

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede Central

Ingeniería en Procesos y Calidad

SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL
INVENTARIO DE ACTIVOS Y QUÍMICOS EN EL ÁREA DE
CIENCIAS BÁSICAS DE LA UTN, SEDE CENTRAL, DURANTE EL
PERIODO DE SEPTIEMBRE 2023 A JULIO 2024

Trabajo final de graduación como requisito para optar por el
grado académico de

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN PROCESOS Y CALIDAD

Jafet Jesús Carpio Suárez

Griselda Herrera Conejo

Alajuela, 2024

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Heredia, 24 de octubre, 2024

Ing. Katty Arce Carranza

Directora

**Carrera Ingeniería en Procesos y Calidad
Sede Central, Universidad Técnica Nacional**

Estimada directora:

Reciba un cordial saludo de mi parte, en mi condición de profesor tutor del trabajo final de graduación titulado **“Sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional (UTN), Sede Central, durante el periodo de septiembre 2023 hasta julio 2024.”**, elaborado por los estudiantes Jafet Jesús Carpio Suárez y Griselda Herrera Conejo.

Quiero manifestar que, una vez revisado el trabajo escrito, presentado por los estudiantes anteriormente indicados, doy mi aval para la continuidad del proceso de defensa pública de este proyecto.

Sin más me despido muy atentamente.

GIOVANNI MARTIN
BADILLA PRENDAS
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
GIOVANNI MARTIN BADILLA
PRENDAS (FIRMA)
Fecha: 2024.10.24 09:10:42 -06'00'

Giovanni Badilla Prendas
Docente de la carrera de Ingeniería en Procesos y Calidad
Universidad Técnica Nacional

CARTAS DE APROBACIÓN DE LOS LECTORES

10 octubre 2014

Universidad Técnica Nacional
Licenciatura en Ingeniería en Procesos y Control de Calidad
Comisión de Trabajos Finales de Graduación

Asunto: Aval de lector de Trabajo Final de Graduación

Reciban un cordial saludo,

La presente es para indicar que mi persona Andrés Jiménez Segura, cédula 206240752, docente de la carrera de Ingeniería en Procesos y Calidad de la Universidad Técnica Nacional, certifico la lectura y aval para la presentación del trabajo final de graduación titulado " Sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, durante el periodo de septiembre 2023 a julio 2024" de los estudiantes Jafet Jesús Carpio Suárez y Griselda Herrera Conejo, cédulas 701640901 y 206830194.



Digitally signed by JESUS
ANDRÉS JIMÉNEZ SEGURA
(FIRMA)
Date: 2024.10.14 20:21:47 -06:00
Reason:
Location:

Atentamente,

Andrés Jiménez Segura

Código CFIA IPC- 30584

22 de octubre, 2024

Ing. Katty Arce Carranza
Directora de la carrera Ingeniería en Procesos y Calidad

Comisión de Trabajos Finales de Graduación
Ingeniería en Proceso y Calidad
Sede Central, Universidad Técnica Nacional

Estimados señores:

Reciban un cordial saludo, la presente es para indicar que certifico la lectura y aval del trabajo final de graduación titulado **“Sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional (UTN), Sede Central, durante el periodo de septiembre 2023 hasta julio 2024.”**, realizado por los estudiantes Jafet Jesús Carpio Suárez y Griselda Herrera Conejo de la carrera de Ingeniería en Procesos y Calidad en la Universidad Técnica Nacional.

Agradeciendo de antemano su atención

CAROLINA PORRAS Firmado digitalmente por
CAROLINA PORRAS CORDERO
CORDERO (FIRMA) (FIRMA)
Fecha: 2024.10.22 18:14:21 -06'00'

Carolina Porras Cordero

Docente de la carrera de Ingeniería en Procesos y Calidad

Universidad Técnica Nacional

CARTA DE APROBACIÓN DE LA FILÓLOGA

San José, 19 de noviembre de 2024

Señores
Carrera de Ingeniería en Procesos y Calidad
Universidad Técnica Nacional


Estimados señores:

Los estudiantes, Jafet Jesús Carpio Suárez y Griselda Herrera Conejo, me han presentado para revisión de estilo el trabajo titulado *Sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, durante el periodo de septiembre 2023 a julio 2024*.

He revisado y corregido los aspectos referentes a la estructura gramatical, acentuación, ortografía, puntuación y vicios del lenguaje, que se trasladan al escrito, y he comprobado que se han incorporado las correcciones al presente documento.

Por tanto, hago constar que, desde el punto de vista filológico, se encuentra listo para ser presentado ante la universidad como tesis de graduación para optar por el grado y título académico de Licenciatura en Ingeniería en Procesos y Calidad.

Atentamente,


M.L. Gladys Raquel Arosemena Bissot
Filóloga, Universidad de Costa Rica
Carné de la Asociación Costarricense de
Filólogos número 366
Teléfono 8998-5690

DEDICATORIAS

A Dios, por ayudarme en los momentos difíciles y no dejarme abandonar.

A mi madre, Lilliam, y a mi abuela, Emilce, por brindarme su apoyo y cariño incondicional.

A mis amigos y compañeros de trabajo, por darme ánimo y apoyarme durante todo el desarrollo del proyecto.

A las personas que a lo largo de mi vida estuvieron y que hoy ya no están, pero que me ofrecieron sus valiosos consejos y amistad.

Jafet Jesús Carpio Suárez, 2024

Gracias a Dios y a la vida, por mi salud, esfuerzo y constancia durante este tiempo para culminar con éxito este proyecto.

A mi amada familia, Carlos, Eirian, Elizabeth y Felipe, por toda la paciencia y comprensión.

A mis tres ángeles en el cielo: mamá Fina, papá Juan y tía Miriam. Sé que están conmigo y han sido mi guía, apoyo y motivación para alcanzar mis metas.

A mi novio, Erick, por su entendimiento, serenidad, apoyo e impulso en todo este tiempo.

Griselda Herrera Conejo, 2024

AGRADECIMIENTOS

Al Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, que de forma muy amena nos brindó la oportunidad de desarrollar el proyecto.

Al profesor tutor, M.Sc. Giovanni Badilla Prendas, y al profesor lector, Ing. Andrés Jiménez Segura, por compartir su experiencia y conocimientos a lo largo del proceso de desarrollo del proyecto.

A los directores, M.Sc. Roberto Orozco Sánchez y M.Sc. Katty Arce Carranza, por brindarnos sus valiosos consejos y orientarnos a lo largo de este proceso.

Al coordinador del Área de Ciencias Básicas, Ing. Manuel Ríos Quirós, y a las asistentes de laboratorio, Stefany Castillo González y Marcela Salazar Murillo, por el apoyo y facilidades brindadas durante el desarrollo del proyecto.

Jafet Jesús Carpio Suárez, 2024

Griselda Herrera Conejo, 2024

ÍNDICE

PORTADA.....	I
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
CARTAS DE APROBACIÓN DE LOS LECTORES	III
CARTA DE APROBACIÓN DE LA FILÓLOGA	V
DEDICATORIAS	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE	VIII
LISTA DE TABLAS.....	XVI
LISTA DE FIGURAS	XXII
RESUMEN	XXVII
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	2
1.2. Justificación.....	9
1.3. Pregunta de investigación	16
1.4. Hipótesis de investigación.....	16
1.4.1. Hipótesis nula	17
1.4.2. Hipótesis alternativa.....	17
1.5. Objetivo general y específicos	17

1.5.1.	Objetivo general.....	17
1.5.2.	Objetivos específicos	17
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO		19
2.1.	Marco contextual.....	20
2.1.1.	Ubicación geográfica	20
2.1.2.	Organización.....	21
2.1.3.	Reseña histórica	22
2.1.4.	Misión y visión.....	22
2.1.5.	Delimitación espacial	23
2.1.6.	Delimitación demográfica.....	23
2.1.7.	Delimitación temporal	23
2.2.	Marco teórico	23
2.2.1.	Proceso.....	24
2.2.2.	Diagrama de proceso.....	24
2.2.3.	Análisis de valor agregado.....	25
2.2.4.	Diagrama de Ishikawa	26
2.2.5.	Diagrama de Pareto.....	26
2.2.6.	Matriz de priorización	27
2.2.7.	Indicadores de gestión.....	28
2.2.8.	Administración de suministros	29

2.2.9.	Sistema de inventario	30
2.2.10.	Sistema de clasificación de inventarios ABC	32
2.2.11.	Método de pedido EOQ	33
2.2.12.	Lote económico de pedido	34
2.2.13.	Enfoque MRP.....	34
2.2.14.	Control de inventarios	38
2.2.15.	Pronóstico de la demanda	39
2.2.16.	Suavización exponencial	40
2.2.17.	Sistema de información	42
2.2.18.	Base de datos	43
2.2.19.	Microsoft Access.....	43
2.2.20.	Visual Basic Editor	44
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....		46
3.1.	Diseño de la investigación.....	47
3.1.1.	Diseño no experimental	48
3.1.2.	Diseño transeccional o transversal	48
3.1.3.	Método de investigación	49
3.1.4.	Método cuantitativo y analítico.....	49
3.2.	Alcance y limitaciones de la investigación.....	50
3.2.1.	Alcance	50

3.2.2.	Limitaciones.....	51
3.3.	Variables de la investigación.....	52
3.4.	Fuentes de investigación.....	57
3.4.1.	Sujetos de investigación	57
3.4.2.	Objetos de investigación.....	57
3.4.3.	Fuentes de información	58
3.4.3.1.	Fuentes primarias	58
3.4.3.2.	Fuentes secundarias.....	59
3.5.	Población y muestra.....	59
3.5.1.	Población	60
3.5.2.	Muestra	61
3.6.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	61
3.6.1.	Técnica de campo.....	62
3.6.2.	Observación.....	62
3.6.3.	Entrevista	63
3.6.4.	Cuestionario.....	63
3.6.5.	Técnica documental.....	63
3.6.5.1.	Análisis de documentos	64
3.7.	Procedimiento	64
	CAPÍTULO 4: DESARROLLO	66

4.1.	Definición	67
4.1.1.	Proceso actual de almacenamiento de bienes.....	70
4.1.2.	Proceso actual de preparación de reactivos	73
4.1.3.	Proceso actual de compra de químicos	77
4.1.4.	Proceso actual de reposición de cristalería dañada.....	81
4.1.5.	Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos.....	86
4.1.6.	Proceso actual de inventariado de bienes	91
4.1.7.	Proceso actual de inventariado de la bodega virtual.....	96
4.2.	Medición.....	102
4.2.1.	Proceso actual de almacenamiento de bienes.....	104
4.2.2.	Proceso actual de preparación de reactivos	105
4.2.3.	Proceso actual de compra de sustancias químicas	107
4.2.4.	Proceso actual de reposición de cristalería dañada.....	109
4.2.5.	Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos.....	111
4.2.6.	Proceso actual de inventariado de bienes	114
4.2.7.	Proceso actual de inventario de la bodega virtual.....	116
4.3.	Análisis.....	118
4.3.1.	Proceso actual de almacenamiento de bienes.....	119
4.3.2.	Proceso actual de preparación de reactivos	122
4.3.3.	Proceso actual de compra de sustancias químicas	126

4.3.4.	Proceso actual de reposición de cristalería dañada.....	130
4.3.5.	Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos.....	134
4.3.6.	Proceso actual de inventariado de bienes	138
4.3.7.	Proceso actual de inventario de la bodega virtual.....	141
4.3.8.	Diagrama de Pareto	145
4.3.9.	Matriz de priorización	148
CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE SOLUCIÓN		150
5.1.	Viabilidad de la propuesta simulada.....	151
5.1.1.	Proceso actual de almacenamiento de bienes.....	152
5.1.1.1.	Muestras de tiempo del método actual	152
5.1.1.2.	Prueba de bondad de ajuste	154
5.1.1.3.	Construcción y validación del modelo.....	155
5.1.1.4.	Experimentación	159
5.1.2.	Proceso actual de preparación de reactivos	162
5.1.2.1.	Muestras de tiempo del método actual	163
5.1.2.2.	Prueba de bondad de ajuste	164
5.1.2.3.	Construcción y validación del modelo.....	165
5.1.2.4.	Experimentación	170
5.1.3.	Proceso actual de compra de sustancias químicas	174
5.1.3.1.	Muestras de tiempo del método actual	175

5.1.3.2.	Prueba de bondad de ajuste	176
5.1.3.3.	Construcción y validación del modelo	177
5.1.3.4.	Experimentación	182
5.1.4.	Proceso actual de reposición de cristalería dañada.....	185
5.1.4.1.	Muestras de tiempo del método actual	186
5.1.4.2.	Prueba de bondad de ajuste	187
5.1.4.3.	Construcción y validación del modelo.....	189
5.1.4.4.	Experimentación	194
5.1.5.	Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos.....	197
5.1.5.1.	Muestras de tiempo del método actual	198
5.1.5.2.	Prueba de bondad de ajuste	199
5.1.5.3.	Construcción y validación del modelo.....	201
5.1.5.4.	Experimentación	206
5.1.6.	Proceso actual de inventariado de bienes	210
5.1.6.1.	Muestras de tiempo del método actual	210
5.1.6.2.	Prueba de bondad de ajuste	211
5.1.6.3.	Construcción y validación del modelo.....	213
5.1.6.4.	Experimentación	218
5.1.7.	Proceso actual de inventario de la bodega virtual.....	223
5.1.7.1.	Muestras de tiempo del método actual	223

5.1.7.2.	Prueba de bondad de ajuste	226
5.1.7.3.	Construcción y validación del modelo	228
5.1.7.4.	Experimentación	235
5.2.	Viabilidad económica de propuesta	240
5.3.	Plan de implementación de la propuesta	255
5.4.	Plan de control para la sostenibilidad de la propuesta	272
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		273
6.1.	Comprobación de hipótesis.....	274
6.2.	Conclusiones.....	279
6.3.	Recomendaciones	281
6.4.	Matriz de cumplimiento de objetivos específicos	283
CAPÍTULO 7: REFERENCIAS		286
7.1.	Bibliografía	287
CAPÍTULO 8: ANEXOS.....		295
8.1.	Cronograma del desarrollo del proyecto	296
8.2.	Cuestionarios de validación del sistema de gestión de inventarios aplicados a los asistentes de laboratorio y coordinador del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.	297

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	53
Tabla 2	54
Tabla 3	67
Tabla 4	102
Tabla 5	104
Tabla 6	104
Tabla 7	105
Tabla 8	106
Tabla 9	107
Tabla 10	108
Tabla 11	108
Tabla 12	109
Tabla 13	110
Tabla 14	111
Tabla 15	113
Tabla 16	114
Tabla 17	115

Tabla 18	116
Tabla 19	117
Tabla 20	120
Tabla 21	123
Tabla 22	127
Tabla 23	131
Tabla 24	135
Tabla 25	139
Tabla 26	142
Tabla 27	146
Tabla 28	149
Tabla 29	153
Tabla 30	154
Tabla 31	155
Tabla 32	157
Tabla 33	160
Tabla 34	161
Tabla 35	161

Tabla 36	162
Tabla 37	163
Tabla 38	164
Tabla 39	166
Tabla 40	168
Tabla 41	171
Tabla 42	172
Tabla 43	173
Tabla 44	174
Tabla 45	175
Tabla 46	176
Tabla 47	178
Tabla 48	180
Tabla 49	183
Tabla 50	184
Tabla 51	185
Tabla 52	185
Tabla 53	186

Tabla 54	188
Tabla 55	189
Tabla 56	192
Tabla 57	195
Tabla 58	196
Tabla 59	196
Tabla 60	197
Tabla 61	198
Tabla 62	199
Tabla 63	201
Tabla 64	203
Tabla 65	207
Tabla 66	208
Tabla 67	208
Tabla 68	209
Tabla 69	210
Tabla 70	212
Tabla 71	213

Tabla 72	216
Tabla 73	219
Tabla 74	220
Tabla 75	221
Tabla 76	222
Tabla 77	224
Tabla 78	226
Tabla 79	228
Tabla 80	232
Tabla 81	236
Tabla 82	237
Tabla 83	238
Tabla 84	239
Tabla 85	242
Tabla 86	242
Tabla 87	244
Tabla 88	246
Tabla 89	248

Tabla 90	249
Tabla 91	254
Tabla 92	255
Tabla 93	258
Tabla 94	275
Tabla 95	276
Tabla 96	277
Tabla 97	278
Tabla 98	279
Tabla 99	283
Tabla 100	296

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	13
Figura 2	14
Figura 3	15
Figura 4	69
Figura 5	71
Figura 6	72
Figura 7	73
Figura 8	75
Figura 9	76
Figura 10	77
Figura 11	79
Figura 12	80
Figura 13	81
Figura 14	83
Figura 15	84
Figura 16	86
Figura 17	88

Figura 18	89
Figura 19	91
Figura 20	93
Figura 21	94
Figura 22	96
Figura 23	98
Figura 24	99
Figura 25	101
Figura 26	119
Figura 27	121
Figura 28	122
Figura 29	125
Figura 30	126
Figura 31	129
Figura 32	130
Figura 33	133
Figura 34	134
Figura 35	137

Figura 36	138
Figura 37	140
Figura 38	141
Figura 39	144
Figura 40	147
Figura 41	158
Figura 42	159
Figura 43	169
Figura 44	170
Figura 45	181
Figura 46	182
Figura 47	193
Figura 48	194
Figura 49	205
Figura 50	206
Figura 51	217
Figura 52	218
Figura 53	234

Figura 54	235
Figura 55	251
Figura 56	252
Figura 57	253
Figura 58	260
Figura 59	261
Figura 60	261
Figura 61	262
Figura 62	262
Figura 63	263
Figura 64	263
Figura 65	264
Figura 66	264
Figura 67	265
Figura 68	265
Figura 69	266
Figura 70	266
Figura 71	267

Figura 72	267
Figura 73	268
Figura 74	269
Figura 75	270
Figura 76	271

RESUMEN

El presente proyecto está orientado al diseño del proceso de gestión de inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, producto de la necesidad de establecer mejores controles y optimizar el desarrollo de las actividades que componen sus procesos conexos. Durante el estudio, se identificaron las actividades que conformaban los procesos utilizados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología para gestionar y controlar el inventario de bienes, identificándose aspectos que afectaban el manejo y control de estos, por lo que se analiza cada una de estas actividades para determinar qué aspectos generan menos valor en ellas. Así, se revela la falta de estándares de trabajo, organización y una adecuada gestión de la información.

La propuesta de solución planteada consiste en sistematizar el conjunto de procesos mediante el desarrollo de una aplicación que combine aspectos relacionados con la gestión de inventarios y las necesidades propias del área para optimizar las labores desempeñadas por los asistentes de laboratorio. Al finalizar el estudio, se logran identificar las actividades que generaban poco valor dentro del proceso de gestión de inventarios. Mediante el uso de simulaciones y métodos estadísticos se determina que el uso de la aplicación desarrollada genera un ahorro anual de ₡551 570,78 para el área. También se logra un adecuado control para el almacenamiento y compra de bienes y se minimizan riesgos laborales y ambientales producto del mal manejo de sustancias químicas o compras desmedidas.

Palabras clave: diseño, gestión, inventario, proceso, sistematización.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En el ámbito de la Ingeniería de Procesos y Calidad, la comprensión y mejoramiento de los procesos productivos es un objeto de estudio primordial, por lo cual no es de extrañar que conforme la industria evoluciona y cambia, el conjunto de métodos y técnicas utilizadas para cumplir esta labor también lo haga, en particular, en los sistemas de inventarios que actualmente se utilizan en diversas organizaciones. Estos permiten establecer controles sobre los bienes que se piden y reciben, el momento y la forma de hacerlo y, llevar registros de la información relativa a dichos procesos.

Bajo este mismo lineamiento, en el artículo presentado por Vidalina et al. (2022) en la Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJOICA), titulado “Propuesta de control de inventarios en una empresa comercial”, se plantea como objetivo principal proponer un control de inventarios en una empresa para mejorar la sistematización de sus almacenes y el resguardo de su mercadería, para dar un valor agregado con aportes que conlleven a un buen sistema contable a futuro. Se concluye que se necesita de una vigilancia interna exhaustiva de inventarios automatizados que garanticen el buen funcionamiento del área de almacenamiento de los materiales que deposita la empresa analizada, para evitar la pérdida de materiales de herramientas y equipos, junto con la mejor armonía en el espacio físico de artículos y empleados.

Los distintos procesos que intervienen en la gestión de inventarios se ven beneficiados de manera directa con los desarrollos tecnológicos, al facilitar el adecuado manejo, control y proyección del conjunto de materiales que se utilizan en los distintos procesos productivos de una organización. Esto no solo permite disminuir costos relacionados con el almacenamiento de excedentes, compras innecesarias o pérdida de materiales por deterioro, sino que también incide de forma directa en la eficiencia de dichos procesos, al generar información fiable y oportuna que se utiliza para tomar decisiones, que sirven para anticiparse a problemas futuros o paliar de manera efectiva situaciones no deseadas.

Sobre este punto, en la tesis de licenciatura elaborada por Artavia (2021) en la Universidad Hispanoamericana, se desarrolla el tema “Diseño de un modelo de gestión de inventarios para el control y manejo de materiales en la empresa HEYCO H.C en el 3er cuatrimestre 2020 y 1er cuatrimestre 2021”. Se plantea como objetivo general diseñar un sistema de gestión de los inventarios que permita el control y manejo de los materiales mediante herramientas ingenieriles para la eficiencia en el uso de los recursos y disminución de los costos asociados a estos.

En dicha investigación, se identifica que no existe en la empresa analizada un pronóstico de compras y el manejo de los inventarios se realiza por diferentes personas de manera empírica. Se concluye que dicho modelo presenta un error sobre los consumos y las compras reales, lo cual representa un costo anual de \$108 222.67 por mantener inventario en la bodega. De tal modo, se propone la adquisición de *software* que determine la gestión de los inventarios que mejor se ajusten a la demanda de la empresa y, adicionalmente, que determine las

cantidades económicas por pedir y el stock de seguridad de los materiales, y que permita llevar el control de los inventarios.

Sistematizar la gestión de inventarios permite aplicar técnicas y herramientas ofrecidas por las tecnologías de información y comunicación, así como de la Ingeniería de Procesos, para remediar problemas de carácter operacional, al integrar fundamentos teóricos del estudio de los procesos con el desarrollo de *software* para adaptarse a la naturaleza de los problemas. Esto se puede evidenciar en la tesis realizada en el año 2022 por Brenes et al., de la Universidad de Costa Rica, cuyo tema desarrollado es “Propuesta de diseño de un sistema de control interno aplicable al proceso de administración del activo fijo de La Compañía ABC, S.A. basado en COSO en sus versiones 2013, ERM 2017 y apoyado en tecnologías de información”.

En dicho proyecto, se desarrolla como propuesta de mejora una herramienta desarrollada en Microsoft Excel, en donde se centralicen los procesos y controles para la administración de activos fijos con el objetivo de minimizar riesgos relacionados con la inclusión de registros contables incorrectos o de activos dañados, custodia de bienes, ubicaciones incorrectas, entre otros. Se concluye que esta permitirá facilitar la creación, administración y seguimiento de los controles establecidos en las distintas fases de la gestión de activos fijos.

Por otra parte, en el artículo publicado por García y San Andrés (2021) en la Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN, titulado “Diseño de un

sistema de gestión por procesos para el manejo de inventarios. Caso: ferretería Quiroz” se indica que:

Toda empresa que maneje inventario debe aplicar una correcta gestión, que le garantice el éxito en las operaciones de compra y venta y a su vez contribuya a minimizar costos y gastos inadecuados o innecesarios. Cuando la empresa realiza una gestión de inventario, utiliza sistemas que le ayuden a optimizar los recursos. (p. 184)

Posteriormente, en dicho estudio se concluye, luego de realizar un proceso de diagnóstico a la organización evaluada, que para potencializar sus procesos internos es necesario desarrollar un sistema de gestión que corrigiera la ausencia de políticas de control interno, un inadecuado manejo inventarios, la falta de un manual de funciones y de capacitación y entrenamiento al personal, y la existencia de procedimientos inapropiados para el desarrollo de los procesos de compra, importación, almacenaje, despacho y venta.

Otra referencia relacionada con este tema se obtiene de la tesis elaborada por Gutiérrez (2022) en la Universidad Hispanoamericana, titulada “Implementación de sistema en gestión de inventario de la empresa Grupo V CR en las oficinas de Moravia durante el periodo de setiembre 2021 a abril 2022” cuyo objetivo general es el de mejorar el flujo de compra y el flujo financiero de la organización a través de la implementación de un adecuado sistema de gestión de inventario para el uso óptimo de sus recursos durante el segundo semestre de 2021. En dicho estudio, se logra, mediante la aplicación de herramientas ingenieriles como la metodología

DMAIC, extraer información clave del área de proveeduría de la organización para realizar un análisis del costo de compras e inventario y crear nuevas reglas de abastecimiento. Esto da como resultado el cumplimiento del objetivo general planteado en el proyecto gracias al análisis de dicha información para examinar tendencias, categorizar productos y eliminar duplicidad de datos, así como también establecer indicadores de gestión en la bodega de suministros de la compañía.

De igual manera, en el artículo publicado en la revista electrónica OPUNTIA BRAVA de la Universidad de Las Tunas en 2022, titulado “La gestión de inventarios, una herramienta eficaz en la toma de decisiones”, Martínez et al. exponen que la correcta gestión de inventarios es fundamental para las organizaciones productoras, comercializadoras o de servicios, ya que posee implicaciones no solo económico financieras, sino logísticas, de limitación de espacio físico e incluso de producción. Por ello, su adecuado control es crítico para una administración exitosa. Adicionalmente, se afirma que la gestión de inventarios es concluyente para cualquier organización, al comprender la planificación, la organización, la dirección y el control de sus productos, por lo que dentro de la administración financiera permite comprender y determinar el proceso de toma de decisiones.

En la tesis de licenciatura realizada por Vega (2022) en la Universidad Hispanoamericana, titulada “Mejora del proceso de gestión de inventarios de trabajo del área de bodega de la Corporación ACOBO S.A.”, durante el I semestre de 2022, se plantea como objetivo general “Mejorar el sistema de inventarios en cuanto a pedidos, logística y controles por medio del diseño en la gestión de inventarios en la bodega del Corporación ACOBO S.A.”. Para ello, se propone la

estandarización de procesos relacionados con la solicitud de insumos hasta la llegada del usuario interno, registrar y revisar los movimientos de bienes y documentar las solicitudes y recepción de pedidos para mejorar el tiempo de respuesta. De igual manera, también se plantea implementar el modelo de inventario EOQ para optimizar los pedidos de mercancías, concluyéndose que la estandarización de los procesos de pedido y logística por medio de un flujo óptimo de trabajo, así como establecer controles de registros por medio del modelo EOQ de inventarios, ofrece dar un mejor seguimiento y balance de los gastos a través de las entradas y salidas de los artículos en el área de bodega de proveeduría de la empresa en donde se desarrolló el proyecto.

De manera similar, en la tesis de licenciatura presentada por García et al. (2021) en la Universidad de Costa Rica, titulada “Rediseño de los procesos de almacenamiento y gestión de inventarios de suministros y repuestos del almacén de la empresa Abbvie”, se presenta como objetivo general rediseñar los procesos de almacenamiento y gestión de inventarios de suministros y repuestos del almacén para mejorar el nivel del servicio percibido por el cliente interno, la exactitud de los inventarios y disminuir los tiempos de alisto. A su vez, se presentan como propuestas reestructurar los procesos de gestión de inventarios de suministros y repuestos, aplicando un análisis de valor agregado con el fin de simplificar y optimizar actividades que agregan poco valor a los procesos y eliminar las que no aportan del todo; desarrollar un sistema de gestión de inventarios, el cual permita realizar un análisis ABC por familias de productos, que genere datos necesarios para agilizar el acomodo y localización de productos, planificar la demanda y

abastecimiento; y alimentar indicadores de gestión como el inventario medio, rotación, exactitud, entre otros.

Los resultados obtenidos señalan que, gracias al rediseño de los procesos, se mejora la gestión de inventarios, integrándose en los procedimientos únicamente las actividades que agregan valor, optimizándose el flujo de los procesos. También se logra, gracias a la implementación del sistema desarrollado, mejorar la distribución de familias de productos, priorizando la localización de aquellas de mayor consumo. Por otro lado, mediante el análisis de información recolectada durante el año 2020, se cuantifica el impacto que el rediseño planteado en el manejo del inventario tendría en la organización, el cual corresponde a un ahorro de \$46 100 asociado a desabastos y una reducción del 39% en la cantidad de pedidos que se deben realizar, sin que se vea comprometido el nivel de servicio ofrecido actualmente en los inventarios de suministros y repuestos.

Otra referencia de interés es la tesis de licenciatura desarrollada por Oconitrillo (2021) en la Universidad Hispanoamericana, cuyo tema desarrollado es “Optimización del manejo y control del inventario de refracciones y suministros en Grupo RABSA para el primer semestre de 2020”, donde se identifican durante el desarrollo del proyecto problemas en la organización como la falta de capacitación del personal, falta de controles y etiquetado de bienes e inexistencia de indicadores de gestión. Por ello, se propone capacitar a los encargados del almacén en temas básicos de administración de inventarios, gestión de almacenes y metodología 5's, con lo que se logró mejorar la eficiencia de los procesos, recursos y operaciones

de la cadena de abastecimiento de repuestos y suministros, lográndose un aumento en la disponibilidad de los equipos, la cual pasó de tres días a 1,6 días detenidos.

También, se obtiene otra referencia del artículo presentado por Enríquez y Rodríguez (2020) en la Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Informática de la Universidad Autónoma del Estado de México, titulado “Uso de técnicas de pronósticos para la planeación del inventario de una PYME comercializadora en Tlaxcala, México”, en el cual se estudiaron los datos históricos de ventas del producto que mayor aportación hacen a las utilidades globales de la empresa. Se compararon diversas técnicas utilizadas para el pronóstico de inventarios como los promedios semanales y mensuales, regresión lineal, suavización exponencial, regresión no lineal, entre otras, y se concluye que el uso y aplicación de un modelo de pronóstico correcto para la toma de decisiones representa una iniciativa hacia la competitividad. Por ello, es necesario evaluar distintas técnicas y compararlas entre si antes de elegir una, ya que no existe un modelo ideal que se pueda generalizar a todas las problemáticas de una empresa.

1.2. Justificación

El desarrollo de la presente investigación es de interés tanto para las partes beneficiadas con su implementación, como para el ámbito académico en el que se desenvuelve, al integrar conceptos teóricos de Ingeniería en Procesos y Calidad con aspectos técnicos del desarrollo de *software* para mejorar métodos de trabajo, estandarizar procesos y automatizar tareas, por medio del desarrollo de una

aplicación que se ajuste de manera precisa a las necesidades de un área en concreto para solucionar inconvenientes relacionados con la gestión de inventarios.

Este proyecto favorece a los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, al suministrar procedimientos estandarizados de trabajo, métodos de ubicación para cada tipo de insumo que se adquiriera por parte del área y un sistema informático. Este se basa en las especificaciones técnicas de la naturaleza de sus labores, para agilizar su desempeño y lograr disminuir el tiempo que dedican a la labor de inventariar sustancias, cristalería y equipos, que es actualmente de 40 horas distribuidas en cinco días al final de cada cuatrimestre, lo que dificulta mantener actualizado el registro de bienes.

Por otra parte, la coordinación del Área de Ciencias Básicas se beneficia al obtener información confiable en un tiempo oportuno, que le resulta de utilidad para hacer una mejor gestión de las compras de instrumentos y químicos requeridos para que los estudiantes de los cursos de Química General puedan efectuar las prácticas de laboratorio que les son asignadas, así como para llevar un control detallado de los desperdicios generados durante la ejecución de estas, realizar proyecciones de compra a largo plazo –que permitan evitar desabastecimientos–, la compra de excedentes y faciliten la tarea de hacer un uso eficiente de los recursos con los que se dispone.

Al realizar un análisis general del estado del inventario de instrumentos y químicos, ubicados en la bodega situada en el aula T108 del primer piso de la torre de laboratorios de Sede Central de la UTN, se identificó que no se lleva un registro

en donde se puedan comparar la cantidad en existencia de cristalería en buen estado que es utilizada por los estudiantes en las prácticas de laboratorio y la cristalería dañada. Tampoco se lleva un registro de la cantidad de sustancias químicas que son utilizadas por los distintos grupos de estudiantes de Química General, por lo que se realiza una estimación sobre este dato para suplir a 8 grupos de 16 estudiantes de Química General I y II. Se obtiene que, de las 56 sustancias químicas requeridas, no existen reservas suficientes para un 23% de estas (20 sustancias) con el objetivo de suplir dichos cursos en un año. Por otra parte, también se identifica que existen reservas excesivas de otras, las cuales representan un 17% de su totalidad (15 sustancias con reservas superiores a los 10 años) cuyo costo aproximado es de \$4 630,93. (Ver figura 1)

Como resultado del análisis anterior, se realiza un gráfico comparativo (ver figura 2) entre las cantidades de sustancias químicas requeridas en las prácticas de laboratorio y las cantidades existentes en bodega con las que se cuenta. Se observa que existen desajustes claros al momento de planificar las compras para esta área, lo cual es poco favorable al tener en cuenta que los recursos para realizar compras son limitados, de alrededor de tres millones de colones según el coordinador, y solo se pueden ejecutar una vez al año.

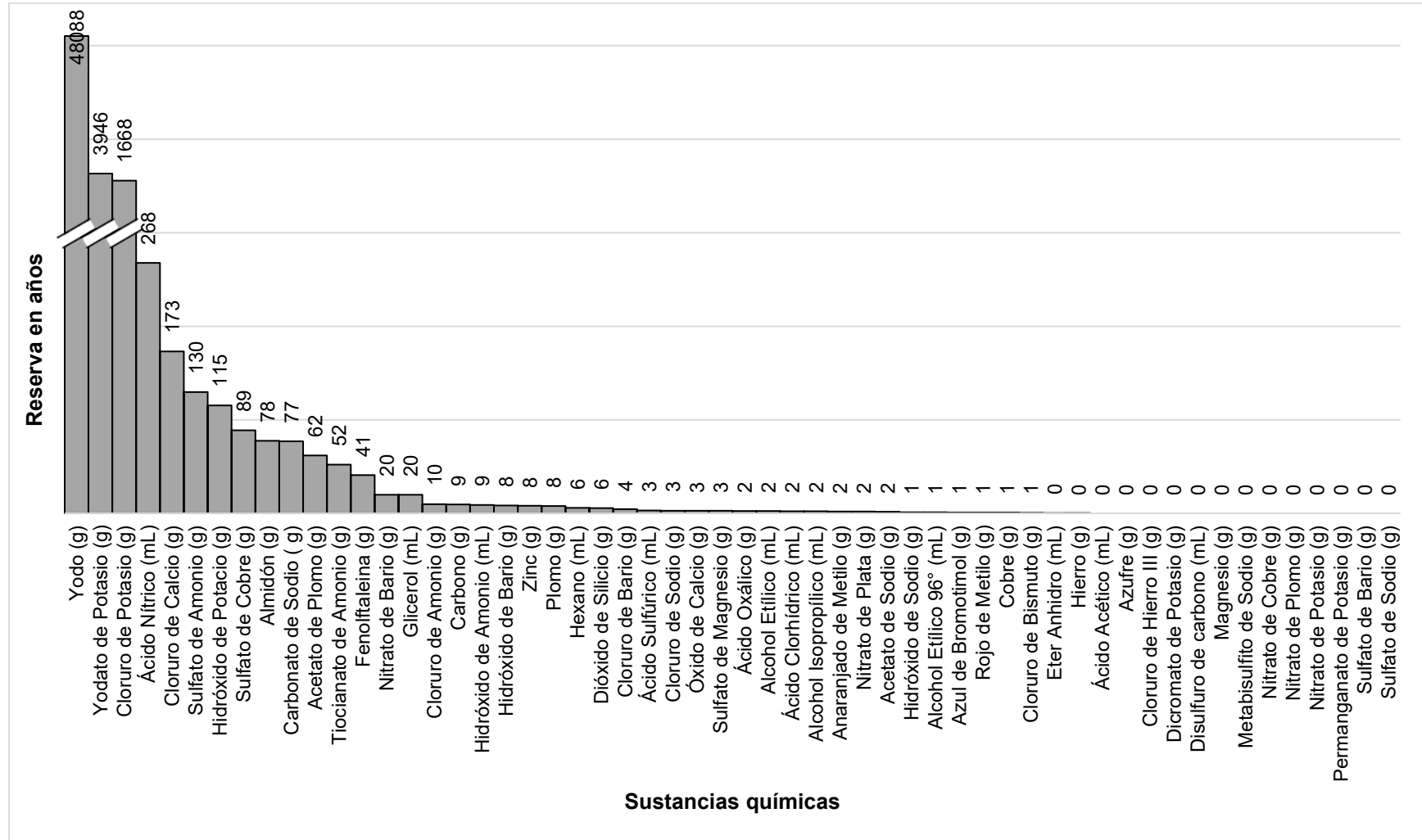
Por otra parte, al examinar los registros de inventario también se nota que, de las sustancias que se encuentran almacenadas en la bodega, un 36% corresponde a químicos que no se usan en ninguna de las prácticas de Química General (31 sustancias), lo que representa un desperdicio de recursos de \$7 778,11 adicionales a los hallazgos mencionados en párrafos anteriores. (Ver figura 3)

Por lo tanto, se sustenta la iniciativa de sistematizar el proceso de gestión del inventario de activos y químicos con el propósito de optimizar sus procesos conexos, esto mediante su estandarización y la creación de un sistema de información que permita un mayor control interno y facilite a los encargados del inventario el desarrollo de sus labores.

Por otra parte, también se propone crear una serie de indicadores que permitan a la coordinación del área tomar decisiones con base en datos recolectados en el almacén para optimizar la compra de bienes y pronosticar la demanda futura.

Figura 1

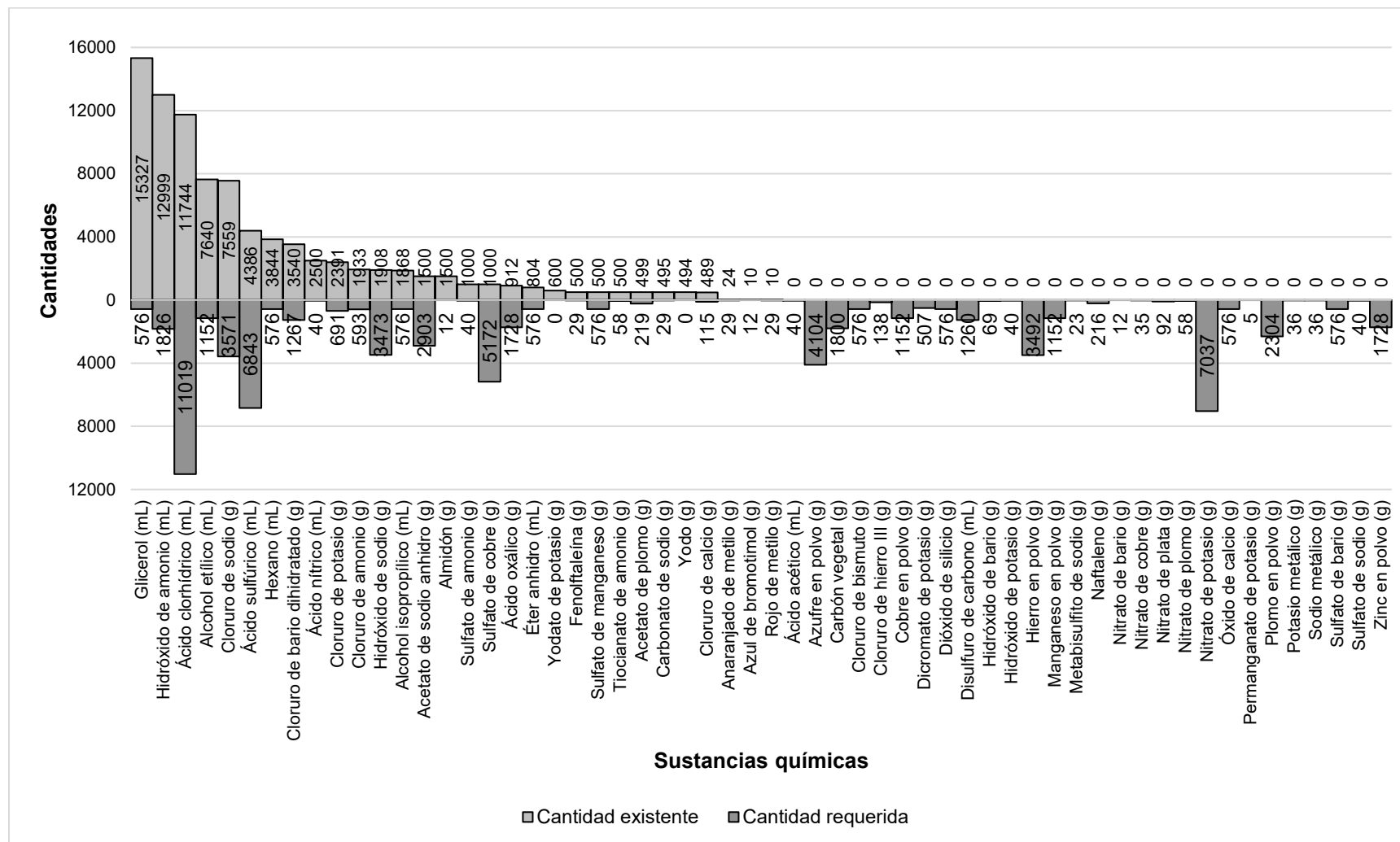
Reserva en años de sustancias químicas requeridas para suplir los laboratorios de Química General I y II



Fuente: Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas de la UTN, 2023.

