On the left, a teal box contains the text "Nueva cuenta: Ingeniero de Requisitos" and an icon of a person with a plus sign. On the right, the registration form is titled "Registra una nueva cuenta para tu ingeniero de requisitos" and includes fields for "Nombre:" (Mercedes), "Apellido:" (González), "Correo:" (metzli@gmail.com), "Contraseña:", and "Confirme contraseña:". A "Show Password" checkbox and a green "Regístrate" button are also present.

Figura 4.5. Creación de la cuenta de ingeniera de requisitos.

The screenshot shows the project leader's dashboard. At the top, there is a green header with the TRAZAREQ logo, the text "Proyectos", and "Sesión de: Metzli". Below this, a green bar indicates "Registro con éxito". The main content area displays a list of engineers with their names and a "Ver detalles" button for each. The list includes: "Ingeniero: María Juárez proyectos", "Ingeniero: Juan Ramírez proyectos", and "Ingeniero: Mercedes González proyectos". A "Nuevo Ingeniero" button with a plus sign is also visible. At the bottom, there is a footer for "Universidad Tecnológica de la Mixteca Ingeniería en computación".

Figura 4.6. Lista de ingeniero(a)s a cargo del líder de proyecto.

Posteriormente, se creó el proyecto para la gestión de la biblioteca de la Universidad “X”, para que TrazaReq permitiera “cargar” el documento que contenía los requisitos (ver Figuras 4.7 a 4.9).

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Nuevo Proyecto

Ingeniero asignado:
Mercedes González

Nombre:
Biblioteca X

Descripción:
Proyecto de la biblioteca de la Universidad X.

Fecha de creación:
06/02/2023

Estado del proyecto: Activo

Crear proyecto

Figura 4.7. Alta del proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Proyectos de: Mercedes González

Biblioteca X
2023-02-01
Ver detalles

Nuevo Proyecto

Universidad Tecnológica de la Militeca

Figura 4.8. Visualización de los proyectos dados de alta en TrazaReq.

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Proyecto

Nombre:
Biblioteca X

Lider de proyecto asignado:
Metzli Ramirez

Descripción:
Proyecto de la biblioteca de la Universidad X.

Fecha de creación:
2023-02-01

Estado:
Activo

Actualizar Cambiar estado

Eliminar proyecto Ver plantilla

Subir requisitos Crear requisito

Ver requisitos Crear matriz

Figura 4.9. Datos del proyecto de la gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.

Sin embargo, es importante mencionar que, para poder ingresar los requisitos a TrazaReq, fue necesario que estos estuviesen en el formato de la plantilla específica para este tipo de requisitos (ver Figura 4.10).

Número del requisito	\t	Nombre de requisito	\t
Fuente del requisito	\t	Contacto	\t
Prioridad del requisito	\t		
Descripción	\t		
Entrada	\t		
Salida	\t		
Proceso	\t		
Referencias	Con otros requisitos	\t	
	Con casos de uso	\t	
Fecha de creación	\t	Último cambio	\t

Uso de la plantilla:

- No usar resaltados de letra, negrita, cursiva o subrayado.
- Un requisito por página.
- Dejar el símbolo “\t” al final de cada campo.
- El campo Prioridad solo puede ser “Alta”, “Media”, “Baja”.
- El formato de las fechas debe ser dd/mm/aa.
- En el campo Contacto solo se debe poner un correo electrónico.
- La numeración de los requisitos es “RF-XX”.
- En el campo “Con otros requisitos”, cada requisito en la lista debe estar separado por una coma. Ejemplo: RF-02,RF-03,RF-04
- Guardar los archivos como formato PDF.

Figura 4.10. Plantilla específica para requisitos funcionales en TrazaReq.

Cuando los requisitos ya estaban en el formato requerido por TrazaReq se procedió a agregarlos. Sin embargo, fue necesario verificar que no tuviesen campos vacíos para evitar que se dificultara la aplicación correcta de la trazabilidad (ver Figura 4.11).



Figura 4.11. Verificación de la completitud de los datos los requisitos del proyecto.

Si en la plantilla existían campos vacíos relacionados con la trazabilidad, TrazaReq le informó a la ingeniera de requisitos que era necesario que una revisión de estos (ver Figura 4.12).

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Datos incompletos en los requisitos: RF-11 RF-39 RF-42 RF-55 RF-72 RF-73

Si desea continuar con sus requisitos con datos incompletos, entonces, use la opción SUBIR REQUISITOS.

Proyecto

Nombre: Biblioteca X

Lider de proyecto asignado: Metzli Ramirez

Descripción: Proyecto de la biblioteca de la Universidad X.

Fecha de creación: 2023-02-01

Estado: Activo

Acciones: Actualizar, Cambiar estado, Eliminar proyecto, Ver plantilla, Subir requisitos, Crear requisito, Verificar trazabilidad, Subir requisitos, Seleccionar archivo, Ninguno archivo selec., Enviar, Enviar.

*Nota: Recuerda verificar la trazabilidad antes.

Figura 4.12. Notificación de datos incompletos en el documento de requisitos del proyecto.

Una vez que los requisitos ya estaban revisados por la ingeniera de requisitos comprobando que los campos vacíos eran correctos, TrazaReq permitió que fuesen “subidos” (ver Figuras 4.13 y 4.14).

Requisitos creados con éxito

El archivo se subió correctamente

Proyecto

Nombre: Biblioteca X

Lider de proyecto asignado: Metzli Ramirez

Descripción: Proyecto de la biblioteca de la Universidad X.

Fecha de creación: 2023-02-01

Estado: Activo

Acciones: Actualizar, Cambiar estado, Eliminar proyecto, Ver plantilla, Subir requisitos, Crear requisito, Ver requisitos, Crear matriz.

Figura 4.13. Subida de documento de los requisitos funcionales del proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.

Requisitos del proyecto

Número del requisito: RF-01 Nombre del requisito: Alta de usuarios Ver requisito

Fuente del requisito: Maria García, Directora de biblioteca Contacto: luisa.andrea126@gmail.com

Prioridad del requisito: 1

Descripción: Requisito que permite el alta únicamente de los usuarios que forman parte de la comunidad de la universidad de Wonderland y que no se les ha restringido el acceso a los servicios proporcionados por la biblioteca. La directora de biblioteca deberá dar de alta a los usuarios que les sean proporcionados por el encargado de servicios escolares.

Entrada: Los siguientes datos del usuario: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula, instituto.

Salida: El usuario dado de alta en el sistema de la biblioteca.

Proceso: Para dar de alta a un usuario, la directora deberá ingresar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto. Al terminar de introducir los datos, la directora de biblioteca deberá dar clic en el botón aceptar para guardar los datos.

Referencias Con otros requisitos: RF-02, RF-03, RF-04 Con casos de uso: CU-02, CU-03, CU-04

Fecha de creación: 05/02/2022 Último cambio: 10/02/2022

Figura 4.14. Requisitos registrados para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X”.

Una vez que los requisitos fueron cargados, TrazaReq generó la matriz de trazabilidad que permitió a la ingeniera de requisitos hacer el seguimiento de éstos, tanto hacia su fuente como a los requisitos asociados (ver Figuras 4.15 a 4.17).

Matriz de trazabilidad del proyecto ?

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.0	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.0	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de biblioteca
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-13	1.0	RF-12					SM, bibliotecaria

Figura 4.15. Matriz de trazabilidad generada para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X” (1/3).

RF-52	1.0	RF-01	RF-05	RF-30			EM, alumna, MG, profesora
RF-53	1.0	RF-01	RF-05				EM, alumna
RF-54	1.0	RF-01	RF-05	RF-11			LM, Directora de biblioteca
RF-55	1.0						SM, bibliotecaria
RF-57	1.0	RF-01	RF-05	RF-11			LM, Directora de biblioteca
RF-58	1.0	RF-01	RF-05	RF-11	RF-56		SM, bibliotecaria
RF-59	1.0	RF-01	RF-05	RF-11	RF-56	RF-13	SM, bibliotecaria
RF-60	1.0	RF-11	RF-12				SM, bibliotecaria
RF-61	1.0	RF-01	RF-05				SM, bibliotecaria
RF-62	1.0	RF-01	RF-05	RF-61			LM, Directora de biblioteca
RF-63	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca
RF-64	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca
RF-65	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca
RF-66	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca
RF-67	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca
RF-68	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca
RF-69	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca

Figura 4.16. Matriz de trazabilidad generada para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X” (2/3).

RF-74	1.0	RF-72					JG, encargada de subsistemas, SM, bibliotecaria
RF-75	1.0	RF-73					SM, bibliotecaria
RF-76	1.0	RF-73					SM, bibliotecaria
RF-77	1.0	RF-72	RF-73				JG, encargada de subsistemas
RF-78	1.0	RF-73					SM, bibliotecaria
RF-79	1.0	RF-01	RF-05				SM, bibliotecaria
RF-80	1.0	RF-01	RF-05	RF-79			SM, bibliotecaria
RF-81	1.0	RF-79					SM, bibliotecaria
RF-82	1.0	RF-77					SM, bibliotecaria
RF-83	1.0	RF-83					SM, bibliotecaria
RF-84	1.0	RF-83					MR, proveedora externa
RF-85	1.0	RF-83					SM, bibliotecaria
RF-86	1.0	RF-01	RF-05				SM, bibliotecaria
RF-87	1.0	RF-01	RF-05				JG, encargada de subsistemas
RF-88	1.0	RF-01	RF-05				MG, profesora
RF-89	1.0	RF-01	RF-05				MAR, Representante Legal

Figura 4.17. Matriz de trazabilidad generada para el proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad "X" (3/3).

Una vez que se generó la matriz de trazabilidad se empezó con el proceso:

1. Adición de requisitos.
2. Actualización de requisitos.
3. Eliminación de requisitos.

4.1.1. Adición de requisitos funcionales

TrazaReq permitió a la ingeniera de requisitos agregar requisitos de manera manual siguiendo los pasos que a continuación se describen:

1. Relleno de los campos de la plantilla con la información referente al nuevo requisito. Es importante remarcar que todos los datos, incluido el número de requisito fueron ingresados (ver Figura 4.18 y Figura 4.19).
2. Una vez que el requisito fue agregado, la ingeniera de requisitos pudo visualizarlo al final de la lista de requisitos ya existente (ver Figura 4.20). También pudo visualizarlo de manera individual como se muestra en la Figura 4.21 y en la matriz de trazabilidad actualizada (ver Figura 4.22).

Nuevo requisito

Número del requisito:	Nombre del requisito:
<input type="text" value="RF-90"/>	<input type="text" value="Requisito extra"/>
Fuente del requisito:	Contacto:
<input type="text" value="MAR, Representante legal"/>	<input type="text" value="xxxxxxx.reyes@gamil.com"/>
Prioridad del requisito:	<input type="text" value="Media"/>
Descripción:	<input type="text" value="El software deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso."/>
Entrada:	<input type="text" value="El software deberá permitir registrar una nueva universidad asociada."/>
Salida:	<input type="text" value="El software registra una nueva universidad asociada para poder compartir información."/>
Proceso:	<input type="text" value="El software guarda en la base de datos los datos de la universidad asociada. El ACT-02 presiona el botón de crear univ"/>
Referencias Con otros requisitos:	Con casos de uso:
<input type="text" value="RF-89"/>	<input type="text" value="Referencias"/>

Figura 4.18. Adición de requisito.

Stakeholder agregado

Requisito creado con éxito



Proyecto

Nombre:
Biblioteca X

Lider de proyecto asignado:
Metzli Ramirez

Descripción:
Proyecto de la biblioteca de la Universidad X.

Fecha de creación:
2023-02-01

Estado:
Activo

Actualizar
Cambiar estado

Eliminar proyecto
Ver plantilla

Subir requisitos
Crear requisito

Ver requisitos
Crear matriz

Figura 4.19. Confirmación del requisito agregado.

reglamento de la biblioteca.	
Referencias	Con otros requisitos: RF-01,RF -05 Con casos de uso:
Fecha de creación:	30/01/2022 Último cambio:

Número del requisito:	RF-89	Nombre del requisito:	Creación de una lista de usuarios externos	Ver requisito
Fuente del requisito:	MAR, Representante Legal	Contacto:		
Prioridad del requisito:	Ata			
Descripción:	El software deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso.			
Entrada:	El software deberá tener registrada la universidad asociada.			
Salida:	La lista de usuarios externos está disponible.			
Proceso:	El software guarda en la base de datos a los usuarios que solicitan préstamos a la universidad de Wonderland. El ACT -02 presiona el botón de crear lista. El software genera una lista de todos los usuarios externos que están en la base de datos.			
Referencias	Con otros requisitos: RF-01, RF -05	Con casos de uso:		
Fecha de creación:	2022-02-10	Último cambio:	2023-06-21	

Número del requisito:	RF-90	Nombre del requisito:	Nueva universidad asociada	Ver requisito
Fuente del requisito:	MAR, Representante legal	Contacto:	xxxxxxx.reyes@gamil.com	
Prioridad del requisito:	Ata			
Descripción:	El software deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso.			
Entrada:	El software deberá permitir registrar una nueva universidad asociada.			
Salida:	El software registra una nueva universidad asociada para poder compartir información.			
Proceso:	El software guarda en la base de datos los datos de la universidad asociada. El ACT-02 presiona el botón de crear universidad asociada. El software registra los datos y los muestra en pantalla.			
Referencias	Con otros requisitos:	Con casos de uso:	-	
Fecha de creación:	2023-03-20	Último cambio:	2023-03-31	

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 4.20. Vista global del requisito agregado.

Número del requisito:	RF-90	Nombre del requisito:	Requisito extra
Fuente del requisito:	MAR, Representante legal	Contacto:	xxxxxxxx.reyes@gmail.com
Prioridad del requisito:	Media		
Descripción:	El software deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso.		
Entrada:	El software deberá permitir registrar una nueva universidad asociada.		
Salida:	El software registra una nueva universidad asociada para poder compartir información.		
Proceso:	El software guarda en la base de datos los datos de la universidad asociada. El ACT-02 presiona el botón de crear universidad asociada. El software registra los datos y los muestra en pantalla.1.		
Referencias	Con otros requisitos:	RF-89	Con casos de uso:
Fecha de creación:	2023-03-20	Último cambio:	2023-03-31
Actualizar		Eliminar	

Figura 4.21. Vista individual del requisito agregado.

Requisito	Version	RA-01	RA-02	SM, bibliotecaria
RF-76	1.0	RF-73		SM, bibliotecaria
RF-77	1.0	RF-72	RF-73	JG, encargada de subsistemas
RF-78	1.0	RF-73		SM, bibliotecaria
RF-79	1.0	RF-01	RF-05	SM, bibliotecaria
RF-80	1.0	RF-01	RF-05	SM, bibliotecaria
RF-81	1.0	RF-79	RF-79	SM, bibliotecaria
RF-82	1.0	RF-77		SM, bibliotecaria
RF-83	1.0	RF-83		SM, bibliotecaria
RF-84	1.0	RF-83		MR, proveedora externa
RF-85	1.0	RF-83		SM, bibliotecaria
RF-86	1.0	RF-01	RF-05	SM, bibliotecaria
RF-87	1.0	RF-01	RF-05	JG, encargada de subsistemas
RF-88	1.0	RF-01	RF-05	MG, profesora
RF-89	1.1	RF-01	RF-05	MAR, Representante Legal
RF-90	1.1	RF-89		MAR, Representante legal

Figura 4.22. Matriz actualizada con el requisito agregado.

4.1.2. Actualización de un requisito

En este punto, dado que la actualización de un requisito es un proceso que consiste en varios pasos que pueden ser complejos de entender o fácil de olvidar, TrazaReq le mostró a la ingeniera de requisitos un panel donde se ven los pasos a seguir (ver Figura 4.23).