Figura 2

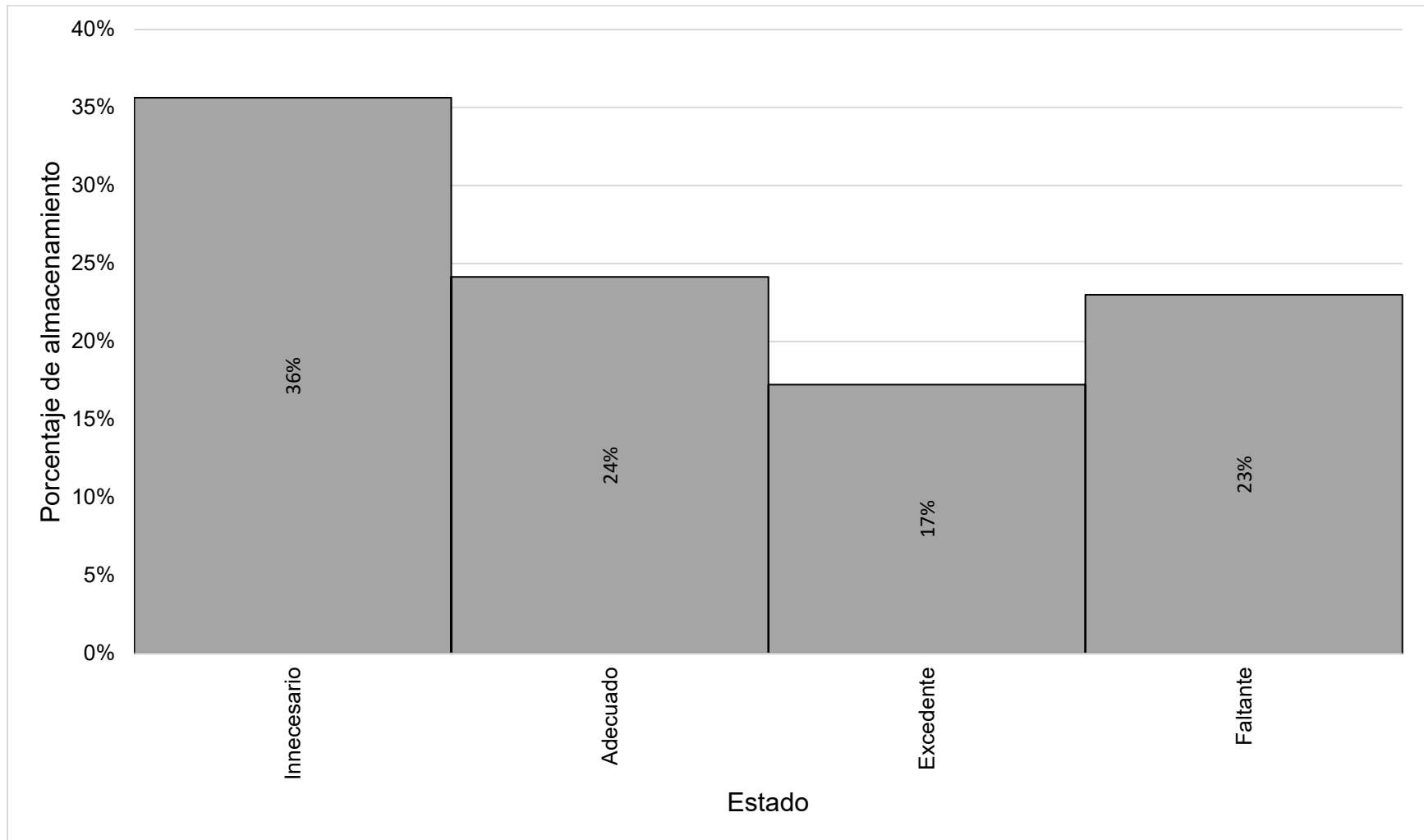
Cantidades requeridas y existentes de químicos para suplir los laboratorios de Química General I y II durante un año



Fuente: Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas de la UTN, 2023.

Figura 3

Sustancias almacenadas en la bodega de químicos del aula T108



Fuente: Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas de la UTN, 2023.

1.3. Pregunta de investigación

Hernández et al. (2014, p. 38), parafraseando a Christensen (2006) indican que, después de definir los objetivos específicos de investigación, “es conveniente plantear, por medio de una o varias preguntas, el problema que se estudiará”, esto para evitar que surjan distorsiones en la investigación. Seguidamente, se presenta la pregunta de investigación que se utiliza para guiar el estudio que se realiza.

¿Cuál es la incidencia que tiene la sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central?

1.4. Hipótesis de investigación

Martínez (2012, p. 118) indica que una hipótesis “es una explicación provisional que permite establecer relaciones y explicaciones temporales al planteamiento de la investigación. Es producto de nuestra experiencia y el conocimiento inicial que tenemos del tema a investigar”. A continuación, se presenta la hipótesis que se utiliza para guiar el estudio que se realiza.

Incide la sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central en sus procesos conexos.

Pimienta et al. (2018, p. 53), al referirse a la hipótesis nula y alternativa, indican que la primera refuta la relación entre variables que el investigador declaró en la hipótesis de investigación, mientras que la segunda ofrece una alternativa

distinta a la relación ofrecida en la primera. Seguidamente, se presentan la hipótesis nula y alternativa que se utilizan para guiar la investigación.

1.4.1. Hipótesis nula

La sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, no incide de forma positiva en el desarrollo de sus procesos conexos.

1.4.2. Hipótesis alternativa

La sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, incide de forma positiva en el desarrollo de sus procesos conexos.

1.5. Objetivo general y específicos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un proceso de gestión de inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, durante el año 2023, para la optimización de sus procesos conexos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio de un cursograma analítico para la revisión del conjunto de actividades que los conforman, la elaboración de un diagrama SIPOC para

identificar sus entradas y salidas, así como otras herramientas de mejora continua para el establecimiento de oportunidades de mejora.

- Analizar las actividades que conforman los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio de un cursograma analítico y un análisis de valor para la calificación de su necesidad dentro de estos.
- Realizar una propuesta de rediseño para los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio del establecimiento de indicadores para la optimización de estos, tomando como base los resultados obtenidos al aplicar cursogramas analíticos y diagramas SIPOC a los procesos involucrados.
- Elaborar una simulación de los procesos actuales y propuestos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, mediante el uso de diagramas de flujo de proceso y el *software* FlexSim para la evaluación del impacto de las mejoras que se proponen.
- Establecer una evaluación económica a la propuesta del proyecto, mediante el análisis de documentos y de costo beneficio para la validación del impacto financiero que tiene para el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco contextual

Pimienta et al. (2018, p. 49) indican que después de seleccionar el tema sobre el que se va a investigar, es necesario delimitarlo en un espacio y tiempo definido, establecer el alcance y las circunstancias en que se realiza el estudio para determinar actividades, responsabilidades, recursos y el ámbito en el que se desarrolla, con la finalidad de aumentar la eficacia del trabajo que realiza el investigador. Por ello, se describen las distintas delimitaciones existentes en la investigación.

2.1.1. Ubicación geográfica

Este proyecto se desarrolla en la bodega de Químicos T 108 situada en el primer piso de la Torre de Laboratorios contigua a los laboratorios de Química T 107 y T 109, de la Sede Central de la Universidad Técnica Nacional, ubicada en la provincia de Alajuela, cantón Central, en el distrito de San Antonio del Tejar.

La bodega se encuentra en un punto estratégico al tener acceso a ambos laboratorios destinados a impartir los cursos de Química General I y II, los cuales están a cargo del Área de Ciencias Básicas. Gracias a su ubicación, se brinda la asistencia, se almacena la cristalería, el equipo y las sustancias químicas que son requeridas para preparar los reactivos que son utilizados por los estudiantes para desarrollar las prácticas de los cursos ofertados en cada cuatrimestre.

2.1.2. Organización

La creación de la UTN se basa en el artículo 84 de la Constitución Política y es así como goza de independencia para ejercer sus funciones y organizarse. Asume la personalidad jurídica, autonomía financiera, administrativa y patrimonio propio, así como la capacidad jurídica para adquirir derechos y contraer obligaciones para el cumplimiento de sus fines. Su representante legal es el Rector.

Puede llegar a establecer relaciones institucionales, colaborando con otras entidades nacionales, internacionales o extranjeras, públicas o privadas en el ámbito de sus funciones universitarias.

Está regida por los siguientes órganos de gobierno y dirección superior:

1. Asamblea Universitaria
2. Consejo Universitario
3. Rector
4. Vicerrectores
5. Asambleas, los Consejos y los decanos de las sedes
6. Asambleas, los Consejos y los directores de carrera
7. Los directores de centros, institutos y programas.

La universidad se organiza en sedes, programas, centros, escuelas, institutos, sistemas, direcciones, departamentos, unidades y otros órganos necesarios para su funcionamiento y prestar los servicios y desarrollo académico. (Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Nacional de la comisión de conformación N,º 05-10, 2010)

2.1.3. Reseña histórica

La Universidad Técnica Nacional (UTN) es una institución estatal de educación superior universitaria; la creación oficialmente se dio el 4 de junio de 2008, por medio de la Ley Orgánica N.º 8638, publicada en el Diario Oficial La Gaceta, convirtiéndola así en la quinta universidad pública.

Con el establecimiento de esta institución se busca solventar las necesidades del país en torno a la educación técnica requerida para el desarrollo nacional, en todos los niveles de la educación superior (técnicos, diplomados, bachilleratos y licenciatura). La UTN está formada por cinco sedes universitarias (Atenas, Central, Guanacaste, Pacífico y San Carlos) y un Centro de Formación Pedagogía y Tecnología Educativa. (UTN, 2023)

2.1.4. Misión y visión

2.1.4.1. Misión

Contribuir a la equidad de oportunidades y la transformación integral del país, por medio del quehacer académico, la formación técnica, humanística, inclusiva e innovadora, centrada en el aprendizaje. (UTN, 2023)

2.1.4.2. Visión

Ser la universidad pública de Costa Rica referente académica nacional e internacional de la educación técnica, científica, humanista y tecnológica, comprometida con modelos de excelencia, calidad y transparencia. (UTN, 2023)

2.1.5. Delimitación espacial

El proyecto de investigación se desarrolla específicamente en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, situada en el aula 107 del primer piso de la torre de laboratorios, perteneciente a la UTN, Sede Central, ubicada en Villa Bonita de Alajuela.

2.1.6. Delimitación demográfica

Las personas directamente relacionadas con el desarrollo del proyecto de investigación se definen como los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, así como el coordinador del Área de Ciencias Básicas.

2.1.7. Delimitación temporal

El análisis necesario para tener una comprensión amplia del problema de estudio de la investigación se lleva a cabo desde el tercer cuatrimestre del año 2023 hasta el primer cuatrimestre del año 2024. Posteriormente, durante el segundo cuatrimestre de este último periodo se presenta, desarrolla e implementa la propuesta de mejora.

2.2. Marco teórico

El desarrollo del proyecto de investigación utiliza definiciones teóricas, técnicas y herramientas de uso generalizado del ámbito de IPC, así como del desarrollo de *software*, entre las cuales están: el mapeo de procesos, diagrama de flujo, análisis de valor, sistemas de inventarios, clasificación ABC de productos, método de pedido óptimo (EOQ), lote económico de pedido (LEP), planificación de

los requerimientos de materiales (MRP), técnicas cuantitativas para el pronóstico de la demanda, desarrollo de sistemas de información, teoría de desarrollo de bases de datos, programación en lenguaje Visual Basic para aplicaciones (VBA) y el uso de Microsoft Access.

2.2.1. Proceso

Un proceso es una secuencia de actividades repetitivas que están mutuamente relacionadas o que interactúan entre sí, cuyo producto tiene valor intrínseco para un usuario final o cliente. Los procesos están conformados por tres elementos: entradas, las cuales provienen de un suministrador; secuencia de actividades, que establecen los medios requeridos y recursos con determinados requisitos para ejecutarse; y la salida, que puede referirse a un producto tangible o a un servicio. (Pérez, 2013, p. 53)

Cualquiera que sea el área de trabajo en donde se desempeñe una actividad, los procesos siempre serán parte de ella. Por este motivo, lograr una mayor comprensión de estos es un punto de partida para poder definirlos de manera apropiada y, posteriormente, mejorarlos. En palabras de Suñe et al. (2004), “Una de las necesidades básicas de la ingeniería de procesos es poder describir la realidad de los procesos; bien para definirlos (en la fase de diseño) bien para diagnosticarlos (en la fase de mejora)”. (p. 88)

2.2.2. Diagrama de proceso

La identificación del conjunto de actividades que dan forma a cualquier proceso que se desee estudiar facilita la estructuración y secuenciación de estas,

a la vez que permite analizar las diferentes interacciones que se dan entre ellas o entre las áreas en donde son llevadas a cabo. Para realizar esta labor se utilizan los diagramas de flujo o de procesos, los cuales en palabras de Cuatrecasas (2010) “pueden ser muy útiles cuando se quiere realizar una optimización de procesos, oportunidades de mejora o simples reajustes, empleándose como un punto de partida que visualice globalmente la secuencia de cambios a ejecutar”. (p. 86)

Gutiérrez (2020) define los diagramas de flujo o de proceso como “una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, incluidos transportes, inspecciones, esperas, almacenamiento y actividades de reposo.” (p. 207). Cuando se realiza un diagrama de flujo en donde se detallan con exactitud y apegadas a la realidad cada una de estas actividades o pasos se habla del concepto de mapeo de procesos, el cual es una herramienta que permite obtener una perspectiva general de estas actividades y las interacciones entre departamentos. Sobre este tema Pérez (2013) afirma que: “Como herramienta que es, el Mapa de Procesos ha de reflejar la realidad de la empresa, dar un sentido finalista al trabajo de todos y ser fácil de comunicar y comprender”. (p.108)

2.2.3. Análisis de valor agregado

La importancia de poner en práctica este tipo de herramientas radica en que, para mejorar algún aspecto de un proceso en cualquier área, primero se requiere de un punto de partida con el cual se pueda comparar el impacto que tendrá cualquier tipo de mejora que se pretenda implementar, contra lo que ya se tenía establecido previamente. Para tal labor, se puede hacer uso de la técnica de

análisis de valor, la cual consiste en simplificar productos y procesos con la finalidad de alcanzar un desempeño igual o mejor del que ya se tenía pero, con un menor costo sin comprometer los requerimientos definidos por los clientes. (Chase y Jacobs, 2014, p. 53)

2.2.4. Diagrama de Ishikawa

Cuando se realiza el estudio de un proceso resulta conveniente relacionar los problemas o factores que lo afectan con las posibles causas que los generan, para lo cual Pande (2002, p. 220) recomienda la elaboración de diagramas de causa-efecto o diagramas de Ishikawa, los cuales son una excelente herramienta para reunir ideas y datos, establecer categorías de causas potenciales y facilitar la etapa de análisis.

Gutiérrez (2020, págs. 203-204) presenta una variación del diagrama de causa-efecto, la cual analiza el flujo de los procesos con la finalidad de identificar los principales aspectos que puedan influir en los problemas que se susciten en cada una de sus etapas. Las ventajas al aplicar este método son la obligatoriedad de preparar un diagrama de flujo de procesos, identificar procedimientos alternos de trabajo y predecir problemas del proceso poniendo atención a las fuentes de variabilidad.

2.2.5. Diagrama de Pareto

Una vez que se identifican las posibles causas raíz de los problemas que afectan un proceso, es necesario establecer con base en el uso de datos las prioridades que se deben de atender para lograr un mayor impacto al definir las

propuestas de mejora, para lo cual se utilizan los diagramas de Pareto. Consisten en gráficos de barras que analizan los datos categorizados y tienen como objetivo ayudar a localizar problemas vitales esto mediante el uso del principio o “Ley 80-20” en la que se establece que pocos elementos (20%) generan la mayor parte de los efectos (80%) mientras que el resto de los mismos tienen muy poca afectación. (Gutiérrez, 2020, p. 136)

Por otra parte, Pande (2002, p. 227) indica que los gráficos de Pareto son de gran utilidad para clasificar datos por regiones y averiguar cuál de ellas tiene la mayoría de los problemas; comparar datos de fallos por tipos y cuál es el más común; contrastar problemas por periodos de tiempo y evaluar en cuál de ellos se generan con mayor frecuencia; y clasificar reclamos por tipo y evidenciar cuáles son los más habituales.

2.2.6. Matriz de priorización

Después de que se definen las causas raíz que generan los principales problemas que afectan a un proceso, se deben proponer distintas alternativas de solución a estos, para lo cual se recomienda elaborar una matriz de prioridades en donde se reflejen los distintos criterios sobre los cuales se deben tomar acciones. (Gutiérrez, 2020, págs. 407- 408)

Las matrices de priorización permiten clasificar las causas raíz o soluciones de acuerdo con su impacto sobre los problemas. También sirven para focalizar esfuerzos en lo mejor que se puede hacer para solucionarlos y no en todo lo que se puede hacer para ello. Por otra parte, ayudan a facilitar la tarea de toma de

decisiones, minimizando el número de alternativas posibles y ordenándolas de acuerdo con criterios bien definidos con el fin de enfocar las acciones que se van a llevar a cabo. (Asociación Española de Normalización y Certificación [UNE-ISO 13053-2], 2012, p. 30)

2.2.7. Indicadores de gestión

Cuando se establecen criterios técnicos para valorar si los cambios que se proponen para mejorar el desempeño de un proceso lo impactan de manera positiva o negativa, se recurre al uso de indicadores, los cuales son datos cuantitativos que reflejan el comportamiento, particularidades y relaciones que existen en las actividades que describen y se caracterizan por permitir medir cambios a través del tiempo de una situación, facilitar la observación del resultado de modificaciones hechas, evaluar el desarrollo de los procesos y determinar la forma en cómo se pueden efectuar mejoras. (Mora, 2008, p. 3)

En relación con este tema, Reinoso y Uribe (2014, págs. 24-26) afirman que, al diseñar un indicador de gestión, primeramente se debe de iniciar con la revisión de los procesos de planificación organizacionales, ya que es ahí en donde se definen las metas que se intentan alcanzar en el futuro. Luego se define el nombre del indicador, el cual debe de ser claro, reflejar las variables que se relacionan y lo que se requiere medir, mejorar o mantener.

El siguiente paso es establecer la unidad de medida del resultado del indicador, la cual depende de lo que se mide y las variables que se establecen. Por otra parte, también se debe establecer un parámetro de comparación, el cual puede

ser externo o interno, que sirva para interpretar adecuadamente el resultado y tomar decisiones y, finalmente, realizar la interpretación del indicador y de su resultado.

2.2.8. Administración de suministros

Uno de los procesos que tiene suma importancia dentro de cualquier organización es el de la administración de suministros, cuya función es la de “obtener los materiales correctos ..., en la cantidad convenida, para entregarlos en el momento oportuno y en el lugar apropiado, a partir de la fuente adecuada..., con el servicio óptimo...” (P. Fraser et al., 2014, p. 40). Por este motivo, comprender y mejorar dicho proceso es fundamental si se quieren optimizar recursos o mejorar la calidad de un producto o servicio determinado.

Dentro de la administración de suministros, se encuentra inmerso el concepto de inventario, el cual es definido por CSCMP et al. (2017) como “un activo, pero un tipo de activo del cual las empresas no quieren en exceso. Sin embargo, no tener “en exceso” pondría a la organización en riesgo de posibles interrupciones en la cadena de suministro y de costos extremos imprevistos.” (p.18). Por otra parte, Arenal (2020) define inventario como “una relación de los bienes de que se disponen, clasificados según familias y categorías y por lugar de ocupación”. (p.10)

Lo anterior sugiere que el manejo del inventario dentro de la administración de suministros es una actividad clave, que exige un cierto equilibrio entre el costo de solicitar y de mantener los insumos que se requieren para el funcionamiento de un proceso, al tiempo que se lleva un control ordenado que clasifica y sitúa a estos de forma precisa en un espacio físico. Tal y como lo explica Ballou (2010), “El

manejo del inventario implica equilibrar la disponibilidad del producto (o servicio al cliente), por una parte, con los costos de suministrar un nivel determinado de disponibilidad del producto, por la otra”. (p.335)

2.2.9. Sistema de inventario

Dentro del ámbito de los procesos, Pérez (2013) define sistema como “un conjunto de procesos que tienen por finalidad la consecución de un objetivo” (p.49). Por ello, un sistema de inventarios se podría definir como un conjunto de procesos que tienen como finalidad clasificar, ubicar y mantener en equilibrio las existencias físicas de insumos dentro de una organización al menor costo posible. Sobre el tema, Guerrero (2009) indica que “un sistema de inventario es una estructura que sirve para controlar el nivel de existencia y para determinar cuánto hay que pedir de cada elemento y cuándo hay que hacerlo”. (p. 100)

Llevar a cabo estas actividades en un sistema de inventarios es un tema complejo y laborioso, tal y como indican P. Fraser et al. (2014) al asegurar que “junto con las decisiones clave de cuánto y cuándo ordenar se encuentra el aspecto de cómo inventariar con eficacia. En la mayoría de las organizaciones esta cuestión es un desafío”. (p. 185)

Para alcanzar este objetivo, Arenal (2020, págs. 27-28) y Cruz (2017, págs. 35-38) establecen una serie de criterios que se pueden tomar en cuenta al momento de realizar inventarios, entre los cuales están:

- La temporalidad, que se refiere al espacio de tiempo durante el cual se revisan de manera detallada las existencias de insumos o productos que posee una organización, por medio del conteo físico de cada uno de ellos.
- El aspecto cíclico o rotativo, que consiste en el recuento continuo de las existencias de los insumos o productos, pero anotando de manera constante y automática las entradas o salidas de estos, para así conocer con mayor precisión la cantidad que se tiene de cada uno de ellos.
- La agrupación por familias, en la cual se toman en cuenta las características similares que tienen los insumos o productos para generar conjuntos de ellos y, así, verificar de manera periódica o cíclica sus existencias.
- El uso de estanterías, que se basa en el empleo de espacios físicos que facilitan organizar y clasificar los insumos o productos en función de distintos criterios, junto con la creación de listas que sirven para verificar la existencia real o estado de tales artículos y llevar un registro de los movimientos realizados en donde se almacenan.

Por otra parte, Mora (2011, págs. 67-68) menciona que la labor de ubicar los distintos insumos o productos en un almacén también es un tema de importancia en un sistema de inventarios, ya que supone planificar en dónde y cómo colocar dentro de ese espacio tales artículos, cómo reordenarlos y qué cantidades se esperan de ellos. Para realizar estas tareas, el autor también da una serie de recomendaciones, las cuales son:

- Clasificar los insumos o productos en función de su rotación o nivel de ventas y definir, para cada posición del almacén, cuáles de ellos podrá albergar

según la rotación. Esto para reducir los tiempos de recorrido dentro de las instalaciones y fomentar la revisión permanente de la rotación de los artículos.

- Ubicar artículos, priorizando el fácil reconocimiento visual y la posibilidad de recordar marcas o tipos de productos (peligrosos, con temperatura controlada, de manejo arriesgado, alto costo).

2.2.10. Sistema de clasificación de inventarios ABC

El método o sistema de clasificación ABC, también conocido como regla 80/20, según Marketing Publishing (2007), es “uno de los instrumentos más utilizados para realizar la clasificación de los productos en categorías de ‘alta, media y baja’ rotación”. (p. 110). Sobre este método, Flamarique (2019) agrega que:

En toda organización dedicada a la producción de productos es necesario llevar a cabo una segmentación de estos con el objetivo de controlar, gestionar y facilitar sus movimientos, entradas, almacenaje y salidas de forma rigurosa, ágil, rápida y beneficiosa para la empresa. Por esa razón, a nivel organizativo, la ley de Pareto ha derivado a una segmentación mayor y más eficiente, la clasificación y análisis ABC. (págs. 46-47)

Sobre el modo de realizar la clasificación de los productos, Flamarique (2019) indica también que, la clasificación ABC más común con la que se trabaja dentro de las organizaciones es:

- Productos tipo A, caracterizados por tener una rotación alta, constituyen entre el 15% y 20% de los artículos y representan entre el 60% y 80% de los movimientos, ventas, costos e inventario.
- Productos tipo B, caracterizados por tener una rotación media, constituyen entre el 25% y 35% de los artículos y representan entre el 10% y 20% de los movimientos, ventas, costos e inventario.
- Productos tipo C, caracterizados por tener una rotación baja, constituyen entre el 40% y 60% de los artículos y representan entre el 5% y 10% de los movimientos, ventas, costos e inventario. (p. 47)

2.2.11. Método de pedido EOQ

En relación con el tema de cuánto se debe ordenar de cada producto, para mantener un nivel óptimo de existencias dentro de un sistema de inventario, se puede recurrir al método de pedido óptimo, conocido como EOQ (por las siglas de Economic Order Quantity) o modelo de Wilson, que “tiene como objetivo determinar el volumen o la cantidad de pedido que se quiere realizar, de tal manera que optimice el sistema de gestión de inventarios”. (Arenal, 2020, p. 73)

Cruz (2017) indica que, para realizar el cálculo del pedido óptimo siguiendo el modelo de Wilson, se deben tener en cuenta los siguientes indicadores:

- El pedido tiene un costo cada vez que se realiza, por lo que, mientras menos de ellos se hagan, menos costos generan.

- El almacén es otro aspecto que influye en el costo, ya que, cuantos más insumos o productos se le agreguen, mayores serán los costos de gestión, mantenimiento y control de este. (p.110)

Las variables utilizadas para calcular el pedido óptimo, según el modelo de Wilson, son: Q, pedido óptimo; K, costo de hacer un pedido; G costo de mantener una unidad almacenada; y D, demanda. La expresión matemática que se utiliza para realizar el cálculo es: $Q = [(2 \times K \times D) / G]^{1/2}$. (Arenal, 2020, p. 74)

2.2.12. Lote económico de pedido

El lote económico de pedido (LEP) es definido por Arenal (2020) como “la cantidad de inventario que debe de producirse, para satisfacer una demanda futura, de tal manera que el costo total en que se incurre por: fabricar, mantener el inventario y por pedidos pendientes sea el mínimo posible”. (p. 76)

Las variables usadas para calcular el lote económico de pedido son: Cma, consumo medio anual del producto; Cp, coste del pedido; Cu, coste unitario de producto; i, interés anual del mantenimiento del inventario. La expresión matemática que se utiliza para realizar el cálculo es: $LEP = [(2 \times Cma \times Cp) / Cu \times i]^{1/2}$. (Cruz, 2017, p. 113).

2.2.13. Enfoque MRP

Para determinar cuándo es el momento indicado de hacer los pedidos necesarios para reponer las existencias dentro de un sistema de inventario, se puede utilizar el enfoque MRP (por las siglas de Materials Requirement Planing) o

planificación de los requerimientos de materiales, el cual permite administrar la demanda y el inventario de artículos que son dependientes de la demanda de otros. Los elementos clave que conforman al enfoque MRP son: programa maestro de producción (MPS, por las siglas de Master Production Schedule), archivo de estatus de inventario (ISF, por las siglas de Inventory Status File) y lista de materiales (BOM, por las siglas de Bill of Materials). (CSCMP et al., 2017, págs. 140-141)

Castro (2014, págs. 301-313) y Ladrón de Guevara (2020, págs. 157-172) estructuran el enfoque MRP como un proceso, el cual tiene como elementos de entrada al BOM, MPS e IFS, y como elementos de salida, al plan de materiales, informes secundarios y datos de transacciones de inventarios. La descripción que dan de cada uno de estos elementos y su función dentro del proceso es la siguiente:

Elementos de entrada:

BOM indica la cantidad necesaria de los componentes requeridos por el proceso, la secuencia combinatoria de estos que da origen al producto final y su representación en forma de tabla o gráfica para ubicarlos en sus respectivos niveles de fabricación. Un requisito fundamental para elaborar el BOM es que cada componente o material cuente con un código de identificación.

MPS indica las cantidades de producto final que están sometidas a la demanda externa junto a sus fechas de entrega. Generalmente, se desarrolla por semanas laborales agrupadas luego por meses.

ISF contiene información sobre el nivel de existencias, los pedidos pendientes y los tiempos estimados de recepción de materiales. Se divide en los apartados: maestro, estado de inventario y datos subsidiarios y de registro.

- Apartado maestro: recoge datos como la identificación de cada componente, el tiempo de suministro desde su pedido al proveedor hasta su llegada al almacén, el nivel que ocupa en el BOM y el método para determinar el tamaño del lote de pedido, como por ejemplo EOQ o LEP.
- Apartado de estado de inventario: contiene las necesidades brutas (NB) y fechas de entrega de los pedidos de componentes sujetos a la demanda externa. El inventario disponible (ID) corresponde a las existencias de distintos productos que hay en el almacén. Las cantidades comprometidas (CC) son los artículos reservados para satisfacer pedidos existentes y las recepciones programadas (Rp) son los pedidos de componentes que ya se han realizado, pero que están pendientes de recibirse.
- Apartado de subsidiarios y de registro: contiene información relacionada con las órdenes especiales y cambios en pedidos de componentes y los ficheros de registro de inventarios (RI).

Elementos de salida:

Los datos de transacciones de inventario contemplan la previsión que se debe tener al momento de actualizar el inventario en función de los pedidos y las fechas de recepción de componentes. Contiene información relativa a las necesidades brutas de componentes, las recepciones programadas, el inventario

disponible, el stock de seguridad (SS) y las necesidades netas de componentes (NN).

El plan de materiales corresponde a las instrucciones que son enviadas a los departamentos de compras y producción para establecer la cantidad de componentes que se va a adquirir a cada proveedor y emitir órdenes de producción.

Los informes secundarios son utilizados para la toma de decisiones en la dirección de la empresa y se dividen en tres categorías:

- Excepción: orientados hacia la detección de incumplimientos en los planes de fabricación, ordenes retrasadas, problemas de calidad.
- Rendimiento: contienen información sobre la eficiencia del sistema; maneja indicadores como el índice de rotación de los inventarios o la cantidad de pedidos completados a tiempo.
- Planificación: orientados a facilitar la planificación futura en cuanto a las previsiones de inventario o los pedidos comprometidos.

La información generada por los elementos de salida del MPR se utiliza para obtener programas de producción y de compras que sean congruentes con los plazos de obtención de los componentes que se requieren, esto por medio de las siguientes funciones básicas:

- Cálculo de necesidades netas: permite conocer, con base en los pedidos de los clientes y al pronóstico de la demanda, la totalidad de artículos que se requieren para fabricar el producto final, cuándo deben ordenarse a los proveedores y cuándo debe iniciarse la producción. El cálculo de las

necesidades netas se realiza por medio de la siguiente fórmula: $NN = (NB + SS) - (ID + Rp)$.

- Definición de tamaño de lotes: permite agrupar las necesidades netas en lotes para realizar los pedidos de manera más eficiente. Para su cálculo, se puede recurrir a métodos como el EOQ o LEP.
- Desfase en el tiempo: consiste en ajustar la disponibilidad de ciertos componentes dentro de los procesos, de acuerdo con los periodos de tiempo mostrados por el MPS, considerando que, de ser necesario, estos periodos podrán desfasarse para acomodarlos a los tiempos de entrega de los proveedores con el propósito de evitar faltantes o sobrantes de materiales.
- Explosión de materiales: hace uso del BOM para determinar las NN, de cada uno de los distintos niveles de fabricación del producto terminado. Para esto, calcula primero las NN del primer nivel de fabricación del producto, para obtener luego las NB del segundo y así, de manera sucesiva, hasta llegar al último nivel.
- Iteración: consiste en repetir los cuatro puntos anteriores, a cada uno de los niveles de fabricación establecidos para el producto final.

2.2.14. Control de inventarios

El comportamiento de la demanda y los tiempos de entrega de los proveedores son variables que están relacionadas de forma directa con el tipo de problemas que pueden surgir y los procesos utilizados para darles solución dentro de un sistema de inventarios. En relación con este planteamiento, Vidal (2017) afirma que “los problemas de control de inventarios se pueden clasificar de acuerdo

con las características de la demanda y de los tiempos de reposición (Lead Times)". (p. 173)

Por otra parte, estas variables son tomadas por Guerrero (2009, p. 100) para clasificar y caracterizar, no solo problemas y procesos concretos dentro de los sistemas de inventarios, sino los sistemas como tales, al indicar que existen dos tipos básicos: los continuos, que son aquellos en donde se ordena siempre la misma cantidad de artículos cuando sus existencias alcanzan un cierto nivel; y los periódicos, en los que los pedidos se realizan cada cierto tiempo constante en cantidades variables. A su vez, Guerrero (2009, p. 100) agrega que, dentro de estos dos tipos de sistemas, se pueden dar tres alternativas posibles: demanda variable y tiempo de anticipación constante, demanda constante y tiempo de anticipación variable, y demanda variable y tiempo de anticipación variable.

2.2.15. Pronóstico de la demanda

Contar con un método que permita tomar decisiones sobre cuánto y cuándo ordenar con eficacia dentro de un sistema de inventarios resulta conveniente. Para esta labor, se han desarrollado técnicas a las que se puede recurrir con el fin de obtener orientación al momento de plasmar dichas acciones. Estas técnicas, según su enfoque, pueden ser de carácter cuantitativo, al basarse en datos históricos para predecir tendencias futuras y hacer uso de programas de cómputo para desarrollar y probar modelos; y de carácter cualitativo, cuando se basan en opiniones de diversas personas con cierto grado de juicio para dar un pronóstico, como las

estimaciones hechas por el personal y administradores de ventas en una empresa. (P. Fraser et al., 2014, págs. 172-174)

En el ámbito de las técnicas de carácter cuantitativo, las cuales se basan en datos para hacer pronósticos, destacan dos tipos: modelos deterministas y modelos aleatorios o de probabilidades. Para el caso de los modelos deterministas, Arenal (2020) indica que estos son “un modelo matemático donde las mismas entradas producirán invariablemente las mismas salidas, no contemplándose la existencia del azar ni el principio de incertidumbre” (p. 19). Por otra parte, Cruz (2017) agrega que este tipo de modelo esta “marcado porque los componentes que lo configuran son estables y facilitan los cálculos. La demanda del producto es conocida y es estable a lo largo del tiempo”. (p. 26)

En cuanto a los modelos de probabilidades, Guerrero (2009) afirma que estos son típicos “en el caso que la demanda del artículo para un periodo futuro no se conoce con certeza, pero se le puede asignar una distribución de probabilidad a su ocurrencia” (p. 18). Este planteamiento es validado a su vez por Cruz (2017), al indicar que un modelo aleatorio está “marcado por la aleatoriedad en el inventario producida por la demanda (cuánto pedir y cuándo pedir) y por la entrega (retraso en la distribución al cliente o del proveedor en la entrega)”. (p. 19)

2.2.16. Suavización exponencial

Dentro de los modelos deterministas de pronóstico de la demanda (Ballou, 2014, p. 297) indica que el suavizamiento exponencial es de las técnicas más útiles para el pronóstico a corto plazo al ser un método simple, requerir una cantidad

mínima de información histórica, autoadaptarse a los cambios en la información pronosticada y dar mayor relevancia a las observaciones recientes que las anteriores.

Por otra parte, Chopra (2020, p. 184), al referirse al método de suavizamiento exponencial, afirma que es apropiado cuando la demanda no tiene una tendencia o estacionalidad observable, por lo que se considera la estimación inicial que se hace como el promedio de todos los datos históricos.

Para estimar el valor de la demanda, la ecuación básica de la suavización exponencial aplica un peso α a la última observación de demanda y un peso $(1 - \alpha)$ al pronóstico anterior, mediante la siguiente operación: $S_T = \alpha x_T + (1 - \alpha) S_{T-1}$, donde S_T corresponde al pronóstico nuevo realizado al final del periodo T , es decir, la estimación de la demanda al final de este periodo; S_{T-1} es el pronóstico previo de la demanda al final del periodo $T-1$; x_T es la demanda real observada al final del periodo actual T ; y α es la constante de suavización (definida en el intervalo entre $0 \leq \alpha \leq 1$). El valor de α no debe ser ni muy grande ni muy pequeño, por lo que se recomienda utilizar valores de entre 0.01 y 0.30 para evitar que el modelo responda de manera errónea a las fluctuaciones normales del proceso. (Vidal, 2017, págs. 95-97)

Cuando las proyecciones se alejan de la demanda real, queda reflejado cierto error, el cual puede medirse con herramientas estadísticas como la desviación estándar y la varianza, las cuales permiten observar qué tan cerca están los pronósticos de los niveles de demanda real. En particular, el cálculo del error de

pronóstico (definido como la demanda real menos la demanda pronosticada) y el error estándar de pronóstico permite visualizar esta relación, definiéndose el segundo mediante la siguiente operación: $S_F = \sqrt{\sum_t (A_t - F_t)^2 / (N - 1)}$, donde S_F corresponde al error estándar del pronóstico, A_t es la demanda real del periodo t , F_t corresponde al pronóstico para el periodo t y N es el número de periodos de pronóstico t . (Ballou, 2014, págs. 301-304)

2.2.17. Sistema de información

Un sistema de información (SI) es un conjunto de elementos interrelacionados entre sí cuya finalidad es recolectar, almacenar y difundir la información generada en el entorno de una organización y sus operaciones internas para apoyar funciones administrativas como la coordinación, el control, el análisis y la visualización, esto mediante la transformación de los datos en información útil. (Laudon y Laudon, 2016, p. 32)

El proceso de transformación de los datos en información dentro de un SI está constituido por cuatro operaciones principales: introducir los datos generados o recopilados en la organización en el sistema (entradas), modificar y manipular datos con precisión y velocidad (procesamiento de datos), extraer información del sistema y mostrarla de la manera que resulte más útil para la organización (salidas) y almacenar grandes volúmenes de datos e información (almacenamiento). (Sousa y Oz, 2017, p. 14)

2.2.18. Base de datos

Anteriormente, la información que manejaban las empresas se respaldaba en grupos de archivos, los cuales no tenían relación entre sí, arriesgándose a mantener información duplicada o inconsistente por lo que a finales de los años sesenta surgen las bases de datos. Estas se pueden definir como un conjunto de datos interrelacionados y almacenados sin redundancias, que se caracterizan por servir a varias aplicaciones y ser independientes de estas. (Ramos et al., 2006, págs. 7-8)

En la actualidad, las bases de datos cumplen un papel fundamental en las tareas de gestión administrativa en diversas organizaciones, esto al servir para conservar grandes volúmenes de información, ordenar información según criterios determinados, automatizar tareas repetitivas, exportar información y generar informes. Las bases de datos pueden ser de dos tipos: documental, la cual se caracteriza por mantener información en una sola tabla y relacional, la cual utiliza datos vinculados entre sí de distintas tablas. (Montañez, 2014, p. 6)

2.2.19. Microsoft Access

Microsoft Access es un sistema gestor de base de datos relacional que forma parte de las herramientas ofimáticas de Office. Es un software dedicado a servir de interfaz entre las bases de datos y las aplicaciones que las utilizan, sirve de enlace entre aplicaciones y el sistema operativo facilitando el acceso a los datos de una forma más eficiente y segura. (Morán y Carballo, 2015, págs. 14-15)

Es una herramienta fácil de usar para crear aplicaciones de negocios. Posee herramientas de diseño intuitivas y completas, lo que disminuye la cantidad de tiempo requerido al desarrollar. Visual Basic para Aplicaciones permite automatizar procesos y crear informes; además, también permite integrar datos entre aplicaciones en línea y almacenarlos de manera sencilla en SQL Server y Microsoft Azure SQL, mejorando su fiabilidad, seguridad y manejabilidad. (Microsoft, 2023)

2.2.20. Visual Basic Editor

Una base de datos de Access es un archivo de extensión “.accdb” y está compuesta por tablas, las cuales actúan como contenedores para los datos de la base de datos, que pueden estar contenidos en el archivo de Access o estar en otras bases de datos. Las consultas permiten seleccionar, ordenar, añadir, actualizar o eliminar datos, realizar cálculos y agrupaciones, y ejecutar instrucciones SQL. Los formularios que sirven de interfaz de usuario al proporcionar un soporte visual entre el usuario y los datos de la base de datos. Los informes que corresponden a las interfaces estáticas están destinadas a imprimirse. Access también tiene integrado un entorno de desarrollo llamado Visual Basic Editor (VBE) en el cual se puede escribir, probar y modificar instrucciones o procedimientos escritos en código de Visual Basic para Aplicaciones (VBA). (André, 2017, págs. 6-8)

Por último, cuando se establecen instrucciones para generar procedimientos, se pueden llamar estos cuando sea que se necesiten para ejecutar una tarea en particular. Algunas tareas pueden ser automatizadas en Access

usando macros, como abrir formularios o reportes, buscar registros y ejecutar consultas, pero es requerido tener habilidades en VBA para personalizar de manera avanzada las bases de datos en Access. (Korol, 2019, p. 4)

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El tipo de enfoque en el que se basa la investigación es el cuantitativo, lo cual se debe a la forma estructurada y secuencial como se desarrolla cada uno de los procesos y herramientas que se aplican para su desarrollo, tales como el mapeo de procesos, identificación de requisitos de información, establecimiento de indicadores y la obtención de resultados por medio del análisis de datos.

Tal labor coincide con la descripción de Hernández et al. (2014, págs. 4-5) sobre el enfoque cuantitativo, en la que se señala la delimitación de una idea para generar objetivos, preguntas de investigación, revisión de literatura con la que se construye un marco teórico, establecer hipótesis y determinar variables que se miden y analizan por medio de métodos estadísticos para extraer conclusiones (págs. 4-5). Esto se ve reforzado por Bernal et al. (2014) al agregar que este tipo de enfoque de investigación “se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos sociales, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado”. (p. 39)

En el enfoque cuantitativo, las estrategias o diseños de investigación se utilizan para obtener la información que se necesita para responder al planteamiento del problema, al analizar la veracidad de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la investigación (Hernández et al., 2014, p. 128). Seguidamente, se describen los diseños de investigación que se utilizan para el desarrollo del trabajo.

3.1.1. *Diseño no experimental*

De acuerdo con Bernal et al. (2014), los diseños no experimentales de investigación son aquellos en donde se observa o miden fenómenos tal y como se dan en su contexto, para luego analizarlos siguiendo el planteamiento del problema. Las variables independientes ocurren, no se manipulan o se tiene control sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos. (p. 107)

En este sentido, al desarrollar el mapeo de los procesos seguidos por los asistentes de laboratorio para gestionar el inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, se hace uso de este tipo de estrategia, puesto que, como indica Gutiérrez (2020) “la función del mapeo de procesos es hacer un diagrama de flujo del proceso más apegado a la realidad, en el que se especifican las actividades que realmente se hacen en el proceso” (p. 209), lo cual implica que no se ejerza algún tipo de influencia en el entorno de estudio.

3.1.2. *Diseño transeccional o transversal*

Hernández et al. (2014, p. 154) clasifican el diseño no experimental según la dimensión temporal en la que se recolectan datos como longitudinal o transeccional, refiriéndose a esta última como aquella en la que se recolectan datos en un único momento, teniendo como propósito describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un instante específico.

Dicha referencia se refleja durante el análisis de los actuales procesos involucrados en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de

Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, debido a que se recolectan datos para su posterior estudio durante un único periodo de tiempo (del segundo cuatrimestre del año 2020 al segundo cuatrimestre del año 2021).

3.1.3. Método de investigación

El método de investigación corresponde al procedimiento de trabajo que se planifica mediante el uso de habilidades ordenadas para adquirir conocimiento acerca de un tema determinado. Uno de los factores más importantes que identifica al método de investigación es el tipo de razonamiento en el que se apoya el investigador para resolver el problema que estudia (Pimienta et al., 2018, p. 27). Por tal motivo, se describe el método de investigación que se utiliza para el desarrollo del trabajo.

3.1.4. Método cuantitativo y analítico

El método cuantitativo de investigación es aquel que se fundamenta en la medición de las características de un fenómeno, lo cual deriva en un marco conceptual pertinente al problema que se analiza, expresar relaciones entre variables estudiadas de forma deductiva y generalizar o normalizar resultados. (Bernal et al., 2010, p. 60)

La descripción anterior coincide con el procedimiento que se sigue para el desarrollo del *software* especializado que forma parte de la propuesta de investigación, pues, para obtener los requisitos de información específicos que se ajustan a las necesidades del área que este busca atender, se debe profundizar en las labores que realizan los asistentes de laboratorio y la coordinación de Ciencias

Básicas, para, posteriormente, identificar y describir los elementos que intervienen en su trabajo, con el fin de transformarlos en especificaciones técnicas que orientan el desarrollo del código fuente de la aplicación.

Por otra parte, el método analítico se fundamenta en la observación y el análisis de un objeto o hecho particular. Es un procedimiento que consiste en dividir aquello que se estudia para descomponerlo en sus distintas partes y estudiar su composición de manera individual, con el fin de conocer su esencia y comprender su comportamiento, naturaleza y efectos (Pimienta et al., 2018, p. 31). Por ello, también se hace uso de este método para el desarrollo del proyecto de investigación, al ser fundamental entender el estado actual del conjunto de procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central. Esto requiere visualizar cada uno de estos procesos como un objeto general, del cual se analizan el conjunto de elementos que lo constituyen con el fin de entender su funcionamiento e identificar oportunidades de mejora.

3.2. Alcance y limitaciones de la investigación

3.2.1. Alcance

El proyecto de investigación tiene como alcance el proceso de gestión de inventario que se desarrolla en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, situada en el aula 107 del primer piso de la torre de laboratorios de la UTN, Sede Central, ubicada en Villa Bonita de Alajuela.

El desarrollo del proyecto abarca desde el registro de entradas de insumos al almacén, requisición, distribución y acomodo de materiales hasta la realización de proyecciones de compra, para lo cual se contemplan también funciones de la dirección de docencia del Área de Ciencias Básicas relacionadas con esta tarea.

3.2.2. Limitaciones

A continuación, se indican otras limitaciones a las que se ve sujeto el desarrollo del estudio:

- Poca o nula estandarización de tareas: La carencia de métodos estandarizados de trabajo dificulta la identificación de los procesos relacionados a la gestión del inventario, lo que repercute en la cantidad de tiempo invertido para realizar el mapeo de dichos procesos.
- Carencia de información: No se cuenta con registros detallados del consumo de sustancias químicas al finalizar cada periodo lectivo, lo cual dificulta comparar los resultados que se obtengan contra datos históricos para medir el impacto del proyecto.
- Resistencia al cambio: El rediseño de los procedimientos de trabajo o la inclusión de nuevos mecanismos de gestión puede generar resistencia por parte de algunas de las personas involucradas, esto debido a la falta de estándares de trabajo, lo cual converge en la adopción de prácticas poco recomendadas que son difíciles de corregir.
- Tiempo disponible para el desarrollo del *software*: El desarrollo de las tareas de mapeo de procesos y análisis de requerimientos de información pueden

demandar mucho tiempo, lo que reduce significativamente la disponibilidad del investigador para diseñar, programar, corregir problemas y validar el *software* especializado.

3.3. Variables de la investigación

Pimienta et al. (2018) indican que las variables

suelen abordarse principalmente en investigaciones experimentales o estudios de campo y se caracterizan por ser aquellos elementos que forman parte de la problemática de estudio, cuyas variaciones o cambios permiten explicar el comportamiento de dicha problemática (p. 121)

Por otra parte, Hernández et al. (2017) mencionan que en los diseños no experimentales de investigación las variables no se manipulan; “se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables”. (p. 107)

Sobre las variables, Bernal et al. (2010, p. 139) identifican tres tipos: independientes, que se refieren a un hecho o aspecto que se considera como la causa en una relación entre variables; dependientes, aquellas que se consideran como el resultado o efecto de la acción de una variable independiente; interviniente, que se refieren a situaciones y/o características de los sujetos/objetos o el método de la investigación.

De tal modo, en la siguiente tabla se presentan y clasifican las distintas variables que intervienen en el desarrollo de la investigación.

Tabla 1*Variables que intervienen en la investigación*

Variable	Clasificación
Procesos existentes	Independiente
Oportunidades de mejora	Independiente
Necesidad	Dependiente
Procesos rediseñados	Independiente
Procesos simulados	Dependiente
Costo/Beneficio	Dependiente

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Bernal et al. (2010) indican que “una vez identificadas las variables objeto del estudio, es necesario conceptualizarlas y operacionalizarlas” (p. 141), refiriéndose a estos conceptos de manera respectiva como: definir la variable para que se tenga claridad de qué se entiende por ella y traducir la variable a indicadores para poder medirla. Sobre este tema, Hernández et al. (2014), parafraseando a Solís (2013), agregan que “el paso de una variable teórica a indicadores empíricos verificables y medibles e ítems o equivalentes se le denomina operacionalización”. (p. 211)

En la siguiente tabla, se presenta el resultado de la operacionalización del conjunto de variables que intervienen en el desarrollo del estudio.

Tabla 2*Operacionalización de variables*

Objetivo	VARIABLES	Definición conceptual de la variable	Indicadores	Definición instrumental
1. Identificar los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio de un mapeo de proceso para revisar el conjunto de actividades que los conforman y establecer oportunidades de mejora.	Procesos existentes.	Se define como el conjunto de procesos que realizan los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, que se relacionan con la gestión del inventario de activos y químicos.	Tiempo de proceso, cantidad y tipo de operaciones y distancia.	Mapeo de procesos, diagrama SIPOC y cursograma analítico.
	Oportunidades de mejora.	Se define como el conjunto de correcciones aplicables a los procesos que realizan los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, que se relacionan con la gestión del inventario de activos y químicos.	Mejoras aplicables a los procesos.	Lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz de priorización.

Objetivo	Variables	Definición conceptual de la variable	Indicadores	Definición instrumental
2. Analizar las actividades que conforman los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio de un análisis de valor agregado para calificar su necesidad dentro de estos.	Necesidad.	Se define como el grado en que las actividades que conforman los procesos que se identifican son necesarias o no para el funcionamiento de estos.	Duración, cantidad de operaciones, costo de operación.	Análisis de valor agregado, cursograma analítico.
3. Realizar una propuesta de rediseño para los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio del establecimiento de indicadores para optimizarlos.	Procesos rediseñados.	Se define como el conjunto de procesos rediseñados que conforman la propuesta de mejora del proyecto.	Tiempo de proceso, cantidad y tipo de operaciones y distancia.	<i>Software</i> FlexSim, Microsoft Excel y diagrama de flujo.
4. Realizar una simulación de los procesos actuales y propuestos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, mediante el uso del	Procesos simulados.	Se define como el conjunto de procesos actuales y rediseñados que se someten a una simulación.	Tiempo de proceso, cantidad y tipo de operaciones y distancia.	<i>Software</i> FlexSim, Microsoft Excel y diagrama de flujo.

Objetivo	Variables	Definición conceptual de la variable	Indicadores	Definición instrumental
<i>software</i> Arena para evaluar el impacto de las mejoras que se proponen.				
5. Realizar una evaluación económica a la propuesta del proyecto, mediante un análisis de costo beneficio para validar el impacto financiero que tiene para el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.	Costo/Beneficio	Se define como el cociente del costo asignado a la no implementación de las propuestas de mejora del proyecto, los beneficios obtenidos y los costos en que se incurre con la implementación de estas.	Duración de proceso, cantidad de operaciones, costos asociados.	Análisis de documentos, análisis de costo beneficio.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.4. Fuentes de investigación

A continuación, se detallan las distintas fuentes de investigación que se utilizan para desarrollar el proyecto.

3.4.1. *Sujetos de investigación*

Bernal et al. (2010), al referirse acerca de la investigación de acción participativa, comentan que los sujetos de investigación (considerados como objetos de estudio tradicionalmente) corresponden al grupo o comunidad de personas que interactúan con el investigador, en el lugar en donde se lleva a cabo el proyecto. (págs. 61-63)

Por ello, los sujetos de estudio que se establecen para el desarrollo de la investigación son los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, así como la directora de docencia del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

3.4.2. *Objetos de investigación*

Bernal et al. (2010, p. 118) indican que en las investigaciones transversales el objeto de estudio del cual se extrae información es la población o muestra con la que se trabaja, por lo que se definen como objetos de estudio para la investigación el conjunto de procesos que intervienen en la gestión actual que se le da al inventario de activos y químicos, que se ubica en la bodega del aula 107 del primer piso de la torre de laboratorios de la UTN, Sede Central.

3.4.3. Fuentes de información

Martínez (2012) menciona que “las fuentes de información documental son cualquier escrito o testimonio gráfico o visual que proporciona datos sobre el tema que se está investigando” (págs. 134-135). Posteriormente, las clasifica en dos tipos: datos primarios, que se obtienen, organizan y formulan por el propio investigador; y datos secundarios, que se obtienen de fuentes documentales que provienen de otras investigaciones, a continuación, se describen las fuentes de información que se utilizan para el desarrollo del estudio.

3.4.3.1 Fuentes primarias. Bernal et al. (2010, p. 191) y Cruz del Castillo et al. (2014, p. 112) definen las fuentes primarias como aquellas de las cuales se obtiene información directa, exponen por primera vez descubrimientos, observaciones y datos originales, como libros, artículos científicos, tesis, personas, organizaciones, etc.

Las fuentes de información primarias que se utilizan para el desarrollo del estudio son los resultados del análisis de los procesos que intervienen en la gestión actual que se le da al inventario de activos y químicos, que se ubica en la bodega del aula 107 del primer piso de la torre de laboratorios de la UTN, Sede Central y las entrevistas que se realizan a los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, así como a la coordinación del Área de Ciencias Básicas.

3.4.3.2. Fuentes secundarias. Bernal et al. (2010) se refieren a las fuentes secundarias como “aquellas que ofrecen información sobre el tema que se va a investigar, pero que no son la fuente original de los hechos o las situaciones, sino que sólo los referencian”(p. 191). Por otra parte, Cruz del Castillo et al., (2014, p. 112) al referirse acerca de las fuentes secundarias indican que

(...) son documentos que compilan y reseñan la información publicada en las fuentes primarias. Retoman los documentos primarios u originales. Proporcionan una síntesis de la información que existe en los documentos primarios sobre temas de interés. (p. 112)

Las fuentes de información secundaria que se utilizan para el desarrollo del estudio son libros con datos sobre temas de gestión, manejo y control de inventarios, mapeo de procesos, compras y abastecimiento, producción y cadena de suministros, gestión de la calidad, productividad, y planificación y gestión de la demanda.

3.5. Población y muestra

Bernal et al. (2010, p. 160) indican que la definición de la población o muestra con la que se desarrolla la investigación consiste en precisar quiénes y qué características tienen los sujetos, ya sean personas, organizaciones, situaciones o factores que son objeto del estudio. Seguidamente, se indica la población que atañe al proyecto de investigación.

3.5.1. Población

Pimienta et al. (2018, p. 59) definen la población como el conjunto de individuos, elementos o factores que forman parte del tema o problema de investigación, en un lugar y tiempo determinado, que poseen cualidades similares y observables, por lo cual, para efectos del presente estudio la población que se define se constituye por los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, así como por la coordinación del Área de Ciencias Básicas.

Desde el campo de estudio de los procesos, la población que se define para el trabajo es el conjunto de procesos que intervienen en la gestión actual que se le da al inventario de activos y químicos, que se ubica en la bodega del aula 107 del primer piso de la torre de laboratorios de la UTN, Sede Central, los cuales son:

- Control de cristalería dañada.
- Inventariado de activos y químicos.
- Préstamo de equipos y cristalería.
- Proyección de compras.
- Registro de ingreso de materiales y químicos.
- Requisición de materiales y químicos.

3.5.2. Muestra

Cruz del Castillo et al. (2014) se refieren a la muestra como un subconjunto de los miembros de una población y comentan que “la principal meta de la investigación cuantitativa es conformar una muestra representativa para hacer generalizaciones precisas acerca de la población” (p. 107), para lo que se tiende a emplear el muestreo probabilístico.

Cabe aclarar que para efectos del trabajo que se desarrolla en la investigación no se utilizan muestras, debido a que se analiza la totalidad de la población que se define para el estudio, la cual está conformada por los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, la coordinación del Área de Ciencias Básicas y el conjunto de procesos que intervienen en la gestión actual que se le da al inventario de activos y químicos, que se ubica en la bodega del aula 107 del primer piso de la torre de laboratorios de la UTN, Sede Central.

3.6. Técnicas e instrumentos de investigación

Monroy y Nava (2018, p. 105) indican que una vez que se selecciona la muestra que se utiliza en la investigación, el siguiente paso es el proceso de recogida de datos y selección de las técnicas más adecuadas en función de la naturaleza de los datos, el problema de estudio y la metodología que se utiliza.

Pimienta et al. (2018) indica que las técnicas de investigación son los “procedimientos diversos, esenciales para la investigación científica, por medio de las cuales es posible recabar y organizar la información” (págs. 60-61). Acerca del tema, Monroy y Nava (2018) agregan que “las técnicas de investigación son los

procesos y requerimientos de cómo realizar la investigación, los instrumentos son los tipos y características de las herramientas que se utilizan para obtenerla” (p. 106).

A continuación, se describen las distintas técnicas e instrumentos de investigación que se utilizan durante el desarrollo del estudio.

3.6.1. Técnica de campo

Martínez (2012) se refiere a la investigación de campo como aquella que se caracteriza por la búsqueda de información en el lugar y tiempo que se desarrolla el tema a investigar, centrándose en el estudio de acontecimientos (p. 87). Por otra parte, Monroy y Nava (2018) señalan que la técnica de campo “permite recabar información a partir del contacto directo con el objeto de investigación, con lo que se obtiene la información empírica” (p. 107).

3.6.2. Observación

Pimienta et al. (2018) indica que este instrumento “consiste en recabar información mediante el análisis a detalle y con detenimiento del objeto, fenómeno o hecho a estudiar” (p. 60), lo cual se aplica a la investigación cuando se realiza el mapeo de los procesos que intervienen en la gestión actual que se le da al inventario de activos y químicos, que se ubica en la bodega del aula 107 del primer piso de la torre de laboratorios de la UTN, Sede Central.

3.6.3. Entrevista

En palabras de Martínez (2012), la entrevista es un instrumento que “consiste en obtener información mediante una conversación profesional entre personas con el propósito de ayudar en una investigación o en el diagnóstico y trabamiento de un problema social” (p. 144). Este instrumento se aplica durante la investigación, al momento de realizar el análisis de los requerimientos del *software* que forma parte de la propuesta del estudio, puesto que se entrevista a los sujetos de investigación para identificar las necesidades que poseen y plasmarlas en forma de requisitos de información, para que sean considerados al momento de diseñar y programar el código fuente del *software*.

3.6.4. Cuestionario

Pimienta et al. (2018) definen este instrumento como “un conjunto de preguntas organizadas, con la finalidad de obtener información acerca del tema o fenómeno de estudio” (p. 61). Dicho instrumento se implementa en el desarrollo de la investigación, durante la validación del *software* que forma parte de la propuesta del estudio, esto para evaluar el grado de satisfacción que presentan los sujetos de investigación respecto a sus funcionalidades y características.

3.6.5. Técnica documental

Acerca de esta técnica, Monroy y Nava (2018) afirman que “es la indagación y análisis de información documental. Se realiza en el primer momento de la investigación para la revisión bibliográfica y ubicación teórica del problema de

investigación, elaboración del marco teórico y organización de la información seleccionada” (p. 106).

3.6.5.1. Análisis de documentos. Pimienta et al. (2018) indican que las fichas bibliográficas “consisten en consignar los datos para la identificación y localización de obras, estudios, ensayos y artículos disponibles en libros, revistas o periódicos, que contienen información relativa al tema de estudio” (p. 63). Por otra parte, Bernal et al. (2010) indica que el análisis de documentos se “basa en fichas bibliográficas que tienen como propósito analizar material impreso. Se usa en la elaboración del marco teórico del estudio” (p.194). Por ello, dicho instrumento se aplica al desarrollo de la investigación durante la etapa de construcción del marco teórico y metodológico.

3.7. Procedimiento

Bernal et al. (2010, p. 198) se refieren al procesamiento de la información como la etapa en donde se procesan los datos obtenidos de la población objeto del estudio durante el trabajo de campo, con la finalidad de generar resultados con los cuales se realiza el análisis según los planteamientos de la investigación.

Finalmente, sobre este tema, Pimienta et al. (2018, p. 103-106) indican que para realizar el análisis de los resultados el investigador puede utilizar instrumentos como gráficas, tablas o escritos, y que en el caso de investigaciones de carácter cuantitativo existe una serie de pasos a seguir, los cuales se aplican para el tratamiento de la información que se obtiene en el desarrollo del estudio y se enumeran seguidamente:

1. Depuración de la información.
2. Agrupación, ordenamiento y presentación de datos relacionados con las variables de estudio.
3. Análisis del comportamiento de las variables que se estudian.
4. Síntesis y representación gráfica de variables.
5. Descripción e interpretación de relaciones con base en valoraciones estadísticas.
6. Formulación de resultados y conclusiones de la investigación.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

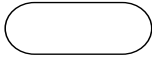
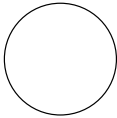

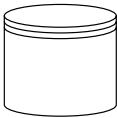
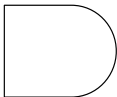
4.1. Definición

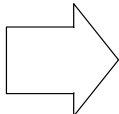

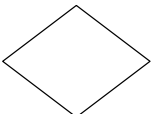



En el presente apartado, se muestran los resultados del mapeo de procesos que se realizó en la Bodega T108 en donde se almacenan los distintos activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, de acuerdo con la información recolectada durante las entrevistas hechas a los asistentes de laboratorio y la revisión bibliográfica.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la simbología utilizada en los distintos diagramas de flujo elaborados para representar los procesos que se analizaron.

Tabla 3

Simbología utilizada para realizar los diagramas de flujo

Símbolo	Nombre	Descripción
	Inicio / Finalización	Representa el inicio o el fin del proceso representado en el diagrama de flujo.
	Operación	Representa las operaciones que se realizan en el proceso.
	Revisión	Representa las verificaciones o revisiones que se realizan en el proceso.
	Base de datos	Representa la escritura o lectura de datos en una base de datos.
	Demora	Representa la demora de tiempo entre dos operaciones.

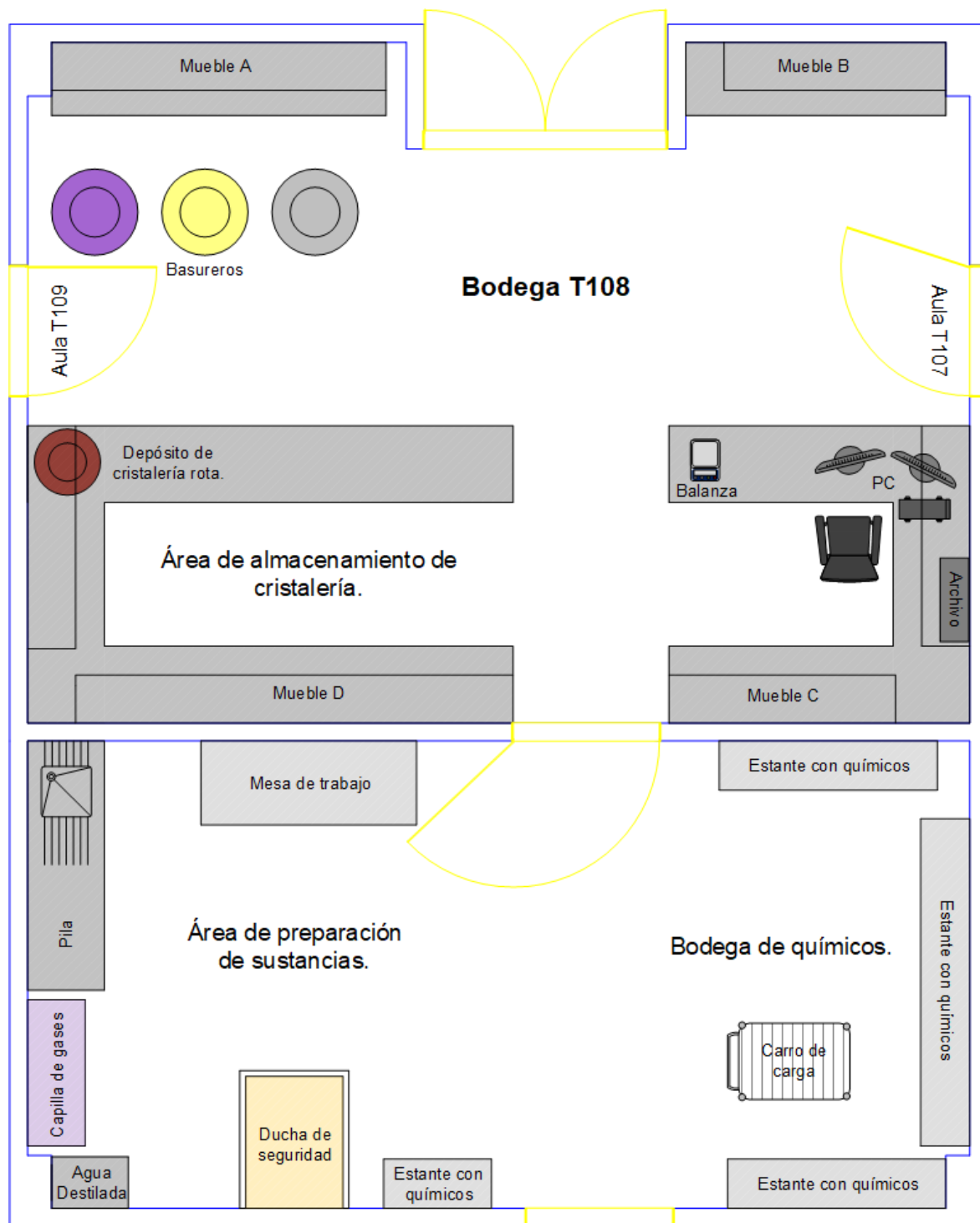
Símbolo	Nombre	Descripción
	Transporte	Representa el traslado de algún material de un lugar a otro.
	Documento	Representa generación de documentos impresos.
	Decisión	Representa la comparación entre dos datos y dependiendo del resultado lógico se toma la decisión de seguir un camino del diagrama u otro.
	Conector	Enlaza dos partes de un diagrama de flujo que se encuentran en distintas páginas.
	Línea de flujo	Indica el sentido de la ejecución de las operaciones.
	Línea de asociación	Indica la relación entre dos procesos que colaboran entre sí.

Fuente: Elaboración propia basada en las figuras utilizadas en Niebel (2009, p. 28).

A continuación, en la figura 4 se muestra un croquis de la Bodega T108 en donde los asistentes de Laboratorio de Química General y Biología realizan los distintos procesos que se mapearon durante el desarrollo del proyecto.

Figura 4

Croquis de la Bodega T108



Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.1.1. Proceso actual de almacenamiento de bienes

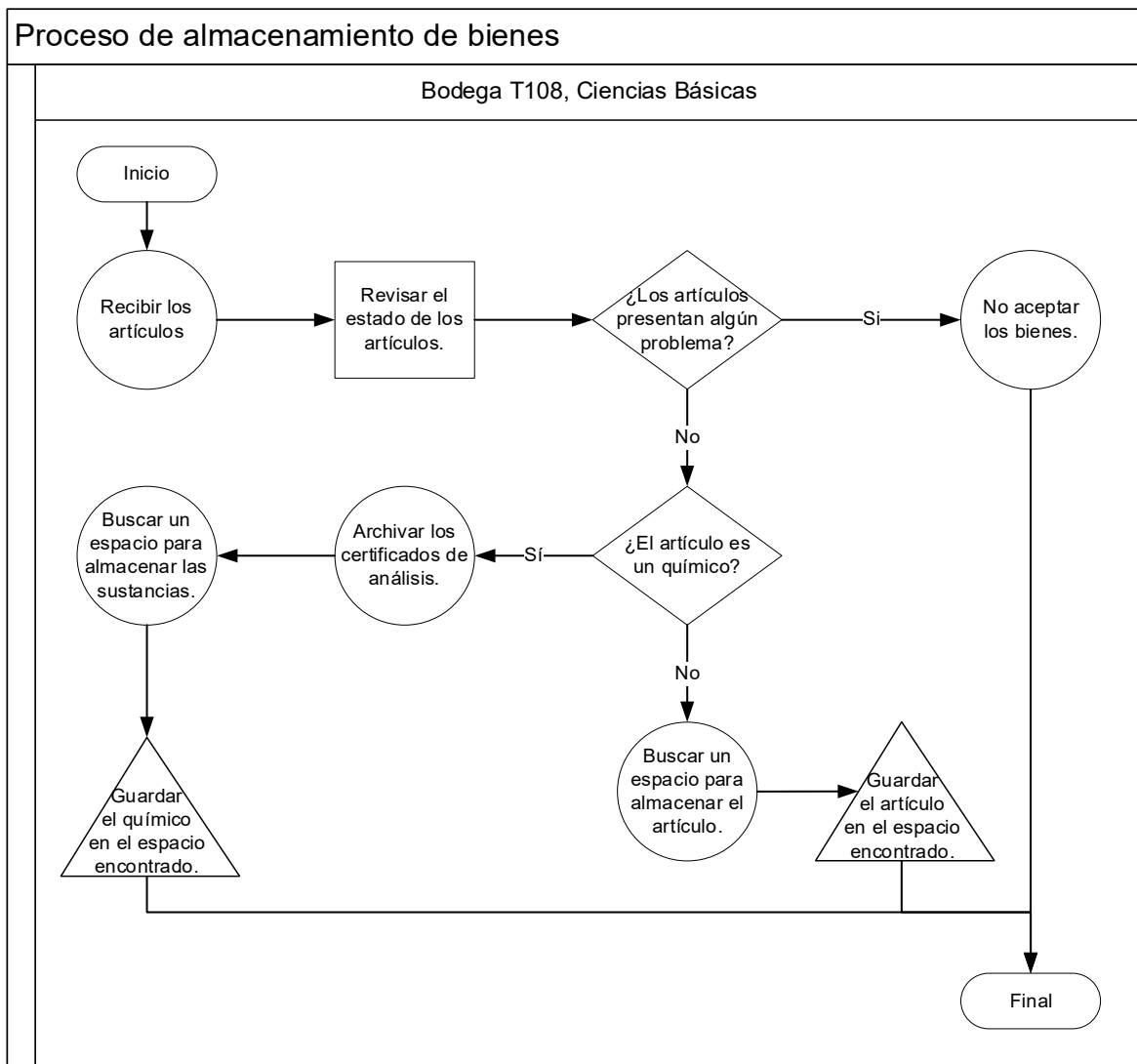
El proceso de almacenamiento de cristalería, equipo y químicos que se utiliza actualmente en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, por parte de los asistentes de Laboratorio de Química y Biología inicia cuando se reciben los artículos en la bodega y se revisa si están en buen estado y son los correctos.

Si los bienes presentan algún tipo de problema no son aceptados. En caso contrario, si corresponden a sustancias químicas se procede a archivar sus certificados de análisis para, posteriormente, buscar un espacio en la bodega de químicos en donde se puedan almacenar. Por otra parte, si los artículos corresponden a cristalería o equipos electrónicos, solo se busca un sitio apropiado dentro de la bodega en donde colocarlos.

A continuación, en la figura 5 se muestra el diagrama de flujo del proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de laboratorio del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 5

Diagrama de flujo del proceso actual de almacenamiento de bienes



Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la figura 6, se muestra el cursograma analítico del proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de laboratorio del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 6

Cursograma analítico del proceso actual de almacenamiento de bienes

Proceso de almacenamiento de bienes								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	D	→	△
AB-OP01	Recibir el artículo del Departamento de Bienes.	0,00	1	●				
AB-OP02	Revisar el estado del artículo.	0,00	1		●			
¿Los artículos presentan algún problema? (Sí)								
AB-OP03	No aceptar el artículo.	0,00	0,15	●				
¿Los artículos presentan algún problema? (No)								
¿El artículo es un químico? (No)								
AB-OP04	Desplazarse hacia el área de almacenamiento para guardar el artículo.	3,87	0,15				●	
AB-OP05	Buscar un espacio para almacenar el artículo.	0,00	1,20	●				
AB-OP06	Guardar el artículo en el espacio encontrado.	0,00	0,73					●
¿El artículo es un químico? (Sí)								
AB-OP07	Desplazarse hacia el archivo para almacenar el certificado de análisis.	1,30	0,05				●	
AB-OP08	Archivar el certificado de análisis de la sustancia.	0,00	0,25	●				
AB-OP09	Desplazarse hacia la bodega para almacenar la sustancia.	6,40	0,3				●	
AB-OP10	Buscar un espacio para almacenar la sustancia.	0,00	0,2	●				
AB-OP11	Guardar la sustancia en el espacio encontrado.	0,00	0,2					●
Total		11,57	5,23	5	1	0	3	2

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Seguidamente, en la figura 7 se muestra el diagrama SIPOC del proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de laboratorio del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 7

Diagrama SIPOC del proceso actual de almacenamiento de bienes

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Almacén Central Universitario	Sustancias químicas.	Recibir las sustancias en la bodega T108 y revisar si están en buen estado y son las correctas. Si presentan algún problema no son aceptadas. Si las sustancias no presentan problemas se archiva su certificado de análisis. Buscar un espacio libre en la bodega de químicos en donde almacenar la sustancias.	Sustancias químicas almacenadas.	Asistentes de laboratorio. Coordinación del Área de Ciencias Básicas.
	Cristalería.	Recibir la cristalería en la bodega T108 y se revisa si está en buen estado y es la correcta. Si presentan algún problema no es aceptada. Si la cristalería no presenta problemas es almacenada en el área de almacenamiento de cristalería.	Cristalería almacenada.	Asistentes de laboratorio. Coordinación del Área de Ciencias Básicas.
	Equipos de laboratorio.	Recibir los equipos de laboratorio en la bodega T108 y se revisa si están en buen estado y son los correctos. Si presentan algún problema no son aceptados. Si los quipos no presentan problemas se guardan en el área de almacenamiento.	Equipos de laboratorio almacenados.	Asistentes de laboratorio. Coordinación del Área de Ciencias Básicas.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.1.2. Proceso actual de preparación de reactivos

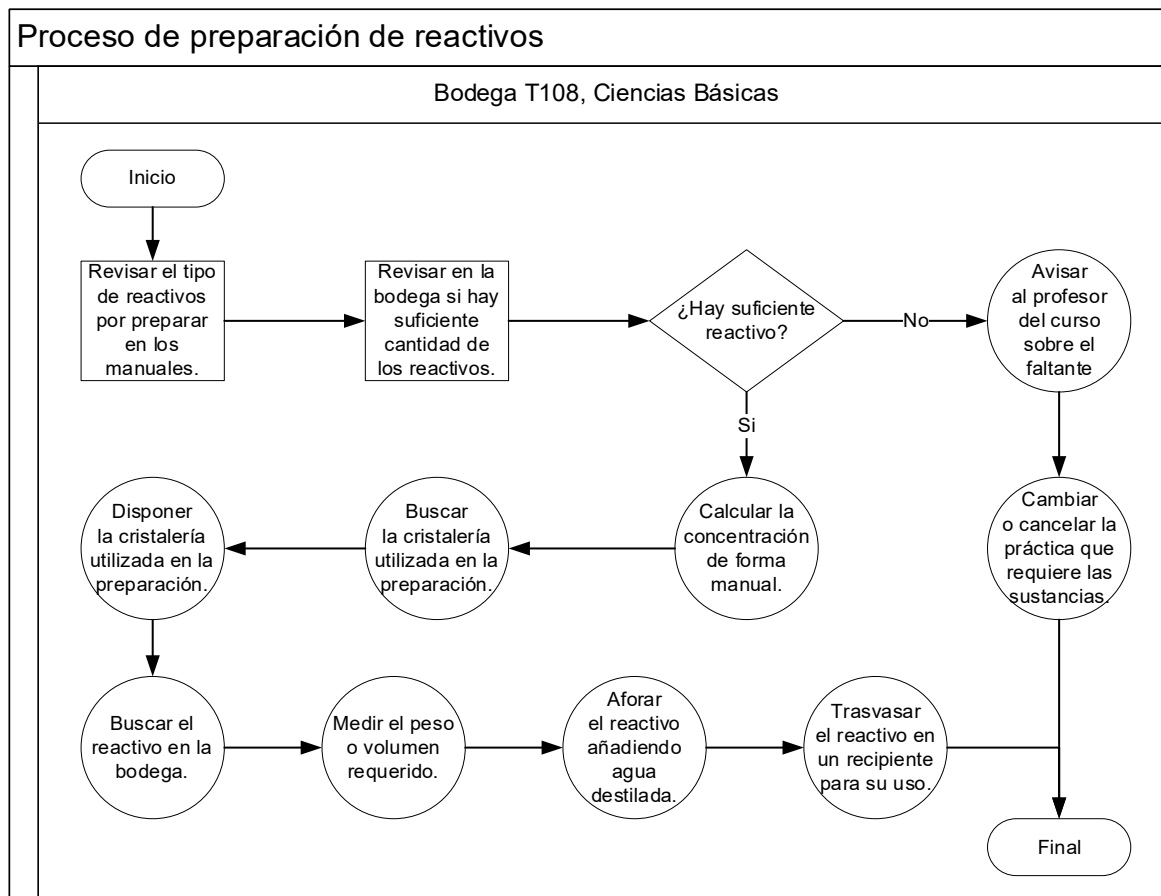
El proceso de preparación de reactivos que se utiliza actualmente en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, por parte de los asistentes de laboratorio de Química y Biología inicia cuando se revisa en los manuales de prácticas de laboratorio el tipo de reactivos que se requieren preparar y si en la bodega hay suficiente cantidad de estos para hacerlo.

Si en la bodega no se cuenta con las cantidades necesarias de los químicos, se le informa al profesor del curso de laboratorio para que se modifique o cancele la práctica que requiere de las sustancias. En caso contrario, si en la bodega se cuenta con las suficientes existencias para realizar las preparaciones, se calculan las concentraciones requeridas de forma manual, se busca y prepara la cristalería necesaria, se buscan las sustancias en la bodega, se mide el peso o volumen calculado con anterioridad, se afora el reactivo añadiendo agua destilada y, finalmente, se trasvasa la preparación a un recipiente adecuado para su posterior uso durante la práctica de laboratorio.

A continuación, en la figura 8 se muestra el diagrama de flujo del proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 8

Diagrama de flujo del proceso actual de preparación de reactivos



Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la figura 9 se muestra el cursograma analítico del proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 9

Cursograma analítico del proceso actual de preparación de reactivos

Proceso de preparación de reactivos								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
PR-OP01	Revisar el tipo de reactivo por preparar en los manuales de laboratorio.	0,00	5		●			
PR-OP02	Desplazarse hacia la bodega para revisar si hay suficiente reactivo.	6,40	0,3				●	
PR-OP03	Revisar en la bodega si hay suficiente cantidad del reactivo a preparar.	0,00	2		●			
¿Hay suficiente reactivo? (No)								
PR-OP04	Desplazarse hacia el PC.	6,40	0,12				●	
PR-OP05	Avisar al profesor del curso sobre el faltante.	0,00	5	●				
PR-OP06	Cambiar o cancelar la práctica que requiere de la sustancia.	0,00	20	●				
¿Hay suficiente reactivo? (Si)								
PR-OP07	Calcular la concentración del reactivo de forma manual.	0,00	5	●				
PR-OP08	Desplazarse hacia los muebles para buscar la cristalería requerida.	3,87	0,15				●	
PR-OP09	Buscar la cristalería utilizada en la preparación.	0,00	1,20	●				
PR-OP10	Desplazarse con la cristalería hacia la capilla.	9,00	0,18				●	
PR-OP11	Colocar la cristalería utilizada para la preparación.	0,00	0,25	●				
PR-OP12	Desplazarse hacia los estantes con químicos para buscar el reactivo.	8,28	0,11				●	
PR-OP13	Buscar el reactivo en la bodega.	0,00	0,2	●				
PR-OP14	Desplazarse hacia la pila para medir la cantidad requerida de la sustancia.	6,00	0,11				●	
PR-OP15	Medir el peso o volumen requerido de la sustancia.	0,00	10	●				
PR-OP16	Aforar el reactivo añadiendo agua destilada.	0,00	5	●				
PR-OP17	Trasvasar el reactivo en un recipiente para su posterior uso.	0,00	3	●				
Total		50,45	57,82	9	2	0	6	0

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la figura 10, se muestra el diagrama SIPOC del proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 10

Diagrama SIPOC del proceso actual de preparación de reactivos

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Profesores de los cursos de Laboratorio de Química General y Biología.	Concentración requerida de las sustancias químicas utilizadas en las prácticas de laboratorio.	<p>Revisar en los manuales de prácticas de laboratorio el tipo de reactivos que se requieren preparar.</p> <p>Revisar en la bodega de químicos hay suficiente cantidad para hacer la preparación.</p> <p>Si no se cuenta con las cantidades necesarias de los químicos, informar al profesor del curso de laboratorio para que modifique o cancele la práctica que requiere de las sustancias.</p> <p>Si en la bodega se cuenta con las suficientes existencias para realizar las preparaciones.</p> <p>Calcular las concentraciones requeridas de los químicos de forma manual.</p> <p>Buscar y preparar la cristalería necesaria.</p> <p>Buscar las sustancias en la bodega de químicos.</p> <p>Medir el peso o volumen calculado con anterioridad para la concentración requerida.</p> <p>Aforar el reactivo añadiendo agua destilada y, finalmente, trasvasar la preparación a un recipiente adecuado para su posterior uso durante la práctica de laboratorio.</p>	Sustancias químicas preparadas con la concentración requerida por las prácticas de laboratorio.	Profesores de los cursos de laboratorio de química general y biología.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.1.3. Proceso actual de compra de químicos

El proceso de compra de sustancias químicas que se utiliza actualmente en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, por parte de los asistentes de Laboratorio de Química y Biología inicia cuando se examinan en los manuales de laboratorio los químicos necesarios para realizar las distintas prácticas, se estiman las cantidades consumidas de estos por estudiante, se calculan manualmente las cantidades anuales utilizadas por grupo

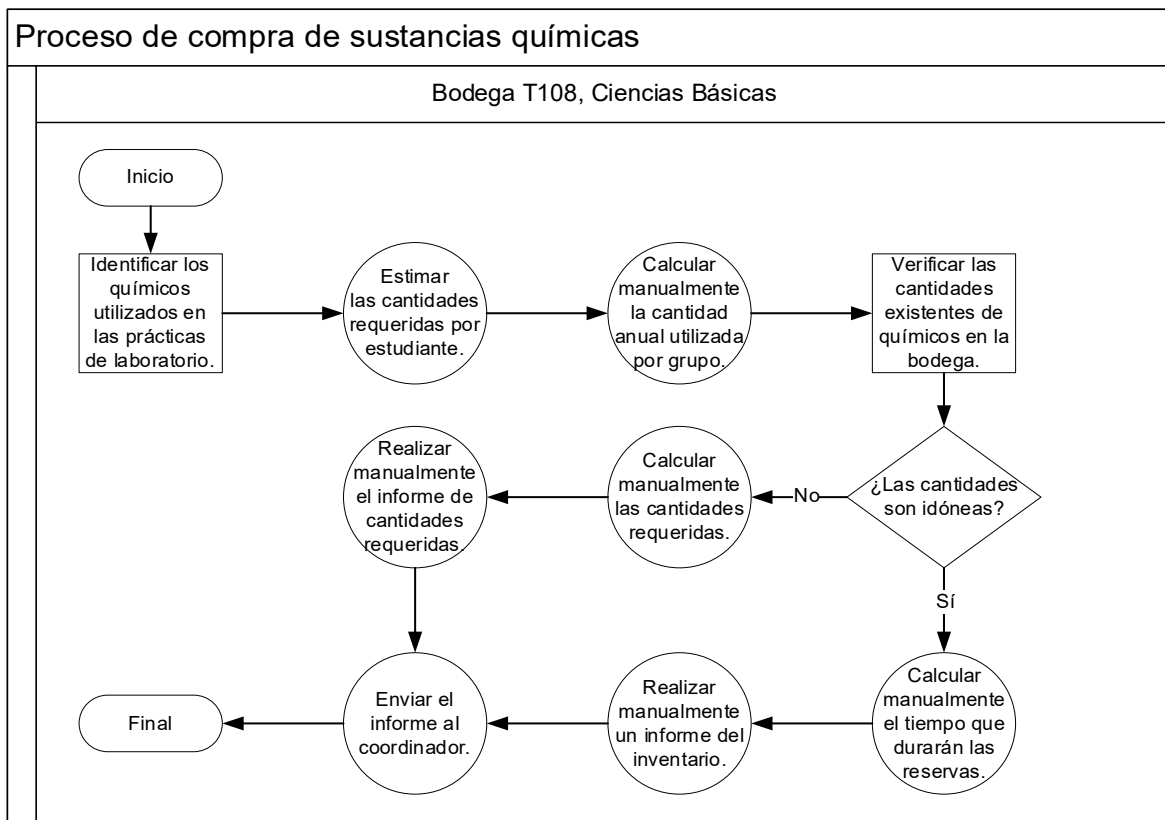
según la oferta académica proyectada por el Coordinador del Área de Ciencias Básicas y se verifican las cantidades existentes de las sustancias en la bodega.

Si las cantidades de químicos en bodega no son idóneas para cubrir un año lectivo de laboratorios, se calculan manualmente las cantidades necesarias y se envía al Coordinador del Área de Ciencias Básicas un informe del faltante. No obstante, en caso de que las existencias de químicos sean las requeridas, se calcula manualmente el tiempo que durarán las reservas de los químicos para suplir las prácticas de laboratorio y se envía un informe al coordinador con este dato.

A continuación, en la figura 11 se muestra el diagrama de flujo del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 11

Diagrama de flujo del proceso actual de compra de sustancias químicas



Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la figura 12, se muestra el cursograma analítico del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 12

Cursograma analítico del proceso actual de compra de sustancias químicas

Proceso de compra de sustancias químicas								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
PCQ-OP01	Identificar los químicos utilizados en las prácticas de laboratorio.	0,00	11,11		●			
PCQ-OP02	Estimar la cantidad de químicos consumida por estudiante.	0,00	130	●				
PCQ-OP03	Calcular manualmente la cantidad anual de químicos utilizada por grupo.	0,00		●				
PCQ-OP04	Desplazarse hacia la bodega para verificar las cantidades existentes de químicos.	6,40	0,12				●	
PCQ-OP05	Verificar las cantidades existentes de químicos en la bodega.	0,00	15		●			
¿Las cantidades son idóneas? (Sí)								
PCQ-OP06	Desplazarse hacia el PC.	6,40	0,12				●	
PCQ-OP07	Calcular manualmente para cuanto tiempo habrá reservas suficientes de los químicos requeridos.	0,00	180	●				
PCQ-OP08	Realizar manualmente un informe del estado del inventario.	0,00	60	●				
PCQ-OP09	Enviar el informe al coordinador.	0,00	2	●				
¿Las cantidades son idóneas? (No)								
PCQ-OP10	Desplazarse hacia el PC.	6,40	0,12				●	
PCQ-OP11	Realizar manualmente los cálculos de las cantidades necesarias por comprar de químicos.	0,00	180	●				
PCQ-OP12	Realizar manualmente un informe de las cantidades requeridas de químicos.	0,00	60	●				
PCQ-OP13	Enviar el informe al coordinador.	0,00	2	●				
Total		12,8	642,47	8	2	0	3	0

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Seguidamente, en la figura 13 se muestra el diagrama SIPOC del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 13

Diagrama SIPOC del proceso actual de compra de sustancias químicas

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Profesores de los cursos de Laboratorio de Química General y Biología.	Sustancias químicas utilizadas en las prácticas de laboratorio.	Examinar los manuales de laboratorio para identificar los químicos necesarios para realizar las distintas prácticas. Estimar las cantidades consumidas de químicos por estudiante y calcular manualmente la cantidad anual utilizada por grupo según la oferta académica proyectada. Verificar las cantidades existentes de las sustancias en la bodega de químicos. Si las cantidades de químicos en bodega no son idóneas calcular manualmente las cantidades necesarias y enviar al coordinador un informe del faltante. Si las existencias de químicos son las requeridas, calcular manualmente el tiempo que durarán las reservas de estos para suplir las práctica de laboratorio y enviar un informe al coordinador con este dato.	Informe de cantidades reservadas y requeridas de químicos.	Coordinación del Área de Ciencias Básicas.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.1.4. Proceso actual de reposición de cristalería dañada

El proceso de reposición de cristalería dañada que se utiliza actualmente en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, por parte de los asistentes de Laboratorio de Química y Biología, inicia con la búsqueda en el archivo de boletas de reposición de cristalería dañada para que la persona responsable por el daño llene con sus datos una en blanco. Posteriormente, el asistente de laboratorio explica al responsable los términos de la reposición (plazo de entrega y consecuencias del no cumplimiento), ambos

firman la boleta, el asistente brinda información acerca de proveedores en donde se puede comprar la cristalería y, finalmente, el asistente almacena el documento en el archivo.