Requisito	Version	RA-01	RA-02
RF-01	1.0	RF-02	RF-03
RF-02	1.0	RF-01	RF-03
RF-03	1.0	RF-01	RF-02
RF-04	1.0	RF-01	RF-02
RF-05	1.0	RF-01	
RF-06	1.0	RF-01	RF-05
RF-07	1.0	RF-01	RF-05
RF-08	1.0	RF-01	RF-05
RF-09	1.0	RF-01	RF-05
RF-10	1.0	RF-01	RF-05
RF-11	1.0		
RF-12	1.0	RF-11	

El proceso de actualización se realiza siguiendo los siguientes pasos:

1. Entra en la plantilla de un requisito y dar click en "Actualizar". El requisito en cuestión se pondrá en color rojo, esto indica que se puede proceder a la actualización de sus datos.
2. Actualiza los campos que sean necesarios y dar click en "Guardar", de esta forma los datos del requisito serán reemplazados. Deberá tener cuidado al guardar los cambios ya que al realizar esta acción no se podrá regresar a la versión anterior del requisito.
3. Genera la matriz de trazabilidad para que puedas ver qué requisitos necesitan ser actualizados para seguir conservando su integridad.
4. Revisa la matriz de trazabilidad para identificar los siguientes colores:
 - a. Si el requisito está en verde significa que fue actualizado.
 - b. Si el requisito está en amarillo significa que está asociado al requisito que acaba de actualizarse, por lo cual debe revisarse y, en su caso modificarse haciendo click sobre él (para que sea consistente con el requisito actualizado). O bien, rechazar la actualización, en caso de no estar de acuerdo con los cambios.
 - c. Continúa actualizando todos los requisitos hasta que todos estén en color verde en la matriz de trazabilidad. Esto indicará que todos los requisitos han sido actualizados con éxito.

Figura 4.23. Panel de Información sobre el proceso de actualización.

1. Activar la función “Actualizar” en la opción de visualización individual de un requisito (ver Figura 4.24).

Número del requisito:	RF-03	Nombre del requisito:	Consulta de datos de usuario
Fuente del requisito:	MG, Directora de biblioteca	Contacto:	xxxxxxx126@gmail.com
Prioridad del requisito:	Media		
Descripción:	Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda consultar los usuarios registrados de tal forma que pueda visualizar los datos asociados con estos. La directora de la biblioteca al consultar a un usuario en específico podrá visualizar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto.		
Entrada:	El usuario al qu e se requiere consultar.		
Salida:	Los datos del usuario consultados.		
Proceso:	La directora de biblioteca deberá seleccionar al usuario de quien desea consultar sus datos. Una vez seleccionado el usuario, se desplegarán sus datos y la directora de la biblioteca podrá visualizar lo siguiente: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto.		
Referencias	Con otros requisitos:	RF-01, RF -02, RF -04	Con casos de uso:
			CU-01, CU -02, CU -04
Fecha de creación:	05/02/2022	Último cambio:	10/02/2022
Actualizar		Eliminar	

Figura 4.24. Requisito a ser actualizado.

2. El requisito cambió de color negro a rojo, lo que le indicó a la ingeniera que podía empezar a modificar sus datos (ver Figura 4.25).

TRAZAREQ Proyecto Sesión de: Mercedes

Requisito en actualización

Número del requisito: RF-02 Nombre del requisito: Modificar datos de usuario

Fuente del requisito: MG, Directora de biblioteca

Prioridad del requisito: Alta

Descripción: Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda consultar los usuarios registrados ya sea porque los datos hayan sido dados d

Entrada: El usuario registrado en el sistema al que se desea modificar sus datos.

Salida: Los datos de los usuarios quedarán modificados.

Requisito en rojo
Este requisito está en proceso de actualización
Ahora puede editar los datos que desee, recuerde dar en guardar antes de salir.
Ok

Figura 4.25. Cambio de color de un requisito a rojo, lo que indica que está siendo actualizado.

3. La matriz de trazabilidad muestra a la ingeniera de requisitos el requisito en color rojo, lo que le indica que éste se está actualizando pero que aún no han sido guardadas las modificaciones. También le muestra, en color amarillo los requisitos asociados al requisito en actualización, lo que indica que éstos están pendientes de actualizar y que deberá de revisarlos con el objetivo de seguir manteniendo la estabilidad de los requisitos (ver Figura 4.26).

Matriz de trazabilidad del proyecto ?

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.0	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.0	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de biblioteca
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-13	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria

Figura 4.26. Matriz de trazabilidad con el requisito en actualización en color rojo.

- La ingeniera de requisitos debió hacer *click* el botón “Actualizar datos” que se encuentra al final de la plantilla con campos editables, para guardar los datos actualizados del requisito en cuestión (ver Figura 4.27).

Salida:

Los datos del usuario detalladamente descritos.

Proceso:

La directora de biblioteca deberá seleccionar al usuario de quien desea consultar sus datos. Una vez seleccionado el usuario, se desplegarán sus datos y la directora de la biblioteca podrá visualizar lo siguiente: nombre de usua

Referencias Con otros requisitos: Con casos de uso:

*Separe los requisitos asociados y casos de uso por una coma y un espacio. Ejemplo: RF-01, RF-02, RF-03.

Fecha de creación: Fecha de último cambio:

Actualizar Requisito

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 4.27. Actualización del requisito.

- Una vez que el requisito fue actualizado y guardado, este pasó a estar en color verde en la matriz de trazabilidad. Sin embargo, los requisitos asociados aún estaban en color amarillo, lo que le indicó a la ingeniera de requisitos que estaban pendientes de actualizar (ver Figura 4.28).

Matriz de trazabilidad del proyecto ?

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.0	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.1	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de bibliotec a
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-13	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 4.28. Matriz que muestra el requisito actualizado en color verde.

6. La ingeniera de requisitos debió seleccionar, de uno en uno, los requisitos en amarillo para revisarlos y decidir si era necesario actualizarlos o no (ver Figuras 4.29 y 4.30).

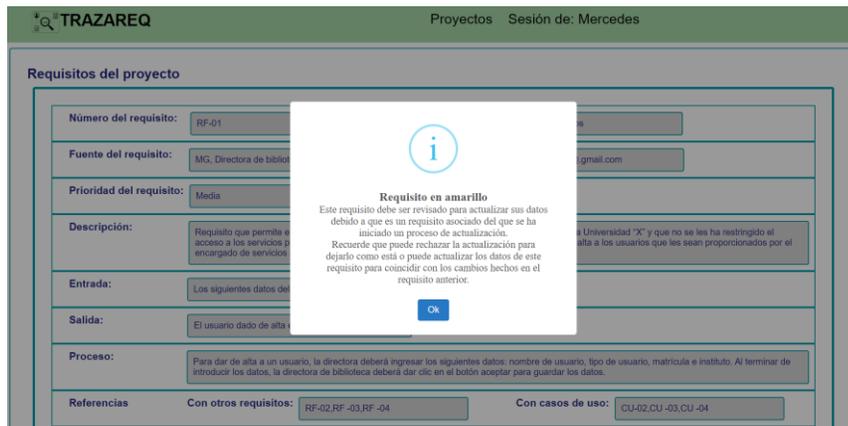


Figura 4.29. Notificación de revisión de requisito asociado en amarillo.

Número del requisito:	RF-01	Nombre del requisito:	Alta de usuarios
Fuente del requisito:	MG, Directora de biblioteca	Contacto:	xxxxxxx126@gmail.com
Prioridad del requisito:	Media		
Descripción:	Requisito que permite el alta únicamente de los usuarios que forman parte de la comunidad de la Universidad "X" y que no se les ha restringido el acceso a los servicios proporcionados por la biblioteca. La directora de biblioteca deberá dar de alta a los usuarios que les sean proporcionados por el encargado de servicios escolares.		
Entrada:	Los siguientes datos del usuario: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula, instituto.		
Salida:	El usuario dado de alta en el sistema de la biblioteca.		
Proceso:	Para dar de alta a un usuario, la directora deberá ingresar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto. Al terminar de introducir los datos, la directora de biblioteca deberá dar clic en el botón aceptar para guardar los datos.		
Referencias	Con otros requisitos:	RF-02,RF -03,RF -04	Con casos de uso:
			CU-02,CU -03,CU -04
Fecha de creación:	05/02/2022	Último cambio:	10/02/2022
Actualizar		Rechazar actualización	

Figura 4.30. Revisión del requisito en amarillo.

7. La ingeniera rechazó las actualizaciones de requisitos que no necesitaban modificaciones. Con esto, el *software* automáticamente cambió de color el requisito en la matriz de trazabilidad a color verde (ver Figuras 4.31 y 4.32).

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Requisitos del proyecto

Número del requisito: RF-01

Fuente del requisito: MG, Directora de biblioteca

Prioridad del requisito: Media

Descripción: Requisito que permite el acceso a los servicios encargados de servicios

Entrada: Los siguientes datos de

Salida: El usuario dado de alta en el sistema de la biblioteca.

Proceso: Para dar de alta a un usuario, la directora deberá ingresar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto. Al terminar de introducir los datos, la directora de biblioteca deberá dar clic en el botón aceptar para guardar los datos.

Referencias Con otros requisitos: RF-02,RF -03,RF -04 Con casos de uso: CU-02,CU -03,CU -04

Requisito en verde
Este requisito fue actualizado con éxito, por lo cual sus datos actualizados se han guardado correctamente, por favor continúe con la actualización hasta que todos estén en verde para poder concluir la actualización.

OK

Figura 4.31. Notificación de requisito en color verde.

Matriz de trazabilidad del proyecto ?

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.0	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.1	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de biblioteca
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-13	1.0	RF-12					SM, bibliotecaria

Figura 4.32. Matriz actualizada con el requisito asociado en color verde.

8. Posteriormente la ingeniera de requisitos revisó cada uno de los requisitos en color amarillo para verificar si requerían actualización, si era así, TrazaReq los ponía en color rojo y se procedía a actualizarlos.
9. En la Figura 4.33 se muestra la plantilla con campos editables para poder modificar los datos del requisito en actualización.

Requisito en actualización

Número del requisito: RF-02	Nombre del requisito: <input type="text"/>
<input type="button" value="Modificar datos de usuario"/>	
Fuente del requisito: <input type="text" value="MG, Directora de biblioteca"/>	Contacto: <input type="text" value="xxxxxxx126@gmail.com"/>
Prioridad del requisito: Alta	
Descripción: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: small;"> Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda editar los datos de los usuarios previamente registrados. La directora podrá editar los datos de los usuarios registrados ya sea porque los datos hayan sido dados d </div>	
Entrada: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: small;"> El usuario registrado en el sistema al que se desea modificar sus datos, los datos que se pueden modificar son: nombre de usuario, matrícula, instituto </div>	
Salida: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: small;"> Los datos de los usuarios quedarán modificados. </div>	
Proceso: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; font-size: small;"> La directora de biblioteca debe seleccionar al usuario al cual se le van a modificar los datos. Se podrá editar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto. Podrá editar uno o más campos a la vez </div>	

Figura 4.33. Requisito en rojo que denota que está en actualización.

10. También se puede ver que en la matriz de trazabilidad se muestra en color rojo el requisito que está siendo actualizado (ver Figura 4.34).

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.0	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.1	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de biblioteca
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-13	1.0	RF-12					SM, bibliotecaria
RF-14	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-15	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria

Figura 4.34. Matriz con requisitos en actualización y color rojo.

11. La ingeniera de requisitos tuvo que repetir, si era necesario, el proceso para aceptar o rechazar la actualización de todos los requisitos que estuviesen en color amarillo, hasta que todos volvieran a estar en color verde (ver Figuras 4.35 a 4.38).

Matriz de trazabilidad del proyecto ?

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.1	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de biblioteca
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria

Figura 4.35. Matriz actualizada con los requisitos asociados en color amarillo.

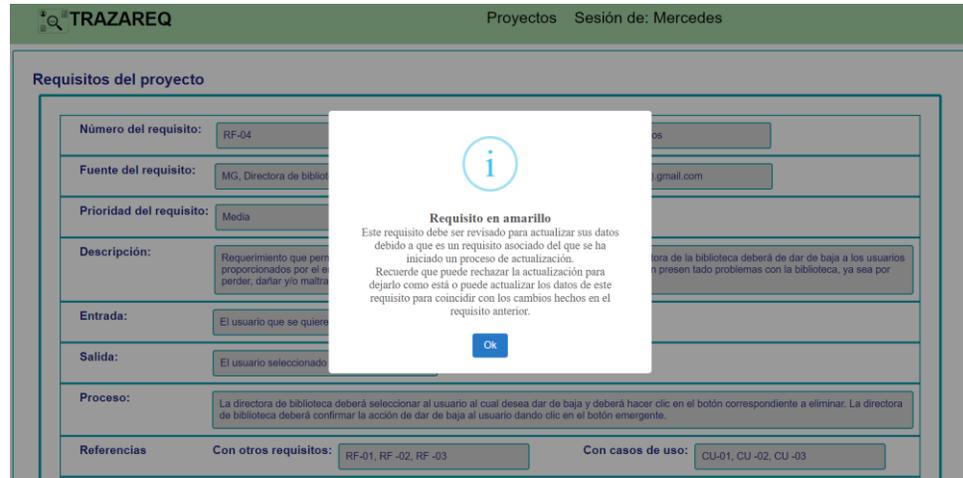


Figura 4.36. Notificación de un requisito asociado en color amarillo.

Número del requisito:	RF-04	Número del requisito:	Baja de usuarios
Fuente del requisito:	MG, Directora de biblioteca	Contacto:	xxxxxxxx126@gmail.com
Prioridad del requisito:	Media		
Descripción:	Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda dar de baja un usuario. La directora de la biblioteca deberá dar de baja a los usuarios proporcionados por el encargado de servicios escolares, de igual forma a los usuarios que hayan presentado problemas con la biblioteca, ya sea por perder, dañar y/o maltratar material de este lugar.		
Entrada:	El usuario que se quiere dar de baja.		
Salida:	El usuario seleccionado quedará dado de baja.		
Proceso:	La directora de biblioteca deberá seleccionar al usuario al cual desea dar de baja y deberá hacer clic en el botón correspondiente a eliminar. La directora de biblioteca deberá confirmar la acción de dar de baja al usuario dando clic en el botón emergente.		
Referencias	Con otros requisitos:	RF-01, RF -02, RF -03	Con casos de uso:
			CU-01, CU -02, CU -03
Fecha de creación:	05/02/2022	Último cambio:	10/02/2022
<input type="button" value="Actualizar"/> <input type="button" value="Rechazar actualización"/>			

Figura 4.37. Plantilla del requisito asociado en color amarillo.

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.1	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de biblioteca
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-13	1.0	RF-12					SM, bibliotecaria
RF-14	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-15	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria
RF-16	1.0	RF-04	RF-05				SM, bibliotecaria EM, alumna

Figura 4.38. Matriz con todos los requisitos en color verde.

12. Una vez que todos los requisitos estuvieron en color verde en la matriz de trazabilidad, la ingeniera de requisitos pudo ver el resumen de las actualizaciones (ver Figuras 4.39 y 4.40).

NOTIFICACIONES

Requisito base

Número del requisito:	RF-03	Nombre del requisito:	Consulta de datos de usuario
Fuente del requisito:	MG, Directora de biblioteca	Contacto:	xxxxxxx126@gmail.com
Prioridad del requisito:	1		
Descripción:	Requerimiento que permite que la directora de biblioteca pueda consultar los usuarios registrados de tal forma que pueda visualizar los datos asociados con estos. La directora de la biblioteca al consultar a un usuario en específico podrá visualizar los siguientes datos: nombre de usuario, tipo de usuario, matrícula e instituto.		
Entrada:	El usuario al que se requiere consultar.		
Salida:	El usuario seleccionado quedará dado de baja.		

Figura 4.39. Resumen de actualizaciones.

Salida:	El usuario seleccionado quedará dado de baja.			
Proceso:	La directora de biblioteca deberá seleccionar al usuario al cual desea dar de baja y deberá hacer clic en el botón correspondiente a eliminar. La directora de biblioteca deberá confirmar la acción de dar de baja al usuario dando clic en el botón emergente.			
Referencias	Con otros requisitos:	RF-01, RF-02, RF-03	Con casos de uso:	CU-01, CU-02, CU-03
Fecha de creación:	05/02/2022	Último cambio:	10/02/2022	

Enviar correo Ver respuestas

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 4.40. Resumen de actualizaciones.

13. Una vez que ya se finalizaron las actualizaciones de los requisitos (i.e., la matriz de trazabilidad está en verde), la ingeniera de requisitos envió una notificación, por correo electrónico, a los *stakeholders* con el resumen de las actualizaciones de los requisitos donde ellos eran la fuente (ver Figuras 4.41 y 4.42).