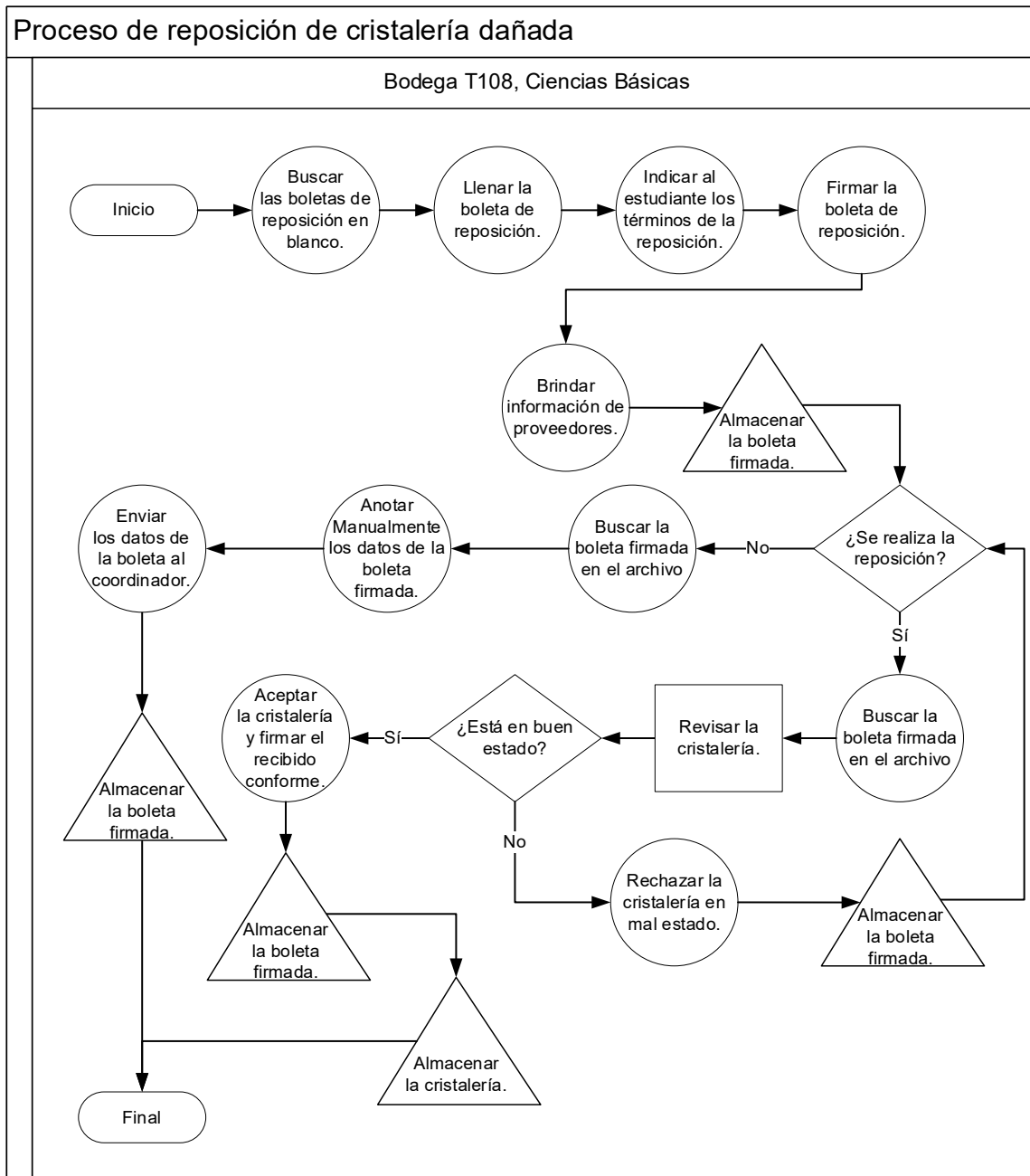
Si la persona responsable repone la cristalería dañada dentro del plazo establecido, el asistente de laboratorio busca en el archivo la boleta correspondiente y procede a revisar la cristalería para asegurarse de que esté en buen estado. Si lo está, se acepta la cristalería y se firma el recibido conforme en la boleta para luego almacenarla en el archivo y la cristalería en el área correspondiente. Por otro lado, si la cristalería entregada presenta algún daño, el asistente de laboratorio la rechaza y almacena nuevamente la boleta en el archivo.

Si la reposición de la cristalería no se da dentro del plazo establecido, el asistente de laboratorio busca en el archivo la boleta correspondiente, anota manualmente los datos de esta, envía la información al Coordinador del Área de Ciencias Básicas y luego almacena la boleta en el archivo.

En la figura 14, se muestra el diagrama de flujo del proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 14

Diagrama de flujo del proceso actual de reposición de cristalería dañada



Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la figura 15, se muestra el cursograma analítico del proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 15

Cursograma analítico del proceso actual de reposición de cristalería dañada

Proceso de reposición de cristalería dañada								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
PRC-OP01	Buscar las boletas de reposición en blanco.	0,00	0,12	●				
PRC-OP02	Desplazarse hacia donde está el estudiante.	1,30	0,07				●	
PRC-OP03	Llenar manualmente la boleta de reposición.	0,00	1,5	●				
PRC-OP04	Indicar al estudiante los términos de la reposición.	0,00	1	●				
PRC-OP05	El asistente y el solicitante firman la boleta de reposición.	0,00	0,2	●				
PRC-OP06	Brindar información de proveedores.	0,00	1	●				
PRC-OP07	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.	1,30	0,07				●	
PRC-OP08	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32					●
¿El estudiante realiza la reposición de la cristalería? (No)								
PRC-OP09	Buscar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,72	●				
PRC-OP10	Desplazarse hacia el PC.	0,70	0,05				●	
PRC-OP11	Anotar los datos de la boleta de manera manual.	0,00	1,5	●				
PRC-OP12	Enviar los datos de la boleta al coordinador.	0,00	0,33	●				
PRC-OP13	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.	0,70	0,05				●	
PRC-OP14	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32					●

Proceso de reposición de cristalería dañada								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
¿El estudiante realiza la reposición de la cristalería? (Si)								
PRC-OP15	Buscar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,72	●				
PRC-OP16	Desplazarse hacia el estudiante.	1,30	0,07				●	
PRC-OP17	Revisar la cristalería entregada.	0,00	0,22		●			
¿La cristalería está en buen estado? (No)								
PRC-OP18	Rechazar la cristalería en mal estado.	0,00	0,05	●				
PRC-OP19	Desplazarse hacia el archivo.	1,30	0,07				●	
PRC-OP20	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32					●
¿La cristalería está en buen estado? (Si)								
PRC-OP21	Aceptar la cristalería y firmar el recibido conforme.	0,00	0,2	●				
PRC-OP22	Desplazarse hacia el archivo.	1,30	0,07				●	
PRC-OP23	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32	●				
PRC-OP24	Desplazarse hacia los muebles para buscar un sitio en donde almacenar la cristalería.	3,87	0,15				●	
PRC-OP25	Almacenar la cristalería.	0,00	0,73	●				
Total		11,77	10,17	13	1	0	8	3

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la figura 16, se muestra el diagrama SIPOC del proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 16

Diagrama SIPOC del proceso actual de reposición de cristalería dañada

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Personas responsables de reponer la cristalería.	Cristalería dañada.	<p>Buscar en el archivo las boletas de reposición de cristalería dañada.</p> <p>La persona responsable por el daño llena con sus datos una boleta en blanco.</p> <p>Explicar al responsable por el daño los términos de la reposición (plazo de entrega y consecuencias del no cumplimiento).</p> <p>El asistente y el responsable firman la boleta.</p> <p>Brindar al responsable por el daño la información acerca de proveedores en donde se puede comprar la cristalería.</p> <p>Almacenar la boleta llena en el archivo.</p> <p>Si la persona responsable repone la cristalería dentro del plazo establecido, el asistente de laboratorio busca en el archivo la boleta correspondiente y procede a revisar la cristalería para asegurar que esté en buen estado.</p> <p>Si la cristalería está en buen estado, el asistente la acepta y firma el recibido conforme en la boleta para luego almacenar el documento en el archivo y la cristalería en el área correspondiente.</p> <p>Si la cristalería no está en buen estado, el asistente de laboratorio la rechaza y almacena nuevamente la boleta en el archivo.</p> <p>Si la reposición de la cristalería no se da dentro del plazo establecido, el asistente de laboratorio busca en el archivo la boleta correspondiente.</p> <p>Anotar manualmente los datos de la boleta y enviar la información al Coordinador de Ciencias Básicas para luego almacenar la boleta en el archivo.</p>	Cristalería repuesta.	Asistentes de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.1.5. Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

El proceso de préstamo de cristalería y equipos que se utiliza actualmente en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, por parte de los asistentes de Laboratorio de Química y Biología inicia con la búsqueda en el archivo de boletas de préstamo de bienes para que la persona solicitante llene con sus datos una en blanco. Posteriormente, el asistente de laboratorio explica al solicitante los términos del préstamo (plazo de

entrega y consecuencias del no cumplimiento), ambos firman la boleta y, finalmente, el asistente almacena el documento en el archivo.

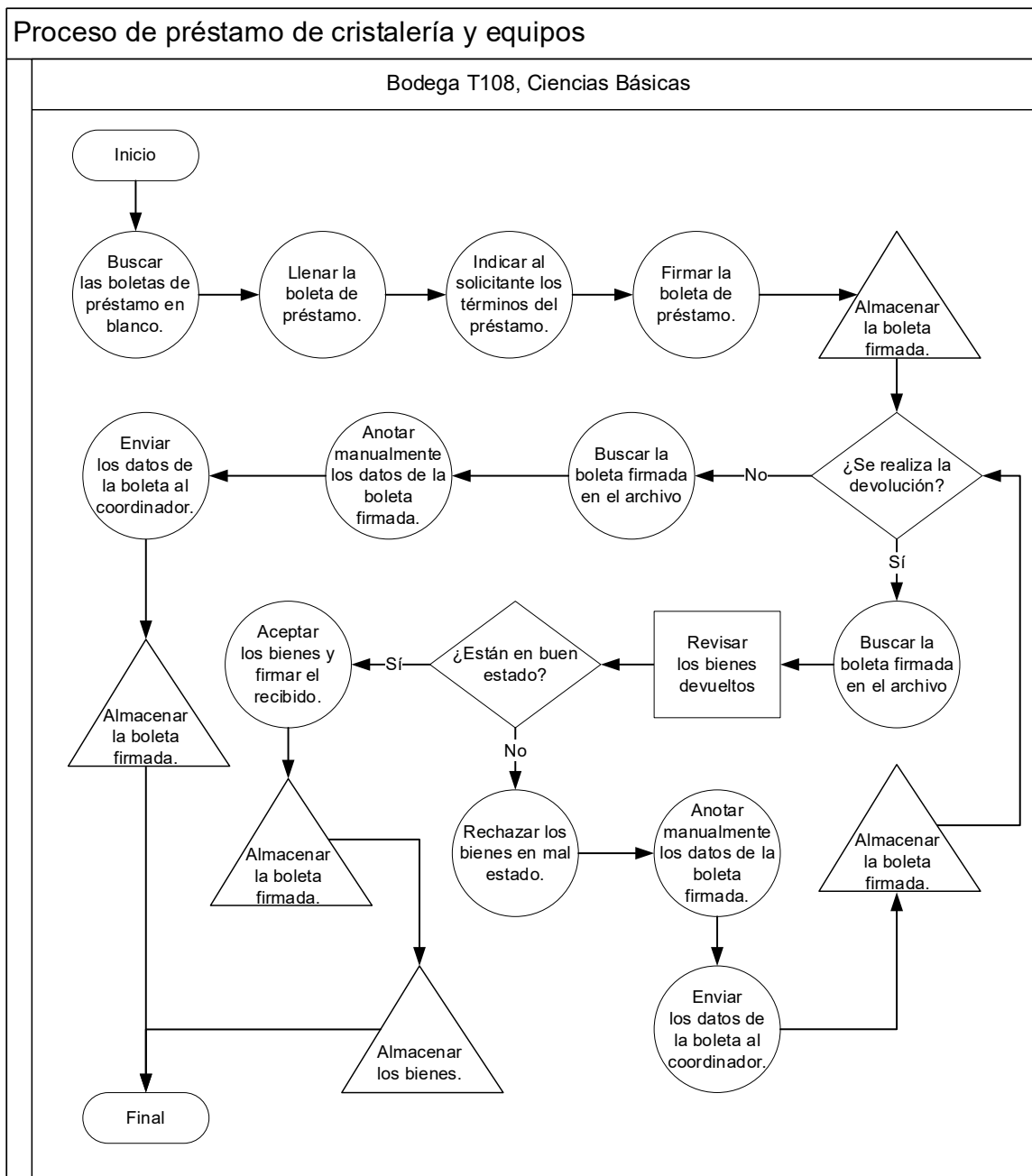
Si la persona solicitante devuelve los bienes dentro del plazo establecido, el asistente de laboratorio busca en el archivo la boleta correspondiente y procede a revisarlos para asegurarse de que estén en buen estado. Si lo están, se aceptan y se firma el recibido conforme en la boleta para luego almacenarla en el archivo y los bienes devueltos en el área correspondiente. Si los bienes no están en buen estado, el asistente de laboratorio no los recibe y almacena nuevamente la boleta en el archivo.

Si la devolución de los bienes no se da dentro del plazo establecido, el asistente de laboratorio busca en el archivo la boleta correspondiente, anota manualmente los datos de esta, envía la información al Coordinador del Área de Ciencias Básica y luego almacena la boleta en el archivo.

A continuación, en la figura 17 se muestra el diagrama de flujo del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 17

Diagrama de flujo del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos



Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la figura 18 se muestra el cursograma analítico del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 18

Cursograma analítico del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Proceso de préstamo de cristalería y equipos								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
PPC-OP01	Buscar las boletas de préstamo en blanco.	0,00	0,12	●				
PPC-OP02	Desplazarse hacia donde está el solicitante.	1,30	0,07				●	
PPC-OP03	Llenar manualmente la boleta de préstamo.	0,00	1,5	●				
PPC-OP04	Indicar al solicitante los términos del préstamo.	0,00	1	●				
PPC-OP05	El asistente y el solicitante firman la boleta de préstamo.	0,00	0,2	●				
PPC-OP06	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.	1,30	0,07				●	
PPC-OP07	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32					●
¿El solicitante realiza la devolución de los bienes? (No)								
PPC-OP08	Buscar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,72	●				
PPC-OP09	Desplazarse hacia el PC.	0,70	0,05				●	
PPC-OP10	Anotar los datos de la boleta firmada de manera manual.	0,00	1,5	●				
PPC-OP11	Enviar los datos de la boleta firmada al coordinador.	0,00	0,33	●				
PPC-OP12	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.	0,70	0,05				●	
PPC-OP13	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32					●

Proceso de préstamo de cristalería y equipos								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
¿El solicitante realiza la devolución de los bienes? (Sí)								
PPC-OP14	Buscar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,72	●				
PPC-OP15	Desplazarse hacia el solicitante.	1,30	0,07				●	
PPC-OP16	Revisar los bienes devueltos.	0,00	0,22		●			
¿Los bienes están en buen estado? (No)								
PPC-OP17	Rechazar los bienes en mal estado.	0,00	0,05	●				
PPC-OP18	Desplazarse hacia el PC.	1,00	0,06				●	
PPC-OP19	Anotar los datos de la boleta de manera manual.	0,00	1,5	●				
PPC-OP20	Enviar los datos de la boleta al coordinador.	0,00	0,33	●				
PPC-OP21	Desplazarse hacia el archivo.	0,70	0,05				●	
PPC-OP22	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32	●				
¿Los bienes están en buen estado? (Sí)								
PPC-OP23	Aceptar los bienes y firmar el recibido conforme.	0,00	0,05	●				
PPC-OP24	Desplazarse hacia el archivo.	1,30	0,07				●	
PPC-OP25	Almacenar la boleta firmada en el archivo.	0,00	0,32	●				
PPC-OP26	Desplazarse hacia los muebles para buscar un sitio en donde almacenar los bienes.	3,87	0,15				●	
PPC-OP27	Almacenar los bienes.	0,00	0,73	●				
Total		12,17	10,89	15	1	0	9	2

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la figura 19 se muestra el diagrama SIPOC del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 19

Diagrama SIPOC del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Funcionarios que solicitan el préstamo de equipos.	Boletas de préstamo de bienes.	<p>Buscar en el archivo las boletas de préstamo de bienes.</p> <p>El solicitante llena con sus datos una boleta en blanco.</p> <p>Explicar al solicitante los términos del préstamo.</p> <p>El asistente y el solicitante firman la boleta.</p> <p>Almacenar la boleta firmada en el archivo.</p> <p>Si la persona solicitante devuelve los bienes dentro del plazo establecido, se busca en el archivo la boleta correspondiente para luego revisar los bienes y asegurar que estén en buen estado.</p> <p>Si los bienes están en buen estado se aceptan y se firma el recibido conforme en la boleta.</p> <p>Almacenar la boleta en el archivo y los bienes devueltos en el área correspondiente.</p> <p>Si los bienes no están en buen estado no se reciben y se almacena nuevamente la boleta en el archivo.</p> <p>Si la persona solicitante no devuelve los bienes dentro del plazo establecido, se busca en el archivo la boleta correspondiente.</p> <p>Anotar manualmente los datos de la boleta.</p> <p>Enviar la información al Coordinador de Ciencias Básica.</p> <p>Almacenar la boleta en el archivo.</p>	Bienes devueltos.	Asistentes de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.1.6. Proceso actual de inventariado de bienes

El proceso de inventariado de bienes que se utiliza actualmente en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, por parte de los asistentes de Laboratorio de Química y Biología inicia cuando estos crean manualmente una lista de los bienes por inventariar y anotan en ella las cantidades registradas con anterioridad, para luego iniciar con la búsqueda de los distintos artículos en la bodega, anotar las cantidades existentes de cada uno de ellos y compararlas con las del inventario previo.

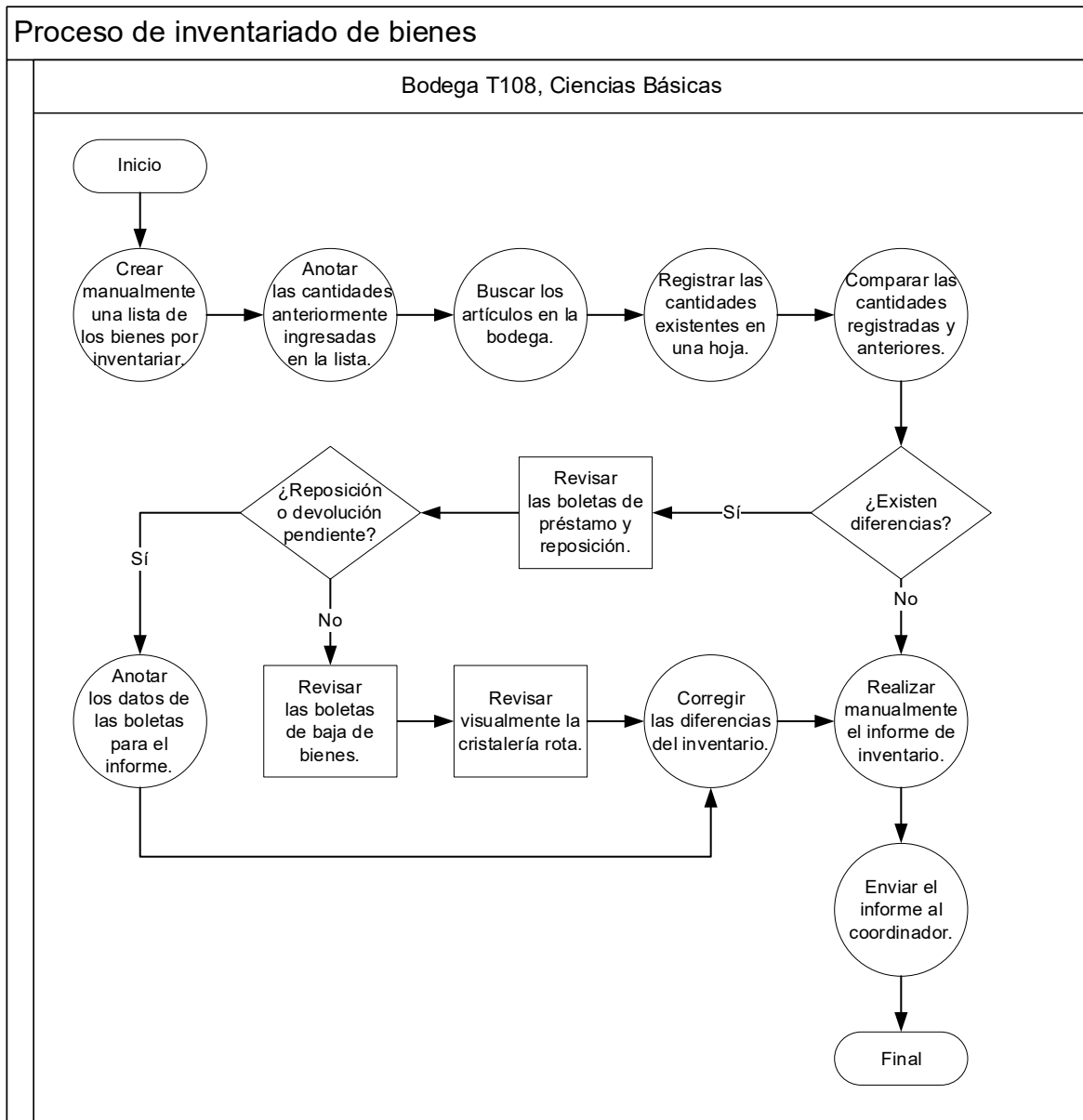
Si las cantidades registradas coinciden con las contabilizadas en el inventario anterior, se realiza manualmente un informe y se envía al Coordinador del Área de Ciencias Básicas. En caso contrario, se revisan las boletas de préstamo y reposición de bienes para identificar si existen artículos pendientes de reponer o regresar. Si no existen artículos pendientes de reponer o regresar, se revisan las boletas de baja de bienes y la cristalería rota para ajustar las diferencias entre las cantidades, realizar el informe correspondiente y enviarlo al Coordinador del Área de Ciencias Básicas.

Si existen artículos pendientes de reponer o regresar se anotan los datos de las boletas de manera manual para agregarlos al informe de inventario, se corrigen las diferencias entre las cantidades, y se realiza y envía el informe correspondiente al Coordinador del Área de Ciencias Básicas.

A continuación, en la figura 20 se muestra el diagrama de flujo del proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 20

Diagrama de flujo del proceso actual de inventariado de bienes



Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Seguidamente, en la figura 21 se muestra el cursograma analítico del proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 21

Cursograma analítico del proceso actual de inventariado de bienes

Proceso de inventariado de bienes								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
PIB-OP01	Crear manualmente una lista de los bienes por inventariar.	0,00	20,34	●				
PIB-OP02	Anotar las cantidades registradas anteriormente en la lista.	0,00	5	●				
PIB-OP03	Desplazarse hacia los muebles para buscar los artículos a inventariar.	3,87	18				●	
PIB-OP04	Buscar los artículos.	0,00	113	●				
PIB-OP05	Registrar las cantidades existentes en la lista.	0,00	38	●				
PIB-OP06	Desplazarse hacia el PC.	3,87	0,15				●	
PIB-OP07	Comparar las cantidades registradas con las anteriores.	0,00	5	●				
¿Existen diferencias entre las cantidades? (Sí)								
PIB-OP08	Desplazarse hacia el archivo de documentos.	0,70	0,05				●	
PIB-OP09	Revisar las boletas en busca de reposiciones o devoluciones pendientes.	0,00	5		●			
¿Hay reposiciones y/o devoluciones pendientes? (No)								
PIB-OP10	Revisar las boletas de baja de bienes.	0,00	5		●			
PIB-OP11	Desplazarse hacia el depósito de cristalería rota.	7,73	0,17				●	
PIB-OP12	Revisar visualmente la cristalería rota.	0,00	2		●			
PIB-OP13	Desplazarse hacia el PC.	7,11	0,17				●	
PIB-OP14	Corregir las diferencias entre las cantidades.	0,00	5	●				
PIB-OP15	Realizar manualmente el informe del inventario.	0,00	60	●				
PIB-OP16	Enviar el informe al coordinador.	0,00	0,33	●				

Proceso de inventariado de bienes								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
¿Hay reposiciones y/o devoluciones pendientes? (Si)								
PIB-OP17	Desplazarse hacia el PC.	0,70	0,05				●	
PIB-OP18	Anotar los datos de las boletas de manera manual para el informe.	0,00	7	●				
PIB-OP19	Corregir las diferencias entre las cantidades.	0,00	5	●				
PIB-OP20	Realizar manualmente el informe del inventario.	0,00	60	●				
PIB-OP21	Enviar el informe y los datos de las boletas al coordinador.	0,00	0,33	●				
¿Existen diferencias entre las cantidades? (No)								
PIB-OP22	Realizar manualmente el informe del inventario.	0,00	60	●				
PIB-OP23	Enviar el informe al coordinador.	0,00	0,33	●				
Total		23,98	409,92	14	3	0	6	0

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la figura 22 se muestra el diagrama SIPOC del proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 22

Diagrama SIPOC del proceso actual de inventariado de bienes

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Coordinador del Área de Ciencias Básicas.	Solicitud de inventario.	<p>Crear manualmente una lista de los bienes por inventariar y anotar en ella las cantidades registradas con anterioridad.</p> <p>Realizar la búsqueda de los distintos artículos en la bodega.</p> <p>Anotar las cantidades existentes de cada uno de los artículos y compararlas con las del inventario previo.</p> <p>Si las cantidades registradas coinciden con las contabilizadas en el inventario previo, realizar manualmente un informe y enviarlo al Coordinador del Área de Ciencias Básicas.</p> <p>Si las cantidades no coinciden, revisar las boletas de préstamo y reposición de bienes para identificar si existen artículos pendientes de reponer o regresar.</p> <p>Si no existen artículos pendientes de reponer o regresar, revisar las boletas de baja de bienes y la cristalería rota para ajustar las diferencias entre las cantidades.</p> <p>Realizar el informe correspondiente y enviarlo al Coordinador del Área de Ciencias Básicas.</p> <p>Si existen artículos pendientes de reponer o regresar anotar los datos de las boletas de manera manual para agregarlos al informe del inventario.</p> <p>Corregir las diferencias entre las cantidades y realizar y enviar el informe correspondiente al Coordinador del Área de Ciencias Básicas.</p>	Bienes inventariados.	Coordinador del Área de Ciencias Básicas.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.1.7. Proceso actual de inventariado de la bodega virtual

El proceso de inventariado de la bodega virtual 214 que se utiliza actualmente en el Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología se ejecuta una vez al año en conjunto con el departamento de control de bienes e inventarios.

El proceso inicia cuando el encargado de bienes le dice al asistente de laboratorio los nombres de los artículos por inventariar. Si estos corresponden a sustancias químicas, se buscan en la bodega, se miden sus pesos o volúmenes,

se dictan los valores medidos al encargado de bienes, se buscan los certificados de análisis de las sustancias, se revisan las fechas de reanálisis o vencimiento de estas y se dictan estos datos al encargado.

Si no existen diferencias entre las cantidades registradas en la bodega virtual y las medidas por el asistente de laboratorio, se almacenan los químicos en la bodega. En caso contrario, se revisan los consumos de las sustancias en la bitácora de control, se calculan manualmente los consumos totales del periodo, se dictan estos datos al encargado de bienes y se almacenan las sustancias en la bodega de químicos.

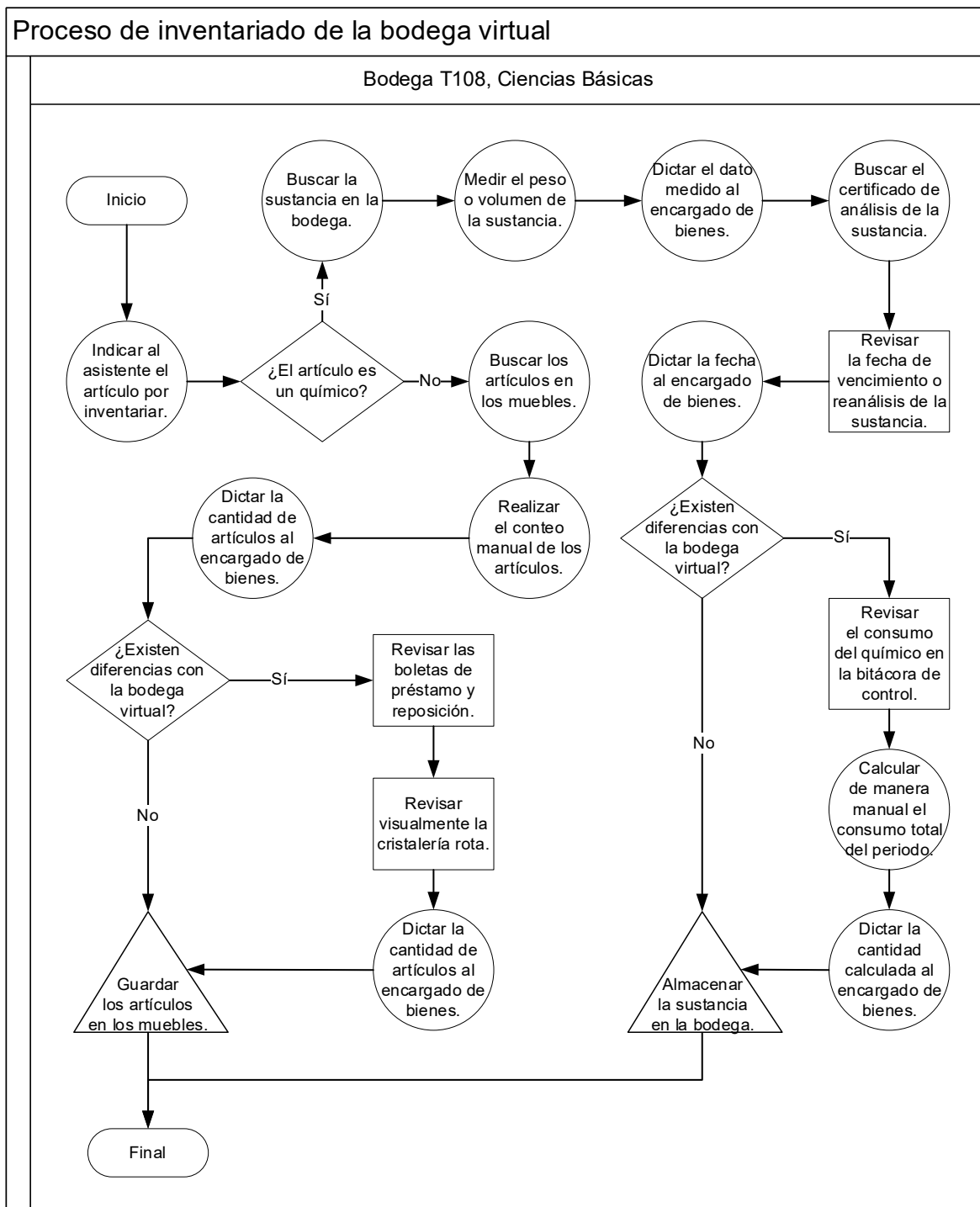
Si los artículos no corresponden a sustancias químicas, se buscan en los muebles en donde se almacenan, se realiza el conteo manual de estos y se dictan las cantidades totales encontradas al encargado de bienes.

Si no existen diferencias entre las cantidades registradas en la bodega virtual y las contadas por el asistente de laboratorio, se almacenan nuevamente los bienes en los muebles. En caso contrario, se revisan las boletas de préstamo y reposición para buscar si existen pendientes, se revisa visualmente la cristalería rota y se dictan las cantidades de artículos encontrados al encargado de bienes para finalmente almacenar los artículos en los muebles.

A continuación, en la figura 23 se muestra el diagrama de flujo del proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 23

Diagrama de flujo del proceso actual de inventariado de la bodega virtual



Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la figura 24 se muestra el cursograma analítico del proceso actual de inventariado virtual de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 24

Cursograma analítico del proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Proceso de inventariado de la bodega virtual								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
PIV-OP01	Indicar al asistente el nombre del artículo por inventariar.	0,00	41,48	●				
¿El artículo es un químico? (Sí)								
PIV-OP02	Desplazarse hacia la bodega para buscar la sustancia.	6,40	25,8					●
PIV-OP03	Buscar la sustancia en la bodega.	0,00	43	●				
PIV-OP04	Desplazarse hacia la balanza para medir el peso o volumen del químico.	5,67	23,22					●
PIV-OP05	Medir el peso o volumen de la sustancia.	0,00	34,4	●				
PIV-OP06	Dictar el peso o volumen de la sustancia al encargado de bienes.	0,00	14,3	●				
PIV-OP07	Desplazarse hacia el archivo.	1,30	4,3					●
PIV-OP08	Buscar el certificado de análisis de la sustancia.	0,00	57,62	●				
PIV-OP09	Revisar la fecha de vencimiento o reanálisis de la sustancia.	0,00	28,67					●
PIV-OP10	Dictar la fecha de vencimiento o reanálisis del químico al encargado de bienes.	0,00	14,3	●				
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (Sí)								
PIV-OP11	Revisar el consumo del químico en la bitácora de control.	0,00	137,6					●
PIV-OP12	Calcular de manera manual el consumo total del periodo.	0,00	86	●				
PIV-OP13	Dictar la cantidad calculada al encargado de bienes.	0,00	14,3	●				
PIV-OP14	Desplazarse hacia la bodega para almacenar la sustancia.	6,40	25,8					●
PIV-OP15	Almacenar la sustancia en la bodega.	0,00	17,2					●

Proceso de inventariado de la bodega virtual.								
Bodega T108, Ciencias Básicas								
Código	Actividad	Distancia (metros)	Tiempo (minutos)	Simbología utilizada				
				○	□	◐	➔	△
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (No)								
PIV-OP16	Desplazarse hacia la bodega para almacenar la sustancia.	6,40	25,8				●	
PIV-OP17	Almacenar la sustancia en la bodega.	0,00	17,2					●
¿El artículo es un químico? (No)								
PIV-OP18	Desplazarse hacia los muebles para buscar los artículos a inventariar.	3,87	5,4					●
PIV-OP19	Buscar los artículos en los muebles.	0,00	18	●				
PIV-OP20	Realizar el conteo manual de los artículos.	0,00	12,2	●				
PIV-OP21	Dictar la cantidad total de artículos encontrados al encargado de bienes.	0,00	6	●				
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (Sí)								
PIV-OP22	Desplazarse hacia el archivo de documentos.	4,64	18					●
PIV-OP23	Revisar las boletas de préstamo y reposición en busca de pendientes.	0,00	5		●			
PIV-OP24	Desplazarse hacia el depósito de cristalería rota.	7,73	12					●
PIV-OP25	Revisar visualmente la cristalería rota.	0,00	15		●			
PIV-OP26	Dictar las cantidades de artículos encontrados al encargado de bienes.	0,00	6	●				
PIV-OP27	Desplazarse hacia los muebles para almacenar los artículos.	7,58	12					●
PIV-OP28	Almacenar los artículos en los muebles.	0,00	43,2	●				
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (No)								
PIV-OP29	Almacenar los artículos en los muebles.	0,00	43,2	●				
Total		50,00	807	14	4	0	9	2

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la figura 25, se muestra el diagrama SIPOC del proceso actual de inventariado virtual de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 25

Diagrama SIPOC del proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Coordinador del Área de Ciencias Básicas.	Solicitud de inventario.	<p>El encargado de bienes le indica al asistente de laboratorio los nombres de los artículos por inventariar.</p> <p>Si los artículos corresponden a sustancias químicas se buscan en la bodega de químicos.</p> <p>Medir sus pesos o volúmenes.</p> <p>Dictar los valores medidos al encargado de bienes.</p> <p>Buscar los certificados de análisis de las sustancias.</p> <p>Revisar las fechas de reanálisis o vencimiento de las sustancias y dictar estos datos al encargado.</p> <p>Si no existen diferencias entre las cantidades registradas en la bodega virtual y las medidas por el asistente de laboratorio se almacenan los químicos en la bodega. En caso contrario, se revisan los consumos de las sustancias en la bitácora de control, para calcular manualmente los consumos totales del periodo, dictar estos datos al encargado de bienes y almacenar las sustancias en la bodega de químicos.</p> <p>Si los artículos no corresponden a sustancias químicas, se buscan en los muebles en donde se almacenan.</p> <p>Realizar el conteo manual de los mismos y dictar las cantidades totales encontradas al encargado de bienes.</p> <p>Si no existen diferencias entre las cantidades registradas en la bodega virtual y las contadas por el asistente de laboratorio, se almacenan nuevamente los bienes en los muebles. En caso contrario, se revisan las boletas de préstamo y reposición para buscar si existen pendientes, revisar visualmente la cristalería rota y dictar las cantidades de artículos encontrados al encargado de bienes para, finalmente, almacenar los artículos en los muebles.</p>	Bienes inventariados en la bodega virtual 214.	Departamento de Control de bienes e inventarios.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

4.2. Medición

En el presente apartado se muestran los resultados del análisis de valor agregado que se realizó a los distintos procesos que se mapearon en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, de acuerdo con la información recolectada en los diagramas de flujo elaborados para cada uno de ellos.

El método que se utiliza para poner en práctica esta herramienta consiste en aplicar a cada una de las actividades que fueron identificadas en los procesos cinco preguntas, las cuales tienen la finalidad de establecer de una manera estandarizada su valor dentro de estos. Las preguntas que se aplican a cada actividad son las siguientes: ¿La actividad es indispensable dentro del proceso? ¿La actividad puede ser sustituida? ¿El proceso se ve comprometido si no se realiza la actividad? ¿La actividad influye en la capacidad de respuesta del proceso? Si la actividad es una revisión, ¿La tasa de rechazo es significativa? La magnitud que se asigna a cada pregunta depende de su respuesta; para ello, se utiliza como referencia la información que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4

Magnitud de las preguntas aplicadas a las actividades de los procesos

Preguntas	Magnitud	
1. ¿La actividad es indispensable dentro del proceso?	Sí = 1	No = 0
2. ¿La actividad puede ser sustituida?	Sí = 0	No = 1
3. ¿El proceso se ve comprometido si no se realiza la actividad?	Sí = 1	No = 0
4. ¿La actividad influye en la capacidad de respuesta del proceso?	Sí = 1	No = 0
5. Si la actividad es una revisión: ¿La tasa de rechazo es significativa?	Sí = 1	No = 0

Fuente: Elaboración propia basada en las técnicas sugeridas por Chase y Jacobs (2014, p. 53).

La magnitud final que se asigna a cada actividad para su evaluación depende de la cantidad de preguntas que se le apliquen: si a una actividad determinada se le realizan cinco preguntas, entonces la magnitud para cada respuesta es de uno. En caso contrario si se efectúan menos de las cinco preguntas, a las respuestas se les asigna una magnitud de 1,25.

Luego de haberse asignado una magnitud al valor agregado para cada una de las actividades dentro los procesos mapeados, se evalúa el costo y duración de estas mediante la información recolectada en los cursogramas analíticos que se elaboraron en la sección anterior, en donde, a las actividades con un costo y duración mayor al promedio se les asigna un valor de cinco y a las de menor costo y duración, un valor de uno.

Para el caso del cálculo del costo de las actividades, se utiliza como referencia el salario mensual que percibe un asistente de laboratorio al mes (¢ 610 019) dividido entre la cantidad total de minutos laborados durante ese periodo (9600 min) multiplicado por la cantidad de minutos que tarde en ejecutarse la actividad.

Una vez establecidos los distintos valores para la duración y costo de las actividades, se realiza el cálculo de los indicadores de valor/costo y valor/duración, para luego determinar cuáles de ellas realmente agregan valor dentro de sus respectivos procesos utilizando como parámetro el promedio de los indicadores calculados anteriormente y la escala de valoración que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5

Escala de valoración de la necesidad de las actividades que conforman los procesos en estudio

Valor agregado de la actividad	Índice de medición		Codificación por colores
Sin valor	$\frac{\text{Valor}}{\text{Costo}} = 0$	$\frac{\text{Valor}}{\text{Tiempo}} = 0$	Rojo
Poco valor	$0 < \frac{\text{Valor}}{\text{Costo}} \leq 1,25$	$0 < \frac{\text{Valor}}{\text{Tiempo}} \leq 1,25$	Amarillo
Valiosa	$1,25 < \frac{\text{Valor}}{\text{Costo}} \leq 3,75$	$1,25 < \frac{\text{Valor}}{\text{Tiempo}} \leq 3,75$	Verde
Muy valiosa	$3,75 < \frac{\text{Valor}}{\text{Costo}} \leq 5$	$3,75 < \frac{\text{Valor}}{\text{Tiempo}} \leq 5$	Azul

Fuente: Elaboración propia basada en las técnicas sugeridas por Mora (2008, págs. 13-14).

4.2.1. Proceso actual de almacenamiento de bienes

En las siguientes tablas, se muestra la codificación y evaluación que se aplica a cada una de las actividades que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 6

Codificación de las actividades que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes

Proceso de almacenamiento de bienes	
Código	Actividad
AB-OP01	Recibir los artículos del Departamento de Bienes.
AB-OP02	Revisar el estado de los artículos.
¿Los artículos presentan algún problema? (Sí)	
AB-OP03	No aceptar los bienes.
¿Los artículos presentan algún problema? (No)	
¿El artículo es un químico? (No)	
AB-OP04	Desplazarse hacia el área de almacenamiento para guardar el artículo.
AB-OP05	Buscar un espacio para almacenar el artículo.
AB-OP06	Guardar el artículo en el espacio encontrado.
¿El artículo es un químico? (Sí)	
AB-OP07	Desplazarse hacia el archivo para almacenar los certificados de análisis.