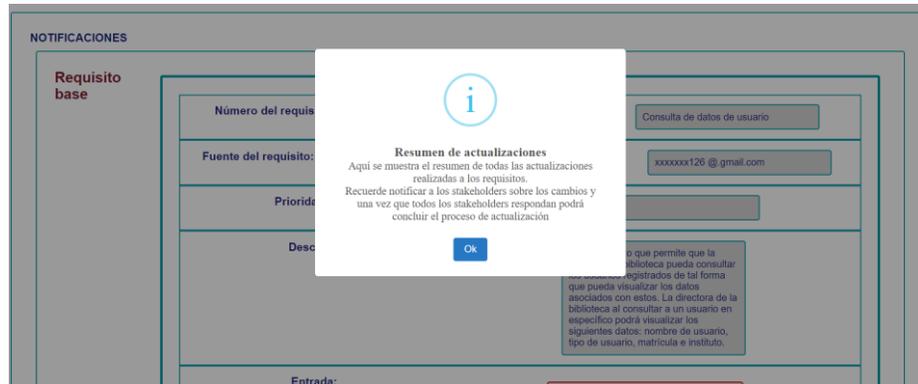


Figura 4.41. Notificación a un stakeholder.

14. Como eran muchos correos electrónicos para ser enviados a los *stakeholders*, TrazaReq mostró una notificación en pantalla a la ingeniera de requisitos con un mensaje de espera (ver Figura 4.42).

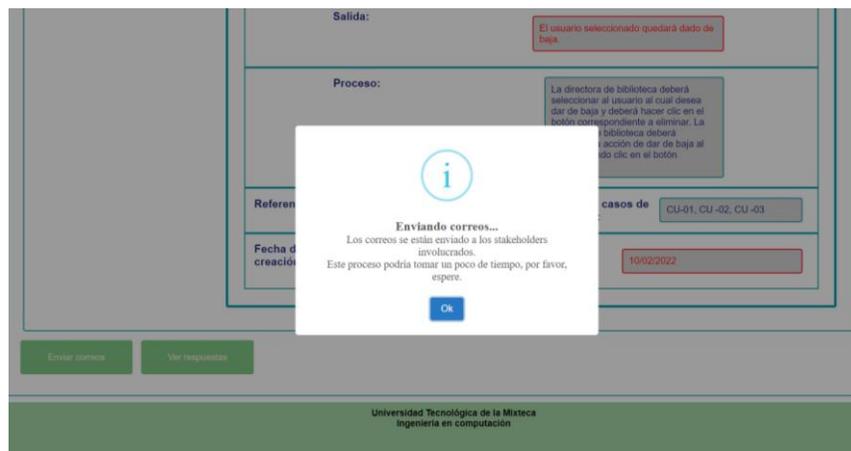


Figura 4.42. Notificación de espera en el envío de correos a los *stakeholders* involucrados.

15. Los correos recibidos por los *stakeholders* contenían un *link* para que éstos pudiesen registrar su respuesta, ya sea de aprobación o rechazo, a las actualizaciones realizadas a los requisitos de donde ellos eran la fuente (ver Figuras 4.43 a 4.45).

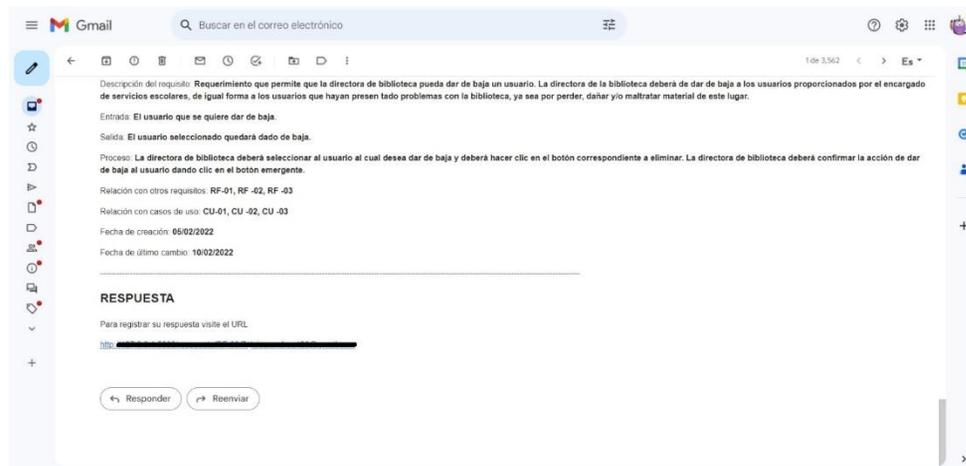


Figura 4.43. Correo electrónico recibido por un stakeholder.

Registro de Respuesta de Stakeholder

Por favor, registre su respuesta a la notificación que recibió por correo electrónico

Nombre:

¿Aprueba el cambio?:

Respuesta detallada:

Figura 4.44. Registro de respuesta de un *stakeholder*.

¡Muchas gracias por su respuesta!
 Su respuesta fue registrada con éxito, agradecemos su participación. Puede cerrar esta página.

Figura 4.45. Respuesta registrada de un *stakeholder*.

16. Una vez que ya se tuvieron registradas las respuestas de los *stakeholders* (por cada requisito agregado, actualizado o eliminado), éstas se mostraron en forma de lista para que la ingeniera de requisitos verificara que no hacía falta ninguna, solo entonces fue posible concluir el proceso de actualización (ver Figura 4.46). Y una vez concluido el proceso de actualización, la matriz de trazabilidad volvió a su estado inicial donde todos los requisitos se muestran sin colores (ver Figura 4.47).

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Respuestas de los stakeholders

Número del requisito:

Fuente del requisito: Correo:

Descripción:

Aprobado:

Universidad Tecnológica de la Mixteca
Ingeniería en computación

Figura 4.46. Lista de respuestas registradas de los *stakeholders*.

Matriz de trazabilidad del proyecto ?

Requisito	Version	RA-01	RA-02	RA-03	RA-04	RA-05	Fuente
RF-01	1.0	RF-02	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-02	1.1	RF-01	RF-03	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-03	1.1	RF-01	RF-02	RF-04			MG, Directora de biblioteca
RF-04	1.0	RF-01	RF-02	RF-03			MG, Directora de biblioteca
RF-05	1.0	RF-01					LM, Directora de biblioteca
RF-06	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-07	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-08	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-09	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-10	1.0	RF-01	RF-05				LM, Directora de biblioteca EM, prestataria alumna MG, prestataria profesora
RF-11	1.0						SM, bibliotecaria
RF-12	1.0	RF-11					SM, bibliotecaria

Figura 4.47. Matriz de trazabilidad después de concluir un proceso de actualización.

4.1.3. Eliminación de requisitos funcionales

Finalmente, para la eliminación de un requisito, la ingeniera de requisitos tuvo que seguir el proceso descrito a continuación:

1. Seleccionó el requisito a eliminar y presionó el botón “Eliminar”. Automáticamente éste cambió a color rojo, lo que le indicó que ya se inicializaba el proceso de eliminación (ver Figura 4.48).
2. El requisito a eliminar se mostró en la matriz de trazabilidad en color rojo y los requisitos asociados a éste en color amarillo, lo que indica que deben ser actualizados una vez que el requisito sea eliminado (ver Figura 4.49).
3. Una vez eliminado el requisito, los requisitos asociados se mostraron en amarillo, indicándole a la ingeniera de requisitos que deben ser actualizados (ver Figura 4.50).
4. La ingeniera de requisitos tuvo que llevar a cabo el proceso de actualización, tal como se describió en la sección 4.1.2, para todos los requisitos marcados en amarillo, hasta que éstos volviesen a estar en color verde (ver Figuras 4.51 y 4.52).

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Requisito en actualización

Número del requisito: **RF-90** Nombre del requisito: Nueva universidad asociada

Fuente del requisito: MAR, Representante legal

Prioridad del requisito: Alta

Descripción: El software deberá comportarse tal como se describe en el siguiente caso de uso

Entrada: El software deberá permitir registrar una nueva universidad asociada.

Salida: El software registra una nueva universidad asociada para poder compartir información.

Requisito en rojo

Este requisito está en proceso de eliminación
Este requisito se eliminará

Ok

Figura 4.48. Requisito seleccionado para su eliminación

RF-76	1.0	RF-73		
RF-76	1.0	RF-73		
RF-77	1.0	RF-72	RF-73	
RF-78	1.0	RF-73		
RF-79	1.0	RF-01	RF-05	
RF-80	1.0	RF-01	RF-05	RF-79
RF-81	1.0	RF-79		
RF-82	1.0	RF-77		
RF-83	1.0	RF-83		
RF-84	1.0	RF-83		
RF-85	1.0	RF-83		
RF-86	1.0	RF-01	RF-05	
RF-87	1.0	RF-01	RF-05	
RF-88	1.0	RF-01	RF-05	
RF-89	1.0	RF-01	RF-05	
RF-90	1.1	RF-89		

SM, bibliotecaria
SM, bibliotecaria
JG, encargada de subsistemas
SM, bibliotecaria
MR, proveedora externa
SM, bibliotecaria
SM, bibliotecaria
JG, encargada de subsistemas
MG, profesora
MAR, Representante Legal
MAR, Representante legal

Figura 4.49. Matriz de trazabilidad con el requisito a ser eliminado marcado en color rojo

RF-76	1.0	RF-73		
RF-76	1.0	RF-73		
RF-77	1.0	RF-72	RF-73	
RF-78	1.0	RF-73		
RF-79	1.0	RF-01	RF-05	
RF-80	1.0	RF-01	RF-05	RF-79
RF-81	1.0	RF-79		
RF-82	1.0	RF-77		
RF-83	1.0	RF-83		
RF-84	1.0	RF-83		
RF-85	1.0	RF-83		
RF-86	1.0	RF-01	RF-05	
RF-87	1.0	RF-01	RF-05	
RF-88	1.0	RF-01	RF-05	
RF-89	1.0	RF-01	RF-05	

SM, bibliotecaria
SM, bibliotecaria
JG, encargada de subsistemas
SM, bibliotecaria
MR, proveedora externa
SM, bibliotecaria
SM, bibliotecaria
JG, encargada de subsistemas
MG, profesora
MAR, Representante Legal

Figura 4.50. Matriz de trazabilidad después de eliminar el requisito con los requisitos asociados en color amarillo.

TRAZAREQ Proyectos Sesión de: Mercedes

Requisito en actualización

Número del requisito: **RF-89** Nombre del requisito: Creación de una lista de usuarios externos

Fuente del requisito: MAR, Representante Legal

Prioridad del requisito: Alta

Descripción: El software deberá comportarse tal como se describe en el siguiente s

Entrada: El software deberá tener registrada las universidad asociada.

Salida: La lista de usuarios externos está disponible.

Requisito en rojo

Este requisito está en proceso de actualización. Ahora puede editar los datos que desee, recuerde dar en guardar antes de salir.

Ok

Figura 4.51. Requisito en actualización después de la eliminación del requisito asociado

Requisito	Peso	Requisito	Requisito	Requisito	Requisito
RF-76	1.0	RF-73			
RF-79	1.0	RF-01	RF-06		
RF-80	1.0	RF-01	RF-06	RF-79	
RF-81	1.0	RF-79			
RF-82	1.0	RF-77			
RF-83	1.0	RF-83			
RF-84	1.0	RF-83			
RF-85	1.0	RF-83			
RF-86	1.0	RF-01	RF-06		
RF-87	1.0	RF-01	RF-06		
RF-88	1.0	RF-01	RF-06		
RF-89	1.1	RF-01	RF-06		

JG, encargada de subistemas
SM, bibliotecaria
MR, proveedora externa
SM, bibliotecaria
SM, bibliotecaria
JG, encargada de subistemas
MG, profesora
MAR, Representante Legal

Notificar stakeholders

Figura 4.52. Matriz de trazabilidad con todos los requisitos en verde

- Una vez que todos los requisitos estuvieron marcados en color verde, en la matriz de trazabilidad, la ingeniera de requisitos pudo ver el resumen de las actualizaciones (ver Figura 4.53)
- Posteriormente, este resumen de actualizaciones fue enviado por correo electrónico a los *stakeholders* involucrados en estos requisitos, para su aceptación o rechazo (ver Figuras 4.54 y 4.55).
- Los *stakeholders* registraron sus respuestas a través del *link* proporcionado en los correos electrónicos enviados y solo así se pudo concluir el proceso de eliminación, tal como se realizó en el proceso de actualización (ver Figuras 4.56 y 4.57).



Figura 4.53. Resumen de actualizaciones de los requisitos.

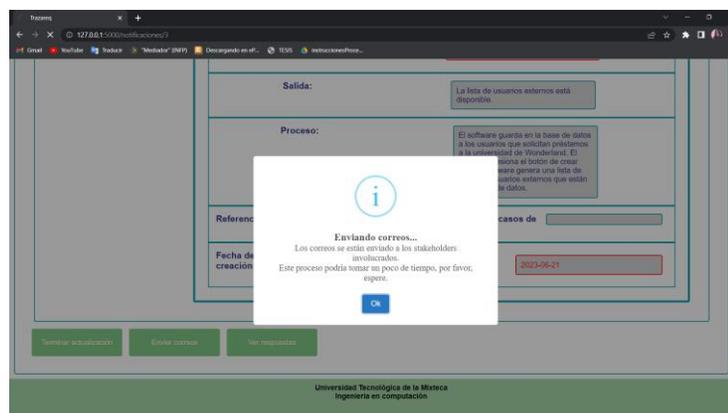


Figura 4.54. Envío de correos electrónicos a los *stakeholders* involucrados con las actualizaciones realizadas.



Figura 4.55. Notificación de que el resumen de actualizaciones ha sido enviado a los *stakeholders* involucrados.

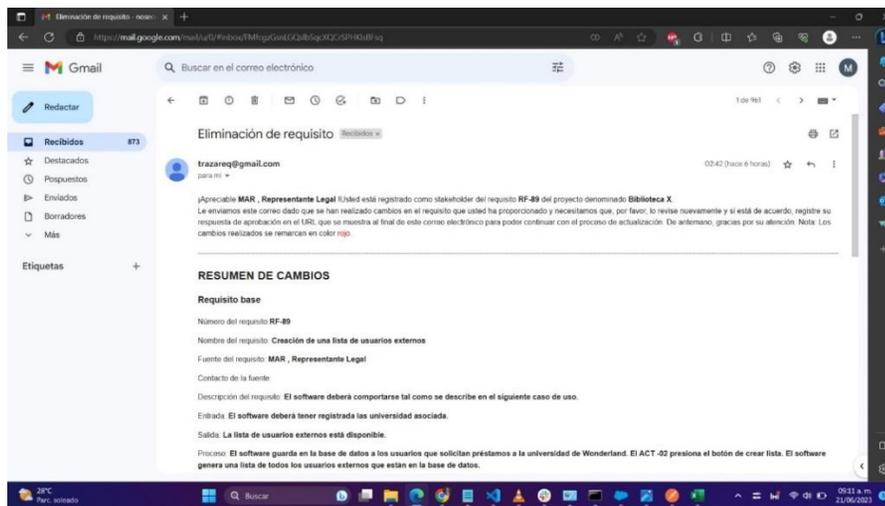


Figura 4.56. Correo electrónico recibido por un *stakeholder* con el resumen de cambios a sus requisitos propuestos.

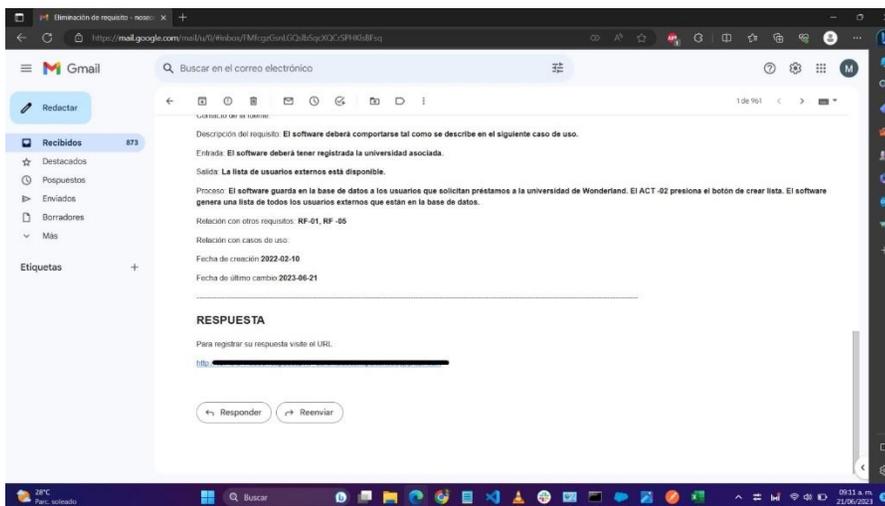


Figura 4.57. Correo electrónico recibido por *stakeholder* donde se visualiza el *link* para el registro de sus respuestas.