Proceso de almacenamiento de bienes	
Código	Actividad
AB-OP08	Archivar los certificados de análisis de las sustancias.
AB-OP09	Desplazarse hacia la bodega para almacenar las sustancias.
AB-OP10	Buscar un espacio para almacenar las sustancias.
AB-OP11	Guardar las sustancias en el espacio encontrado.

Fuente: Elaboración propia, basado en los diagramas de flujo de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Tabla 7

Análisis de las actividades que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
AB-OP01	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
AB-OP02	1	1	1	1	1	5	5	5	1	1	Poco valor
AB-OP03	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
AB-OP04	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
AB-OP05	0	0	1,25	1,25	N/A	2,5	5	5	0,5	0,5	Poco valor
AB-OP06	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
AB-OP07	0	0	1,25	1,25	N/A	2,5	1	1	2,5	2,5	Valiosa
AB-OP08	0	0	1,25	1,25	N/A	2,5	1	1	2,5	2,5	Valiosa
AB-OP09	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
AB-OP10	0	0	1,25	1,25	N/A	2,5	1	1	2,5	2,5	Valiosa
AB-OP11	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de valor agregado aplicado a los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.2.2. Proceso actual de preparación de reactivos

En las siguientes tablas, se muestra la codificación y evaluación que se aplica a cada una de las actividades que conforman el proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 8

Codificación de las actividades que conforman el proceso actual de preparación de reactivos

Proceso de preparación de reactivos	
Código	Actividad
PR-OP01	Revisar el tipo de reactivo a preparar en los manuales de laboratorio.
PR-OP02	Desplazarse hacia la bodega para revisar si hay suficiente reactivo.
PR-OP03	Revisar en la bodega si hay suficiente cantidad del reactivo por preparar.
¿Hay suficiente reactivo? (No)	
PR-OP04	Desplazarse hacia el PC.
PR-OP05	Avisar al profesor del curso sobre el faltante.
PR-OP06	Cambiar o cancelar la práctica que requiere de la sustancia.
¿Hay suficiente reactivo? (Sí)	
PR-OP07	Calcular la concentración del reactivo de forma manual.
PR-OP08	Desplazarse hacia los muebles para buscar la cristalería requerida.
PR-OP09	Buscar la cristalería utilizada en la preparación.
PR-OP10	Desplazarse con la cristalería hacia la capilla.
PR-OP11	Colocar la cristalería utilizada para la preparación.
PR-OP12	Desplazarse hacia los estantes con químicos para buscar el reactivo.
PR-OP13	Buscar el reactivo en la bodega.
PR-OP14	Desplazarse hacia la pila para medir la cantidad requerida de la sustancia.
PR-OP15	Medir el peso o volumen requerido de la sustancia.
PR-OP16	Aforar el reactivo añadiendo agua destilada.
PR-OP17	Trasvasar el reactivo en un recipiente para su posterior uso.

Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de flujo de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Tabla 9

Análisis de las actividades que conforman el proceso actual de preparación de reactivos

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PR-OP01	1	0	1	1	1	4	5	5	0,8	0,8	Poco valor
PR-OP02	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PR-OP03	1	0	1	1	1	4	1	1	4	4	Muy valiosa
PR-OP04	0	0	0	0	N/A	0	1	1	0	0	Sin valor
PR-OP05	0	0	0	0	N/A	0	1	1	0	0	Sin valor
PR-OP06	0	0	0	0	N/A	0	5	5	0	0	Sin valor
PR-OP07	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PR-OP08	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PR-OP09	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PR-OP10	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PR-OP11	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PR-OP12	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PR-OP13	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PR-OP14	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PR-OP15	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PR-OP16	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PR-OP17	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de valor agregado aplicado a los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.2.3. Proceso actual de compra de sustancias químicas

En las siguientes tablas, se muestra la codificación y evaluación que se aplica a cada una de las actividades que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 10

Codificación de las actividades que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas

Proceso actual de compra de sustancias químicas	
Código	Actividad
PCQ-OP01	Identificar los químicos utilizados en las prácticas de laboratorio.
PCQ-OP02	Estimar la cantidad consumida por estudiante.
PCQ-OP03	Calcular manualmente la cantidad anual utilizada por grupo.
PCQ-OP04	Desplazarse hacia la bodega para verificar las cantidades existentes de químicos.
PCQ-OP05	Verificar las cantidades existentes de químicos en la bodega.
¿Las cantidades son idóneas? (Sí)	
PCQ-OP06	Desplazarse hacia el PC.
PCQ-OP07	Calcular manualmente para cuanto tiempo habrá reservas suficientes de los químicos requeridos.
PCQ-OP08	Realizar manualmente un informe del estado del inventario.
PCQ-OP09	Enviar el informe al coordinador.
¿Las cantidades son idóneas? (No)	
PCQ-OP10	Desplazarse hacia el PC.
PCQ-OP11	Realizar manualmente los cálculos de las cantidades necesarias por comprar de químicos.
PCQ-OP12	Realizar manualmente un informe de las cantidades requeridas de químicos.
PCQ-OP13	Enviar el informe al coordinador.

Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de flujo de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Tabla 11

Análisis de las actividades que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PCQ-OP01	1	0	1	1	1	4	1	1	4	4	Muy valiosa
PCQ-OP02	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PCQ-OP03	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PCQ-OP04	0	0	1,25	1,25	N/A	2,5	1	1	2,5	2,5	Valiosa
PCQ-OP05	1	0	1	1	1	4	1	1	4	4	Muy valiosa
PCQ-OP06	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PCQ-OP07	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PCQ-OP08	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PCQ-OP09	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PCQ-OP10	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PCQ-OP11	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PCQ-OP12	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PCQ-OP13	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de valor agregado aplicado a los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.2.4. Proceso actual de reposición de cristalería dañada

En las siguientes tablas, se muestra la codificación y evaluación que se aplica a cada una de las actividades que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 12

Codificación de las actividades que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada

Proceso actual de reposición de cristalería dañada	
Código	Actividad
PRC-OP01	Buscar las boletas de reposición en blanco.
PRC-OP02	Desplazarse hacia donde está el estudiante.
PRC-OP03	Llenar manualmente la boleta de reposición.
PRC-OP04	Indicar al estudiante los términos de la reposición.
PRC-OP05	El asistente y el solicitante firman la boleta de reposición.
PRC-OP06	Brindar información de proveedores.
PRC-OP07	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.
PRC-OP08	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
¿El estudiante realiza la reposición de la cristalería? (No)	
PRC-OP09	Buscar la boleta firmada en el archivo.
PRC-OP10	Desplazarse hacia el PC.
PRC-OP11	Anotar los datos de la boleta de manera manual.
PRC-OP12	Enviar los datos de la boleta al coordinador.
PRC-OP13	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.
PRC-OP14	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
¿El estudiante realiza la reposición de la cristalería? (Sí)	

Proceso actual de reposición de cristalería dañada	
Código	Actividad
PRC-OP15	Buscar la boleta firmada en el archivo.
PRC-OP16	Desplazarse hacia el estudiante.
PRC-OP17	Revisar la cristalería entregada.
¿La cristalería está en buen estado? (No)	
PRC-OP18	Rechazar la cristalería en mal estado.
PRC-OP19	Desplazarse hacia el archivo.
PRC-OP20	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
¿La cristalería está en buen estado? (Sí)	
PRC-OP21	Aceptar la cristalería y firmar el recibido conforme.
PRC-OP22	Desplazarse hacia el archivo.
PRC-OP23	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
PRC-OP24	Desplazarse hacia los muebles para buscar un sitio en donde almacenar la cristalería.
PRC-OP25	Almacenar la cristalería.

Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de flujo de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Tabla 13

Análisis de las actividades que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PRC-OP01	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PRC-OP02	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP03	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PRC-OP04	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PRC-OP05	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP06	0	0	0	1,25	N/A	1,25	5	5	0,25	0,25	Poco valor
PRC-OP07	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP08	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PRC-OP09	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PRC-OP10	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PRC-OP11	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PRC-OP12	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP13	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PRC-OP14	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PRC-OP15	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PRC-OP16	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PRC-OP17	1	1	1	1	1	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP18	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP19	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP20	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP21	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP22	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP23	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP24	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PRC-OP25	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de valor agregado aplicado a los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.2.5. Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

En las siguientes tablas, se muestra la codificación y evaluación que se aplica a cada una de las actividades que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 14

Codificación de las actividades que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Proceso de préstamo de cristalería y equipos	
Código	Actividad
PPC-OP01	Buscar las boletas de préstamo en blanco.
PPC-OP02	Desplazarse hacia donde está el solicitante.
PPC-OP03	Llenar manualmente la boleta de préstamo.
PPC-OP04	Indicar al solicitante los términos del préstamo.
PPC-OP05	El asistente y el solicitante firman la boleta de préstamo.
PPC-OP06	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.
PPC-OP07	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
¿El solicitante realiza la devolución de los bienes? (No)	
PPC-OP08	Buscar la boleta firmada en el archivo.

Proceso de préstamo de cristalería y equipos	
Código	Actividad
PPC-OP09	Desplazarse hacia el PC.
PPC-OP10	Anotar los datos de la boleta firmada de manera manual.
PPC-OP11	Enviar los datos de la boleta firmada al coordinador.
PPC-OP12	Desplazarse hacia donde se almacenan las boletas firmadas.
PPC-OP13	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
¿El solicitante realiza la devolución de los bienes? (Sí)	
PPC-OP14	Buscar la boleta firmada en el archivo.
PPC-OP15	Desplazarse hacia el solicitante.
PPC-OP16	Revisar los bienes devueltos.
¿Los bienes están en buen estado? (No)	
PPC-OP17	Rechazar los bienes en mal estado.
PPC-OP18	Desplazarse hacia el PC.
PPC-OP19	Anotar los datos de la boleta de manera manual.
PPC-OP20	Enviar los datos de la boleta al coordinador.
PPC-OP21	Desplazarse hacia el archivo.
PPC-OP22	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
¿Los bienes están en buen estado? (Sí)	
PPC-OP23	Aceptar los bienes y firmar el recibido conforme.
PPC-OP24	Desplazarse hacia el archivo.
PPC-OP25	Almacenar la boleta firmada en el archivo.
PPC-OP26	Desplazarse hacia los muebles para buscar un sitio en donde almacenar los bienes.
PPC-OP27	Almacenar los bienes.

Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de flujo de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Tabla 15

Análisis de las actividades que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PPC-OP01	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PPC-OP02	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP03	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PPC-OP04	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PPC-OP05	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP06	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP07	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP08	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PPC-OP09	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PPC-OP10	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PPC-OP11	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP12	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PPC-OP13	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PPC-OP14	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PPC-OP15	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP16	1	1	1	1	1	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP17	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP18	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PPC-OP19	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PPC-OP20	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP21	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP22	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP23	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP24	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP25	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP26	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PPC-OP27	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de valor agregado aplicado a los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.2.6. Proceso actual de inventariado de bienes

En las siguientes tablas, se muestra la codificación y evaluación que se aplica a cada una de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 16

Codificación de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de bienes

Proceso actual de inventariado de bienes	
Código	Actividad
PIB-OP01	Crear manualmente una lista de los bienes por inventariar.
PIB-OP02	Anotar las cantidades registradas anteriormente en la lista.
PIB-OP03	Desplazarse hacia los muebles para buscar los artículos por inventariar.
PIB-OP04	Buscar los artículos.
PIB-OP05	Registrar las cantidades existentes en la lista.
PIB-OP06	Desplazarse hacia el PC.
PIB-OP07	Comparar las cantidades registradas con las anteriores.
¿Existen diferencias entre las cantidades? (Sí)	
PIB-OP08	Desplazarse hacia el archivo de documentos.
PIB-OP09	Revisar las boletas en busca de reposiciones o devoluciones pendientes.
¿Hay reposiciones y/o devoluciones pendientes? (No)	
PIB-OP10	Revisar las boletas de baja de bienes.
PIB-OP11	Desplazarse hacia el depósito de cristalería rota.
PIB-OP12	Revisar visualmente la cristalería rota.
PIB-OP13	Desplazarse hacia el PC.
PIB-OP14	Corregir las diferencias entre las cantidades.
PIB-OP15	Realizar manualmente el informe del inventario.
PIB-OP16	Enviar el informe al coordinador.
¿Hay reposiciones y/o devoluciones pendientes? (Sí)	
PIB-OP17	Desplazarse hacia el PC.
PIB-OP18	Anotar los datos de las boletas de manera manual para el informe.
PIB-OP19	Corregir las diferencias entre las cantidades.
PIB-OP20	Realizar manualmente el informe del inventario.
PIB-OP21	Enviar el informe y los datos de las boletas al coordinador.

Proceso actual de inventariado de bienes	
Código	Actividad
¿Existen diferencias entre las cantidades? (No)	
PIB-OP22	Realizar manualmente el informe del inventario.
PIB-OP23	Enviar el informe al coordinador.

Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de flujo de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Tabla 17

Análisis de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de bienes

Código Actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PIB-OP01	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIB-OP02	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP03	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PIB-OP04	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PIB-OP05	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIB-OP06	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIB-OP07	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP08	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP09	1	0	1	1	1	4	1	1	4	4	Muy valiosa
PIB-OP10	1	0	1	1	1	4	1	1	4	4	Muy valiosa
PIB-OP11	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP12	1	0	1	1	1	4	1	1	4	4	Muy valiosa
PIB-OP13	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP14	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP15	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIB-OP16	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIB-OP17	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP18	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP19	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIB-OP20	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIB-OP21	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIB-OP22	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIB-OP23	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de valor agregado aplicado a los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.2.7. Proceso actual de inventario de la bodega virtual

En las siguientes tablas, se muestra la codificación y evaluación que se aplica a cada una de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 18

Codificación de las actividades que conforman el proceso actual de inventario de la bodega virtual

Proceso actual de inventariado de la bodega virtual	
Código	Actividad
PIV-OP01	Indicar al asistente el nombre del artículo por inventariar.
¿El artículo es un químico? (Sí)	
PIV-OP02	Desplazarse hacia la bodega para buscar la sustancia.
PIV-OP03	Buscar la sustancia en la bodega.
PIV-OP04	Desplazarse hacia la balanza para medir el peso o volumen del químico.
PIV-OP05	Medir el peso o volumen de la sustancia.
PIV-OP06	Dictar el peso o volumen de la sustancia al encargado de bienes.
PIV-OP07	Desplazarse hacia el archivo.
PIV-OP08	Buscar el certificado de análisis de la sustancia.
PIV-OP09	Revisar la fecha de vencimiento o reanálisis de la sustancia.
PIV-OP10	Dictar la fecha de vencimiento o reanálisis del químico al encargado de bienes.
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (Sí)	
PIV-OP11	Revisar el consumo del químico en la bitácora de control.
PIV-OP12	Calcular de manera manual el consumo total del periodo.
PIV-OP13	Dictar la cantidad calculada al encargado de bienes.
PIV-OP14	Desplazarse hacia la bodega para almacenar la sustancia.
PIV-OP15	Almacenar la sustancia en la bodega.
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (No)	
PIV-OP16	Desplazarse hacia la bodega para almacenar la sustancia.
PIV-OP17	Almacenar la sustancia en la bodega.
¿El artículo es un químico? (No)	
PIV-OP18	Desplazarse hacia los muebles para buscar los artículos por inventariar.
PIV-OP19	Buscar los artículos en los muebles.
PIV-OP20	Realizar el conteo manual de los artículos.

Proceso actual de inventariado de la bodega virtual	
Código	Actividad
PIV-OP21	Dictar la cantidad total de artículos encontrados al encargado de bienes.
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (Sí)	
PIV-OP22	Desplazarse hacia el archivo de documentos.
PIV-OP23	Revisar las boletas de préstamo y reposición en busca de pendientes.
PIV-OP24	Desplazarse hacia el depósito de cristalería rota.
PIV-OP25	Revisar visualmente la cristalería rota.
PIV-OP26	Dictar las cantidades de artículos encontrados al encargado de bienes.
PIV-OP27	Desplazarse hacia los muebles para almacenar los artículos.
PIV-OP28	Almacenar los artículos en los muebles.
¿Existen diferencias con la bodega virtual? (No)	
PIV-OP29	Almacenar los artículos en los muebles.

Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de flujo de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Tabla 19

Análisis de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PIV-OP01	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PIV-OP02	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIV-OP03	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIV-OP04	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP05	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PIV-OP06	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP07	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIV-OP08	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIV-OP09	1	0	1	1	1	4	5	5	0,8	0,8	Poco valor
PIV-OP10	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP11	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIV-OP12	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	5	5	0,75	0,75	Poco valor
PIV-OP13	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP14	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP15	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP16	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP17	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP18	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP19	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa

Código actividad	Número de pregunta					Valor	Costo	Duración	Valor Costo	Valor Tiempo	Condición
	1	2	3	4	5						
PIV-OP20	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP21	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP22	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIV-OP23	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIV-OP24	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIV-OP25	1,25	0	1,25	1,25	N/A	3,75	1	1	3,75	3,75	Valiosa
PIV-OP26	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP27	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	1	1	5	5	Muy valiosa
PIV-OP28	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor
PIV-OP29	1,25	1,25	1,25	1,25	N/A	5	5	5	1	1	Poco valor

Fuente: Elaboración propia, basada en el análisis de valor agregado aplicado a los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.3. Análisis

En el presente apartado se examinan los resultados obtenidos del análisis de valor agregado que se aplicó a los distintos procesos que se mapearon en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, de acuerdo con la información recolectada en los diagramas de flujo, SIPOC y cursogramas analíticos elaborados para cada uno de ellos.

El método que se utiliza para analizar los datos obtenidos consiste en calcular qué porcentaje de las actividades que conforman cada proceso no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro de este. Posteriormente, se tabulan las actividades que no agregan valor o tienen poco valor para analizar el porqué de su condición, se elabora un diagrama de Ishikawa para identificar las posibles causas raíz de su estado, estas se analizan mediante un

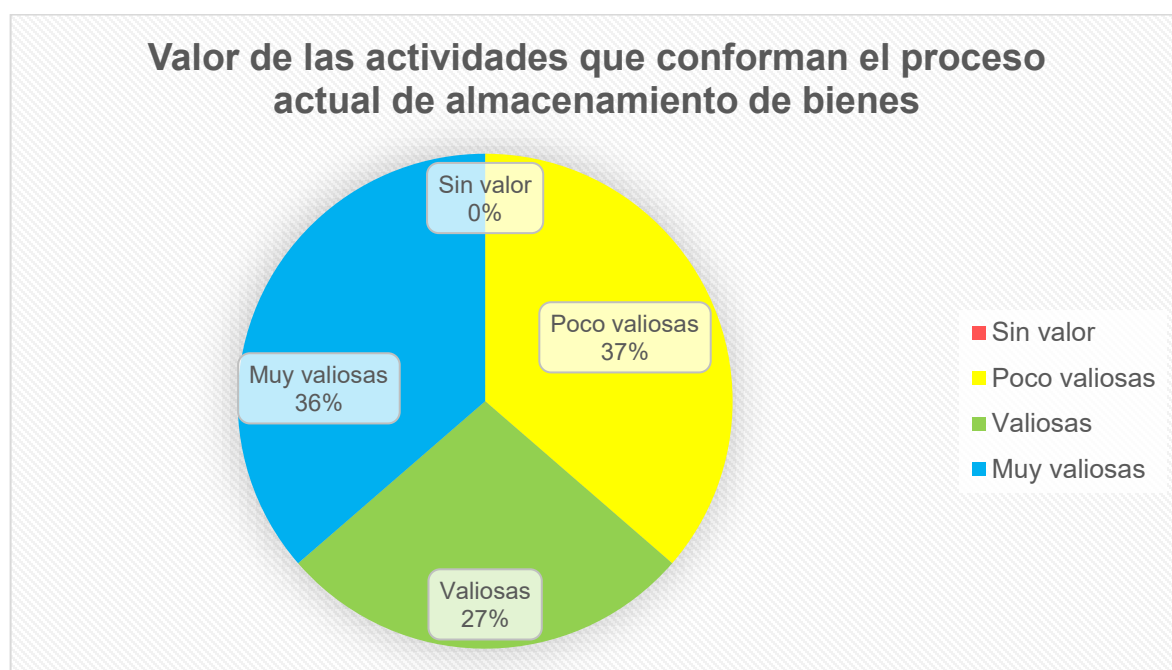
gráfico de Pareto y, finalmente, por medio de una matriz de priorización se clasifican las más relevantes según su impacto general dentro del proceso.

4.3.1. *Proceso actual de almacenamiento de bienes*

A continuación, en la figura 26 se muestra el gráfico de las actividades que no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro del proceso actual de almacenamiento de bienes que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 26

Valor de las actividades que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de almacenamiento de bienes que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la tabla 20, se muestra el análisis de las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro del proceso actual de almacenamiento de bienes que es

utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Tabla 20

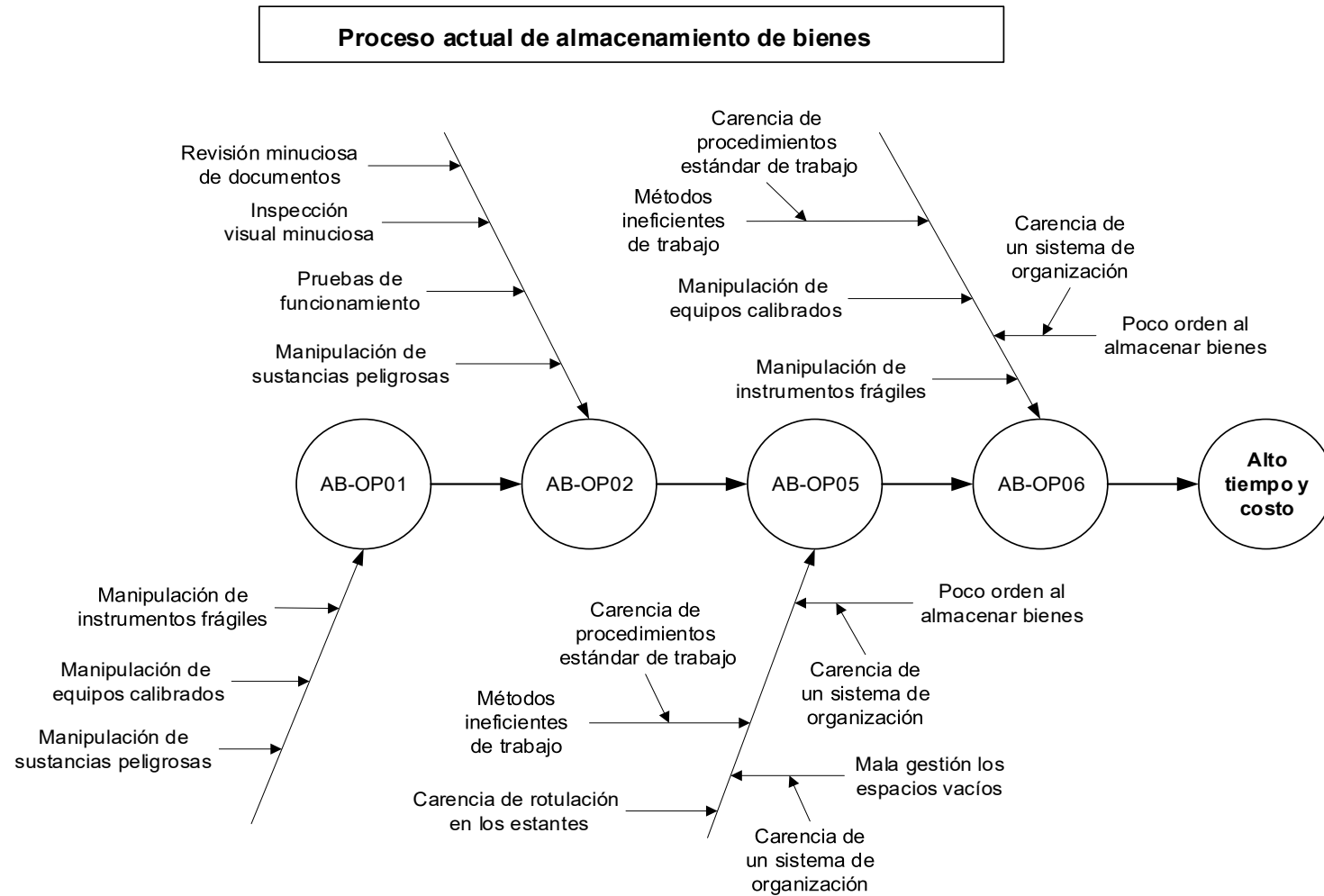
Actividades de poco valor agregado en el proceso actual de almacenamiento de bienes

Proceso actual de almacenamiento de bienes		
Código	Actividad	Descripción
AB-OP01	Se reciben los artículos del Departamento de Bienes.	La duración y el costo de estas operaciones está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido a la cuidadosa manipulación que se debe tener con ellos al tratarse de equipos calibrados, cristalería y sustancias químicas peligrosas.
AB-OP02	Se revisa el estado de los artículos.	La duración y el costo de estas operaciones está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido a la minuciosa inspección visual que se debe de hacer a la cristalería, la revisión de documentos, las pruebas de funcionamiento que se deben de efectuar a los equipos y la cuidadosa manipulación que se debe de tener con algunas sustancias químicas, ya sea por su toxicidad o ser altamente corrosivas.
AB-OP05	Se busca un espacio para almacenar el artículo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido al poco orden que se tiene actualmente al momento de almacenar los bienes, la inadecuada gestión del espacio que se hace en la bodega y a la carencia de métodos estandarizados de trabajo.
AB-OP06	Se guarda el artículo en el espacio encontrado.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido a la cuidadosa manipulación que se debe de tener con los equipos calibrados y la cristalería al momento de almacenarlos y al acomodo que se debe de hacer en el espacio asignado para evitar que se dañen.

Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de almacenamiento de bienes que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Figura 27

Diagrama de Ishikawa aplicado a las actividades de poco valor agregado presentes en el proceso actual de almacenamiento de bienes



Fuente: Elaboración propia basada las técnicas sugeridas por Gutiérrez (2020, págs. 203-204).

4.3.2. Proceso actual de preparación de reactivos

A continuación, en la figura 27 se muestra el gráfico de las actividades que no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro del proceso actual de preparación de reactivos que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 28

Valor de las actividades que conforman el proceso actual de preparación de reactivos



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de preparación de reactivos que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la tabla 21, se muestra el análisis de las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro del proceso actual de preparación de reactivos que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Tabla 21

Actividades de poco valor agregado en el proceso actual de preparación de reactivos

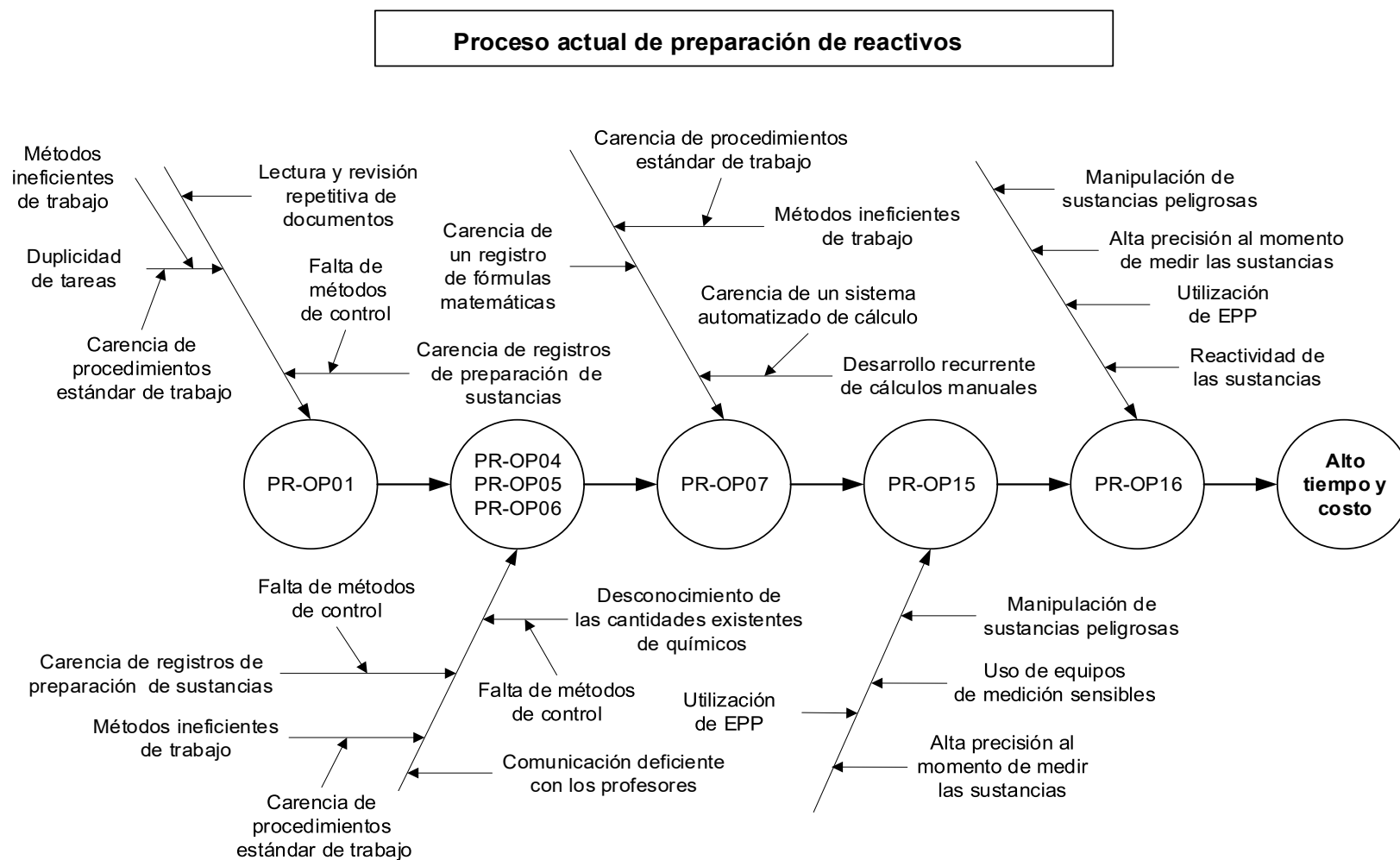
Proceso actual de preparación de reactivos		
Código	Actividad	Descripción
PR-OP01	Se revisa el tipo de reactivo por preparar en los manuales de prácticas de laboratorio.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, para identificar las sustancias químicas que se deben de preparar para cada práctica de laboratorio, es necesario leer de manera minuciosa en los manuales los procedimientos de trabajo que deben de seguir los estudiantes.
PR-OP04	El asistente se desplaza hacia el PC.	Este grupo de actividades no agregan valor al proceso debido a que no serían necesarias si se conociera de manera precisa el tipo de sustancias y las cantidades utilizadas de ellas, para llevar a cabo cada una de las prácticas de laboratorio que ejecutan los estudiantes, lo que evitaría la cancelación o cambio de estas de manera improvisada.
PR-OP05	Se avisa al profesor del curso sobre el faltante.	
PR-OP06	Se cambia o cancela la práctica que requiere de la sustancia.	
PR-OP07	Se calcula la concentración del reactivo de forma manual.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que las fórmulas matemáticas –que se emplean para conocer las cantidades exactas de los químicos que se deben de diluir para obtener las disoluciones utilizadas en las prácticas de laboratorio a partir de sus presentaciones concentradas– se desarrollan de manera manual. Además, estas fórmulas no se encuentran escritas en documentos estandarizados y de fácil acceso, lo cual genera que en ocasiones se dedique tiempo adicional buscándolas.
PR-OP15	Se mide el peso o volumen requerido de la sustancia.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, al momento de medir el peso o volumen de las sustancias utilizadas para preparar las disoluciones empleadas en las prácticas de laboratorio, se deben de manipular los instrumentos de medición de manera muy precisa. Por otra parte, si se manipulan sustancias altamente tóxicas o corrosivas se deben de tomar medidas de seguridad adicionales con el fin de evitar algún accidente.

Proceso actual de preparación de reactivos		
Código	Actividad	Descripción
PR-OP16	Se afora el reactivo añadiendo agua destilada.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, al momento de añadir agua destilada hasta la línea de aforo del matraz, se debe ser muy preciso, pues, si se sobrepasa esta marca, se deberá de descartar la totalidad del contenido del matraz, lavarlo y repetir el procedimiento desde la operación 15.

Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de preparación de reactivos que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Figura 29

Diagrama de Ishikawa aplicado a las actividades de poco valor agregado presentes en el proceso actual de preparación de reactivos



Fuente: Elaboración propia basada las técnicas sugeridas por Gutiérrez (2020, págs. 203-204).

4.3.3. Proceso actual de compra de sustancias químicas

A continuación, en la figura 28 se muestra el gráfico de las actividades que no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 30

Valor de las actividades que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de compra de sustancias químicas que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la tabla 22 se muestra el análisis de las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro del proceso actual de compra de sustancias químicas que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Tabla 22

Actividades de poco valor agregado en el proceso actual de compra de sustancias químicas

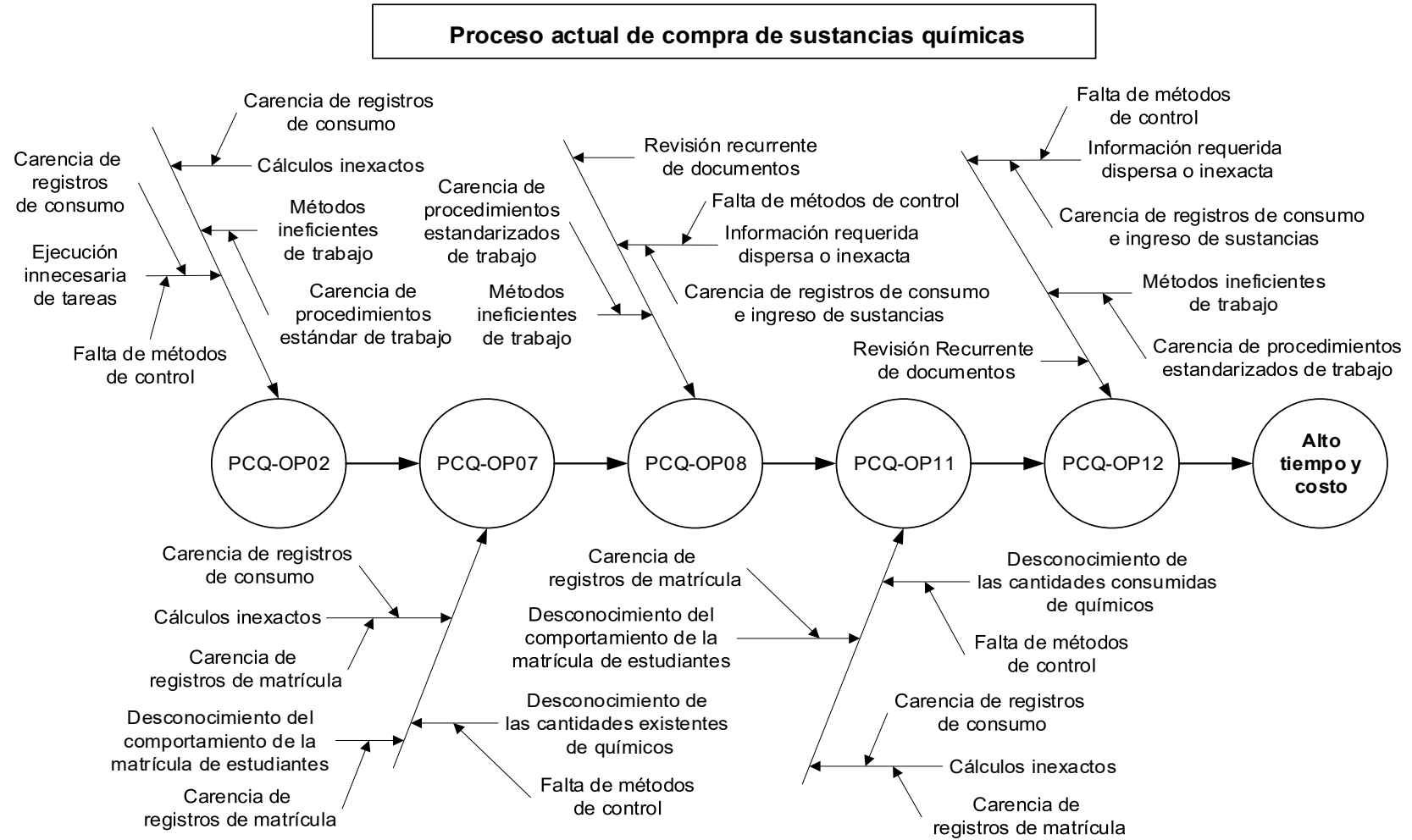
Proceso actual de compra de sustancias químicas		
Código	Actividad	Descripción
PCQ-OP02	Se estima la cantidad consumida por estudiante.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, para estimar la cantidad de sustancias químicas requeridas por estudiante al realizar las prácticas de laboratorio, no se cuenta con registros de consumo previos, por lo que los asistentes deben ejecutar ellos mismos las prácticas y anotar las cantidades que utilizan de los químicos. Sin embargo, esta actividad no brinda datos exactos al no contemplar las cantidades utilizadas de más como resultado de los errores cometidos por los estudiantes durante las clases de laboratorio.
PCQ-OP07	El asistente calcula manualmente para cuánto tiempo habrá reservas suficientes de los químicos requeridos.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que el cálculo que se realiza para determinar cuánto durarán las reservas de las sustancias químicas es distinto para cada sustancia y depende de la cantidad de grupos que el coordinador del Área de Ciencias Básicas proyecte abrir y de la cantidad de estudiantes que se matriculen en ellos, datos de los cuales no se llevan registros, por lo que se deben de aproximar.
PCQ-OP08	Se realiza manualmente un informe del estado del inventario.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que se debe de detallar para cada una de las sustancias químicas su tipo, cantidad existente en bodega y consumida, su código CAS y SICOP, y el tiempo en años que durarán las reservas que existen de ellas en bodega.
PCQ-OP11	Se realizan manualmente los cálculos de las cantidades necesarias por comprar de químicos.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que el cálculo que se realiza para determinar cuánto durarán las reservas de las sustancias químicas es distinto para cada sustancia y depende de la cantidad de grupos que el coordinador del Área de Ciencias Básicas proyecte abrir y de la cantidad de estudiantes que se matriculen en ellos, datos de los cuales no se llevan registros, por lo que se deben de aproximar.

Proceso actual de compra de sustancias químicas		
Código	Actividad	Descripción
PCQ-OP12	Se realiza manualmente un informe de las cantidades requeridas de químicos.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, se debe de detallar para cada una de las sustancias químicas su tipo, cantidad existente en bodega y consumida, su código CAS y SICOP y la cantidad proyectada que se requiere comprar de esta para poder realizar las prácticas de laboratorio durante un año.

Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de compra de sustancias químicas que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Figura 31

Diagrama de Ishikawa aplicado a las actividades de poco valor agregado presentes en el proceso actual de compra de sustancias químicas



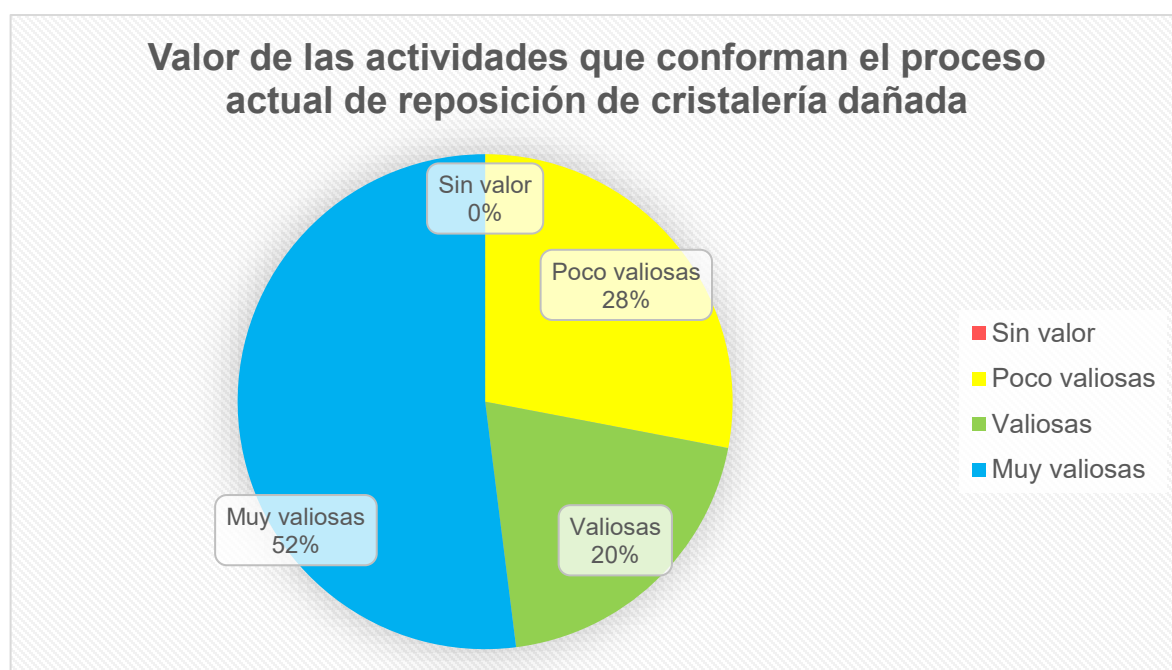
Fuente: Elaboración propia basada las técnicas sugeridas por Gutiérrez (2020, págs. 203-204).