Como se puede apreciar en cada una de las funcionalidades de TrazaReq (adición, actualización y eliminación) se implementa la trazabilidad de los requisitos, tanto hacia la fuente (*stakeholders*) como hacia otros requisitos. Sin embargo, es importante mencionar que se depende en gran medida de que la información contenida en la plantilla de los requisitos sea la correcta y esté completa ya que, de otra forma, TrazaReq podría no llevar a buen término la trazabilidad.

4.1.4. Método

Los datos fueron recolectados de la comparación de la aplicación de TrazaReq sobre los 89 requisitos funcionales y 9 *stakeholders* del proyecto de gestión de la biblioteca de la Universidad “X”. Es importante mencionar que, para los casos de adición, actualización y eliminación de requisitos, se tomó una muestra representativa (25%) de los 89 requisitos base, es decir se trabajó sobre 22 requisitos.

Tabla 134. Tabla de variables respuestas.

Variable por medir	Unidad de medida	Sin TrazaReq	Con TrazaReq
Trazabilidad hacia la fuente	Número de requisitos asociados a algún <i>stakeholder</i> .	2 <i>stakeholders</i>	9 <i>stakeholders</i>
Requisitos volátiles	Número de requisitos agregados trazables hacia la fuente.	0 requisitos	22 requisitos
	Número de requisitos actualizados trazables hacia la fuente.	2 requisitos	22 requisitos
	Número de requisitos eliminados trazables hacia la fuente.	0 requisitos	22 requisitos
	Número de requisitos agregados trazables hacia otros requisitos.	0 requisitos	22 requisitos
	Número de requisitos actualizados trazables otros requisitos.	0 requisitos	22 requisitos
	Número de requisitos eliminados trazables otros requisitos.	0 requisitos	22 requisitos
Notificaciones a los <i>stakeholders</i>	Número de <i>stakeholders</i> notificados de la agregación de nuevos requisitos.	0 <i>stakeholders</i>	9 <i>stakeholders</i>
	Número de <i>stakeholders</i> notificados de la actualización de requisitos.	0 <i>stakeholders</i>	7 <i>stakeholders</i>
	Número de <i>stakeholders</i> notificados de la eliminación de requisitos.	0 <i>stakeholders</i>	7 <i>stakeholders</i>
Aprobación de los <i>stakeholders</i>	Número de <i>stakeholders</i> que aprobaron los cambios en los requisitos.	0 <i>stakeholders</i>	7 <i>stakeholders</i>
	Número de <i>stakeholders</i> que desaprobaron los cambios en los requisitos.	0 <i>stakeholders</i>	0 <i>stakeholders</i>

De acuerdo con los resultados plasmados en la Tabla 134, se puede observar que:

- Con TrazaReq el añadir requisitos, cuando ya se tiene una lista establecida, permite ya que el nuevo requisito pueda ser visualizado, tanto en la lista de requisitos como en la matriz de trazabilidad, por parte del(a) ingeniero(a) de requisitos para una mejor gestión de este.
- Con TrazaReq se pudo llevar una completa trazabilidad hacia la fuente, ya que después de realizar operaciones tanto de actualización como de eliminación de requisitos, se les notificaron los cambios a los *stakeholders* por medio de correos electrónicos junto con

un resumen de las actualizaciones para que éstos los revisaran y en su caso, aceptaran o rechazaran. Esto aumenta la participación de los *stakeholders* de manera activa a lo largo de la etapa de la elicitación de requisitos, permitiendo así que los requisitos cumplan con los atributos de correctitud y completitud.

- Con TrazaReq, el proceso de actualización y eliminación de requisitos puede repetirse de manera consecutiva y las veces sea necesario hasta tener que todos los requisitos estén en color verde.
- TrazaReq le permite al(a) ingeniero(a) de requisitos mantener la coherencia y consistencia de los requisitos al mostrarle visualmente que, si hubo algún cambio en un requisito, es necesario actualizar todos los requisitos asociados a éste (trazabilidad hacia otros requisitos).
- Con TrazaReq se mejoró la forma de notificar a los *stakeholders* ya que se les envían correos con información detallada que es fácil de visualizar.

4.1.5. Resultados empíricos

Antes de usar TrazaReq, la empresa “X” realizaba de forma parcial o incompleta la trazabilidad de los requisitos funcionales, ya que, a pesar de tenerlos descritos, en más del 75% de ellos, el(a) ingeniero(a) no podía visualizar qué requisitos estaban asociados entre sí y como se afectaban mutuamente, o notificar a sus fuentes sobre los cambios realizados (solo un *stakeholder* tenía un contacto para notificaciones). Por lo que las adiciones, modificaciones y eliminaciones se trataban de evitar una vez que ya se tenía formada una lista de requisitos funcionales, porque un pequeño cambio podría causar inconsistencias y falta de integridad en todos los requisitos. De igual forma, no se notificaban los cambios a los *stakeholders* por lo que estos desconocían que sus necesidades habían cambiado, lo que impedía mantener la integridad de los requisitos.

Con TrazaReq el seguimiento de la trazabilidad de los requisitos tanto hacia otros requisitos como hacia la fuente, es sencilla de aplicar ya que la matriz de trazabilidad proporciona una forma visual de reconocer las asociaciones entre los requisitos y cómo se afectan entre sí por algún cambio (agregación, actualización o eliminación). En el caso de la trazabilidad hacia la fuente, la herramienta se encarga de hacer el informe y enviar los correos a los *stakeholders* involucrados en ese requisito para que éstos, a su vez, los revisen y acepten, o bien, rechacen los cambios realizados.

Los resultados del caso de estudio realizado para evaluar TrazaReq se sintetizan a continuación (ver Tabla 135).

Tabla 135. Atributos de calidad de los requisitos.

Proyecto para la gestión de la biblioteca de la Universidad “X”				
Variable medida	Sin usar TrazaReq		Usando TrazaReq	
	Atributos	Valor	Atributos	Valor
Trazabilidad hacia la fuente	Requisitos asociados a algún <i>stakeholder</i> .	20%	Requisitos trazables hacia la fuente.	100%
Requisitos volátiles	Requisitos añadidos trazables a su fuente	No aplica	Requisitos añadidos trazables a su fuente	100%
	Requisitos añadidos trazables a sus requisitos asociados	No aplica	Requisitos añadidos trazables a sus requisitos asociados	100%
	Requisitos eliminados trazables a su fuente	No aplica	Requisitos eliminados trazables a su fuente	100%

Proyecto para la gestión de la biblioteca de la Universidad "X"				
	Requisitos eliminados trazables a sus requisitos asociados	No aplica	Requisitos eliminados trazables a sus requisitos asociados	100%
	Requisitos modificados trazables a su fuente	No aplica	Requisitos modificados trazables a su fuente	100%
	Requisitos modificados trazables a sus requisitos asociados	No aplica	Requisitos modificados trazables a sus requisitos asociados	100%
Notificaciones a los stakeholders	<i>Stakeholders</i> involucrados en los requisitos.	20%	<i>Stakeholders</i> notificados de agregación de requisitos.	100%
			<i>Stakeholders</i> notificados de agregación de requisitos.	100%
			<i>Stakeholders</i> notificados de agregación de requisitos.	100%
Aprobación de los stakeholders	<i>Stakeholders</i> involucrados en cambios de requisitos	20%	<i>Stakeholders</i> que aprobaron cambios en los requisitos.	100%
			<i>Stakeholders</i> que no aprobaron cambios en los requisitos.	0%

*Estudio realizado sobre 89 requisitos funcionales provenientes de 9 *stakeholders*.

De acuerdo con los resultados plasmados en la Tabla 135, se puede concluir que sí hubo una mejora considerable en la trazabilidad de los requisitos (hacia la fuente y hacia otros requisitos) al usar TrazaReq, ayudando con esto a mejorar la etapa de la elicitación de requisitos.

5. Conclusiones

El desarrollo de esta tesis representó un valioso aprendizaje para la tesista ya que se reforzaron los conocimientos adquiridos durante los estudios de licenciatura y se complementaron con estudios adicionales, mismos que fueron indispensable para lograr los objetivos planteados en este trabajo de tesis. Los conocimientos más destacables fueron los siguientes:

- *Ingeniería de requisitos*, representó el área de mayor importancia de este trabajo, ya que como el título lo indica, es el núcleo de este porque involucra los procesos de elicitación y trazabilidad de los requisitos. Es destacable, además, que ésta última es el principal objetivo de la herramienta desarrollada.
- *Ingeniería de software*, fue necesario conocer detalladamente como se lleva a cabo el desarrollo de *software* para poder implementar un proceso correcto y así, completar todas sus fases de manera exitosa, garantizando la entrega de un *software* eficiente y completo.
- *Diseño de software orientado a objetos*, representa la parte más amplia de este trabajo ya que el diseño de *software* en el lenguaje de modelado UML requirió de la mayor parte del tiempo al tener que modelar diversos diagramas con un grado importante de complejidad pues estos involucran muchos elementos que se relacionan y afectan entre sí.
- *Programación orientada a objetos, bases de datos y programación web*, estos tres procesos se complementaron para poder implementar el *software* de manera adecuada y crear una herramienta correcta y funcional. Este proceso representó el mayor reto ya que la implementación se realizó con Python por lo que fue necesario aprenderlo de manera autodidacta.
- *Validación del software*, una vez construida la herramienta, fue necesario realizar sobre ellas pruebas de caja negra (generación de casos de prueba) para garantizar su correcto funcionamiento.
- *Metodología de la investigación*, fue necesario conocer el proceso de investigación para poder escribir, citar y estructurar un documento adecuado.

Ahora bien, de acuerdo con los objetivos planteados en el Capítulo 1 y con los resultados obtenidos en el caso de estudio descrito en el capítulo 4, se puede concluir lo siguiente:

- Una correcta trazabilidad hacia los requisitos asociados facilita en gran medida el proceso de agregar, modificar o eliminar requisitos cuando se están elicitando, ya que remarca los cambios y afectaciones que pueden ocurrir entre los requisitos.
- Una correcta trazabilidad hacia la fuente permite que los requisitos elicitados representen en verdad los deseos y necesidades de los *stakeholders*, lo que se traducirá en un proyecto exitoso.
- El uso de un *software* para la trazabilidad mejora considerablemente el proceso y su aplicación de manera automática facilita e incluso simplifica su correcta utilización.
- La trazabilidad permite la construcción de requisitos de calidad, que evita errores posteriores en el proceso de desarrollo de *software*.
- La trazabilidad de requisitos es un proceso decisivo en la etapa de elicitación, porque permite asegurar su correctitud y completez.

Por lo anterior, se puede concluir que la hipótesis propuesta al inicio de esta tesis, para este caso de estudio en particular, es aceptada, ya que la evidencia recolectada muestra que TrazaReq si representó una mejora en la aplicación de la trazabilidad hacia los requisitos asociados y hacia la fuente en el proceso de elicitación de requisitos, dado que antes de su utilización, la empresa A solo realizaba la trazabilidad de forma parcial o incompleta en la mayoría de sus requisitos.

Finalmente, el mayor problema al que se enfrenta un(a) ingeniero(a) de requisitos para implementar la trazabilidad de los requisitos dentro de un proyecto, es el desconocimiento de ésta, ya que se piensa erróneamente que aplicarla representa un proceso complejo, o bien costoso si se opta por comprar alguna de las herramientas existentes en el mercado. Con lo que llevar a cabo el proceso de la trazabilidad de requisitos se vuelve más difícil en microempresas de *software* donde tanto los recursos humanos como financieros son limitados. En este contexto, TrazaReq se presenta como una propuesta sencilla que puede mostrar de manera comprensible como aplicar la trazabilidad entre requisitos asociados y también hacia su fuente, ya brinda una interfaz visualmente simple que marca de manera exacta las relaciones y afectaciones que pueden impactar en los requisitos.

6. Bibliografía

- Abran, A., Moore, J. W., Bourque, P., y Dupuis, R. (2014). "Guide to the Software Engineering Body of Knowledge: Version 3.0 (SWEBOK Guide)" in IEEE Computer Society.
- Accompa (2022). *Accompa: Requirements Management Tool for Distributed Teams*. <https://web.accompa.com/>
- Aguilar R. A. A. (2019). Ingeniería de Software en México: Educación, Industria e Investigación. *Academia Mexicana de Computación, AC Recuperado de <http://amexcomp.mx/files/Aguilar-LibroISW-ISBN.pdf>*.
- Ahmad, A., y Ghazali, M. A. (2007, diciembre). Documenting requirements traceability information for small projects. En *2007 IEEE International Multitopic Conference* (pp. 1-5). IEEE.
- Al-adwan A., y Aladwan, A. (2020). Using Interdependencies for the Prioritization and Reprioritization of Requirements in Incremental Development. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(11).
- Aldave, A., Vara, J. M., Granada, D., y Marcos, E. (2019). Leveraging creativity in requirements elicitation within agile software development: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 157, 110396.
- Ambreen, T., Ikram, N., Usman, M., y Niazi, M. (2018). Empirical research in requirements engineering: trends and opportunities. *Requirements Engineering*, 23, 63-95.
- Barbacci, M. R., Ellison, R., Lattanze, A. J., Stafford, J. A., Weinstock, C. B., y Wood, W. G. (2003). Quality attribute workshops (qaws).
- Berenbach, B., Paulish, D. J., Kazmeier, J. y Rudorfer, A. (2009). *Software & Systems Requirements Engineering: In Practice*. McGraw-Hill Education.
- Brooks, F. R. (1987). No silver bullet: Essence and Accidents Software Engineering. *IEEE Computer Magazine*, 20(4), 10-19.
- Carrión, M. A. G., Paredes, M. D., Niquen, P. H., y del Carpio, Á. F. (2018, Abril). Traceability information model for very small entities with ISO/IEC 29110. In *Proceedings of the International Conference on Geoinformatics and Data Analysis* (pp. 186-191).

- Charalampidou, S., Ampatzoglou, A., Karauntzos, E. y Avgeriou, P. (2021) Empirical studies on software traceability: A mapping study. *Journal of Software: Evolution and Process*, 33(2), e2294.
- Cleland-Huang, J. (2006). Just enough requirements traceability. In *30th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'06)* (Vol. 1, pp. 41-42). IEEE.
- CMMI Product Team (2010). Capability Maturity Model Integration (CMMI) for Development, Version 1.3, Technical Report CMU/SEI-2010-TR-033, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Dahlstedt, Å. G., y Persson, A. (2005). Requirements interdependencies: state of the art and future challenges. *Engineering and managing software requirements*, 95-116.
- Deshpande, G. (2019, mayo). SReYantra: Automated software requirement inter-dependencies elicitation, analysis and learning. En *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings (ICSE-Companion)* (pp. 186-187). IEEE.
- de Jesus, T. O. y Soares, M. S. (2017). A multi-criteria analysis of techniques and tools for tracing software requirements. *IEEE Latin America Transactions*, 15(5), 922-927.
- Dick, J., Hull, E. y Jackson, K. (2017) *Requirements Engineering*. Springer International Publishing Switzerland.
- Duraisamy, G., y Atan, R. (2013). Requirement traceability matrix through documentation for scrum methodology. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 52(2), 154-159.
- Eito-Brun, R., y Amescua-Seco, A. (2021). Developments in Aerospace Software Engineering practices for VSEs: An overview of the process requirements and practices of integrated Maturity models and Standards. *Advances in Space Research*, 68(7), 2988-2998
- Escobedo Quispe, R. S. (2019). *Propuesta de marco de trabajo, como referencia para la gestión de la trazabilidad de requisitos de software, en pequeños grupos de desarrollo de software* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8001>
- Fernández, C. (2002). Modelado visual con UML. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 6(16), 54-55.
- Ferraro, M. D. L. A., Medina, Y., Dapozo, G. N., y Estayno, M. (2012). Especificación y trazabilidad de requerimientos en el desarrollo de aplicaciones web.
- G2 (2022). *Best Software Products for 2022*. <https://www.g2.com/best-software-companies/top-products>
- Gibbs, W. W. (1994). Software's Chronic Crisis. *Scientific American*, 271(3), 72-81.
- Gómez Fuentes, M. D. C., Cervantes Ojeda, J. O. R. G., y González Perez, P. P. (2019). Fundamentos de ingeniería de software.
- Gómez, G., Aguilera, A., Ancona, G. B., y Gómez, O. S. (2014). Avances en las Mejoras de Procesos Software en las MIPyMEs Desarrolladoras de Software: Una Revisión Sistemática. *Archivo de la revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 2(4), 262-268
- Gotel, O. C., y Finkelstein, C. W. (1994, abril). An analysis of the requirements traceability problem. In *Proceedings of IEEE international conference on requirements engineering* (pp. 94-101). IEEE.

- Gralha, C., Damian, D., Wasserman, A., Goulão, M., y Araújo, J. (2018, mayo). The evolution of requirements practices in software startups. En *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering* (pp. 823-833).
- Hannay, J. E., Sjöberg, D. I., y Dyba, T. (2007). A systematic review of theory uses in software engineering experiments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 33(2), 87- 107.
- Hokkanen, M. (2001). Requirements Traceability.
- Hussain, A., Mkpojiogu, E. O., y Kamal, F. M. (2016). The role of requirements in the success or failure of software projects. *International Review of Management and Marketing*, 6(7), 306-311.
- IBM (2022). *IBM Engineering Requirements Management DOORS Family*. <https://www.ibm.com/mx-es/products/requirements-management>
- IIBA (2015). A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK GUIDE) v3.0. International Institute of Business Analysis.
- IEEE (2014). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK Version 3). *arXiv preprint arXiv:1210.1833*, 346.
- IEEE (2011). IEEE 1220-2005. IEEE Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process. *IEEE*, 1220.
- IEEE (2009). IEEE Std 830-1998 (Revision of IEEE Std 830-1993) IEEE Std 830-1998. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications.
- IEEE (2008). IEEE/ISO/IEC 15288-2008. ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering System life cycle processes.
- IEEE (1989). IEEE 982.1-1988. IEEE Standard Dictionary of Measures to Produce Reliable Software.
- Intland Software (2022). *Codebeamer: Simplify complex product and software engineering at scale*. <https://intland.com/codebeamer/>
- INEGI (2022). Micro, pequeña, mediana y gran empresa: estratificación de los establecimientos: Censos Económicos 2021. México, INEGI.
- IREB (2020). Handbook for the CPRE Foundation Level according to the IREB Standard. IREB Council upon recommendation of Xavier Franch and Frank Houdek.
- ISO (2004a). ISO/IEC 15504-1 Information technology - Process assessment - Part 1: Concepts and vocabulary
- ISO (2003). ISO/IEC 15504-2: Information technology - Process assessment - Part 2: Performing an assessment.
- ISO (2004b). ISO/IEC 15504-3: Information technology – Process assessment - Part 3: Guidance on performing an assessment.
- ISO (2016). ISO/IEC TR 29110-1:2016 Systems and software engineering — Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs) — Part 1: Overview
- ISO (1997). ISO 9000-3:1997. Quality management and quality assurance standards — Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001:1994 to the development, supply, installation and maintenance of computer software

- ISO (2018). ISO 26262-1:2018. Road vehicles — Functional safety — Part 1: Vocabulary
- ISO/IECC/IEEE (2018). *Systems and software engineering -Life cycle processes Requirements engineering (29148)*. <https://www.iso.org/standard/72089.html>
- Jama Software (2022). *Jama Connect is the #1 Rated Requirements Management Software and Proven Traceability Solution*. <https://www.jamasoftware.com/>
- Jebreen, I., Wellington, R., y MacDonell, S. G. (2013). Packaged software implementation requirements engineering by small software enterprises. En *2013 20th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)* (Vol. 1, pp. 50-57). IEEE.
- Jebreen, I., y Al-Qerem, A. (2017). Empirical Study of Analysts' Practices in Packaged Software Implementation at Small Software Enterprises. *International Arab Journal of Information Technology (IAJIT)*, 14.
- Kassab, M. (2021, Septiembre). How Requirements Engineering is Performed in Small Businesses? En *2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)* (pp. 220-223). IEEE.
- Kim, J. y Kim, R. (2020). Current issues on Requirement Traceability Mechanism for Software Organization of the 4th Industrial Revolution. *International journal of advanced smart convergence*, 9(4), 167-172
- Lauesen, S. (2002). *Software Requirements, Styles and techniques*. Pearson Education Limited.
- Lucero, D. (2022). *Herramienta gráfica para la automatización de historias de usuario desde un modelo orientado a objetivos con gestión de trazabilidad* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17620>
- Mäder, P., y Egyed, A. (2012, septiembre). Assessing the effect of requirements traceability for software maintenance. En *2012 28th IEEE International Conference on Software Maintenance (ICSM)* (pp. 171-180). IEEE.
- Melegati, J., Goldman, A., Kon, F., y Wang, X. (2019). A model of requirements engineering in software startups. *Information and software technology*, 109, 92-107.
- Micro Focus (2022). *Dimensions RM: Enterprise-level requirements*. <https://www.microfocus.com/en-us/products/dimensions-rm/overview>
- Modern Requirements (2022). *Extend Azure DevOps into a Powerful Requirements Management Tool*. <https://www.modernrequirements.com/>
- Muñoz, M., Mejia, J., Peña, A., Lara, G., y Laporte, C. Y. (2019). Transitioning international software engineering standards to academia: Analyzing the results of the adoption of ISO/IEC 29110 in four Mexican universities. *Computer Standards & Interfaces*, 66, 103340.
- Murtazina, M. S., y Avdeenko, T. V. (2019). An ontology-based approach to support for requirements traceability in agile development. *Procedia Computer Science*, 150, 628-635.
- NYCE (2016). NMX-I-059-2-NYCE-2016 Tecnologías de la Información–Software–Modelos de Procesos y Evaluación para Desarrollo y Mantenimiento de Software–Parte 2: Requisitos de Procesos (MOPROSOFT). <https://nyce.org.mx/catalogodeestandaresnyce/producto/nmx-i-059-2-nyce-2016-tecnologias-de-la-informacion-software-modelos-de-procesos-y-evaluacion-para-desarrollo-y-mantenimiento-de-software-parte-2-requisitos-de-procesos-mopro/>

- Opendoor (25 de noviembre de 2021). *The Standish Group Reports 83.9% of IT Projects Fail – How to Save Yours*. <https://www.opendoorerp.com/the-standish-group-report-83-9-of-it-projects-partially-or-completely-fail/>
- Orcanos (2022). *Orcanos Compliance*. <https://www.orcanos.com/compliance/>
- OSSENO Software (2022). *ReqSuite RM, The Smart Tool for Requirements*. Management. <https://www.osseno.com/en/requirements-management-tool/>
- Pacheco, C., García, I., y Reyes, M. (2018). Requirements elicitation techniques: a systematic literature review based on the maturity of the techniques. *IET Software*, 12(4), 365-378.
- Pandey, S., Pokharel, S., y Reza, H. (2018, junio). Towards cyber-physical requirement engineering elicitation tool support. En *2018 World Automation Congress (WAC)* (pp. 1-5). IEEE.
- Perforce Software (2022). *Helix RM: The Best Requirements Management Tool for Better Product Quality*. <https://www.perforce.com/products/helix-requirements-management>
- Pfleeger, S. L. (2005). Soup or art? The role of evidential force in empirical software engineering. *IEEE Software*, 22(1), 66-73.
- Pressman, R. S. y Maxim, B. (2015). *Software engineering: A practitioner's approach*. McGraw-Hill Education.
- Priyadi, Y., Djunaidy, A., y Siahaan, D. (2019, agosto). Requirements dependency graph modeling on software requirements specification using text analysis. En *2019 1st International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)* (Vol. 1, pp. 221-226). IEEE.
- PMI (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide)— Seventh edition*.
- Python (06 de junio 2022). *Python 3.10.4 documentation*. Python. Recuperado el 05 de junio de 2022 de <https://docs.python.org/3/>
- Quispe, A., Marques, M., Silvestre, L., Ochoa, S. F., y Robbes, R. (2010, noviembre). Requirements engineering practices in very small software enterprises: A diagnostic study. En *2010 XXIX International Conference of the Chilean Computer Science Society* (pp. 81-87). IEEE.
- Reed, A. H., y Angolia, M. (2018). Risk management usage and impact on information systems project success. *International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM)*, 9(2), 1-19.
- Robertson, S., y Robertson, J. (2012). *Mastering the requirements process: Getting requirements right*. Addison-wesley.
- RTCA (2012). DO-178C, Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification. *Crosstalk, October, 199*, 11-20.
- Rubasinghe, I., Meedeniya, D., y Perera, I. (2021). SAT-analyser traceability management tool support for devops. *Journal of Information Processing Systems*, 17(5), 972-988.
- Sailema, G. L. A., Camejo, I. M., y Gómez, O. S. (2017). Facilidad de Comprensión en Diagramas de Secuencia y Comunicación--Hallazgos de un Experimento Replicado en un Contexto Académico.
- Sommerville, I. (2017). *Software engineering*. Pearson Education Limited.

- Tahir, A., y Ahmad, R. (2010). Requirement engineering practices-an empirical study. En *2010 International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering* (pp. 1-5). IEEE.
- Tian, F., Wang, T., Liang, P., Wang, C., Khan, A. A., y Babar, M. A. (2021). The impact of traceability on software maintenance and evolution: A mapping study. *Journal of Software: Evolution and Process*, 33(10), e2374.
- Torkar, R., Gorschek, T., Feldt, R., Svahnberg, M., Raja, U. A., y Kamran, K. (2012). Requirements traceability: a systematic review and industry case study. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 22(03), 385-433.
- Tripathi, N., Klotins, E., Prikladnicki, R., Oivo, M., Pompermaier, L. B., Kudakacheril, A. S., ... y Gorschek, T. (2018). An anatomy of requirements engineering in software startups using multi-vocal literature and case survey. *Journal of Systems and Software*, 146, 130-151.
- DPM (14 de enero de 2021). *Las mejores herramientas de gestión de requisitos en 2022*. <https://thedigitalprojectmanager.com/es/tools/herramientas-gestion-requisitos/>
- The Standish Group (1995). *The Chaos Report* [Archivo PDF]. <http://ftp.it.murdoch.edu.au/units/ICT327/2005%20Semester%201/02.%20Lectures/Topic%2001%20Introduction%20to%20Project%20Management/chaos1994%20report%20on%20project%20failure.pdf>
- Tufail, H., Masood, M. F., Zeb, B., Azam, F., y Anwar, M. W. (2017, diciembre). A systematic review of requirement traceability techniques and tools. En *2017 2nd international conference on system reliability and safety (ICSRS)* (pp. 450-454). IEEE.
- DoD, U. S. (1988). Military Standard: Defense System Software Development. *DoD-STD-2167A, US Department of Defense*.
- Varón, Á. (2018). Ingeniería de software I.
- Vera, T., Ochoa, S. F., y Perovich, D. (2021, marzo). Requirements engineering in the pre-contract stage: exploring the processes and practices used in small and medium-sized software enterprises. En *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 1346-1353).
- Villanueva, J. (2019). *Técnica para incrementar la tasa de efectividad en el seguimiento de los requisitos funcionales de software* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín De Arequipa] <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9205/UPvipoja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Visure Solutions (2022) *Requirements Management ALM platform*. <https://visuresolutions.com/>
(HERRAMIENTAS)
- Westfall, L. (2006). Bidirectional requirements traceability. *White Paper, The Westfall Team, Dallas*.
- Wieggers, K., y Beatty, J. (2013). *Software requirements*. Pearson Education.
- Wieringa, R. J. (1995). An introduction to requirements traceability.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson M., Regnell, B. y Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.

-
- Wong Portillo, L. R. (2019). *Contribuciones en el proceso de elicitación de requisitos: factores, actividades y cualidades* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos] <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10309>
- Wu, H. (2012, Mayo). An effective equivalence partitioning method to design the test case of the WEB application. En *2012 International Conference on Systems and Informatics (ICSAI2012)* (pp. 2524-2527). IEEE.
- Young, R. (2004). *The Requirements Engineering Handbook*. Artech House.

7. Anexo A.- Acrónimos

ACT	Actor
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
BABOK GUIDE	Guía para el Cuerpo de Conocimiento de Análisis de Negocios
CMMI	Modelo de Madurez y Capacidad Integrada
CNV	Clase no Válida
CRUD	Crear, Leer, Actualizar y Borrar
CU	Caso de Uso
CV	Clase Válida
DPM	<i>The Digital Project Manager</i>
ER	Especificación de Requisitos
FR	Requisito Funcional
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IR	Ingeniería de Requisitos
IREB	Consejo Internacional de Ingeniería de Requisitos
IS	Ingeniería de <i>Software</i>
ISO	Organización Internacional de Normalización
MDP	Millones de Pesos
MIPyMES	Micro, Pequeñas y Medianas empresas
MoProSoft	Modelo de Procesos para la Industria del Software

MS Office Word	<i>Microsoft Office Word</i>
NMX	Norma Mexicana
NYCE	Normalización y Certificación
OO	Orientado a Objetos
PDF	Formato de Documento Portátil
PMBOK	Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos
REST	Transferencia de Estado Representacional
RF	Requisito Funcional
RT	Trazabilidad de Requisitos
RTM	Matriz de Trazabilidad
SPICE	Programa de Simulación con Énfasis en Circuitos Integrados
SWEBOK	Cuerpo de Conocimiento de la Ingeniería de <i>Software</i>
TI	Tecnología de la Información
UML	Lenguaje Unificado de Modelado
UTM	Universidad Tecnológica de la Mixteca
XLS	<i>Microsoft Excel File format</i>

8. Anexo B.- Requisitos

- RF-01:** El *software* deberá permitir la creación de una cuenta para los usuarios con el rol de líder de proyecto con los siguientes datos: Nombre, Apellido(s), Correo electrónico, Contraseña.
- RF-02:** El *software* deberá permitir la creación de una cuenta de ingeniero(a) de requisitos a los usuarios con el rol de líder de proyecto con los siguientes datos: Nombre, Correo electrónico, Contraseña.
- RF-03:** El *software* deberá permitir que el usuario(a) con el rol de líder de proyecto inicie sesión mediante el ingreso de los siguientes datos: Correo electrónico, Contraseña.
- RF-04:** El *software* deberá permitir que el usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos inicie sesión mediante el ingreso de los siguientes datos: Correo electrónico, Contraseña.
- RF-05:** El *software* deberá permitir el cierre de sesión al usuario(a) con el rol de líder de proyecto.
- RF-06:** El *software* deberá permitir el cierre de la sesión de al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos.
- RF-07:** El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Correo electrónico, Contraseña.
- RF-08:** El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Correo electrónico, Contraseña. Proyectos asociados.
- RF-09:** El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la actualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Apellido, Contraseña.
- RF-10:** El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la actualización de los datos que conforman su cuenta: Nombre, Apellido, Contraseña.
- RF-11:** El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la eliminación de su cuenta.
- RF-12:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista existente de las cuentas ingeniero(a) de requisitos.

- RF-13:** El *software* deberá permitirle al usuario(a) con el rol de “líder del proyecto” la eliminación de cuentas ingeniero(a) de requisitos.
- RF-14:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la creación de un nuevo proyecto con los siguientes datos: Nombre, Ingeniero(a) de requisitos asignado, Descripción, Fecha de creación, Estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
- RF-15:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la actualización del estado de un proyecto: Estado (Activo, En Pausa, Finalizado, Cancelado).
- RF-16:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista de proyectos asociados a su cuenta.
- RF-17:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista de proyectos asociados a las cuentas ingeniero(a) de requisitos.
- RF-18:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de los datos de un proyecto: Nombre, Ingeniero(a) de requisitos asociado, Descripción, Fecha de creación, Estado.
- RF-19:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de los datos de un proyecto: Nombre, Descripción, Fecha de creación, Estado.
- RF-20:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “Activo”.
- RF-21:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “Terminado”.
- RF-22:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “En pausa”.
- RF-23:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cambiar el Estado de un proyecto a “Cancelado”.
- RF-24:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la eliminación de un proyecto.
- RF-25:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla de cada uno de los requisitos funcionales.
- RF-26:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos subir un documento de texto que contenga los requisitos funcionales para agregarlos a un proyecto en formato de plantilla.
- RF-27:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos el llenado, de forma manual, de la plantilla por cada requisito funcional.
- RF-28:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista de los requisitos funcionales de un proyecto.
- RF-29:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista de todos los requisitos funcionales de un proyecto.
- RF-30:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la creación de la matriz de trazabilidad de los requisitos funcionales de un proyecto al hacer *click* en el botón “Crear matriz”.