4.3.4. Proceso actual de reposición de cristalería dañada

En la figura 29, se muestra el gráfico de las actividades que no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro del proceso actual de reposición de cristalería dañada que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 32

Valor de las actividades que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de reposición de cristalería dañada que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la tabla 23, se muestra el análisis de las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro del proceso actual de reposición de cristalería dañada que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Tabla 23

Actividades de poco valor agregado en el proceso actual de reposición de cristalería dañada

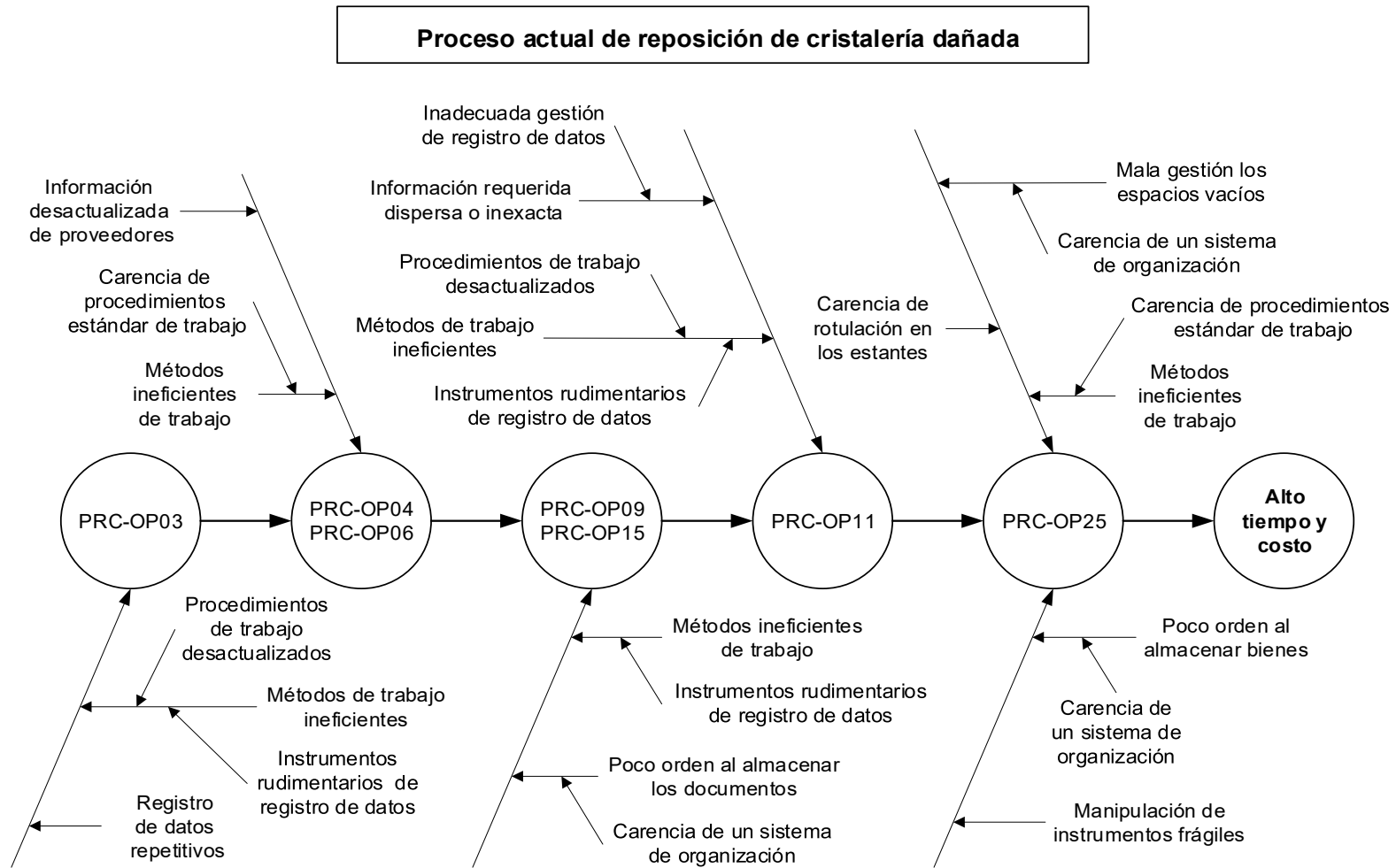
Proceso actual de reposición de cristalería dañada		
Código	Actividad	Descripción
PRC-OP03	Se llena manualmente la boleta de reposición.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a la información reiterativa que se debe de anotar en las boletas de reposición como la fecha, carrera a la que pertenece el estudiante responsable por el daño, el profesor a cargo del grupo y su horario.
PRC-OP04	Se indica al estudiante los términos de la reposición.	La duración y el costo de estas operaciones está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que la información suministrada al estudiante responsable por el daño se hace de manera verbal y en ocasiones debe ser repetida varias veces.
PRC-OP06	Se brinda información de proveedores.	
PRC-OP09	Se busca la boleta firmada en el archivo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que el asistente de laboratorio dedica mucho tiempo en buscar en el archivo las boletas de reposición requeridas al no encontrarse estas ordenadas.
PRC-OP11	Se anotan los datos de la boleta de manera manual.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a la información reiterativa que se debe de incluir en el informe que se debe de preparar para el coordinador del Área de Ciencias Básicas como la fecha en la que se dio el daño, carrera a la que pertenece el estudiante responsable, el profesor a cargo del grupo y su horario.
PRC-OP15	Se busca la boleta firmada en el archivo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que el asistente de laboratorio dedica mucho tiempo a buscar en el archivo las boletas de reposición requeridas al no encontrarse estas ordenadas.

Proceso actual de reposición de cristalería dañada		
Código	Actividad	Descripción
PRC-OP25	Se almacena la cristalería.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido al poco orden que se tiene actualmente al momento de almacenar los bienes y la inadecuada gestión del espacio que se hace en la bodega, lo que dificulta identificar espacios adecuados rápidamente para almacenar los artículos.

Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de reposición de cristalería dañada que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Figura 33

Diagrama de Ishikawa aplicado a las actividades de poco valor agregado presentes en el proceso actual de reposición de cristalería dañada



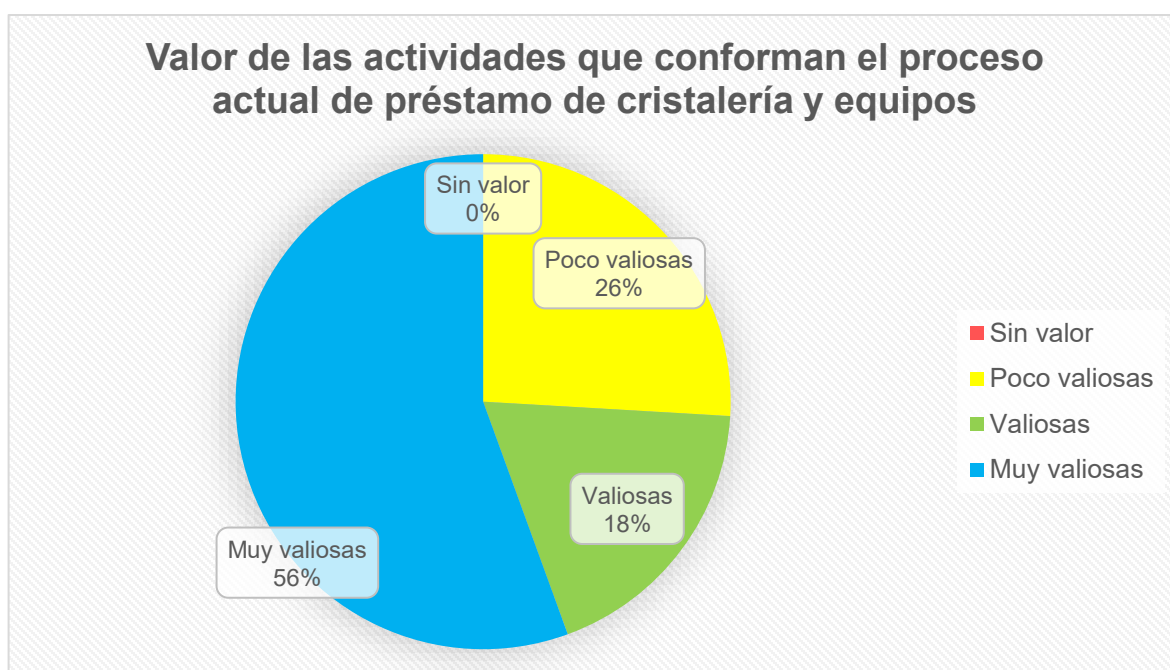
Fuente: Elaboración propia basada las técnicas sugeridas por Gutiérrez (2020, págs. 203-204).

4.3.5. Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

A continuación, en la figura 30 se muestra el gráfico de las actividades que no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 34

Valor de las actividades que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de préstamo de cristalería y equipos que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la tabla 24 se muestra el análisis de las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Tabla 24

Actividades de poco valor agregado en el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

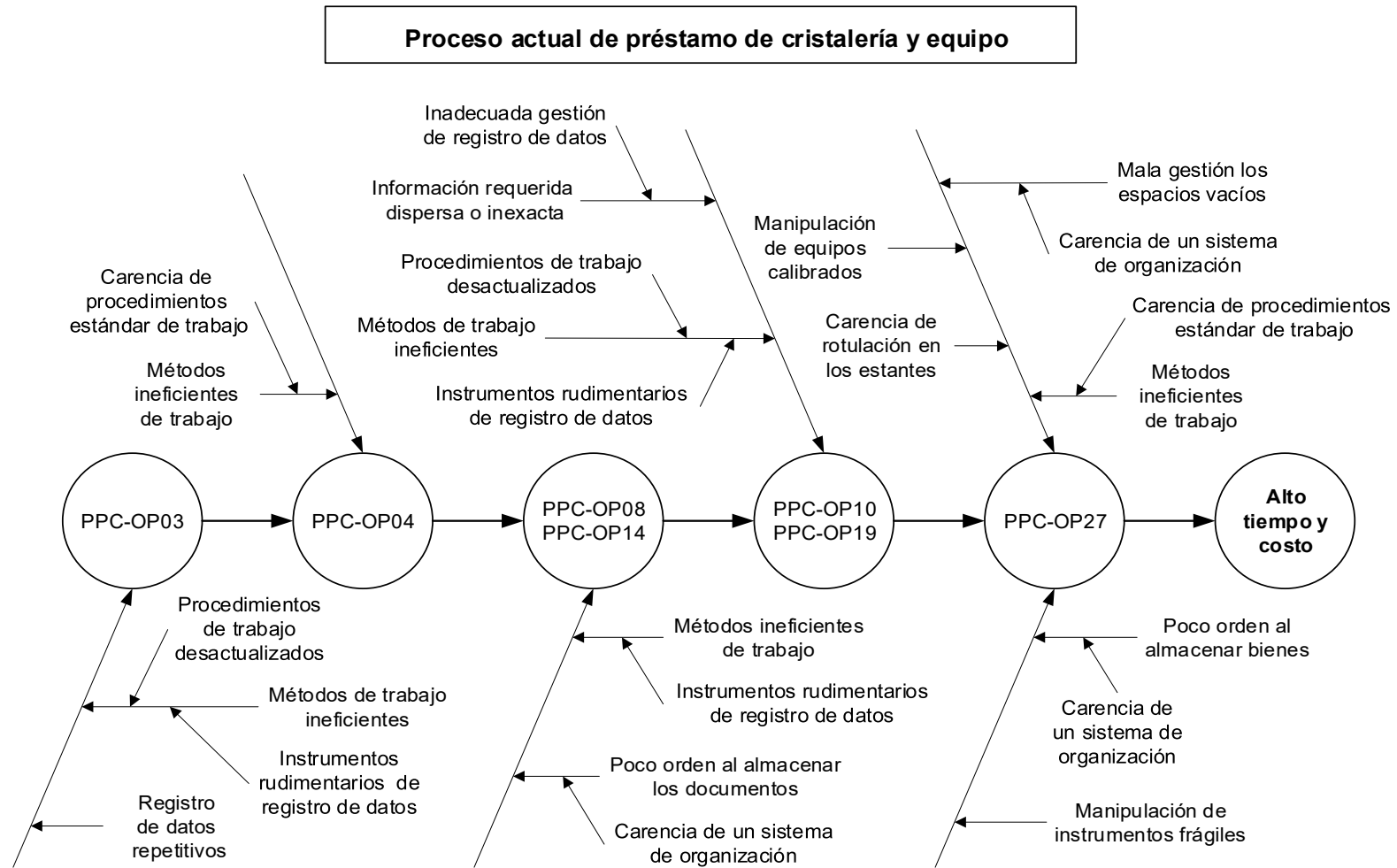
Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos		
Código	Actividad	Descripción
PPC-OP03	Se llena manualmente la boleta de préstamo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a la información reiterativa que se debe de anotar en las boletas de préstamo como la fecha, carrera a la que pertenece el solicitante, tipo de equipos, entre otros.
PPC-OP04	Se indica al solicitante los términos del préstamo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que la información suministrada al solicitante se hace de manera verbal y en ocasiones debe ser repetida varias veces.
PPC-OP08	Se busca la boleta firmada en el archivo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que el asistente de laboratorio dedica mucho tiempo en buscar en el archivo las boletas de préstamo requeridas al no encontrarse estas ordenadas.
PPC-OP10	Se anotan los datos de la boleta firmada de manera manual.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a la información reiterativa que se debe de incluir en el informe que se debe de preparar para el coordinador del Área de Ciencias Básicas, como la fecha en la que se dio el préstamo, carrera a la que pertenece el solicitante, tipo de equipos, entre otros.
PPC-OP14	Se busca la boleta firmada en el archivo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que el asistente de laboratorio dedica mucho tiempo en buscar en el archivo las boletas de préstamo requeridas al no encontrarse estas ordenadas.
PPC-OP19	Se anotan los datos de la boleta de manera manual.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a la información reiterativa que se debe de incluir en el informe que se debe de preparar para el coordinador del Área de Ciencias Básicas como la fecha en la que se dio el préstamo, carrera a la que pertenece el solicitante, tipo de equipos, entre otros.

Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos		
Código	Actividad	Descripción
PPC-OP27	Se almacenan los bienes.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido al poco orden que se tiene actualmente al momento de almacenar los bienes y la inadecuada gestión del espacio que se hace en la bodega, lo que dificulta identificar espacios adecuados rápidamente para almacenar los artículos.

Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de préstamo de cristalería y equipos que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Figura 35

Diagrama de Ishikawa aplicado a las actividades de poco valor agregado presentes en el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos



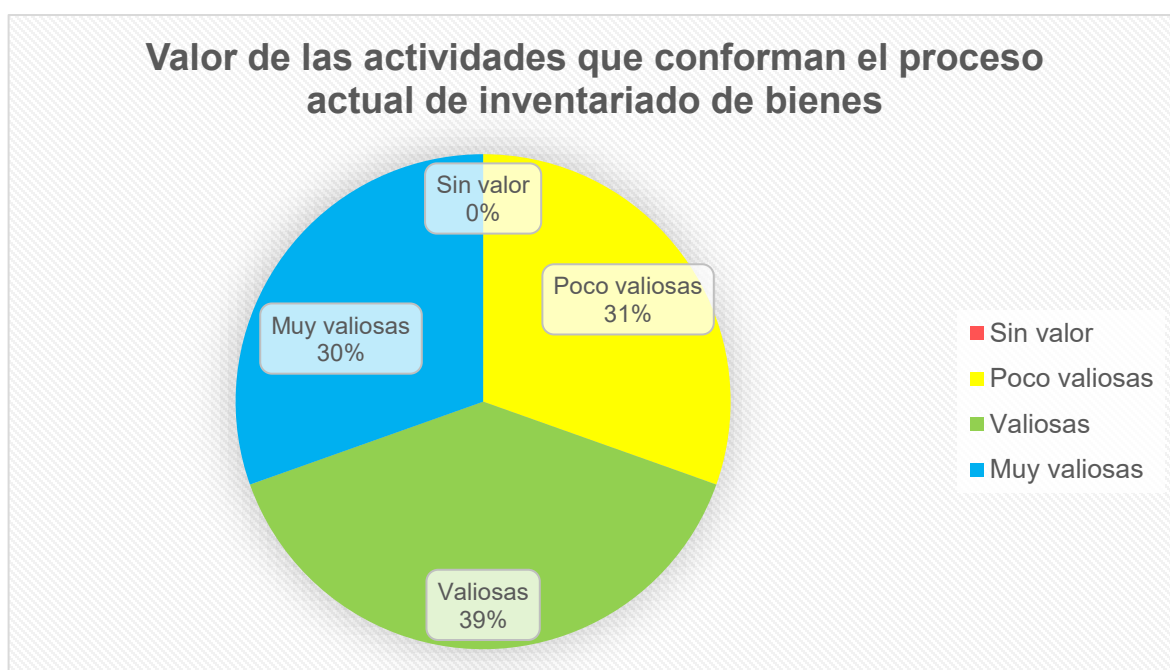
Fuente: Elaboración propia basada las técnicas sugeridas por Gutiérrez (2020, págs. 203-204).

4.3.6. Proceso actual de inventariado de bienes

A continuación, en la figura 31 se muestra el gráfico de las actividades que no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro del proceso actual de inventariado de bienes que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 36

Valor de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de bienes



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de inventariado de bienes que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

A continuación, en la tabla 25 se muestra el análisis de las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro del proceso actual de inventariado de bienes que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

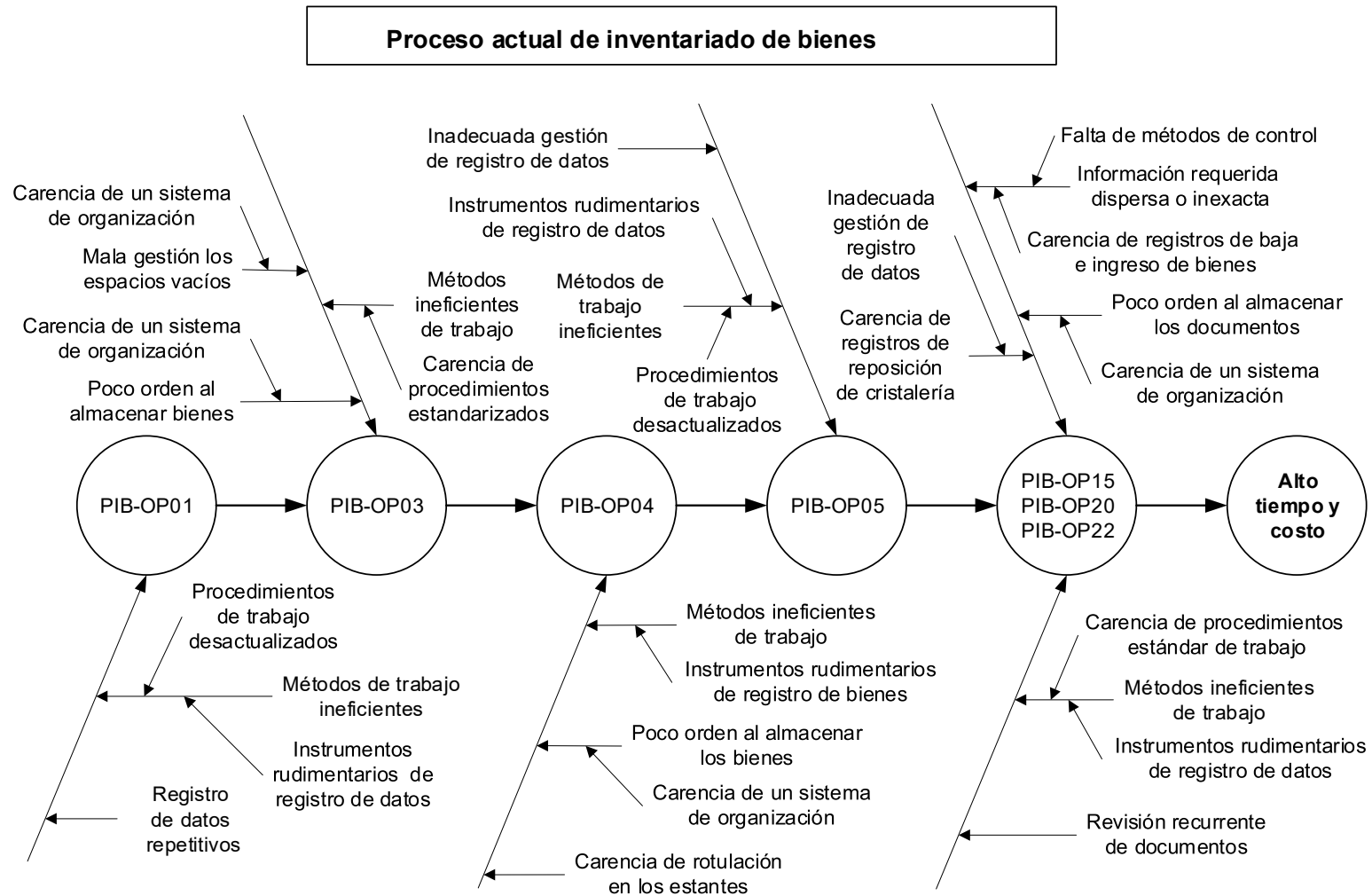
Tabla 25*Actividades de poco valor agregado en el proceso actual de inventariado de bienes*

Proceso actual de inventariado de bienes		
Código	Actividad	Descripción
PIB-OP01	Se crea manualmente una lista de los bienes por inventariar.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a la información reiterativa que se debe de incluir en la lista para realizar el proceso de inventario como la placa y nombre de los artículos y las cantidades existentes de cada uno de ellos.
PIB-OP03	El asistente se desplaza hacia los muebles para buscar los artículos por inventariar.	La duración y el costo de estas operaciones está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido al poco orden que se tiene actualmente al momento de almacenar los bienes, la inadecuada gestión del espacio que se hace en la bodega y a la carencia de métodos estandarizados de trabajo.
PIB-OP04	Se buscan los artículos.	
PIB-OP05	Se registran las cantidades existentes en la lista.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, para registrar las cantidades totales de cada artículo, primero se deben de contar las unidades existentes de cada uno de ellos de forma manual.
PIB-OP15	Se realiza manualmente el informe del inventario.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que se debe de detallar para cada uno de los bienes inventariados su tipo, placa, cantidad actual y anterior y, en caso de que existieran diferencias, la justificación de estas como los datos correspondientes a las boletas de baja de bienes y de reposición de cristalería dañada.
PIB-OP20	Se realiza manualmente el informe del inventario.	
PIB-OP22	Se realiza manualmente el informe del inventario.	

Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de inventariado de bienes que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Figura 37

Diagrama de Ishikawa aplicado a las actividades de poco valor agregado presentes en el proceso actual de inventariado de bienes



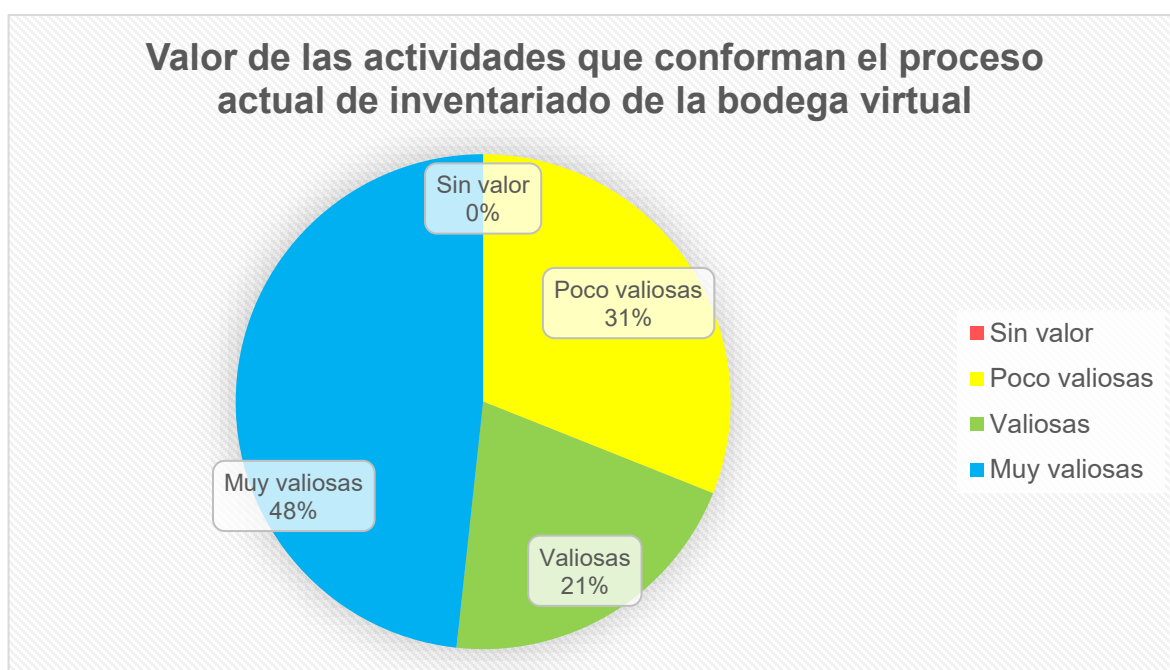
Fuente: Elaboración propia basada las técnicas sugeridas por Gutiérrez (2020, págs. 203-204).

4.3.7. Proceso actual de inventario de la bodega virtual

Seguidamente, en la figura 32 se muestra el gráfico de las actividades que no agregan valor, tienen poco valor, son valiosas o muy valiosas dentro del proceso actual de inventariado de la bodega virtual que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Figura 38

Valor de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de la bodega virtual



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de inventariado de la bodega virtual que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

En la tabla 26, se muestra el análisis de las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro del proceso actual de inventariado de la bodega virtual que es utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Tabla 26

Actividades de poco valor agregado en el proceso actual de inventariado de la bodega virtual

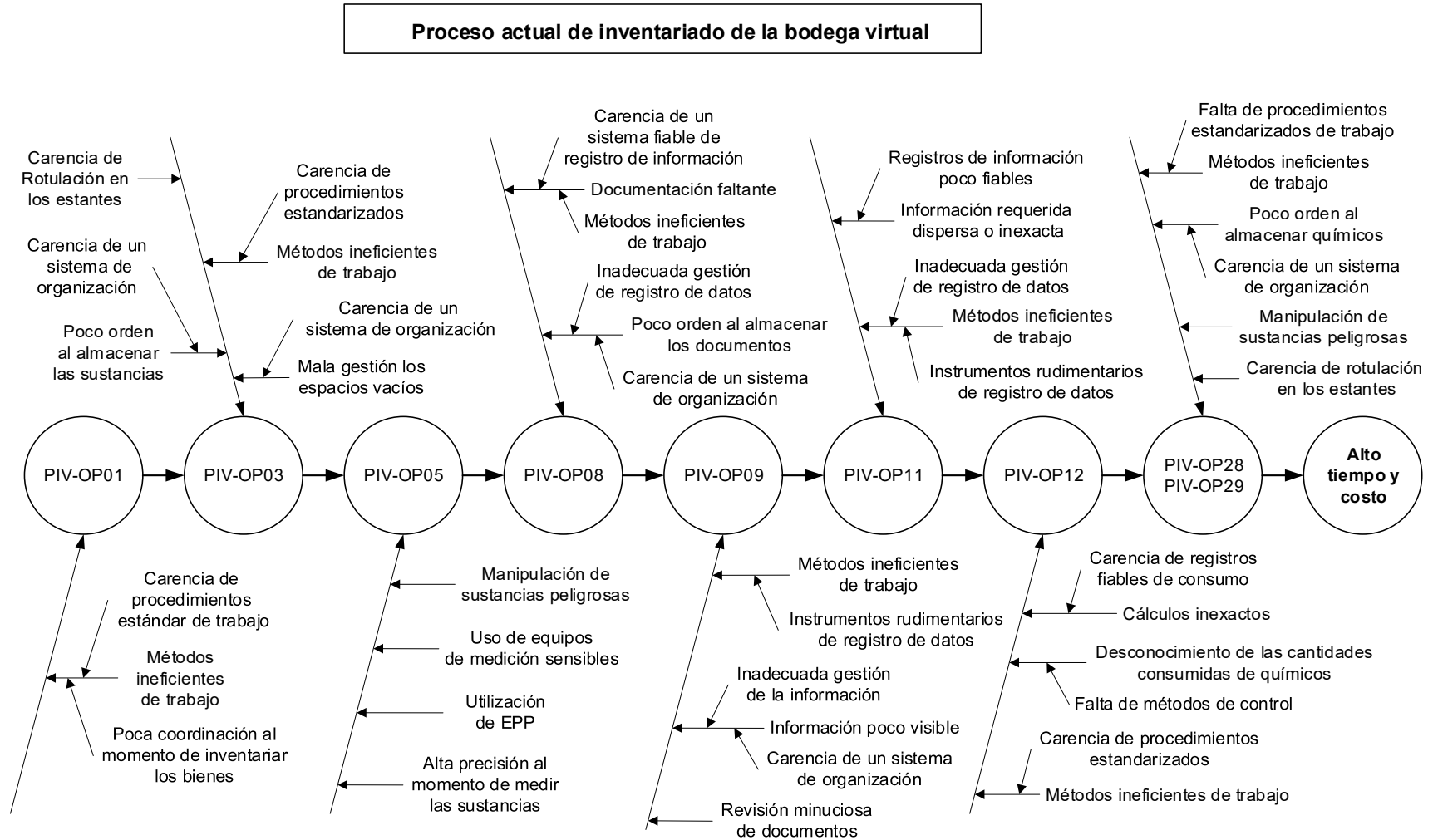
Proceso actual de inventariado de la bodega virtual		
Código	Actividad	Descripción
PIV-OP01	Se indica al asistente el nombre del artículo por inventariar.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido a que la información es transmitida de manera verbal y en ocasiones debe ser repetida varias veces.
PIV-OP03	Se busca la sustancia en la bodega.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido al poco orden que se tiene actualmente al momento de almacenar los bienes, la inadecuada gestión del espacio que se hace en la bodega y a la carencia de métodos estandarizados de trabajo.
PIV-OP05	Se mide el peso o volumen de la sustancia.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, al momento de medir el peso o volumen de las sustancias por inventariar, se deben de manipular los instrumentos de medición de manera muy precisa. Por otra parte, si se manipulan sustancias altamente tóxicas o corrosivas, se deben de tomar medidas de seguridad adicionales con el fin de evitar algún accidente.
PIV-OP08	Se busca el certificado de análisis de la sustancia.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que el asistente de laboratorio dedica mucho tiempo en buscar en internet o en el archivo los certificados de análisis requeridos, al no encontrarse estos ordenados o no contar con los mismos.
PIV-OP09	Se revisa la fecha de vencimiento o reanálisis de la sustancia.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que se deben de revisar minuciosamente los certificados de análisis de cada una de las sustancias a inventariar para encontrar las fechas correctas de vencimiento o reanálisis.
PIV-OP11	Se revisa el consumo del químico en la bitácora de control.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que se debe de revisar minuciosamente la bitácora física de consumos para evitar errores de transcripción.

Proceso actual de inventariado de la bodega virtual		
Código	Actividad	Descripción
PIV-OP12	Se calcula de manera manual el consumo total del periodo.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso debido a que, para realizar el cálculo del consumo total de cada una de las sustancias químicas durante el periodo en el que se realiza el inventario, se deben de ingresar los datos a la calculadora u hoja de cálculo de forma minuciosa para evitar errores de transcripción.
PIV-OP28	Se almacenan los artículos en los muebles.	La duración y el costo de esta operación está por encima del promedio calculado para el conjunto de actividades que conforman el proceso, debido al poco orden que se tiene actualmente al momento de almacenar los bienes, la inadecuada gestión del espacio que se hace en la bodega y a la carencia de métodos estandarizados de trabajo.
PIV-OP29	Se almacenan los artículos en los muebles.	

Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de inventariado de la bodega virtual que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2023.

Figura 39

Diagrama de Ishikawa aplicado a las actividades de poco valor agregado presentes en el proceso actual de inventariado de la bodega virtual



Fuente: Elaboración propia basada las técnicas sugeridas por Gutiérrez (2020, págs. 203-204).

4.3.8. Diagrama de Pareto

A continuación, en la tabla 27 y en la figura 40 se muestran los resultados obtenidos con el diagrama de Pareto elaborado a partir de las causas raíz que afectan a las actividades que no agregan valor o tienen poco valor, dentro de los procesos desarrollados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

El método que se utiliza para analizar los datos consiste en agrupar las distintas causas raíz que afectan a las actividades que no agregan valor o tienen poco valor que se identificaron en los diagramas de Ishikawa elaborados para cada uno de los procesos desarrollados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología con el fin de calcular sus frecuencias absolutas y relativas acumuladas, para posteriormente elaborar a partir de esta información un diagrama de Pareto.

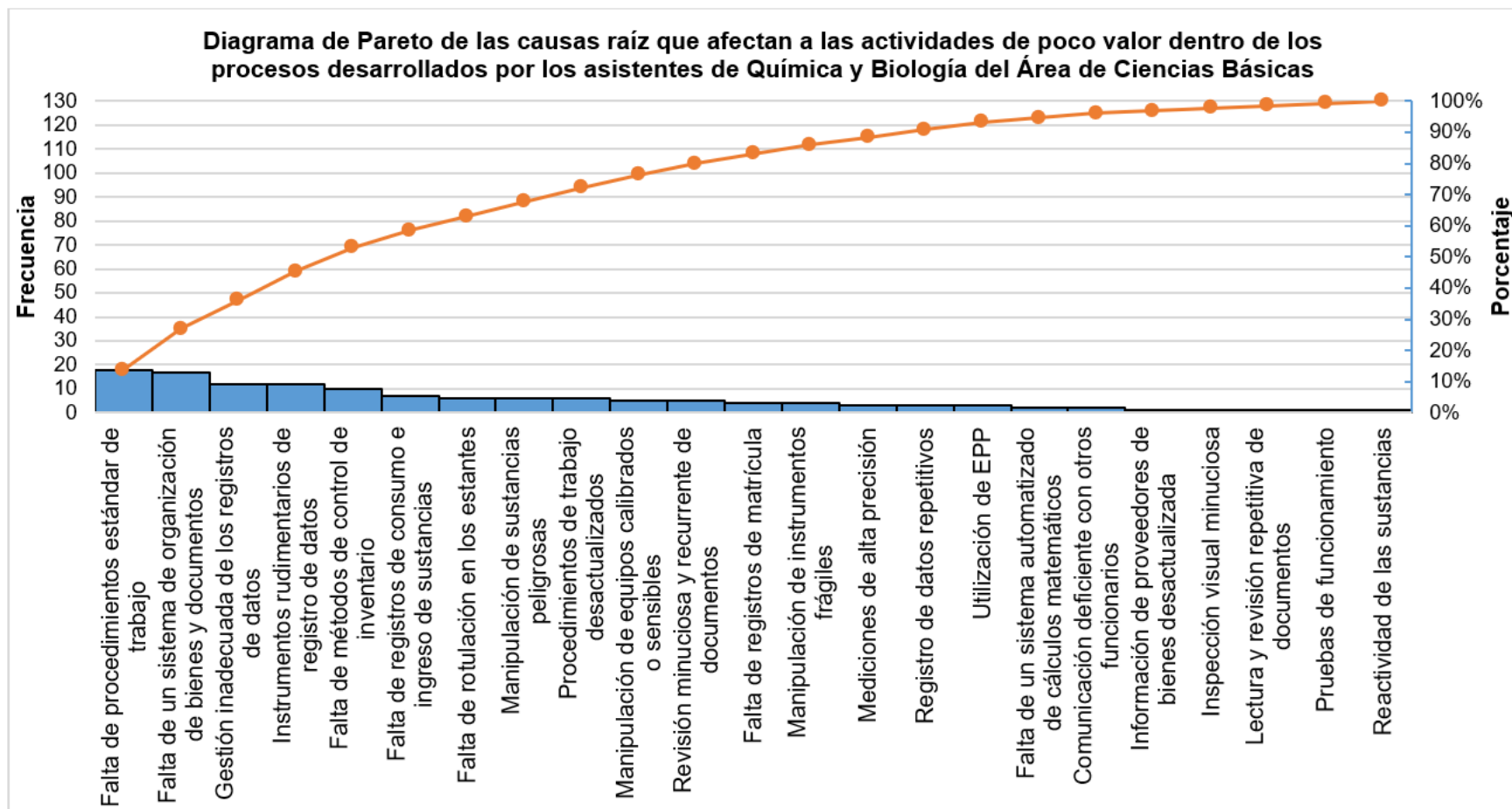
Tabla 27*Causas raíz que afectan a las actividades desarrolladas en la bodega T108*

Causa raíz	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa acumulada
Falta de procedimientos estándar de trabajo	18	14%
Falta de un sistema de organización de bienes y documentos	17	27%
Gestión inadecuada de los registros de datos	12	36%
Instrumentos rudimentarios de registro de datos	12	45%
Falta de métodos de control de inventario	10	53%
Falta de registros de consumo e ingreso de sustancias	7	58%
Falta de rotulación en los estantes	6	63%
Manipulación de sustancias peligrosas	6	68%
Procedimientos de trabajo desactualizados	6	72%
Manipulación de equipos calibrados o sensibles	5	76%
Revisión minuciosa y recurrente de documentos	5	80%
Falta de registros de matrícula	4	83%
Manipulación de instrumentos frágiles	4	86%
Mediciones de alta precisión	3	88%
Registro de datos repetitivos	3	91%
Utilización de EPP	3	93%
Falta de un sistema automatizado de cálculos matemáticos	2	95%
Comunicación deficiente con otros funcionarios	2	96%
Información de proveedores de bienes desactualizada	1	97%
Inspección visual minuciosa	1	98%
Lectura y revisión repetitiva de documentos	1	98%
Pruebas de funcionamiento	1	99%
Reactividad de las sustancias	1	100%

Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de Ishikawa aplicados a las actividades sin valor o de poco valor presentes en los procesos desarrollados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

Figura 40

Diagrama de Pareto de las causas raíz que afectan a las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro de los procesos desarrollados por los asistentes de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas



Fuente: Elaboración propia, basada en los diagramas de Ishikawa aplicados a las actividades sin valor o de poco valor presentes en los procesos desarrollados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2023.

4.3.9. Matriz de priorización

A continuación, en la tabla 28 se muestra la matriz de priorización elaborada a partir del 20 % de las causas raíz que representan el 80 % de los problemas que afectan a las actividades que no agregan valor o tienen poco valor, dentro de los procesos desarrollados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Finalmente, el método que se utiliza para analizar los datos consiste en tabular las distintas causas raíz identificadas y elaborar criterios que permitan ponderar su impacto dentro de los distintos procesos analizados para evaluar a cuál de ellas se les debe de dar prioridad al momento de definir las propuestas de mejora. Los criterios que se aplican a cada actividad son los siguientes: ¿Cuántas actividades se ven afectadas? ¿Efecto a corto plazo? ¿Efecto a largo plazo? ¿Viabilidad técnica? La magnitud que se asigna a cada criterio tiene una valoración del uno al diez, en donde uno representa el menor impacto y diez, el mayor dentro de los distintos procesos. La valoración de cada causa raíz se realiza de acuerdo con el criterio experto de los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas en la bodega T108.

Tabla 28

Matriz de priorización de las causas raíz que generan poco valor dentro de los procesos estudiados

Causas raíz	Criterios de valoración de posibles soluciones				
	¿Cuántas actividades se ven afectadas?	Facilidad de ejecución	Efecto a corto plazo	Viabilidad técnica	Total
Falta de procedimientos estándar de trabajo	10	10	10	10	40
Falta de un sistema de organización de bienes y documentos	10	10	10	10	40
Gestión inadecuada de los registros de datos	10	8	10	10	38
Falta de rotulación en los estantes	8	10	10	10	38
Falta de registros de consumo e ingreso de sustancias	7	10	10	10	37
Procedimientos de trabajo desactualizados	10	8	8	10	36
Manipulación de sustancias peligrosas	5	10	10	10	35
Instrumentos rudimentarios de registro de datos	9	5	8	10	32
Revisión minuciosa y recurrente de documentos	5	8	8	10	31
Falta de métodos de control de inventario	7	5	8	10	30
Manipulación de equipos calibrados o sensibles	4	8	8	10	30

Fuente: Elaboración propia, basada en los resultados del diagrama de Pareto elaborado a partir de las causas raíz que afectan a las actividades que no agregan valor o tienen poco valor dentro de los procesos desarrollados por los asistentes de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

5.1. Viabilidad de la propuesta simulada

En el presente apartado, se examina la viabilidad de las propuestas de mejora que se simularon para los distintos procesos mapeados en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, de acuerdo con la información recolectada al analizar las distintas actividades que no agregan valor dentro de estos, mediante el uso de diagramas de Ishikawa, Pareto y una matriz de priorización, la cual se utiliza para identificar las causas raíz de mayor afectación.

El método que se utiliza para analizar la viabilidad de las propuestas de mejora consiste en recolectar muestras de tiempo de las distintas actividades que conforman los procesos, para luego someterlas a una prueba de bondad de ajuste con el fin de validar si los datos recopilados provienen de una población cuyo comportamiento se ajusta al de una distribución de probabilidad teórica determinada.

Una vez validados los datos y utilizando como referencia los diagramas de flujo y cursogramas analíticos de los distintos procesos, se crean modelos de simulación de estos mediante el uso del *software* FlexSim, con el propósito de comparar datos generados por los modelos con las respectivas muestras de tiempo de cada proceso. Esto se hace para validar, mediante un análisis de varianza (ANOVA), que las medias de los grupos (datos muestrales y simulados) son iguales, probándose así la fiabilidad de los modelos de simulación.

Después de validarse los modelos, se realizan experimentos en ellos, los cuales consisten en tomar muestras de los tiempos simulados de las operaciones

que se ven modificadas al incorporar en los procesos el uso de un sistema de información, cuyo diseño se basa en los resultados obtenidos en la matriz de priorización elaborada en el capítulo anterior. Finalmente, se les aplica una prueba t de medias con el objetivo de probar que existe una diferencia significativa entre las muestras tomadas y los valores obtenidos en el modelo sin hacerse cambio alguno, demostrándose de esta manera que las mejoras propuestas para cada uno de los distintos procesos sí tienen un impacto en ellos.

5.1.1. Proceso actual de almacenamiento de bienes

En los siguientes apartados, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las etapas que se siguieron para elaborar la simulación del proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y la propuesta de mejora de este.

5.1.1.1 Muestras de tiempo del método actual. En la siguiente tabla, se muestra la codificación junto a las muestras de tiempo de cada una de las actividades que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 29*Muestras de tiempo del proceso actual de almacenamiento de bienes*

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
AB-OP01 AB-OP02	3,31	3,35	3,18	3,26	2,34	1,15	2,49	1,38	3,25	3,29
	2,24	3,5	3,29	2,25	1,18	1,17	3,34	1,25	1,39	3,49
	2,43	1,29	2,47	2,41	1,33	1,47	1,45	3,51	3,27	1,23
AB-OP03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
	0,05	0,05	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05
	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	0,33	0,33	0,31	1,36	0,3	1,4	1,34	1,29	0,31	1,35
	1,38	1,33	1,37	0,35	0,4	0,41	1,41	0,32	1,35	1,32
	0,24	0,3	1,26	0,26	1,37	0,31	1,35	0,25	0,3	1,37
AB-OP07 AB-OP08	0,42	0,52	0,52	0,52	0,37	0,41	0,39	0,33	0,32	0,33
	0,38	0,36	0,32	0,32	0,38	0,32	0,42	0,48	0,45	0,53
	0,39	0,34	0,5	0,4	0,42	0,42	0,45	0,34	0,47	0,46
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	0,26	0,24	0,24	0,21	0,26	0,21	0,26	0,21	0,22	0,28
	0,28	0,3	0,3	0,29	0,29	0,28	0,24	0,29	0,21	0,28
	0,26	0,3	0,29	0,28	0,28	0,29	0,25	0,26	0,22	0,24

Fuente: Elaboración propia, basada en los cursogramas analíticos y las muestras de tiempo recolectadas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

5.1.1.2 Prueba de bondad de ajuste. A continuación, en la tabla 30 se muestran los resultados obtenidos al aplicar, mediante el uso de la herramienta ExpertFit, la prueba de bondad de ajuste a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, para determinar cuál distribución de probabilidad se ajusta mejor al comportamiento de los datos para ser utilizada en el modelo de simulación.