- RF-31:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la matriz de trazabilidad de los requisitos funcionales de un proyecto.
- RF-32:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la matriz de trazabilidad de los requisitos funcionales de un proyecto.
- RF-33:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la plantilla de cada requisito funcional al hacer *clic* sobre él en la lista de requisitos funcionales del proyecto.
- RF-34:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla por cada requisito funcional al hacer *clic* sobre él en la lista de requisitos funcionales del proyecto.
- RF-35:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la lista de los requisitos funcionales asociados a otro requisito funcional.
- RF-36:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la lista de los requisitos funcionales asociados a un requisito funcional.
- RF-37:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos iniciar una actualización de los datos de un requisito funcional desde la plantilla de este.
- RF-38:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos hacer actualizaciones a la plantilla correspondiente a un requisito funcional cuando el proceso de actualización esté activado.
- RF-39:** El *software* le debe indicar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que el proceso de actualización de un requisito funcional está en curso, cuando esté en color rojo en la matriz de trazabilidad.
- RF-40:** El *software* le indicará al usuario(a) con el rol de líder de proyecto que el proceso de actualización de un requisito funcional está en curso cuando esté en color rojo en la matriz de trazabilidad.
- RF-41:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la actualización de los datos de un requisito funcional asociado a otro requisito funcional cuyo proceso de actualización esté en curso.
- RF-42:** El *software* deberá enviar una alerta al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos cuando los requisitos asociados a un requisito funcional sean modificados.
- RF-43:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos el envío de un correo electrónico para notificarles a los *stakeholders* involucrados la actualización de un requisito funcional.
- RF-44:** El *software* deberá mostrar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos las respuestas de los *stakeholders* involucrados en los procesos de actualización de un requisito funcional.
- RF-45:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos el envío de un resumen a los *stakeholders* involucrados sobre la actualización de un requisito funcional que fue concluida con éxito.

- RF-46:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la descarga, en su cuenta, de todos los requisitos funcionales en formato de texto para su exportación en formato PDF.
- RF-47:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la descarga de todos los requisitos funcionales en formato de texto para su exportación en formato PDF.
- RF-48:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que elimine un requisito funcional dentro de un proyecto mediante los siguientes pasos: revisar asociaciones con otros requisitos, eliminar asociaciones entre requisitos, eliminar requisito.
- RF-49:** El *software* deberá notificar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que deben revisarse las asociaciones de un requisito funcional antes de ser eliminado.
- RF-50:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos eliminar las asociaciones entre un requisito que desea eliminarse y los requisitos que tiene asociados.
- RF-51:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos que envíe una notificación, mediante correo electrónico, a los *stakeholders* asociados a un requisito que se quiere eliminar.
- RF-52:** El *software* deberá mostrar al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos las respuestas de los *stakeholders* involucrados en la eliminación de un requisito funcional.
- RF-53:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la eliminación de un requisito funcional dentro de un proyecto una vez que sus asociaciones con otros requisitos hayan sido eliminadas.
- RF-54:** El *software* deberá marcar automáticamente en color amarillo, en la matriz de trazabilidad, los requisitos asociados a un requisito funcional que fue eliminado.
- RF-55:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos rechazar la actualización de un requisito que esté marcado con color amarillo en la matriz de trazabilidad.
- RF-56:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto la visualización de la plantilla de cada requisito funcional al hacer *clic* sobre él en la matriz de trazabilidad de requisitos funcionales del proyecto.
- RF-57:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos la visualización de la plantilla por cada requisito funcional al hacer *clic* sobre él en la matriz de trazabilidad de requisitos funcionales del proyecto.
- RF-58:** El *software* deberá marcar automáticamente en color rojo, en la matriz de trazabilidad, el requisito funcional que esté en proceso de actualización.
- RF-59:** El *software* deberá notificar al ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que el requisito que está en color rojo está en proceso de actualización.
- RF-60:** El *software* deberá marcar automáticamente en color rojo, en la matriz de trazabilidad, el requisito funcional que esté en proceso de eliminación.
- RF-61:** El *software* deberá notificar al ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que el requisito que está en color rojo está en proceso de eliminación.

- RF-62:** El *software* deberá marcar automáticamente en color verde, en la matriz de trazabilidad, el requisito funcional cuya revisión fue aceptada.
- RF-63:** El *software* deberá notificar al ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que el requisito que está en color verde fue actualizado con éxito.
- RF-64:** El *software* deberá marcar automáticamente en color amarillo, en la matriz de trazabilidad, los requisitos pendientes de revisión asociados a un requisito funcional que esté en proceso de actualización.
- RF-65:** El *software* deberá notificar al ingeniero(a) de requisitos, por medio de un mensaje en la pantalla, que los requisitos en color amarillo están pendientes de revisión.
- RF-66:** El *software* deberá mostrar al usuario con cuenta de líder de proyecto una lista de todos los proyectos registrados asociados a las cuentas de ingeniero(a) de requisitos.
- RF-67:** El *software* deberá permitir a los *stakeholders* asociados a un requisito funcional, registrar su respuesta a una notificación de actualización de dicho requisito.
- RF-68:** El *software* deberá permitir a los *stakeholders* asociados a un requisito funcional, registrar una respuesta a una notificación de eliminación de dicho requisito.
- RF-69:** El *software* deberá permitir al usuario crear un registro de empresa para dar de alta las cuentas de usuario y los proyectos.
- RF-70:** El *software* deberá permitir al usuario que creó la empresa, actualizar los datos de ésta.
- RF-71:** El *software* deberá permitir al usuario que creó la empresa, eliminar el registro de esta
- RF-72:** El *software* deberá permitir a un usuario con cuenta líder de proyecto asociado a una empresa ver los datos de esta.
- RF-73:** El *software* deberá permitir a un usuario con cuenta ingeniero(a) de requisitos asociado a una empresa ver los datos de esta.
- RF-74:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos terminar un proceso de actualización.
- RF-75:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto terminar un proceso de actualización.
- RF-76:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de ingeniero(a) de requisitos terminar un proceso de eliminación.
- RF-77:** El *software* deberá permitir al usuario(a) con el rol de líder de proyecto terminar un proceso de eliminación.

9. Anexo C.- Diseño de la arquitectura

9.1. Diagramas de subsistema

Los diagramas de subsistema permiten visualizar las relaciones que establece cada subsistema con otros elementos, resaltando el flujo de datos y operaciones entre los elementos externos y el subsistema (Váron, 2018 y Gómez Fuentes et al., 2019) (ver Figuras 9.1 a 9.20 y Tablas 136 y 137).

9.1.1. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas Usuario

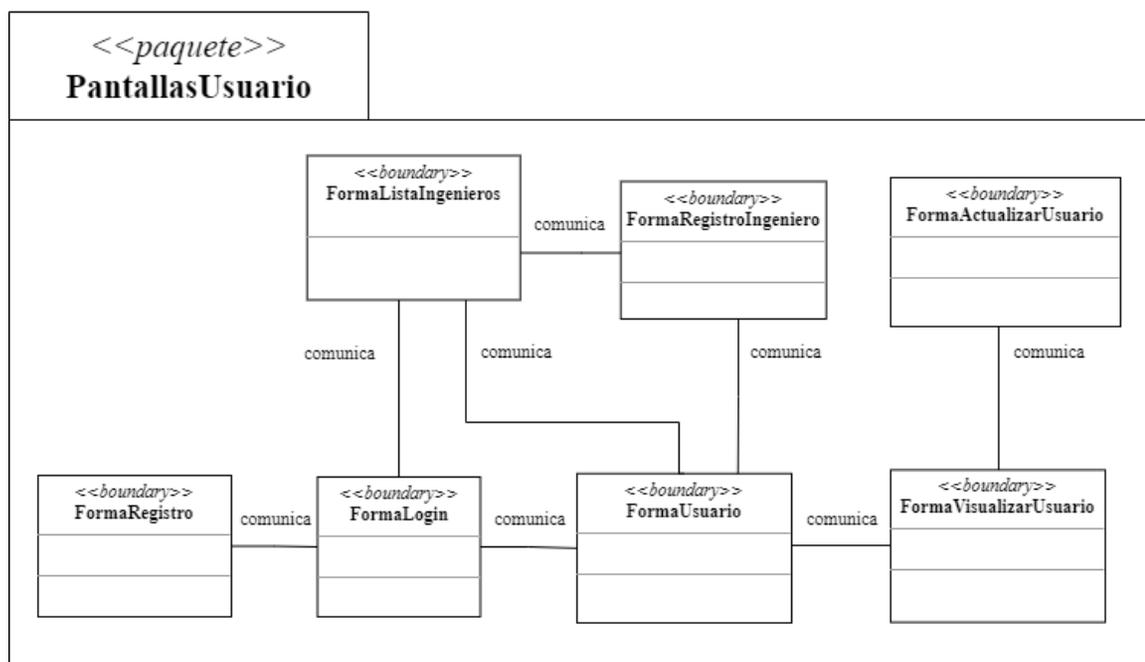


Figura 9.1. Pantallas Usuario.

9.1.2. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas Proyectos

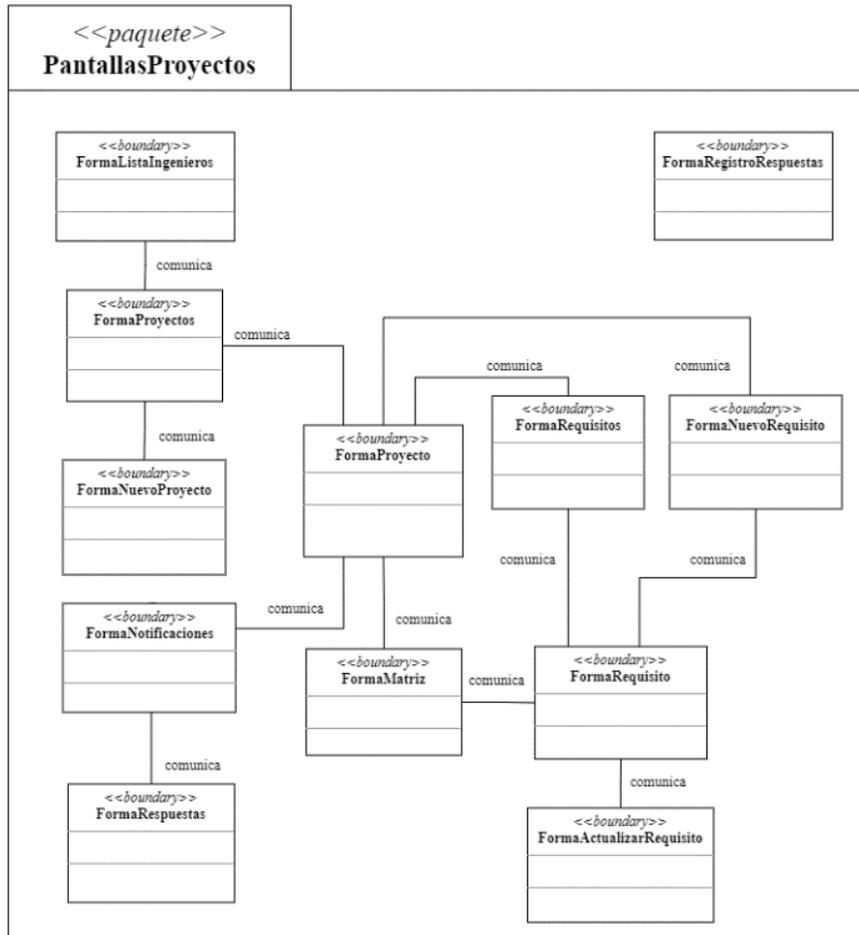


Figura 9.2. Pantallas Proyectos.

9.1.3. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas Empresa

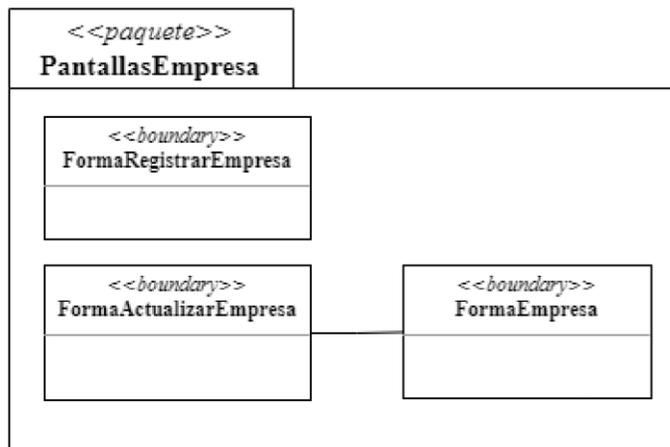


Figura 9.3. Pantallas Empresa.

9.1.4. Diagrama de subsistema de paquete Pantallas

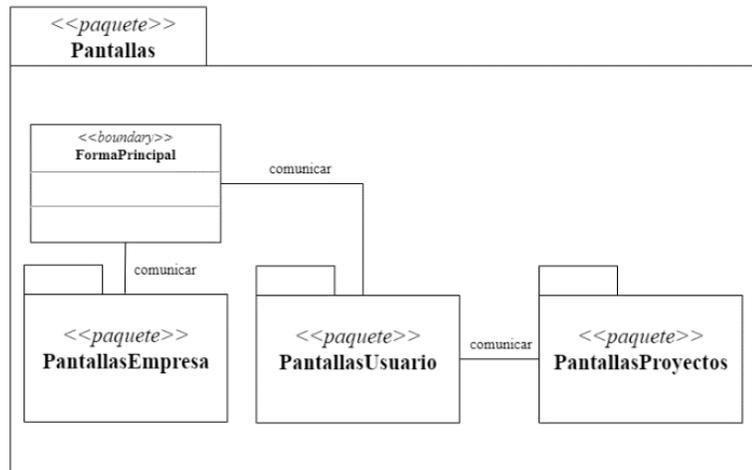


Figura 9.4. Pantallas

9.1.5. Diagrama de subsistema de Capa Presentación

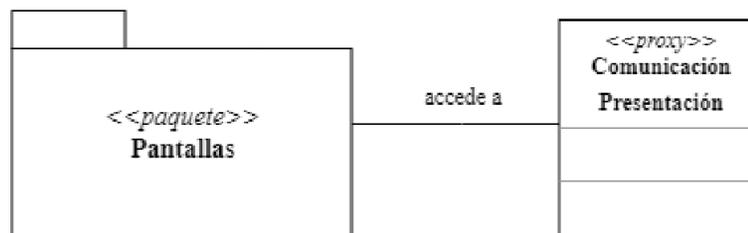


Figura 9.5. Capa Presentación.

9.1.6. Diagrama de subsistema de paquete Usuarios

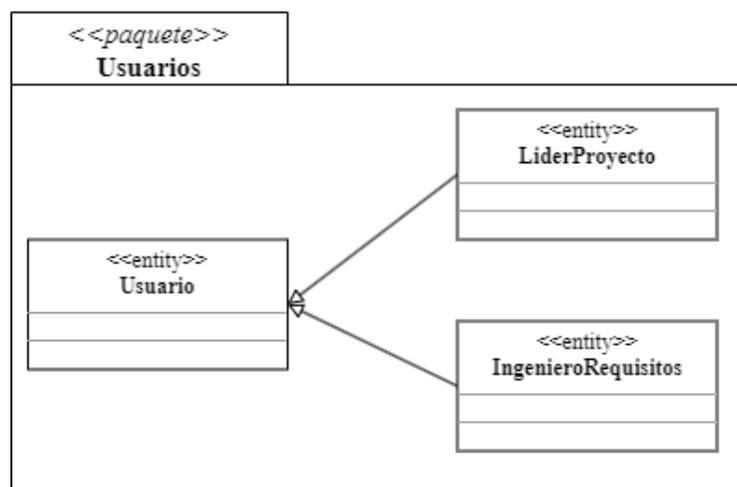


Figura 9.6. Paquete Usuarios.