Tabla 30

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de almacenamiento de bienes

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
AB-OP01 AB-OP02	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (1.148329, 3.513547, -0.009803, 0.327179, getstream(current))
	2 - Beta	96,55	
	3 - Chi-Square (E)	87,93	
AB-OP03	1 - Exponential(E)	90,22	exponential (0.027214, 0.011119, getstream(current))
	2 - Pareto(E)	81,52	
	3 - Rayleigh(E)	78,26	
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	1 - Beta	95,83	beta (0.239698, 1.411769, 0.380844, 0.378058, getstream(current))
	2 - Chi-Square(E)	90,63	
	3 - Johnson SB	83,33	
AB-OP07 AB-OP08	1 - Beta	96,77	beta (0.316837, 0.533425, 0.672910, 0.890080, getstream(current))
	2 - Johnson SB	94,35	
	3 - Rayleigh(E)	92,74	
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	1 - Erlang(E)	84,78	erlang (0.000000, 0.003833, 64.000000, getstream(current))
	2 - Gamma	82,61	
	3 - Beta	81,52	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.1.3 Construcción y validación del modelo. A continuación, en las tablas 31, 32 y en la figura 41 se muestran, respectivamente, los tiempos simulados para cada una de las actividades que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, el análisis de varianza aplicado a los datos para validar si estos reflejan la realidad de proceso y la representación gráfica de la simulación.

Tabla 31

Muestras de tiempo simulado del proceso actual de almacenamiento de bienes

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
AB-OP01 AB-OP02	Sim. 1	3,45	2,6	1,42	3,11	2,84	2,13	2,92	3,3	2,34	3,54
		3,39	2,11	2,44	2,46	3,5	2,72	1,28	1,41	2,98	2,04
		3,54	1,68	1,58	3,41	1,58	2,28	3,41	3,61	3,39	1,29
	Sim. 2	0,94	0,33	1,42	0,26	1,38	0,29	0,95	0,48	0,51	0,38
		0,83	1,13	1,37	0,71	0,39	0,7	0,73	0,99	0,26	1,24
		0,38	0,69	1,02	1,16	1,43	0,63	0,27	1,42	0,26	1,17
	Sim. 3	0,35	0,56	1,43	0,76	0,29	1,43	1,41	1,28	1,4	0,36
		0,26	1,33	0,46	1,26	0,26	1,43	0,27	0,38	0,3	1,18
		1,35	0,57	0,57	0,89	1,43	0,3	0,94	0,83	1,43	0,53
AB-OP03	Sim. 1	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03
		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04
		0,03	0,04	0,04	0,03	0,05	0,07	0,06	0,03	0,03	0,05
	Sim. 2	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03
		0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03
		0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
	Sim. 3	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
		0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03	0,06
		0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
S	1,09	0,95	0,7	1,42	0,5	0,47	1,29	1,34	1,1	0,28	

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos									
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06		0,46	0,95	0,44	0,26	1,12	0,3	0,55	0,36	0,74	1,4
		0,93	0,31	1,43	0,26	1,43	1,07	0,45	0,27	1,34	0,91
	Sim. 2	0,94	0,33	1,42	0,26	1,38	0,29	0,95	0,48	0,51	0,38
		0,83	1,13	1,37	0,71	0,39	0,7	0,73	0,99	0,26	1,24
		0,63	0,27	1,42	0,26	1,17	0,38	0,69	1,02	1,16	1,43
	Sim. 3	0,35	0,56	1,43	0,76	0,29	1,43	1,41	1,28	1,4	0,36
		0,26	1,33	0,46	1,26	0,26	1,43	0,27	0,38	0,3	1,18
		0,3	0,94	0,83	1,43	0,53	1,35	0,57	0,57	0,89	1,43
	AB-OP07 AB-OP08	Sim. 1	0,55	0,37	0,41	0,55	0,51	0,49	0,35	0,49	0,34
0,39			0,4	0,45	0,38	0,37	0,55	0,5	0,45	0,42	0,43
0,52			0,46	0,46	0,47	0,41	0,45	0,51	0,54	0,36	0,44
Sim. 2		0,41	0,48	0,42	0,5	0,47	0,53	0,51	0,49	0,38	0,34
		0,38	0,42	0,39	0,42	0,4	0,4	0,53	0,48	0,52	0,5
		0,34	0,5	0,34	0,45	0,55	0,42	0,55	0,35	0,44	0,5
Sim. 3		0,5	0,55	0,35	0,36	0,34	0,43	0,39	0,34	0,37	0,43
		0,44	0,45	0,34	0,55	0,5	0,45	0,43	0,35	0,34	0,48
		0,53	0,48	0,37	0,37	0,35	0,41	0,36	0,52	0,42	0,47
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	Sim. 1	0,24	0,28	0,27	0,25	0,26	0,34	0,25	0,27	0,31	0,28
		0,24	0,25	0,29	0,28	0,27	0,23	0,25	0,24	0,26	0,22
		0,25	0,25	0,24	0,28	0,21	0,26	0,26	0,27	0,26	0,29
	Sim. 2	0,29	0,29	0,25	0,31	0,23	0,28	0,24	0,25	0,26	0,3
		0,28	0,23	0,29	0,25	0,32	0,25	0,28	0,25	0,29	0,24
		0,26	0,29	0,23	0,23	0,29	0,28	0,28	0,26	0,25	0,25
	Sim. 3	0,24	0,31	0,23	0,26	0,24	0,26	0,21	0,25	0,29	0,24
		0,26	0,27	0,3	0,26	0,22	0,23	0,25	0,27	0,2	0,26
		0,24	0,24	0,28	0,29	0,24	0,21	0,24	0,3	0,28	0,26

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 32

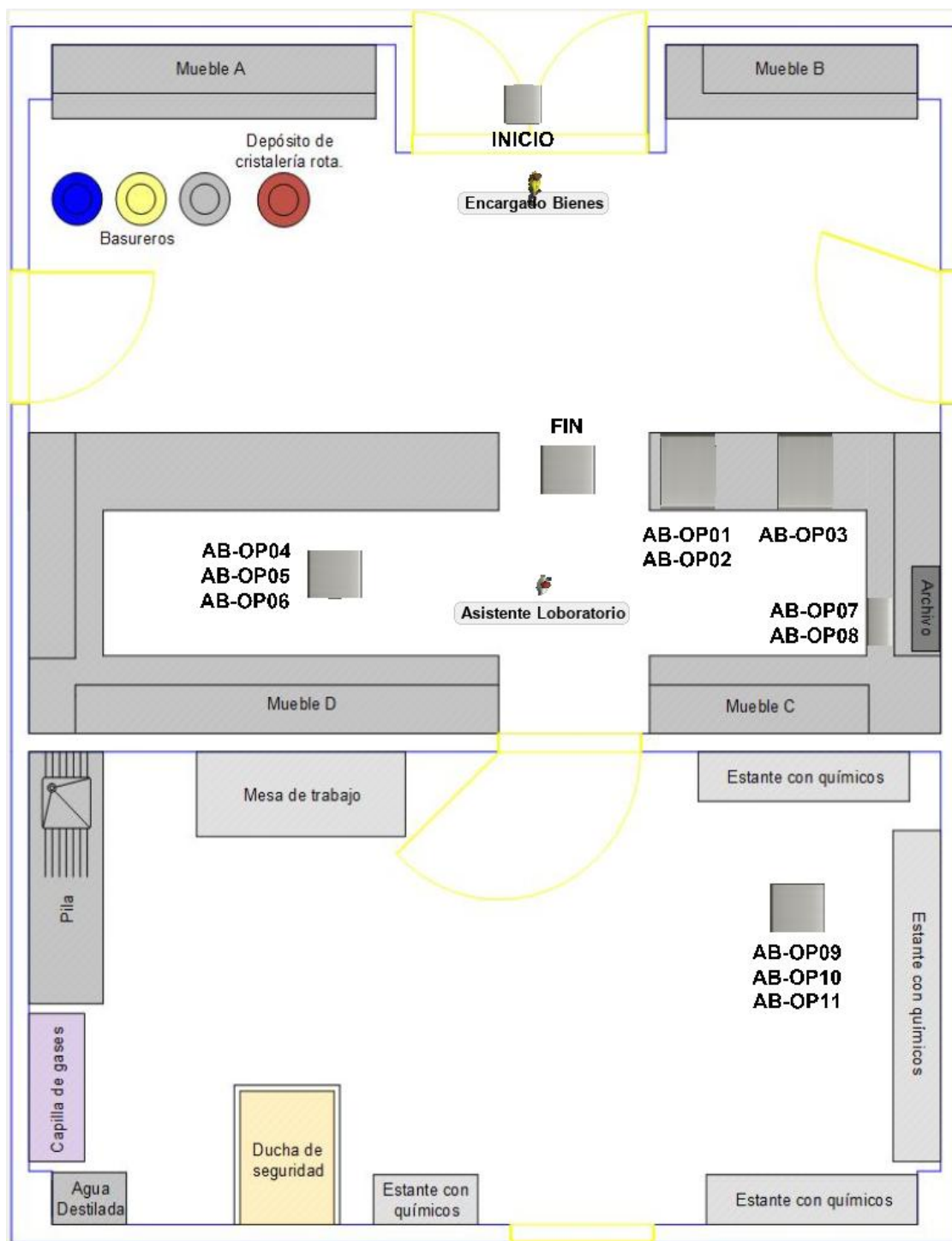
Resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras de tiempo reales y simuladas del proceso actual de almacenamiento de bienes

Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H₀
AB-OP01 AB-OP02	0,413360016	No
AB-OP03	0,19920829	No
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	0,079413868	No
AB-OP07 AB-OP08	2,615465959	No
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	1,017234834	No
Hipótesis estadísticas		
H ₀ = Las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado < V. crítico).		
H ₁ = No todas las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado > V. crítico).		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simuladas de las operaciones que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Figura 41

Representación gráfica de la simulación del proceso actual de almacenamiento de bienes

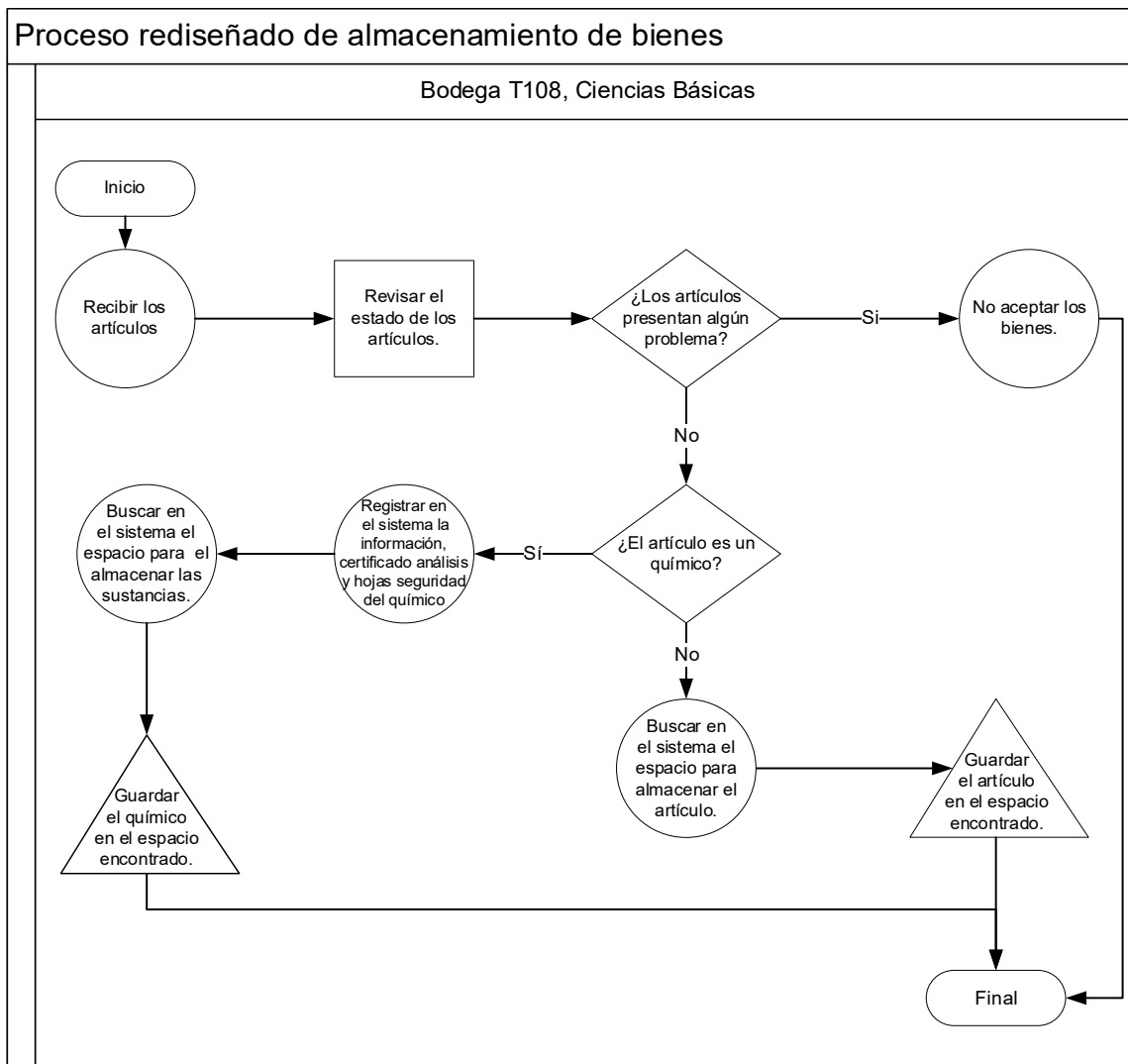


Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y el uso del *software* FlexSim, 2024.

5.1.1.4 Experimentación. A continuación, en la figura 42 se muestra el diagrama de flujo del proceso rediseñado de almacenamiento de bienes que integra el uso del sistema de información propuesto.

Figura 42

Diagrama de flujo del proceso rediseñado de almacenamiento de bienes



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de almacenamiento de bienes que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo que se obtuvieron al simular las operaciones del proceso actual de almacenamiento de

bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, que se ven alteradas al incorporar el uso de un sistema de información que facilita la estandarización de los procedimientos de trabajo, la organización y el acomodo de bienes y reactivos, y la adecuada gestión de los registros de datos y documentos. A su vez, se presentan los resultados obtenidos al aplicar a dichas muestras una prueba t con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de estas al efectuar o no los cambios propuestos con el sistema de información.

Tabla 33

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas sin incluir el uso de un sistema de información en el proceso de almacenamiento de bienes

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	0,27	0,27	0,30	1,34	0,61	0,51	0,65	1,43	0,48	1,38
	0,27	0,41	1,40	0,69	1,43	1,41	1,24	0,70	0,33	1,35
	0,26	0,55	1,42	1,31	0,53	1,43	1,21	0,33	1,42	0,63
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	0,33	0,28	0,27	0,28	0,31	0,24	0,27	0,21	0,30	0,31
	0,25	0,32	0,27	0,24	0,21	0,29	0,28	0,27	0,26	0,32
	0,26	0,55	1,42	1,31	0,53	1,43	1,21	0,33	1,42	0,63

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 34

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de almacenamiento de bienes al incluir el uso de un sistema de información

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	1 - Johnson SB	96,74	johnsonbounded (0.114369, 0.202955, -0.462488, 0.620290, getstream(current))
	2 - Beta	93,48	
	3 - Erlang(E)	86,96	
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	1 - Exponential(E)	93,97	exponential (0.106839, 0.011494, getstream(current))
	2 - Pareto(E)	93,97	
	3 - Rayleigh(E)	81,90	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de almacenamiento de bienes al incluir el uso de un sistema de información.

Tabla 35

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas al incluir el uso de un sistema de información en el proceso de almacenamiento de bienes

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	0,20	0,21	0,17	0,17	0,21	0,18	0,18	0,19	0,21
0,21		0,21	0,20	0,16	0,16	0,19	0,22	0,17	0,20	0,17
0,22		0,21	0,21	0,21	0,20	0,16	0,20	0,20	0,21	0,15
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	0,14	0,14	0,13	0,13	0,15	0,19	0,13	0,13	0,13	0,14
	0,14	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,15	0,14	0,16	0,15
	0,20	0,15	0,13	0,14	0,16	0,13	0,13	0,17	0,13	0,15

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones modificadas de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 36

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de almacenamiento de bienes

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor estadístico de t	Rechazo de H_0
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	-7,593641024	Sí
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	-4,589675018	Sí
Hipótesis estadísticas		
H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de almacenamiento de bienes.		
H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de almacenamiento de bienes.		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado con y sin cambios de las operaciones que conforman el proceso actual de almacenamiento de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.2. Proceso actual de preparación de reactivos

En los siguientes apartados, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las etapas que se siguieron para elaborar la simulación del proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y la propuesta de mejora de este.

5.1.2.1 Muestras de tiempo del método actual. En la siguiente tabla, se muestra la codificación junto con las muestras de tiempo de cada una de las actividades que conforman el proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 37

Muestras de tiempo del proceso actual de preparación de reactivos

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PR-OP01	3,28	3,34	3,44	3,01	2,44	3,41	2,10	2,02	2,14	2,32
	2,27	2,32	2,28	2,04	3,08	3,46	3,48	3,15	3,19	3,06
	3,01	3,45	2,04	2,27	2,09	2,37	2,22	3,34	3,05	2,12
PR-OP02 PR-OP03	1,53	3,48	3,54	4,52	4,48	4,49	3,50	4,51	2,49	5,53
	5,53	4,56	2,49	2,53	4,47	3,52	3,56	5,51	1,57	2,53
	3,46	2,49	4,49	4,48	2,50	3,55	5,54	3,49	1,46	1,48
PR-OP07	16,34	18,39	12,39	13,42	11,34	5,37	12,39	5,37	16,39	17,35
	6,42	5,37	18,43	9,38	13,37	17,37	9,39	17,36	7,43	15,44
	10,38	16,43	18,37	11,42	8,37	6,33	13,36	15,41	11,43	6,42
PR-OP08 PR-OP09 PR-OP10 PR-OP11	1,27	1,24	1,07	1,26	1,41	1,30	1,26	1,16	1,04	1,16
	1,35	1,34	1,07	1,11	1,28	1,33	1,33	1,37	1,14	1,13
	1,25	1,31	1,07	1,27	1,12	1,10	1,39	1,18	1,40	1,30
PR-OP12 PR-OP13	1,29	2,20	2,32	2,18	1,23	2,28	2,15	2,26	1,26	2,29
	2,33	2,34	1,24	2,28	1,33	2,19	1,25	1,24	1,23	2,32
	2,24	1,18	2,27	2,31	2,27	2,19	2,31	1,16	1,24	1,22
PR-OP14 PR-OP15	3,16	1,21	2,34	2,27	3,24	2,38	4,40	2,18	2,09	3,09
	1,24	2,32	3,03	1,14	4,29	1,03	3,28	2,03	4,00	2,03
	4,16	2,16	1,19	3,06	4,22	2,14	2,40	3,28	3,29	1,20
PR-OP16	1,20	1,27	1,35	1,45	1,26	1,46	1,22	1,34	1,45	1,27
	1,44	1,43	1,39	1,28	1,28	1,17	1,17	1,51	1,21	1,20
	1,45	1,40	1,29	1,36	1,49	1,12	1,21	1,31	1,17	1,48
PR-OP17	0,35	0,28	0,33	0,25	0,24	0,28	0,33	0,22	0,24	0,33

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
		0,24	0,32	0,23	0,30	0,28	0,31	0,35	0,30	0,33
	0,25	0,23	0,33	0,24	0,29	0,33	0,26	0,30	0,24	0,34

Fuente: Elaboración propia, basada en los cursogramas analíticos y las muestras de tiempo recolectadas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

5.1.2.2 Prueba de bondad de ajuste. En la tabla 34, se muestran los resultados obtenidos al aplicar, mediante el uso de la herramienta ExpertFit, la prueba de bondad de ajuste a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, para determinar cuál distribución de probabilidad se ajusta mejor al comportamiento de los datos para ser utilizada en el modelo de simulación.

Tabla 38

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de preparación de reactivos

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PR-OP01	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (2.017883, 3.483540, 0.042239, 0.360228, getstream(current))
	2 - Beta	96,55	
	3 - Exponential(E)	75,86	
PR-OP02 PR-OP03	1 - Johnson SB	98,00	johnsonbounded (0.557113, 5.227652, -0.153852, 0.955170, getstream(current))
	2 - Beta	96,00	
	3 - Weibull	88,50	
PR-OP07	1 - Beta	100	beta (5.064402, 18.518664, 0.756299, 0.665058, getstream(current))
	2 - Johnson SB	95,83	
	3 - Weibull	89,17	
PR-OP08 PR-OP09	1 - Beta	97,58	beta (1.030824, 1.413622, 1.106951, 0.979618, getstream(current))
	2 - Johnson SB	97,58	

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PR-OP10 PR-OP11	3 - Weibull	87,90	
PR-OP12 PR-OP13	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (0.002224, 2.342347, -1.162661, 0.507920, getstream(current))
	2 - Beta	96,43	
	3 - Chi-Square(E)	90,18	
PR-OP14 PR-OP15	1 - Johnson SB	97,00	johnsonbounded (0.635938, 4.824342, 0.132111, 0.836211, getstream(current))
	2 - Weibull(E)	90,00	
	3 - Weibull	88,00	
PR-OP16	1 - Beta	96,67	beta (1.116640, 1.515807, 1.100702, 1.049289, getstream(current))
	2 - Johnson SB	96,67	
	3 - Rayleigh(E)	85,00	
PR-OP17	1 - Beta	97,58	beta (0.219571, 0.351494, 0.842276, 0.829082, getstream(current))
	2 - Johnson SB	97,58	
	3 - Rayleigh(E)	90,32	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.2.3 Construcción y validación del modelo. A continuación, en las tablas 35, 36 y en la figura 43 se muestran, respectivamente, los tiempos simulados para cada una de las actividades que conforman el proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, el análisis de varianza aplicado a los datos para validar si estos reflejan la realidad de proceso y la representación gráfica de la simulación.

Tabla 39

Muestras de tiempo simulado del proceso actual de preparación de reactivos

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
PR-OP01	Sim. 1	3,41	2,93	2,27	3,23	3,07	2,67	3,12	3,37	2,78	3,54
		3,43	2,66	2,84	2,85	3,51	3	2,17	2,26	3,15	2,62
		2,75	3,44	3,61	3,42	2,18	3,55	2,42	2,37	3,44	2,36
	Sim. 2	3,11	2,56	2,25	2,21	2,78	2,47	2,2	3,49	3,59	2,84
		2,35	2,2	3,06	3,41	3,46	3,6	2,6	3,44	3,56	3,62
		2,64	3,63	2,26	2,18	2,68	2,81	3,63	3,14	3,3	3,63
	Sim. 3	2,28	3,63	3,61	2,49	2,43	2,26	3,63	2,36	3,56	2,27
		3,62	2,27	3,61	2,28	2,58	2,35	3,01	3,51	3,63	2,77
		2,3	3,25	3,57	3,54	3,34	3,62	2,55	2,19	2,18	2,70
PR-OP02 PR-OP03	Sim. 1	3,04	3,68	3,76	2,07	2,3	3,22	3,77	3,69	1,83	3,02
		4,35	3,92	4,54	3,56	3	3,14	4,23	2,72	2,13	3,43
		2,26	2,79	1,9	1,73	4,71	3,07	3,37	3,57	3,9	2,93
	Sim. 2	2,54	2,71	4,8	2,54	3,15	4,3	2,65	3,53	4,43	2,86
		1,75	3,24	4,65	3,15	2,04	4,83	3,15	3,92	3,06	4,28
		1,52	2,57	1,65	2,34	1,16	3,97	4,42	3,01	4,21	1,78
	Sim. 3	1,81	3,91	4,39	1,91	3,88	1,66	4,13	3,99	3,53	2,94
		3,09	3,61	3,84	5,06	3,46	2,85	1,31	2,27	2,46	4,25
		2,4	2,48	1,12	4,29	4,93	2,86	1,6	2,2	4,58	2,36
PR-OP07	Sim. 1	14,11	17,16	5,68	8,94	16,61	7,36	12,78	6,3	14,57	6,68
		7,54	10,36	9,29	5,19	13,89	7,41	8,84	12,19	16,33	6,42
		12,72	8,07	18,44	5,38	18,34	5,91	6,56	12,71	16,45	12,39
	Sim. 2	17,78	5,8	6,99	17,98	8,27	14,33	9,15	9,75	6,3	18,14
		13,73	5,43	8,4	9,2	16,64	12,1	15,98	5,49	12,99	6,06
		5,62	6,55	10,81	15,73	17,54	8,69	18,41	11,65	5,33	6,09
	Sim. 3	8,72	18,26	17,46	9,08	7,36	11,92	14,53	5,64	18,47	10,98
		11,03	10,37	9,19	6,06	10,87	10,48	13,93	18,37	18,03	18,48
		17,74	10,4	15,23	5,64	18,49	6,21	18,54	5,1	10,42	13,45
PR-OP08 PR-OP09 PR-OP10 PR-OP11	Sim. 1	1,09	1,2	1,1	1,05	1,08	1,38	1,11	1,27	1,39	1,06
		1,22	1,23	1,22	1,26	1,17	1,15	1,42	1,37	1,31	1,19
		1,17	1,23	1,08	1,38	1,25	1,26	1,26	1,29	1,43	1,14
	Sim. 2	1,29	1,23	1,39	1,33	1,23	1,18	1,25	1,41	1,1	1,34
		1,21	1,25	1,27	1,26	1,28	1,24	1,28	1,41	1,37	1,1
		1,07	1,38	1,38	1,29	1,43	1,36	1,18	1,18	1,43	1,34
	Sim. 3	1,4	1,16	1,21	1,06	1,3	1,2	1,06	1,14	1,25	1,41
		1,41	1,13	1,06	1,11	1,32	1,4	1,05	1,16	1,39	1,26
		1,38	1,16	1,17	1,16	1,36	1,14	1,22	1,2	1,32	1,08
PR-OP12 PR-OP13	Sim. 1	2,08	2,22	2,34	1,26	1,72	1,93	1,98	2,3	2,34	2,23
		1,22	2,32	2,35	2,25	2,27	2,28	2,2	1,34	0,19	2,01
		2,34	2,24	2,3	2,02	1,68	2,15	2,28	2,27	2,19	2,31

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
	Sim. 2	1,84	1,9	1,12	0,78	2,34	2,32	2,28	2,11	2,16	1,34
		2,33	2,24	2,02	2,26	1,88	1,79	0,82	2,14	1,98	0,72
		1,66	2,32	1,94	1,23	2,29	2,24	1,97	0,15	1,42	1,45
	Sim. 3	2,32	2,34	2,29	2,26	1,23	1,76	2,29	2,24	2,09	2,1
		1,34	2,31	2,11	0,14	1,32	2,24	2,34	2,26	0,95	2,26
		1,77	1,59	1,74	2,01	2,09	2,15	0,6	1,81	1,88	1,45
PR-OP14 PR-OP15	Sim. 1	3,33	3	2,67	3,36	0,79	3	3,95	1,85	3,21	1,81
		2,79	3,7	4,1	2,88	3,18	1,74	1,12	2,22	1,73	3,77
		3,2	2,33	2,41	0,8	2,31	2,62	3,07	3,81	1,26	2,09
	Sim. 2	3,45	3,26	1,76	2,84	1,85	3,82	4,01	2,09	1,19	4,4
		3,46	1,71	2,43	4,28	2,78	3,07	0,96	1,63	4,16	1,53
		1,41	3,08	3,41	2,18	2,78	1,58	3,5	3,83	4,49	3,7
	Sim. 3	1,53	1,05	2,92	1,62	2,83	2,67	1,4	2,07	2,46	2,19
		3,39	2,77	3,12	1,88	3,06	3,65	0,79	4,5	2,98	1,53
		1,01	2,23	4,01	1,32	2,43	1,98	3,77	2,68	3,29	3,48
PR-OP16	Sim. 1	1,34	1,2	1,45	1,44	1,32	1,49	1,44	1,14	1,25	1,16
		1,16	1,46	1,4	1,23	1,47	1,35	1,4	1,53	1,39	1,46
		1,35	1,29	1,31	1,48	1,15	1,33	1,45	1,4	1,29	1,35
	Sim. 2	1,38	1,42	1,36	1,3	1,24	1,42	1,19	1,33	1,3	1,35
		1,13	1,42	1,21	1,33	1,17	1,44	1,19	1,39	1,4	1,36
		1,25	1,17	1,46	1,42	1,45	1,17	1,48	1,48	1,45	1,43
	Sim. 3	1,28	1,22	1,16	1,28	1,41	1,18	1,34	1,47	1,14	1,42
		1,5	1,18	1,16	1,37	1,5	1,17	1,46	1,15	1,24	1,22
		1,26	1,24	1,43	1,32	1,3	1,19	1,48	1,3	1,38	1,47
PR-OP17	Sim. 1	0,27	0,33	0,28	0,25	0,33	0,32	0,25	0,32	0,24	0,28
		0,23	0,28	0,36	0,36	0,28	0,35	0,28	0,28	0,35	0,35
		0,33	0,31	0,29	0,23	0,25	0,24	0,36	0,32	0,25	0,29
	Sim. 2	0,24	0,35	0,23	0,28	0,34	0,24	0,33	0,34	0,32	0,32
		0,31	0,36	0,35	0,23	0,3	0,36	0,33	0,28	0,34	0,26
		0,27	0,3	0,32	0,29	0,29	0,35	0,34	0,3	0,27	0,3
	Sim. 3	0,36	0,35	0,34	0,24	0,32	0,34	0,36	0,24	0,25	0,36
		0,26	0,27	0,3	0,35	0,3	0,27	0,24	0,36	0,24	0,25
		0,3	0,29	0,29	0,33	0,3	0,29	0,33	0,24	0,23	0,32

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 40

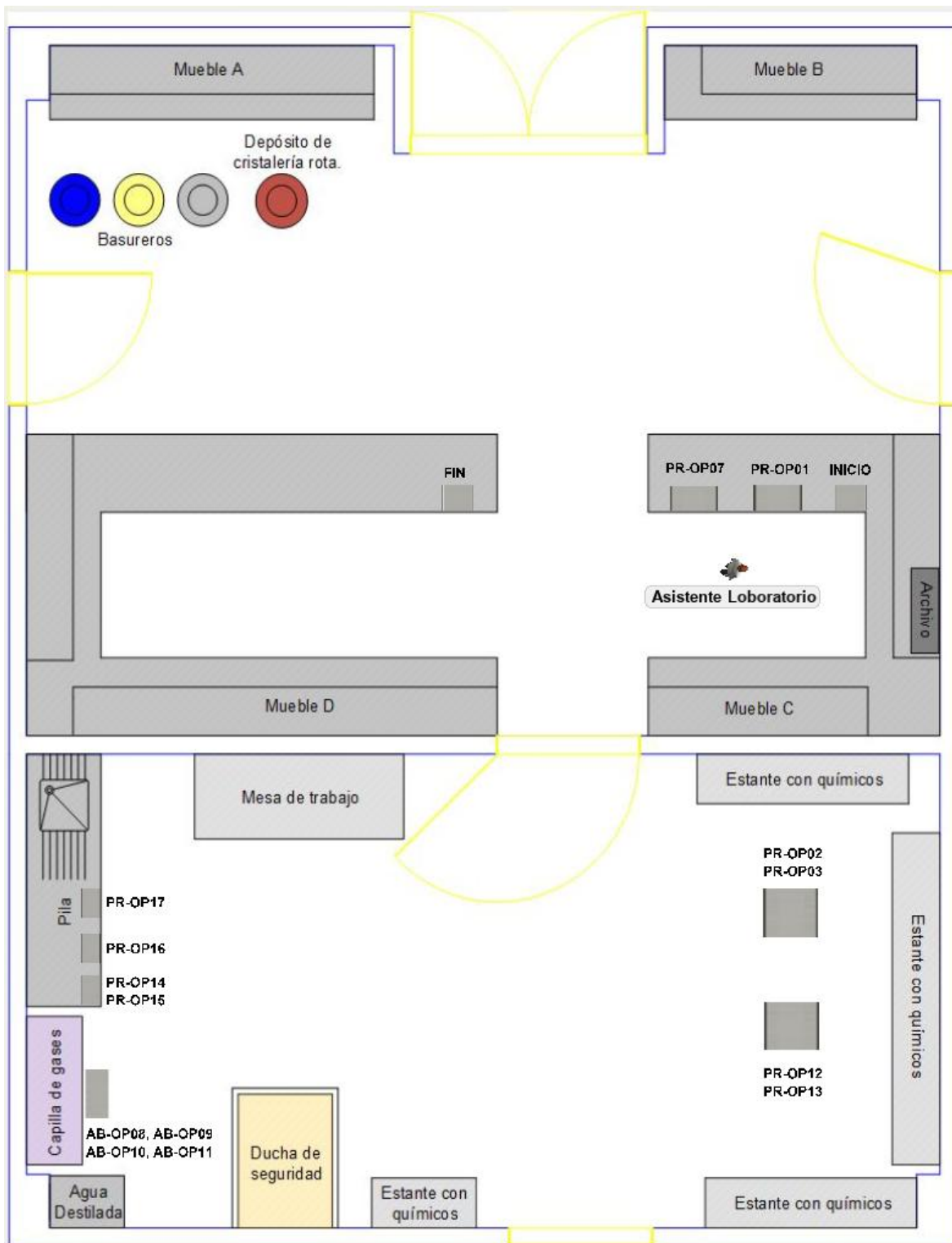
Resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras de tiempo reales y simuladas del proceso actual de preparación de reactivos

Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H₀
PR-OP01	1,188115293	No
PR-OP02 PR-OP03	1,614015159	No
PR-OP07	1,001153002	No
PR-OP08 PR-OP09 PR-OP10 PR-OP11	1,889876191	No
PR-OP12 PR-OP13	1,19949424	No
PR-OP14 PR-OP15	0,601367109	No
PR-OP16	0,766260942	No
PR-OP17	1,007734205	No
Hipótesis estadísticas		
H ₀ = Las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado < V. crítico).		
H ₁ = No todas las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado > V. crítico).		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos de las muestras de tiempo simuladas de las operaciones que conforman el proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Figura 43

Representación gráfica de la simulación del proceso actual de preparación de reactivos

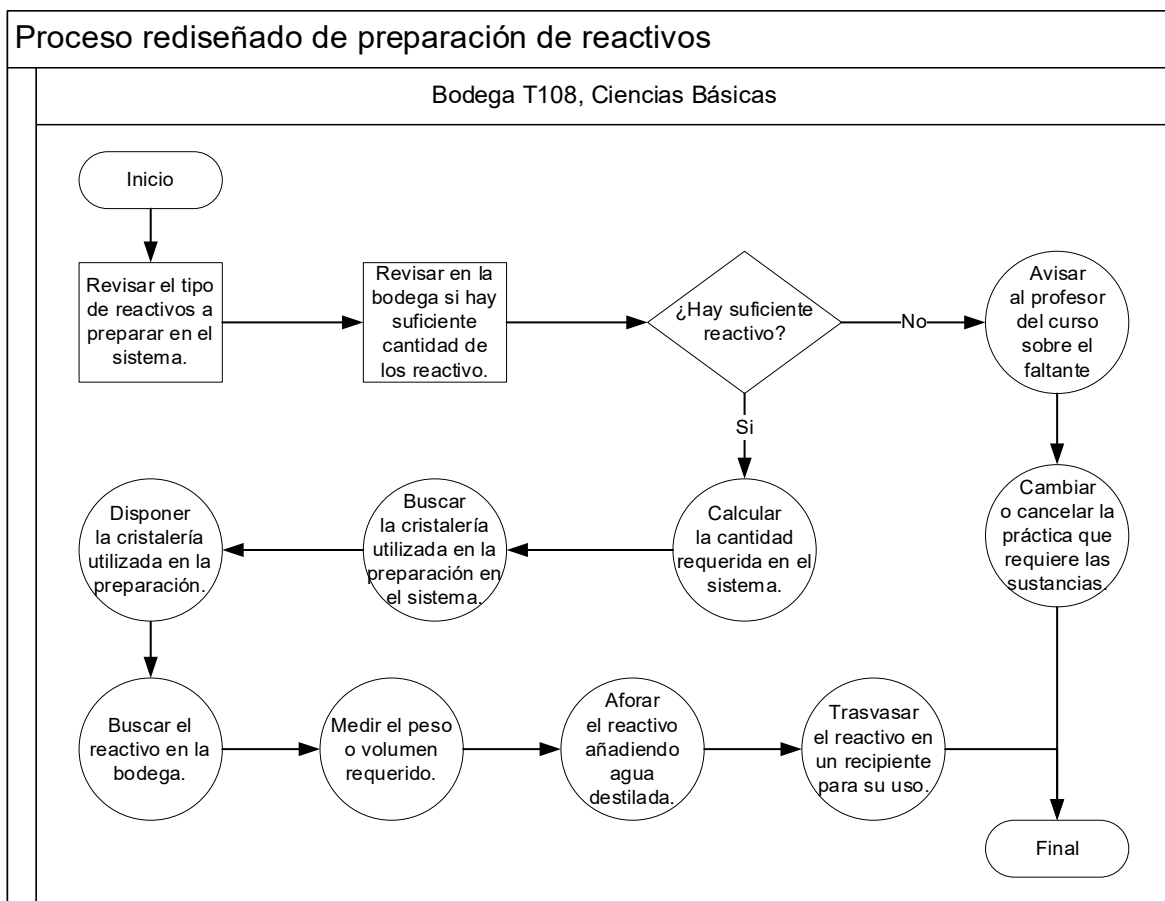


Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y el uso del *software* FlexSim, 2024.

5.1.2.4 Experimentación. A continuación, en la figura 44 se muestra el diagrama de flujo del proceso rediseñado de preparación de reactivos que integra el uso del sistema de información propuesto.

Figura 44

Diagrama de flujo del proceso rediseñado de preparación de reactivos



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de preparación de reactivos que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo que se obtuvieron al simular las operaciones del proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, que se ven alteradas al incorporar el uso de un sistema de información que facilita la estandarización de los procedimientos de trabajo, la organización y el acomodo de bienes y reactivos, y la adecuada gestión de los registros de datos y documentos. A su vez, se aprecian los resultados obtenidos al aplicar a dichas muestras una prueba t con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de estas al efectuar o no los cambios propuestos con el sistema de información.

Tabla 41

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas sin incluir el uso de un sistema de información en el proceso de preparación de reactivos

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PR-OP01	2,66	2,55	2,76	3,16	2,88	3,43	2,73	2,57	2,24	2,17
	2,19	2,32	2,42	2,33	2,17	2,92	3,21	2,18	3,56	2,19
	2,70	2,18	2,19	2,55	3,62	2,77	3,63	3,51	3,01	2,35
PR-OP02 PR-OP03	4,33	2,13	3,13	4,52	3,58	3,81	2,25	4,51	4,52	4,31
	1,65	3,54	4,49	3,02	3,53	3,49	3,04	3,68	3,76	2,07
	2,30	3,22	3,77	3,69	1,83	3,02	2,26	2,79	1,90	1,73
PR-OP07	15,96	16,98	9,92	17,51	9,40	5,81	7,49	6,05	12,07	5,20
	17,74	17,88	5,56	14,94	10,24	11,55	10,45	15,95	5,38	14,20
	13,45	10,42	5,10	18,54	6,21	18,48	18,03	18,37	13,93	10,48
PR-OP08 PR-OP09 PR-OP10	1,33	1,06	1,30	1,37	1,40	1,41	1,12	1,37	1,26	1,26
	1,26	1,13	1,32	1,36	1,14	1,22	1,35	1,23	1,14	1,18

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	PR-OP11	1,08	1,32	1,20	1,22	1,14	1,26	1,39	1,16	1,05
PR-OP12 PR-OP13	1,46	1,57	1,93	2,21	0,79	2,35	2,29	1,77	2,12	2,35
	2,35	1,92	2,18	1,79	1,48	2,28	1,01	2,29	2,08	2,00
	1,45	1,88	1,81	0,60	2,15	2,26	0,95	2,26	2,34	2,24

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 42

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de preparación de reactivos al incluir el uso de un sistema de información

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PR-OP01	1 - Chi-Square(E)	97,32	gamma (1.139943, 2.000000, 0.348451, getstream(current))
	2 - Beta	93,75	
	3 - Lognormal(E)	91,96	
PR-OP02 PR-OP03	1 - Johnson SB	99,17	johnsonbounded (0.432412, 0.894549, -0.181871, 0.544127, getstream(current))
	2 - Beta	97,50	
	3 - Erlang(E)	77,50	
PR-OP07	1 - Beta	97,32	beta (1.246041, 5.326816, 0.374411, 0.615028, getstream(current))
	2 - Johnson SB	97,32	
	3 - Chi-Square(E)	87,50	
PR-OP08 PR-OP09 PR-OP10 PR-OP11	1 - Johnson SB	98,39	johnsonbounded (1.054957, 1.307352, -0.145619, 0.629369, getstream(current))
	2 - Beta	96,77	
	3 - Weibull	89,52	
PR-OP12 PR-OP13	1 - Beta	75,00	beta (0.109800, 0.130168, 0.356191, 0.318597, getstream(current))
	2 - Erlang(E)	70,69	
	3 - Rayleigh(E)	68,10	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de preparación de reactivos al incluir el uso de un sistema de información.

Tabla 43

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas al incluir el uso de un sistema de información en el proceso de preparación de reactivos

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PR-OP01	1,31	1,51	4,17	1,40	1,29	3,29	1,30	1,30	2,12	1,34
	1,35	1,29	1,32	1,37	1,45	1,49	1,32	1,34	1,58	1,38
	3,01	1,31	1,54	3,98	3,99	1,29	1,31	1,35	3,29	1,54
PR-OP02 PR-OP03	0,51	0,64	0,86	0,79	0,70	0,88	0,78	0,45	0,73	0,48
	0,48	0,58	0,75	0,51	0,79	0,65	0,88	0,81	0,75	0,56
	0,63	0,88	0,48	0,85	0,83	0,51	0,49	0,86	0,55	0,77
PR-OP07	1,29	2,51	4,78	3,09	4,61	5,34	1,29	1,85	5,34	3,19
	1,53	1,28	1,28	1,41	4,31	1,93	4,45	1,87	1,52	4,07
	3,06	4,47	1,28	1,36	1,90	3,06	5,20	1,74	5,32	1,48
PR-OP08 PR-OP09 PR-OP10 PR-OP11	1,11	1,21	1,17	1,27	1,29	1,25	1,2	1,25	1,27	1,24
	1,31	1,11	1,18	1,15	1,29	1,1	1,13	1,22	1,13	1,16
	1,22	1,28	1,12	1,25	1,3	1,32	1,28	1,19	1,24	1,3
PR-OP12 PR-OP13	0,14	0,12	0,13	0,13	0,14	0,12	0,13	0,14	0,12	0,14
	0,14	0,14	0,13	0,14	0,12	0,12	0,12	0,13	0,14	0,13
	0,13	0,14	0,12	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12	0,12

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones modificadas de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 44

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo simuladas con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de preparación de reactivos

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor estadístico de t	Rechazo de H_0
PR-OP01	4,43020593	Sí
PR-OP02 PR-OP03	14,72594535	Sí
PR-OP07	10,09836333	Sí
PR-OP08 PR-OP09 PR-OP10 PR-OP11	1,2559462	No
PR-OP12 PR-OP13	19,04839584	Sí
<p>Hipótesis estadísticas</p> <p>H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de preparación de reactivos.</p> <p>H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de preparación de reactivos.</p>		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado con y sin cambios de las operaciones que conforman el proceso actual de preparación de reactivos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.3. Proceso actual de compra de sustancias químicas

En los siguientes apartados, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las etapas que se siguieron para elaborar la simulación del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y la propuesta de mejora de este.