9.1.7. Diagrama de subsistema de Usuarios Privilegios

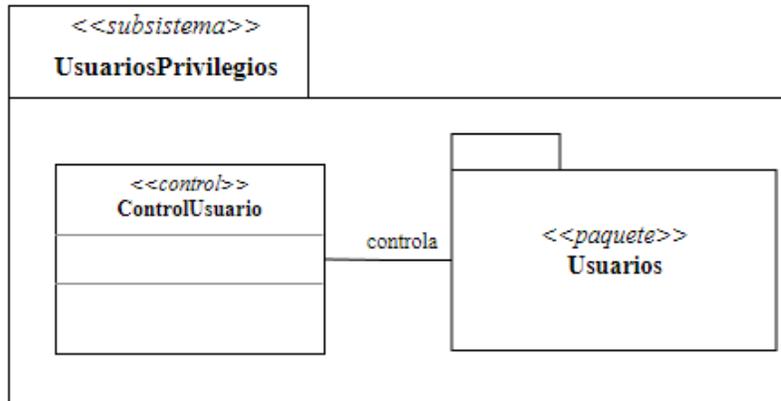


Figura 9.7. Subsistema Usuarios Privilegios.

9.1.8. Diagrama de subsistema Empresa

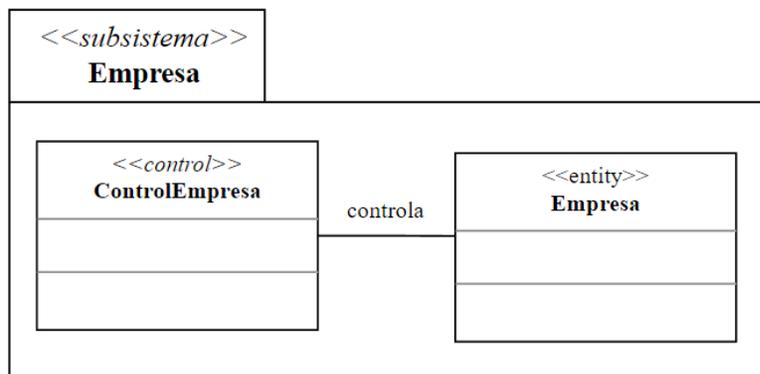


Figura 9.8. Subsistema Empresa.

9.1.9. Diagrama de subsistema Proyectos

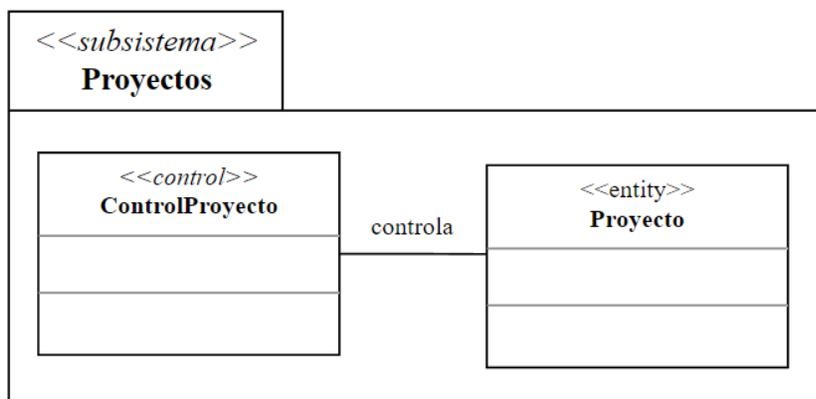


Figura 9.9. Subsistema Proyectos.

9.1.10. Diagrama de subsistema Documentos

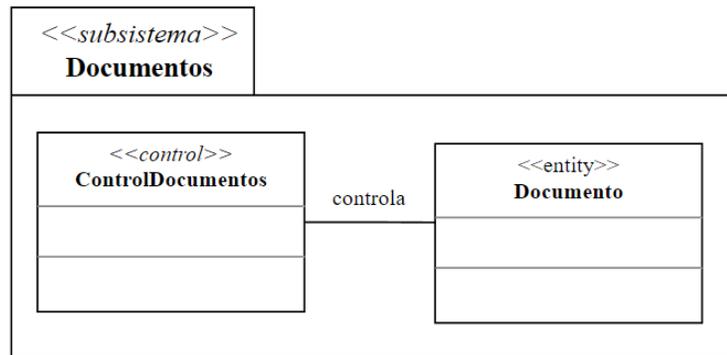


Figura 9.10. Subsistema Documentos.

9.1.11. Diagrama de subsistema Requisitos

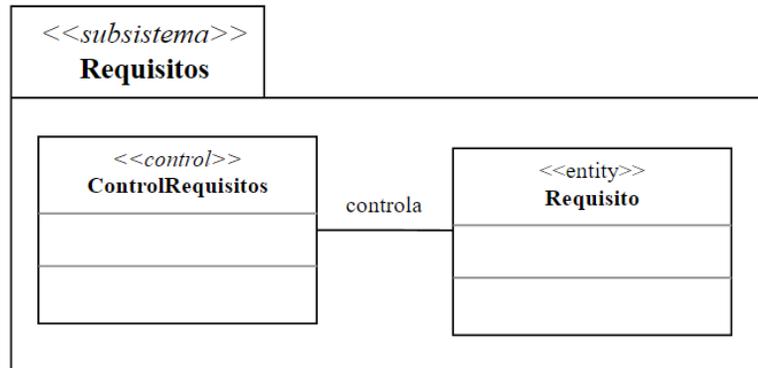


Figura 9.11. Subsistema Requisitos.

9.1.12. Diagrama de subsistema Stakeholders

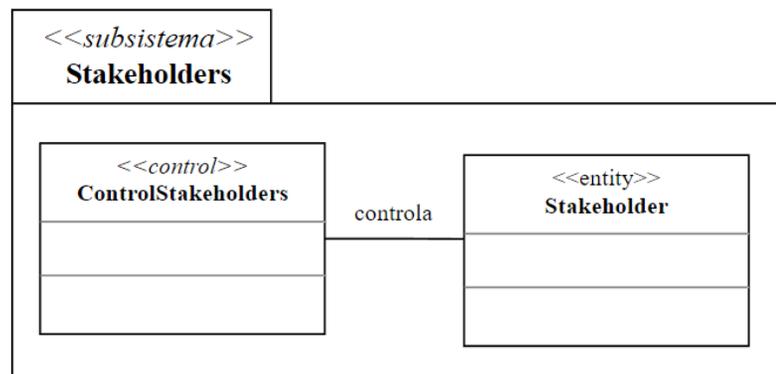


Figura 9.12. Subsistema Stakeholders.

9.1.13. Diagrama de subsistema Matriz

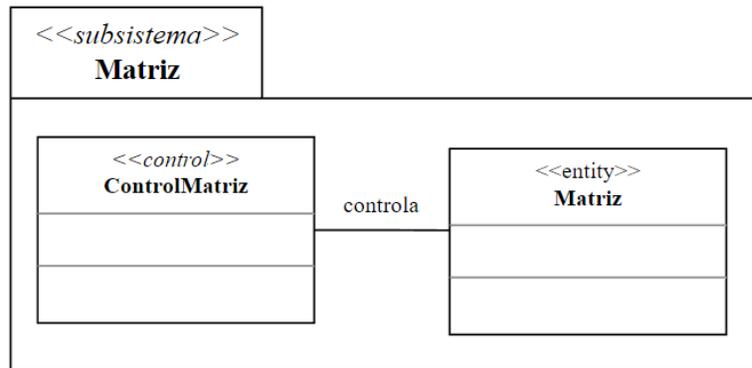


Figura 9.13. Subsistema Matriz.

9.1.14. Diagrama de subsistema Acciones

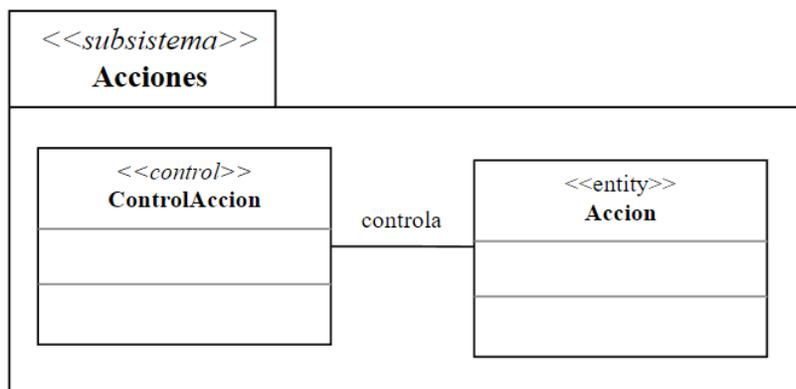


Figura 9.14. Subsistema Acciones.

9.1.15. Diagrama de subsistema Correos

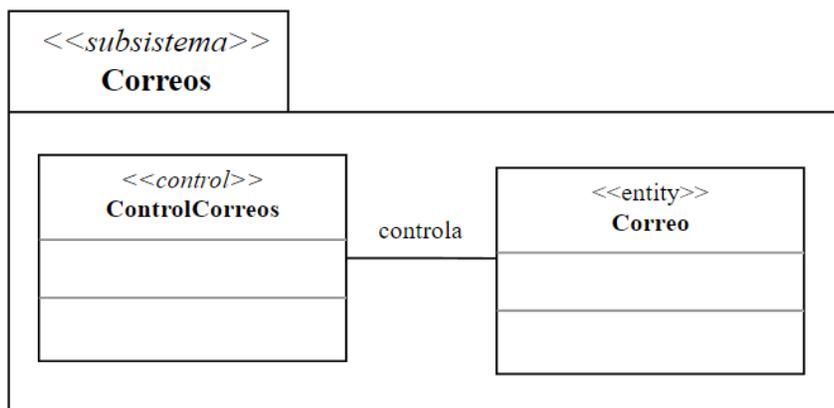


Figura 9.15. Subsistema Correos.

9.1.16. Diagrama de subsistema Respuestas

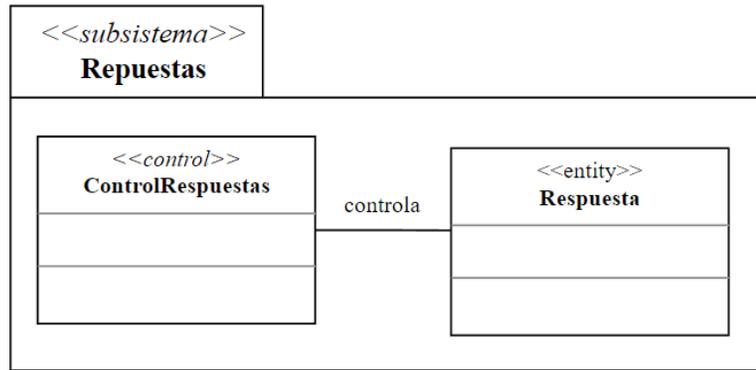


Figura 9.16. Subsistema Respuestas.

9.1.17. Diagrama de subsistema de capa Reglas de Negocios

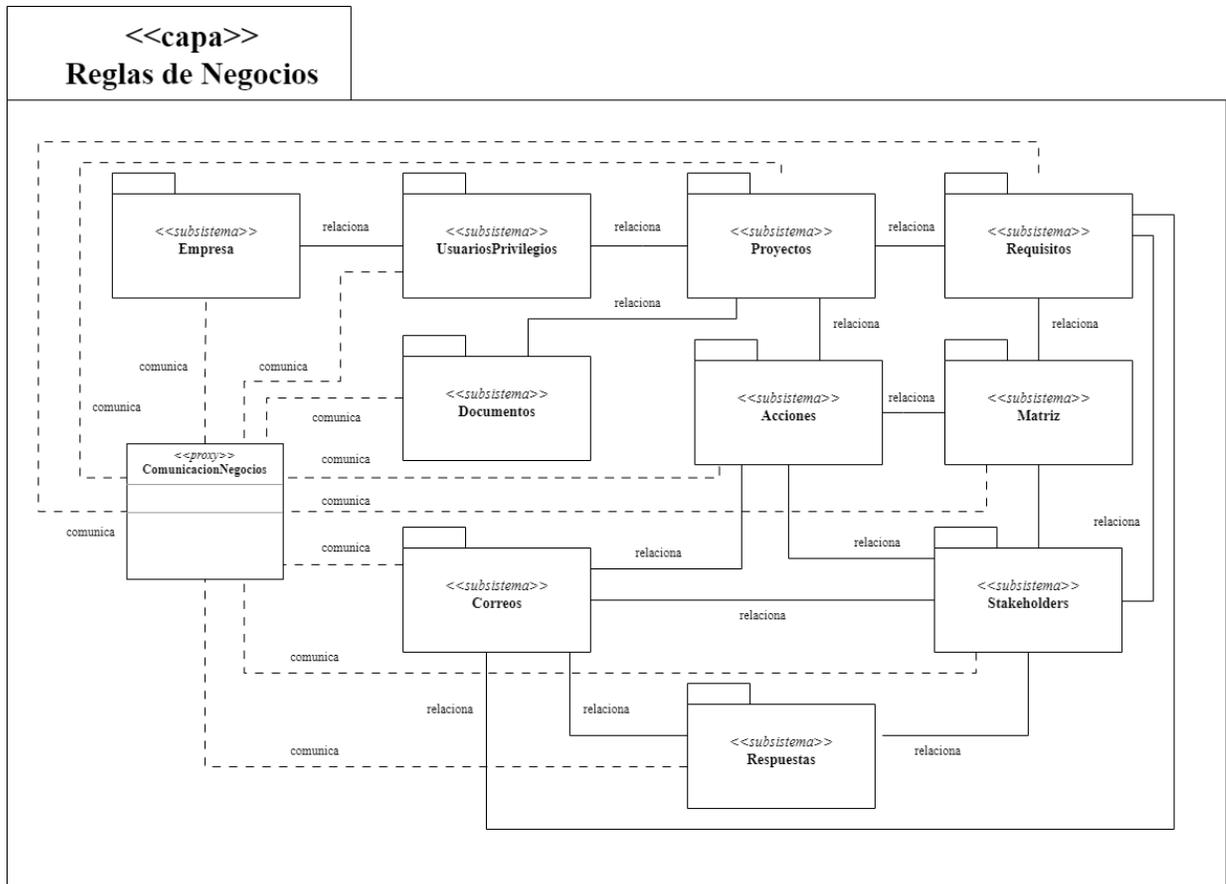


Figura 9.17. Capa Reglas de Negocios.

9.1.18. Diagrama de subsistema de capa de Almacenamiento

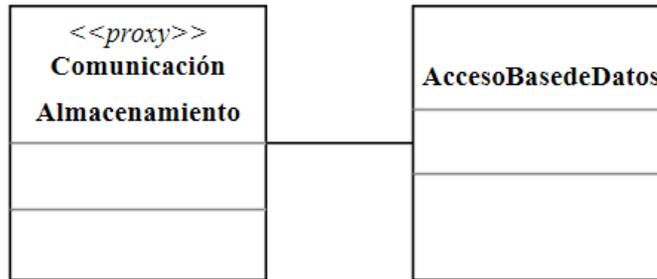


Figura 9.18. Capa de Almacenamiento.

9.2. Mecanismos de arquitectura

Tabla 136. Mecanismos de arquitectura.

Clases	Mecanismos de diseño	Mecanismos de implementación
Usuario	<ul style="list-style-type: none"> • Datos Nuevos • Datos obtenidos de empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Líder de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Datos heredados de usuario • Datos obtenidos de empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Ingeniero de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Datos nuevos • Datos obtenidos de empresa • Datos heredados de usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Datos nuevos • Datos obtenidos de líder de proyecto • Datos obtenidos de ingeniero de requisitos 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Documento	<ul style="list-style-type: none"> • Datos nuevos • Datos obtenidos de proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Requisito	<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos de proyecto • Datos obtenidos de documento 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Matriz	<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos de proyecto • Datos obtenidos de requisito 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Acción	<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos de proyecto • Datos obtenidos de requisito 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Correo	<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos de proyecto • Datos obtenidos de requisito • Datos obtenidos de <i>stakeholder</i> • Datos obtenidos de acción 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python
Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos de acción • Datos obtenidos de requisito 	<ul style="list-style-type: none"> • SQLite • Python

Clases	Mecanismos de diseño	Mecanismos de implementación
<i>Stakeholder</i>	<ul style="list-style-type: none"> Datos obtenidos de proyecto Datos obtenidos de requisito 	<ul style="list-style-type: none"> SQLite Python
Respuesta	<ul style="list-style-type: none"> Datos obtenidos de <i>stakeholder</i> Datos obtenidos de correo 	<ul style="list-style-type: none"> SQLite Python
Empresa	<ul style="list-style-type: none"> Datos nuevos 	<ul style="list-style-type: none"> SQLite Python

9.3. Elementos de diseño

Tabla 137. Elementos de diseño.

Clases de análisis	Elementos de diseño	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> FormaRegistro FormaLogin FormaListaIngenieros FormaUsuario FormaRegistroIngeniero FormaVisualizarUsuario FormaActualizarUsuario 	Paquete Pantallas Usuario	Paquete que incluye todas las interfaces que se usan para la gestión de usuarios.
<ul style="list-style-type: none"> FormaRegistrarRespuesta FormaProyectos FormaNuevoProyecto FormaProyecto FormaRequisitos FormaNuevoRequisito FormaRequisito FormaMatriz FormaActualizarRequisito FormaNotificaciones FormaRespuestas 	Paquete Pantallas Proyectos	Paquete que incluye todas las interfaces que se usan para la gestión de proyectos dentro del <i>software</i> .
<ul style="list-style-type: none"> FormaRegistrarEmpresa FormaEmpresa FormaActualizarEmpresa 	Paquete Pantallas Empresa	Paquete que incluye todas las interfaces que se usan para la gestión del entorno empresa.
<ul style="list-style-type: none"> FormaPrincipal Paquete PantallasEmpresa Paquete PantallasUsuario Paquete PantallaProyectos 	Paquete Pantallas	Paquete que incluye todas las interfaces del <i>software</i> .
<ul style="list-style-type: none"> Paquete Pantallas Comunicación Presentación 	Capa de presentación	La capa de presentación es la vista del <i>software</i> , incluye la parte visible hacia los usuarios.

Clases de análisis	Elementos de diseño	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Usuario • Líder de proyecto • Ingeniero de requisitos 	Paquete Usuarios	Agrupar a las clases que pertenecen a usuarios y los diferentes tipos que se manejan dentro del <i>software</i> .
<ul style="list-style-type: none"> • ControlUsuario • Paquete Usuarios 	<<subsistema>> Usuarios Privilegios	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar los usuarios.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Empresa • Empresa 	<<subsistema>> Empresa	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar el entorno empresa.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Proyecto • Proyecto 	<<subsistema>> Proyectos	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar los proyectos.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Documentos • Documento 	<<subsistema>> Documentos	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar los documentos de los proyectos.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Requisitos • Requisito 	<<subsistema>> Requisitos	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar los requisitos de cada proyecto.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Stakeholders • Stakeholder 	<<subsistema>> Stakeholders	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar los <i>stakeholders</i> asociados a los requisitos.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Matriz • Matriz 	<<subsistema>> Matriz	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar la matriz de trazabilidad.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Accion • Accion 	<<subsistema>> Acciones	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar las actualizaciones y eliminaciones de requisitos.
<ul style="list-style-type: none"> • Control Correos • Correo 	<<subsistema>> Correos	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar los correos que se envían a los <i>stakeholders</i> .
<ul style="list-style-type: none"> • Control Respuestas • Respuesta 	<<subsistema>> Respuestas	Subsistema que incluye las clases que interactúan para gestionar las respuestas de los <i>stakeholders</i> .
<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación Negocios • Subsistema Empresa • Subsistema UsuariosPrivilegios • Subsistema Proyectos • Subsistema Requisitos • Subsistema Matriz • Subsistema Documentos • Subsistema Acciones • Subsistema Stakeholders • Subsistema Correos • Subsistema Respuestas 	Capa Reglas de Negocios	La capa de reglas de negocios incluye todos los subsistemas que interactúan dentro del <i>software</i> para poder realizar todas las funcionalidades y formarlo.
<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación Almacenamiento • Acceso a Base de datos 	Capa almacenamiento	La capa de almacenamiento contiene la clase que sirve como interfaz de la propia capa y el acceso a la base de datos que envía los datos y a acción que se debe realizar dentro de esta.

9.4. Diagrama de capas

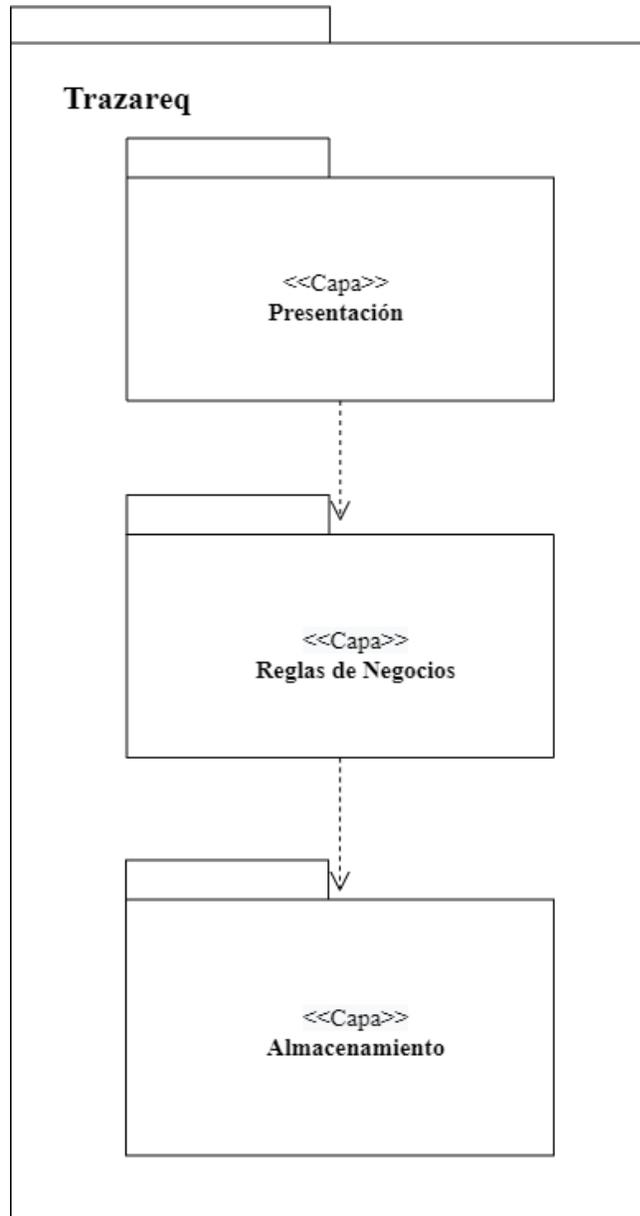


Figura 9.19. Diagrama de capas 1.

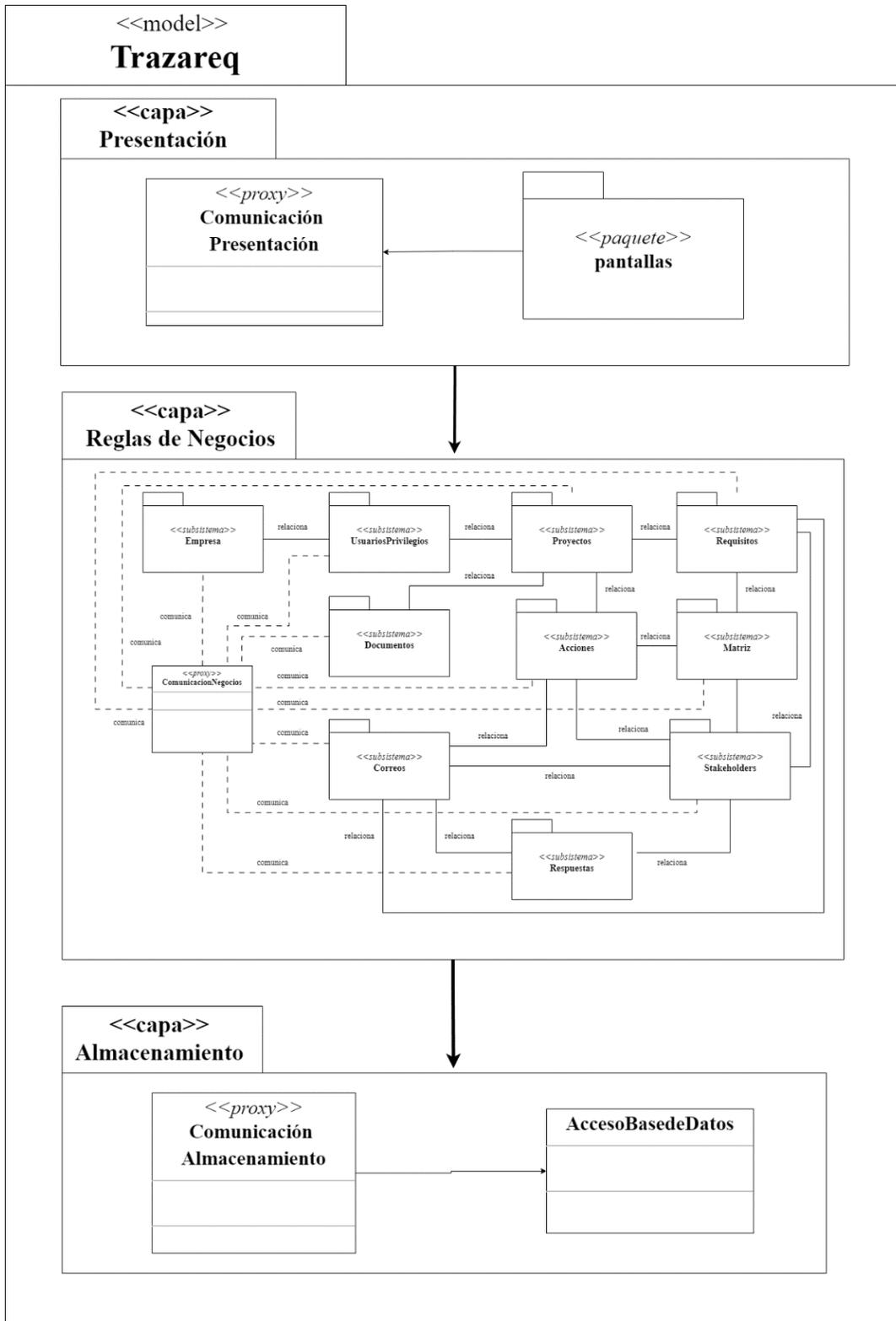


Figura 9.20. Diagrama de capas 2.

11. Anexo E.- Diagrama de base de datos

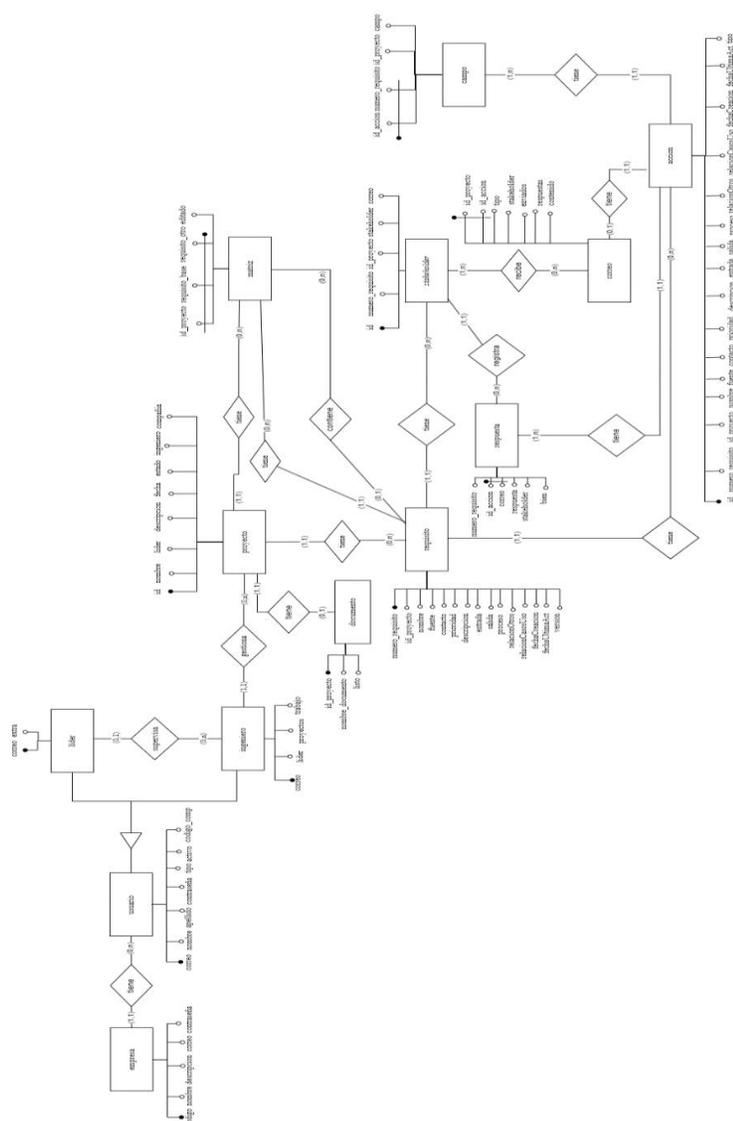


Figura 11.1. Diagrama de base de datos.

```

FORMATO:

Tabla(atributo1, atributo2, atributo3, ...,)
CP: (clave primaria): atributo1, atributo2, ..., atributo
CF: (clave foranea): atributo1, atributo2, ..., atributo

COMPAÑIA: (codigo, nombre, descripcion, correo, contraseña)
CP: codigo

USUARIO: (correo, nombre, apellido, contraseña, tipo, activo, codigo_comp)
CP: correo
CF: codigo_emp -> compania(codigo)

LIDER: (correo, extra)
CP: correo
CF: correo -> usuario(correo)

INGENIERO: (correo, lider, proyectos, trabajo)
CP: correo
CF: correo -> usuario(correo)

PROYECTO: (id, nombre, lider, descripcion, fecha, estado, ingeniero, compania)
CP: id
CF: lider -> lider(correo), ingeniero -> ingeniero(correo)

DOCUMENTO(id_proyecto, nombre_documento, listo)
CP: id_proyecto
CF: id_proyecto -> proyecto(id)

MATRIZ(id_proyecto, requisito_base, requisito_otro, editado)
CP: id_proyecto, requisito_base, requisito_otro
CF: id_proyecto -> proyecto(id)

REQUISITO(numero_requisito, id_proyecto, nombre, fuente, contacto, prioridad, descripcion,
entrada, salida, proceso, relacionOtros, relacionCasosUso, fechaCreacion, fechaUltimaAct, version)
CP: numero_requisito
CF: id_proyecto -> proyecto(id)

STAKEHOLDER(id, numero_requisito, id_proyecto, stakeholder, correo)
CP: id
CF: numero_requisito -> requisito(numero_requisito), id_proyecto -> proyecto(id)

ACCION(id, numero_requisito, id_proyecto, nombre, fuente, contacto, prioridad, descripcion,
entrada, salida, proceso, relacionOtros, relacionCasosUso, fechaCreacion, fechaUltimaAct, tipo)
CP: id
CF: numero_requisito -> requisito(numero_requisito), id_proyecto -> proyecto(id)

RESPUESTA(numero_requisito, id_accion, correo, respuesta, stakeholder, bien)
CP: id_accion, correo
CF: id_accion -> accion(id)

CORREO(id_proyecto, id_accion, tipo, stakeholder, enviados, respuesta, contenido)
CP: id_proyecto, id_accion
CF: id_proyecto -> proyecto(id), id_accion -> accion(id)

CAMPO(id_accion, numero_requisito, id_proyecto, campo)
CP: id_accion, numero_requisito
CF: id_accion -> accion(id), numero_requisito -> requisito(numero_requisito), id_proyecto -> proyecto(id)

```

Figura 11.2. Relaciones de tablas de base de datos.