5.1.3.1 Muestras de tiempo del método actual. En la siguiente tabla, se muestra la codificación junto con las muestras de tiempo de cada una de las actividades que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 45

Muestras de tiempo del proceso actual de compra de sustancias químicas

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PCQ-OP01	45,32	35,38	49,26	36,30	49,12	44,35	41,43	36,34	48,48	35,18
	45,13	46,23	46,37	48,44	46,52	49,29	36,30	37,56	47,41	49,50
	44,43	36,47	43,22	46,27	39,46	35,56	40,53	36,58	42,38	48,49
PCQ-OP02	0,31	1,39	0,32	1,31	0,39	1,39	0,35	0,44	0,34	1,45
	1,31	1,26	1,43	1,30	0,34	1,27	0,30	0,28	1,40	0,32
	0,36	0,42	0,36	1,30	0,26	0,25	1,28	0,34	0,41	1,43
PCQ-OP03	30,42	28,37	42,24	41,12	28,44	36,09	36,50	41,09	34,12	31,28
	40,54	33,41	28,18	32,16	34,11	41,09	32,49	41,10	35,28	32,46
	33,30	35,29	34,21	35,52	42,32	30,31	36,42	31,35	32,24	39,19
PCQ-OP04 PCQ-OP05	18,29	18,15	17,31	17,25	17,20	16,30	18,21	16,32	18,22	18,27
	19,28	17,30	17,27	16,32	18,31	18,27	19,14	17,27	16,32	18,23
	18,24	17,15	17,32	16,20	18,24	18,17	16,13	19,15	19,23	18,27
PCQ-OP06 PCQ-OP07	5,32	5,31	6,31	5,32	6,32	6,32	7,31	7,31	7,32	7,31
	6,31	5,32	5,31	6,32	7,31	6,31	5,31	5,31	7,31	5,31
	5,31	5,32	5,31	6,32	5,31	6,31	7,32	5,31	7,31	7,31
PCQ-OP08 PCQ-OP09	1,49	1,48	1,30	1,35	1,46	1,33	1,38	1,44	1,31	1,30
	1,33	1,38	1,33	1,50	1,44	1,48	1,37	1,39	1,49	1,40
	1,37	1,41	1,37	1,49	1,32	1,38	1,48	1,31	1,34	1,50
PCQ-OP10 PCQ-OP11	7,19	7,12	7,24	7,24	7,30	7,44	7,31	7,25	7,15	7,31
	7,10	7,19	7,28	7,21	7,41	7,29	7,13	7,42	7,38	7,36
	7,20	7,16	7,24	7,29	7,25	7,32	7,28	7,31	7,50	7,42

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	PCQ-OP12 PCQ-OP13	8,32	8,30	9,35	5,39	10,32	8,40	5,37	5,40	7,31
9,31		6,31	8,41	7,29	8,32	10,39	5,32	10,32	10,33	7,29
7,33		10,33	9,38	6,35	7,41	9,35	6,32	8,38	9,35	5,36

Fuente: Elaboración propia, basada en los cursogramas analíticos y las muestras de tiempo recolectadas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

5.1.3.2 Prueba de bondad de ajuste. A continuación, en la tabla 38 se muestran los resultados obtenidos al aplicar, mediante el uso de la herramienta ExpertFit, la prueba de bondad de ajuste a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, para determinar cuál distribución de probabilidad se ajusta mejor al comportamiento de los datos para ser utilizada en el modelo de simulación.

Tabla 46

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de compra de sustancias químicas

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PCQ-OP01	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (35.127833, 49.550085, -0.083849, 0.391944, getstream(current))
	2 - Beta	96,77	
	3 - Weibull	89,52	
PCQ-OP02	1 - Beta	91,67	beta (0.249685, 1.451831, 0.398263, 0.470379, getstream(current))
	2 - Wald(E)	88,54	
	3 - Lognormal(E)	84,38	
PCQ-OP03	1 - Chi-Square(E)	85,48	gamma (23.521659, 2.000000, 5.825296, getstream(current))
	2 - Johnson SB	82,26	
	3 - Erlang(E)	81,45	

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PCQ-OP04 PCQ-OP05	1 - Johnson SB	95,16	johnsonbounded (15.654291, 19.516264, -0.143644, 0.799372, getstream(current))
	2 - Beta	94,35	
	3 - Weibull(E)	91,13	
PCQ-OP06 PCQ-OP07	1 - Johnson SB	93,55	johnsonbounded (5.304683, 7.327351, 0.211223, 0.222426, getstream(current))
	2 - Exponential(E)	91,94	
	3 - Pareto(E)	83,06	
PCQ-OP08 PCQ-OP09	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (1.298079, 1.503126, 0.031695, 0.449042, getstream(current))
	2 - Beta	96,67	
	3 - Erlang(E)	85,83	
PCQ-OP10 PCQ-OP11	1 - Beta	92,00	beta (7.032766, 7.662161, 3.348790, 5.303876, getstream(current))
	2 - Johnson SB	88,00	
	3 - Random Walk(E)	86,00	
PCQ-OP12 PCQ-OP13	1 - Beta	99,19	beta (5.030809, 10.577608, 0.971257, 0.897921, getstream(current))
	2 - Johnson SB	95,97	
	3 - Weibull	90,32	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.3.3 Construcción y validación del modelo. A continuación, en las tablas 39, 40 y en la figura 45 se muestran, respectivamente, los tiempos simulados para cada una de las actividades que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, el análisis de varianza aplicado a los datos para validar si estos reflejan la realidad de proceso y la representación gráfica de la simulación.

Tabla 47

Muestras de tiempo simulado del proceso actual de compra de sustancias químicas

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
PCQ-OP01	Sim. 1	48,6	43,9	36,9	46,4	45,1	41,5	45,5	47,5	42,6	48,9
		42,3	48,1	49,5	47,9	35,6	48	41,4	43,1	43,2	48,6
		44,5	35,3	36,8	45,8	41	48,9	38,8	38,2	48,1	38,1
	Sim. 2	45,4	40,4	36,6	36	42,5	39,4	35,8	48,5	49,3	43,1
		41,2	49,6	36,7	35,6	41,6	38	35,8	45	47,8	48,2
		49,3	40,8	48,1	49,1	49,6	42,8	49,6	45,7	46,9	49,6
	Sim. 3	37	49,7	49,5	39,7	39	36,7	49,7	38,1	49,1	36,9
		37,3	46,6	49,1	48,9	47,3	49,6	37	49,4	37	40,6
		38	44,6	48,6	49,6	42,5	49,5	40,2	35,7	35,5	41,8
PCQ-OP02	Sim. 1	1,24	0,76	0,71	0,34	1,2	0,27	1,27	0,77	0,86	0,72
		1,33	1,19	1,45	0,37	0,27	0,48	1,44	1,4	1,14	1,01
		0,56	0,52	0,42	0,52	0,3	0,36	0,3	0,27	1,45	0,6
	Sim. 2	0,71	1,1	1,08	0,85	0,61	0,59	1,24	1,08	0,86	1,12
		0,49	1,42	1,41	0,27	1,17	0,3	1,17	1,47	0,66	0,59
		0,28	1,14	1,38	0,59	0,81	0,33	0,46	1,47	1,37	1,41
	Sim. 3	1,41	0,3	0,34	1,42	0,91	0,3	0,36	0,28	0,77	0,32
		0,31	0,29	1,2	1,41	1,47	0,58	0,36	0,42	1,06	0,39
		0,98	1,22	1,38	0,64	1,27	0,5	0,61	1,38	0,61	0,28
PCQ-OP03	Sim. 1	32,8	43	32,6	29,6	44,9	36,5	34,7	36,2	43,3	34,6
		30,3	37,8	38,4	37	41,4	29,7	35,2	33,3	35,3	42,5
		39,7	31,8	31,9	30,9	41,3	32,8	37,2	48,7	40	35,7
	Sim. 2	37	30,6	32,1	37,4	50,9	42,8	34,9	35,4	42,7	35,7
		33,8	31,6	33,8	35,9	37,5	35,1	41,9	38,3	41,7	35,6
		29,8	30	28,4	31,3	30,5	28,1	37,6	29,6	34,3	29,4
	Sim. 3	45,8	34,9	45,8	32,9	28,7	30,9	33,3	32,8	35,2	40,4
		31,5	39,5	36,2	34,1	31,8	32,5	29,6	35,2	28,5	36,8
		31,4	31,7	33,8	34,1	37,2	36,7	29,7	36,9	26,8	34,3
PCQ-OP04 PCQ-OP05	Sim. 1	17,6	18,1	19,1	16,6	17	17,3	17,4	18,6	19,1	18,1
		19,1	18,2	18,6	17,5	17	16,5	18,7	19,2	18,2	18,4
		18,4	18	16,6	15,9	17,5	17,8	18,4	18,4	18	18,7
	Sim. 2	17,2	17,2	16,5	16,3	19,1	18,7	18,4	17,7	17,9	16,6
		16,9	18,8	17,3	16,5	18,5	19	18,2	17,5	18,3	17,2
		17,1	16,3	17,8	17,4	16,2	18,2	17,4	15,8	16,7	16,7
	Sim. 3	18,8	19,1	18,5	18,3	16,5	17,1	18,4	18,2	17,6	17,7
		17,1	16,8	17	17,5	17,6	16,6	18,7	17,7	15,8	16,6
		18,2	19	18,3	16,4	18,3	17,8	16,1	17,1	17,2	16,7
PCQ-OP06 PCQ-OP07	Sim	7	7,06	5,33	5,32	5,53	5,44	6,74	6,28	5,36	7,33
		7,2	5,43	5,4	7,33	7,32	5,89	5,39	5,32	7,33	6,55

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos										
	Sim. 2	5,68	5,44	5,33	5,32	7	7,31	7,24	5,37	5,62	5,36	
		7,22	7,29	5,42	7,3	5,84	6,95	5,33	5,32	6,01	5,32	
		5,33	5,34	7,24	5,34	7,28	5,33	5,32	7,12	5,66	7,32	
	Sim. 3	5,38	5,32	7,18	5,32	6,64	5,32	5,35	5,32	5,39	5,39	
		7,33	6,65	5,32	7,12	7,34	5,35	6,9	7,34	6,98	5,97	
		5,32	7,34	5,34	6,28	5,71	5,35	7,33	6,55	5,59	7,25	
	PCQ-OP08 PCQ-OP09	Sim. 1	7,34	7,31	6,63	5,32	7,17	6,06	5,38	5,33	6,01	5,33
			1,47	1,44	1,42	1,47	1,31	1,44	1,5	1,35	1,46	1,34
			1,46	1,38	1,39	1,31	1,38	1,43	1,49	1,5	1,43	1,46
Sim. 2		1,34	1,31	1,37	1,34	1,49	1,41	1,45	1,49	1,32	1,36	
		1,48	1,46	1,34	1,43	1,35	1,5	1,5	1,36	1,32	1,51	
		1,32	1,45	1,47	1,37	1,43	1,48	1,34	1,39	1,51	1,43	
Sim. 3		1,45	1,31	1,33	1,51	1,33	1,33	1,48	1,5	1,51	1,49	
		1,33	1,31	1,44	1,33	1,43	1,42	1,32	1,36	1,4	1,37	
		1,31	1,38	1,5	1,32	1,39	1,47	1,42	1,45	1,35	1,45	
PCQ-OP10 PCQ-OP11	Sim. 1	1,49	1,31	1,51	1,44	1,33	1,36	1,49	1,42	1,47	1,48	
		7,27	7,11	7,15	7,28	7,28	7,25	7,22	7,27	7,2	7,35	
		7,41	7,4	7,26	7,26	7,32	7,39	7,1	7,13	7,5	7,16	
	Sim. 2	7,38	7,33	7,2	7,3	7,39	7,29	7,32	7,24	7,11	7,16	
		7,38	7,28	7,37	7,33	7,27	7,29	7,24	7,21	7,35	7,31	
		7,34	7,34	7,24	7,33	7,12	7,34	7,27	7,21	7,35	7,43	
	Sim. 3	7,25	7,39	7,13	7,45	7,34	7,27	7,4	7,22	7,37	7,27	
		7,39	7,15	7,39	7,3	7,34	7,3	7,16	7,17	7,39	7,18	
		7,14	7,28	7,23	7,37	7,39	7,31	7,24	7,4	7,35	7,17	
PCQ-OP12 PCQ-OP13	Sim. 1	7,29	7,35	7,31	7,32	7,27	7,34	7,27	7,25	7,3	7,27	
		6,95	9,19	7,13	5,91	7,19	8,49	7,86	9,35	8,81	5,64	
		7,03	6,93	8,93	5,59	10,6	9,75	10,3	9,57	7,48	5,81	
	Sim. 2	5,27	8,13	5,77	9,38	8,41	7,89	6,1	7,25	5,11	8,83	
		8,89	8,83	8,81	9,98	9,11	6,92	8,38	9,92	5,24	8,69	
		8,91	9,87	7,98	8,9	7,52	7,55	8,13	10,5	9,83	5,15	
	Sim. 3	8,04	10,2	9,29	7,28	9,64	6,25	9,96	9,35	8,26	6,79	
		7,74	10,3	9,78	9,39	5,27	8,73	9,36	10,3	6,3	9,19	
		6,09	7,41	7,36	9,34	8,12	6,37	6,77	7,94	10,2	8,6	
		9,32	7,96	8,21	10,3	7,25	8,58	5,46	5,2	8,58	9,44	

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 48

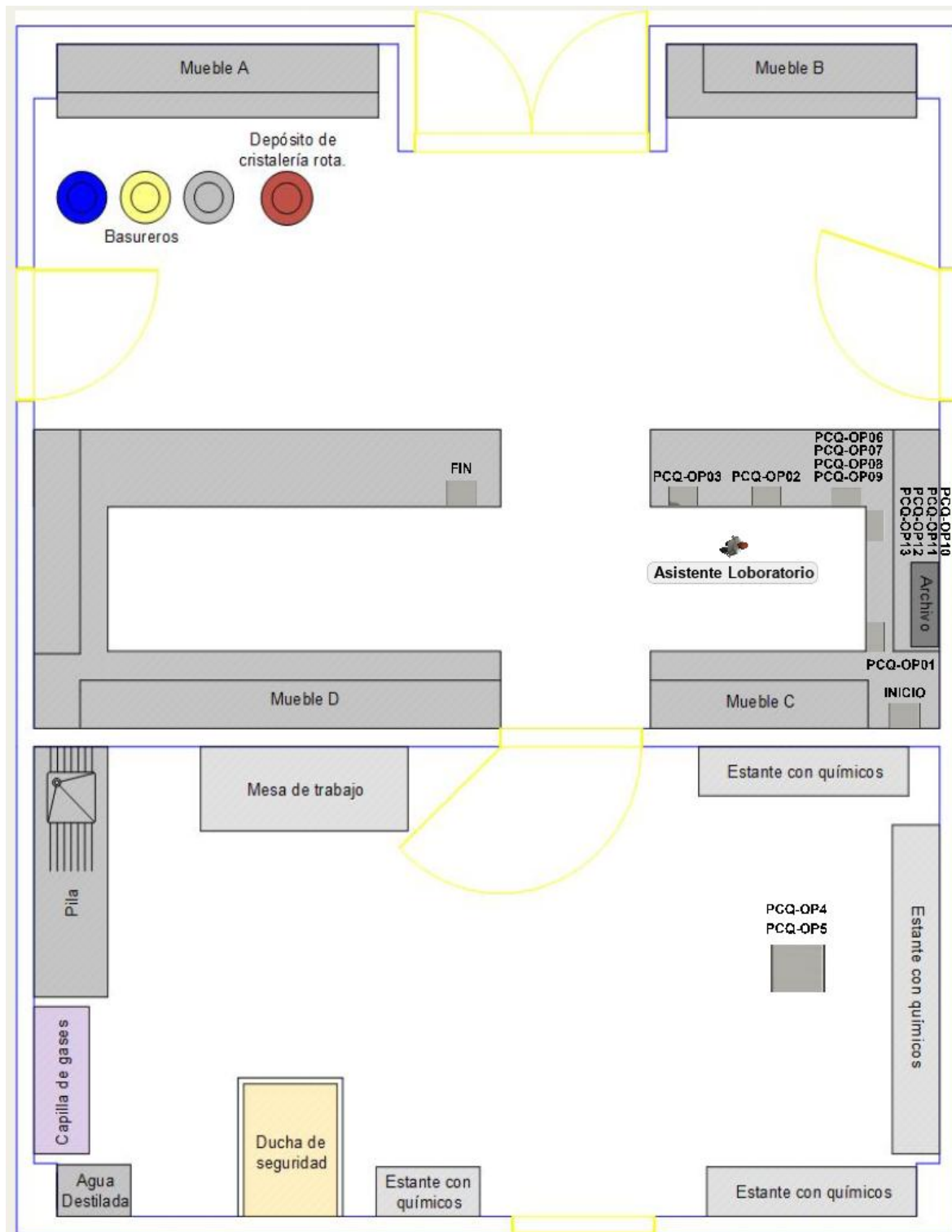
Resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras de tiempo reales y simuladas del proceso actual de compra de sustancias químicas

Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H₀
PCQ-OP01	0,15174809	No
PCQ-OP02	0,760350035	No
PCQ-OP03	1,294733733	No
PCQ-OP04 PCQ-OP05	1,659749704	No
PCQ-OP06 PCQ-OP07	0,835233376	No
PCQ-OP08 PCQ-OP09	0,815405346	No
PCQ-OP10 PCQ-OP11	0,840904652	No
PCQ-OP12 PCQ-OP13	1,392521845	No
Hipótesis estadísticas		
H ₀ = Las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado < V. crítico).		
H ₁ = No todas las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado > V. crítico).		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos de las muestras de tiempo simuladas de las operaciones que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Figura 45

Representación gráfica de la simulación del proceso actual de compra de sustancias químicas

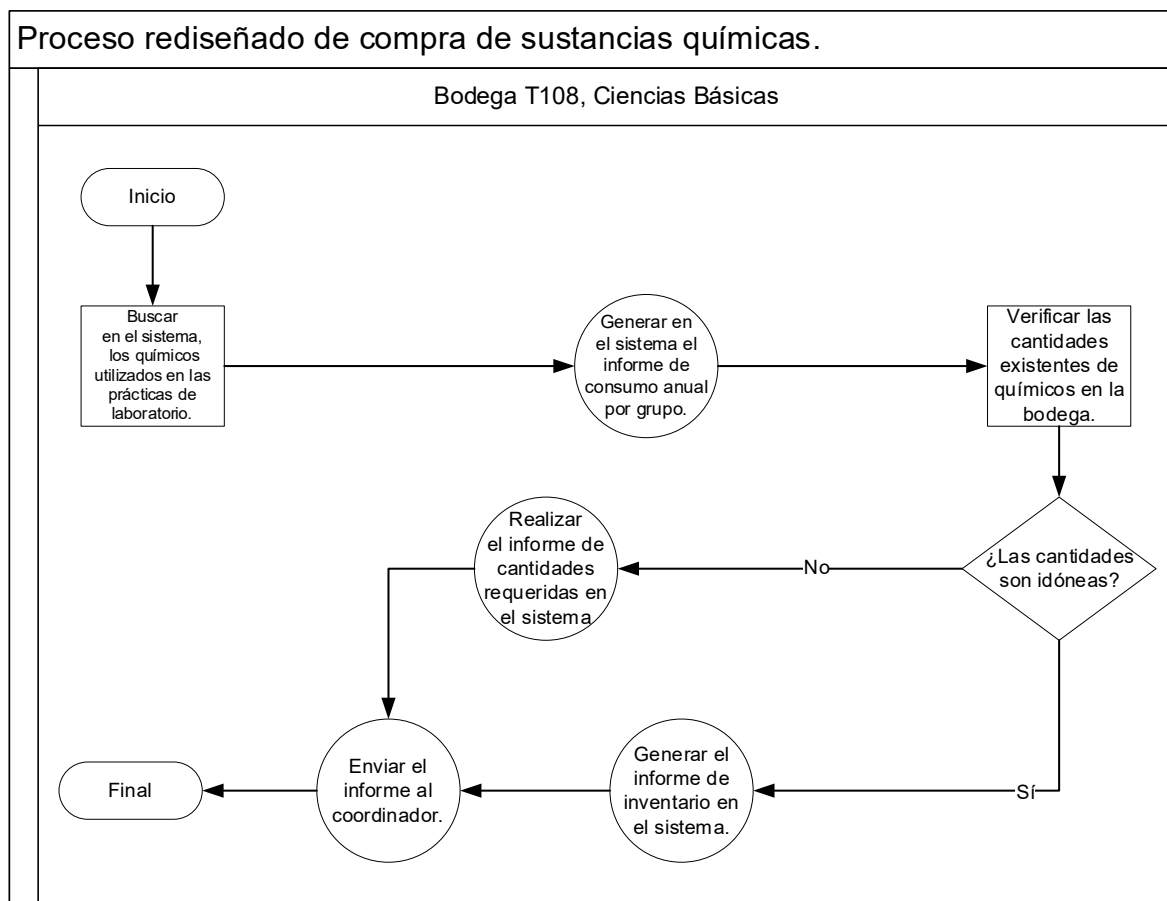


Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y el uso del *software* FlexSim, 2024.

5.1.3.4 Experimentación. A continuación, en la figura 46 se muestra el diagrama de flujo del proceso rediseñado de compra de sustancias químicas que integra el uso del sistema de información propuesto.

Figura 46

Diagrama de flujo del proceso rediseñado de compra de sustancias químicas



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de compra de sustancias químicas que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo que se obtuvieron al simular las operaciones del proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, que se ven alteradas al incorporar el uso de un sistema de información que facilita la estandarización de los procedimientos de trabajo, la organización y el acomodo de bienes y reactivos, y la adecuada gestión de los registros de datos y documentos. A su vez, se presentan los resultados obtenidos al aplicar a dichas muestras una prueba t con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de estas al efectuar o no los cambios propuestos con el sistema de información. Cabe resaltar que, para efectos de este proceso en particular, no se incluirán los tiempos registrados iguales a cero que corresponden al de las operaciones que desaparecen con el uso del sistema.

Tabla 49

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas sin incluir el uso de un sistema de información en el proceso de compra de sustancias químicas

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PCQ-OP01	40,5	35,84	43,26	44,23	38,15	35,38	49,6	38,64	43,84	35,48
	41,66	48,84	36,62	35,93	44,15	44,09	48,1	44,18	47,09	36,39
	35,51	35,57	49,29	45,61	40,72	35,85	49,29	38,17	47,5	40,72
PCQ-OP02	1,29	1,15	1,47	1,46	1,16	0,51	1,47	1,07	0,75	0,78
	1,19	0,78	1,36	0,37	0,27	1,45	0,34	1,23	0,38	0,27
	0,28	1,28	1,29	0,9	0,27	1,39	1,31	0,52	1,46	0,29
PCQ-OP03	34,13	30,53	33,2	41,56	38,03	30,46	33,99	38,52	31,67	30,62
	33,34	35,48	41,92	32,61	34,87	32,56	31,13	37,16	34,42	27,32
	32,97	29,26	38,87	45,4	37,41	30,51	31,04	38,06	35,55	32,34

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	PCQ-OP04 PCQ-OP05	17,76	16,08	17,52	19,23	18,65	17,03	16,96	18,43	17,93
17,28		18,25	18,59	18,35	17,23	19,27	16,17	18,35	15,84	16,22
18,7		19,06	17,27	17,91	15,83	18,11	17,85	18,34	17,97	18,28
PCQ-OP06 PCQ-OP07	6,66	5,35	5,34	5,66	5,49	7,28	5,52	5,45	6,72	7,33
	7	5,34	6,17	5,82	5,32	7,33	7	5,32	7,34	5,32
	5,33	5,32	7,34	5,32	5,47	6,14	5,35	5,55	7,32	7,11
PCQ-OP08 PCQ-OP09	1,48	1,38	1,49	1,34	1,34	1,32	1,38	1,39	1,37	1,42
	1,47	1,42	1,4	1,49	1,31	1,5	1,45	1,4	1,31	1,35
	1,34	1,31	1,51	1,49	1,42	1,31	1,39	1,33	1,42	1,43
PCQ-OP10 PCQ-OP11	7,25	7,16	7,36	7,25	7,18	7,35	7,33	7,17	7,18	7,26
	7,39	7,31	7,35	7,16	7,46	7,18	7,4	7,36	7,27	7,31
	7,39	7,32	7,26	7,3	7,33	7,16	7,37	7,15	7,29	7,28
PCQ-OP12 PCQ-OP13	5,09	9,94	6,44	9,46	9,81	5,42	6,53	5,74	6,45	8,24
	6,32	8,42	5,34	8,75	9,63	5,81	7,99	5,19	7,15	7,17
	9,79	6,77	10,37	5,58	7,17	10,39	8,57	7,17	9,98	8,7

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 50

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de compra de sustancias químicas al incluir el uso de un sistema de información

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PCQ-OP01	1 - Beta	98,44	beta (0.000920, 1.890202, 1.329061, 1.061175, getstream(current))
	2 - Johnson SB	92,19	
	3 - Weibull	85,94	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de compra de sustancias químicas al incluir el uso de un sistema de información.

Tabla 51

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas al incluir el uso de un sistema de información en el proceso de compra de sustancias químicas

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	PCQ-OP01	1,84	0,21	1,43	0,25	1,16	1,99	1,91	0,4	1,55
0,34		1,56	0,93	1,31	1,75	1,62	1,34	1,09	1,48	0,64
1,17		0,23	1,78	1,82	1,92	1,33	1,04	0,5	1	1,78

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones modificadas de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 52

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo simuladas con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de compra de sustancias químicas

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor estadístico de t	Rechazo de H_0
PCQ-OP01	43,97232395	Sí
Hipótesis estadísticas H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de compra de sustancias químicas. H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de compra de sustancias químicas.		

Fuente: Elaboración propia, generado a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado con y sin cambios de las operaciones que conforman el proceso actual de compra de sustancias químicas utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.4. Proceso actual de reposición de cristalería dañada

En los siguientes apartados, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las etapas que se siguieron para elaborar la simulación del proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de

Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central y la propuesta de mejora de este.

5.1.4.1 Muestras de tiempo del método actual. En la siguiente tabla, se muestra la codificación junto con las muestras de tiempo de cada una de las actividades que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 53

Muestras de tiempo del proceso actual de reposición de cristalería dañada

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PRC-OP01	1,27	0,15	1,16	1,14	1,15	1,24	1,25	0,26	1,15	1,14
	0,23	1,13	1,24	1,24	0,27	0,15	0,14	1,19	0,25	0,22
	0,25	0,26	1,18	1,19	1,25	1,22	0,27	0,13	1,17	1,24
PRC-OP02 PRC-OP03	2,21	1,15	1,17	1,14	1,22	2,23	2,16	1,22	1,20	1,21
	2,09	2,10	1,13	2,07	2,19	1,10	1,23	2,24	2,14	1,19
	1,24	1,19	2,20	2,11	2,08	1,19	2,21	1,16	1,07	1,18
PRC-OP04 PRC-OP05 PRC-OP06	0,32	0,28	0,28	0,29	0,29	0,25	0,40	0,32	0,34	0,42
	0,38	0,40	0,38	0,42	0,28	0,30	0,25	0,27	0,29	0,30
	0,37	0,23	0,39	0,28	0,40	0,24	0,34	0,25	0,40	0,32
PRC-OP07 PRC-OP08	0,18	0,22	0,16	0,18	0,19	0,16	0,18	0,22	0,15	0,16
	0,16	0,16	0,21	0,17	0,21	0,21	0,17	0,22	0,20	0,16
	0,15	0,18	0,15	0,18	0,18	0,20	0,22	0,22	0,19	0,22
PRC-OP09 PRC-OP15	1,49	2,25	0,40	0,42	0,42	1,37	1,30	1,45	1,50	2,46
	0,29	0,33	2,46	0,41	2,35	2,27	0,46	1,42	0,23	0,23
	0,24	1,48	2,23	1,40	2,36	1,44	0,42	2,35	0,38	2,23
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	4,31	2,44	4,38	3,46	3,37	4,36	2,41	2,39	3,50	4,35
	3,30	3,34	2,46	3,45	2,32	2,30	3,48	2,38	2,35	4,38
	3,39	4,30	4,47	4,49	4,42	3,43	3,46	2,50	4,39	3,50
PRC-OP13	0,16	0,20	0,17	0,14	0,15	0,11	0,15	0,18	0,11	0,15

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PRC-OP14	0,20	0,11	0,15	0,15	0,11	0,21	0,20	0,19	0,17	0,14
	0,11	0,18	0,12	0,15	0,17	0,16	0,19	0,21	0,18	0,13
PRC-OP16 PRC-OP17 PRC-OP18 PRC-OP21	0,65	2,58	1,70	1,79	2,64	2,78	1,63	0,77	1,71	0,68
	2,67	2,74	2,67	1,63	2,69	1,70	0,77	1,70	0,63	0,59
	1,58	0,59	1,58	2,65	0,58	1,70	1,70	1,68	1,59	0,70
PRC-OP19 PRC-OP20 PRC-OP22 PRC-OP23	0,19	0,21	0,15	0,18	0,18	0,15	0,20	0,16	0,20	0,18
	0,16	0,19	0,17	0,20	0,21	0,16	0,21	0,16	0,21	0,15
	0,17	0,18	0,15	0,16	0,20	0,19	0,20	0,19	0,21	0,16
PRC-OP24 PRC-OP25	0,44	0,14	0,39	0,36	0,12	0,20	0,26	0,15	0,21	0,27
	0,14	0,33	0,15	0,46	0,13	0,23	0,40	0,21	0,17	0,45
	0,41	0,19	0,42	0,30	0,27	0,32	0,16	0,44	0,22	0,11

Fuente: Elaboración propia, basada en los cursogramas analíticos y las muestras de tiempo recolectadas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

5.1.4.2 Prueba de bondad de ajuste. A continuación, en la tabla 42 se muestran los resultados obtenidos al aplicar, mediante el uso de la herramienta ExpertFit, la prueba de bondad de ajuste a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, para determinar cuál distribución de probabilidad se ajusta mejor al comportamiento de los datos para ser utilizada en el modelo de simulación.

Tabla 54

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de reposición de cristalería dañada

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PRC-OP01	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (0.129867, 1.271277, -0.151048, 0.291131, getstream(current))
	2 - Beta	94,05	
	3 - Chi-Square(E)	85,71	
PRC-OP02 PRC-OP03	1 - Wald(E)	91,07	inversegaussian (1.054601, 1.000000, 0.171013, getstream(current))
	2 - Lognormal(E)	88,39	
	3 - Beta	85,71	
PRC-OP04 PRC-OP05 PRC-OP06	1 - Johnson SB	95,16	johnsonbounded (0.226680, 0.431008, 0.103120, 0.620674, getstream(current))
	2 - Beta	92,74	
	3 - Erlang(E)	88,71	
PRC-OP07 PRC-OP08	1 - Beta	97,58	beta (0.149026, 0.225666, 0.775089, 0.884877, getstream(current))
	2 - Johnson SB	95,97	
	3 - Rayleigh(E)	89,52	
PRC-OP09 PRC-OP15	1 - Johnson SB	98,53	johnsonbounded (0.175529, 2.471020, -0.171439, 0.507266, getstream(current))
	2 - Beta	95,59	
	3 - Rayleigh	77,94	
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	1 - Johnson SB	99,19	johnsonbounded (2.297555, 4.494524, -0.019077, 0.346703, getstream(current))
	2 - Beta	97,58	
	3 - Erlang(E)	80,65	
PRC-OP13 PRC-OP14	1 - Beta	85,87	beta (0.095273, 0.203707, 1.435923, 1.235283, getstream(current))
	2 - Johnson SB	85,87	
	3 - Gamma	82,61	
PRC-OP16 PRC-OP17 PRC-OP18 PRC-OP21	1 - Beta	96,25	beta (0.579237, 2.783565, 0.475129, 0.542376, getstream(current))
	2 - Johnson SB	96,25	
	3 - Weibull	81,25	
PRC-OP19 PRC-OP20 PRC-OP22 PRC-OP23	1 - Beta	97,41	beta (0.149023, 0.211540, 0.678028, 0.665858, getstream(current))
	2 - Rayleigh(E)	93,10	
	3 - Erlang(E)	86,21	

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PRC-OP24 PRC-OP25	1 - Johnson SB	99,11	johnsonbounded (0.108444, 0.470756, 0.192199, 0.505755, getstream(current))
	2 - Beta	97,32	
	3 - Erlang(E)	87,50	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.4.3 Construcción y validación del modelo. Seguidamente, en las tablas 43, 44 y en la figura 47 se muestran, respectivamente, los tiempos simulados para cada una de las actividades que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, el análisis de varianza aplicado a los datos para validar si estos reflejan la realidad de proceso y la representación gráfica de la simulación.

Tabla 55

Muestras de tiempo simulado del proceso actual de reposición de cristalería dañada

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
	Sim. 1	1,36	1,04	0,34	1,25	1,15	0,79	1,18	1,32	0,91	1,39
PRC-OP01	Sim. 1	0,88	1,35	1,4	1,34	0,27	1,35	0,78	0,96	0,97	1,38
		1,1	0,27	0,34	1,21	0,74	1,39	0,51	0,45	1,35	0,45
		1,18	0,67	0,32	0,29	0,9	0,57	0,28	1,37	1,4	0,97
	Sim. 2	0,76	1,4	0,33	0,27	0,8	0,43	0,28	1,14	1,34	1,36
		1,4	0,72	1,35	1,39	1,4	0,94	1,41	1,2	1,29	1,41
		0,35	1,41	1,4	0,6	0,53	0,33	1,41	0,45	1,39	0,35
	Sim. 3	0,38	1,26	1,39	1,39	1,31	1,4	0,35	1,4	0,36	0,7
		0,43	1,1	1,38	1,4	0,9	1,4	0,66	0,28	0,27	0,82
		PRC-OP02 PRC-OP03	1,21	8,53	1,11	1,64	1,2	1,09	1,17	1,72	1,1
1,19	1,24		1,58	1,62	2,48	1,16	1,33	1,1	2,99	1,7	

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos										
	Sim. 2	1,25	1,16	1,28	2,03	1,21	1,13	1,28	1,76	1,1	7,67	
		1,28	5,77	1,11	1,38	4,98	1,53	1,52	3,96	1,27	12,58	
		1,13	1,15	1,1	1,53	1,17	1,33	1,09	1,69	3,76	2,53	
		5,51	1,48	1,34	3,96	2,75	1,14	2,6	1,32	1,19	1,62	
	Sim. 3	1,26	1,28	1,14	1,46	1,08	3,39	1,1	1,23	1,34	1,12	
		1,22	1,4	1,12	3,42	1,15	2,5	1,13	1,13	1,4	1,38	
		2,14	1,24	1,31	1,82	1,12	3,01	1,23	1,17	1,44	1,16	
	PRC-OP04 PRC-OP05 PRC-OP06	Sim. 1	0,32	0,41	0,43	0,27	0,29	0,43	0,28	0,26	0,32	0,41
			0,29	0,29	0,25	0,32	0,36	0,44	0,39	0,37	0,33	0,44
0,41			0,25	0,3	0,29	0,32	0,36	0,39	0,4	0,26	0,39	
Sim. 2		0,27	0,42	0,39	0,26	0,26	0,41	0,33	0,42	0,39	0,41	
		0,33	0,39	0,34	0,44	0,27	0,34	0,43	0,34	0,26	0,25	
		0,29	0,26	0,3	0,26	0,32	0,42	0,36	0,31	0,41	0,34	
Sim. 3		0,3	0,44	0,31	0,3	0,32	0,39	0,37	0,35	0,33	0,36	
		0,28	0,31	0,41	0,34	0,33	0,37	0,43	0,39	0,42	0,43	
		0,26	0,27	0,31	0,28	0,33	0,27	0,37	0,38	0,34	0,29	
PRC-OP07 PRC-OP08	Sim. 1	0,18	0,16	0,18	0,23	0,19	0,16	0,19	0,17	0,19	0,23	
		0,21	0,18	0,22	0,16	0,22	0,16	0,23	0,21	0,18	0,23	
		0,23	0,21	0,21	0,17	0,17	0,18	0,21	0,19	0,16	0,22	
	Sim. 2	0,16	0,17	0,18	0,17	0,2	0,18	0,2	0,23	0,16	0,17	
		0,22	0,19	0,17	0,22	0,23	0,19	0,19	0,16	0,22	0,23	
		0,22	0,18	0,22	0,2	0,19	0,16	0,21	0,17	0,17	0,21	
	Sim. 3	0,17	0,17	0,2	0,21	0,2	0,23	0,16	0,16	0,16	0,19	
		0,21	0,23	0,21	0,21	0,19	0,16	0,22	0,18	0,22	0,17	
		0,17	0,2	0,17	0,22	0,21	0,18	0,23	0,18	0,18	0,18	
PRC-OP09 PRC-OP15	Sim. 1	2,07	2,34	0,63	0,38	0,62	2,39	0,71	0,83	0,44	0,69	
		0,54	2,12	1,15	2,37	1,51	1,4	0,35	2,26	2,45	2,35	
		1,9	1,37	2,25	1,9	1,94	2,3	2,22	2,01	1,5	0,88	
	Sim. 2	1,58	1,36	2,33	0,37	1,96	0,98	0,59	1,67	1,07	0,31	
		2,05	1,32	2,1	1,89	2,45	0,36	0,55	0,92	2,16	2,43	
		2	1,55	1,92	0,75	1,01	2,47	0,48	0,71	1,84	0,81	
	Sim. 3	1,62	1,56	0,75	1,99	1	1,84	1,33	0,24	0,22	0,95	
		1,42	1,94	1,26	2,45	1,32	1,2	1,93	0,77	0,36	1,23	
		0,24	1,83	0,42	0,94	0,32	0,4	2,03	2,4	0,97	2,06	
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	Sim. 1	4,17	4,21	2,48	2,36	3,03	2,86	4,01	3,74	2,64	4,49	
		4,31	2,84	2,77	4,47	4,45	3,45	2,74	2,33	4,48	3,9	
		3,25	2,86	2,45	2,37	4,17	4,44	4,35	2,67	3,17	2,63	
	Sim	4,33	4,41	2,82	4,42	3,4	4,14	2,47	2,41	3,55	2,33	
		2,51	2,51	4,35	2,55	4,4	2,46	2,34	4,25	3,22	4,46	

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos									
	Sim. 3	2,7	2,33	4,3	2,39	3,95	2,36	2,59	2,4	2,74	2,73
		4,47	3,95	2,33	4,25	4,51	2,6	4,1	4,5	4,16	3,52
		2,31	4,51	2,52	3,73	3,27	2,6	4,47	3,89	3,13	4,36
		4,5	4,43	3,94	2,41	4,29	3,58	2,72	2,46	3,55	2,49
PRC-OP13 PRC-OP14	Sim. 1	0,13	0,16	0,18	0,18	0,19	0,15	0,2	0,17	0,19	0,18
		0,18	0,14	0,19	0,21	0,15	0,19	0,14	0,16	0,2	0,15
		0,13	0,18	0,15	0,12	0,2	0,17	0,12	0,15	0,15	0,17
	Sim. 2	0,21	0,16	0,14	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,14	0,2
		0,18	0,16	0,13	0,19	0,19	0,15	0,15	0,2	0,11	0,16
		0,21	0,14	0,16	0,12	0,13	0,18	0,16	0,15	0,12	0,18
	Sim. 3	0,11	0,18	0,21	0,12	0,17	0,21	0,16	0,2	0,18	0,18
		0,2	0,18	0,17	0,17	0,2	0,17	0,21	0,21	0,18	0,19
		0,17	0,13	0,14	0,12	0,17	0,11	0,21	0,17	0,21	0,13
PRC-OP16 PRC-OP17 PRC-OP18 PRC-OP21	Sim. 1	0,62	2,28	1,05	0,75	2,79	0,6	0,59	1,17	2,5	1,87
		2,72	2,7	1,33	1,4	0,59	1,51	0,72	0,59	2,6	0,68
		2,25	2,47	2,48	0,67	1,29	2,33	1,54	2,17	2,46	2,19
	Sim. 2	1,18	0,59	1,18	1,96	2,47	2,43	2,76	2,55	1,86	1,7
		2,35	2,21	2,42	0,6	1,15	0,59	1,55	2,54	2,23	2,48
		1,65	2,33	1,06	1,06	1,17	2,77	2,67	2,34	1,89	1,13
	Sim. 3	1,75	1,73	2,07	1,81	2,79	2,47	1,69	2,71	2,79	1,8
		2,61	0,61	1,21	0,62	0,6	2,17	2,29	0,59	1,27	1,92
		1,8	1,85	2,79	2,78	1,07	0,6	0,76	0,85	0,94	0,62
PRC-OP19 PRC-OP20 PRC-OP22 PRC-OP23	Sim. 1	0,2	0,21	0,2	0,17	0,16	0,22	0,17	0,21	0,21	0,17
		0,17	0,22	0,2	0,2	0,22	0,2	0,2	0,22	0,22	0,22
		0,19	0,19	0,16	0,16	0,17	0,18	0,22	0,19	0,22	0,22
	Sim. 2	0,19	0,19	0,22	0,17	0,18	0,16	0,22	0,19	0,22	0,22
		0,2	0,21	0,16	0,21	0,21	0,18	0,18	0,17	0,21	0,17
		0,22	0,19	0,18	0,2	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,22
	Sim. 3	0,22	0,2	0,17	0,21	0,22	0,17	0,16	0,19	0,19	0,21
		0,19	0,19	0,16	0,18	0,22	0,17	0,22	0,2	0,21	0,18
		0,17	0,17	0,22	0,21	0,17	0,17	0,16	0,18	0,22	0,17
PRC-OP24 PRC-OP25	Sim. 1	0,14	0,18	0,48	0,18	0,47	0,15	0,34	0,28	0,14	0,32
		0,17	0,16	0,23	0,35	0,45	0,37	0,42	0,13	0,24	0,23
		0,17	0,32	0,21	0,22	0,16	0,13	0,27	0,33	0,42	0,32
	Sim. 2	0,35	0,41	0,2	0,42	0,25	0,42	0,15	0,15	0,14	0,13
		0,27	0,41	0,15	0,14	0,28	0,14	0,43	0,33	0,27	0,31
		0,32	0,27	0,28	0,31	0,19	0,29	0,43	0,16	0,35	0,32
	Sim	0,31	0,41	0,22	0,13	0,17	0,14	0,41	0,26	0,12	0,28
		0,15	0,33	0,29	0,17	0,46	0,15	0,35	0,15	0,14	0,15

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
			0,34	0,23	0,39	0,19	0,13	0,17	0,13	0,13	0,24

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 56

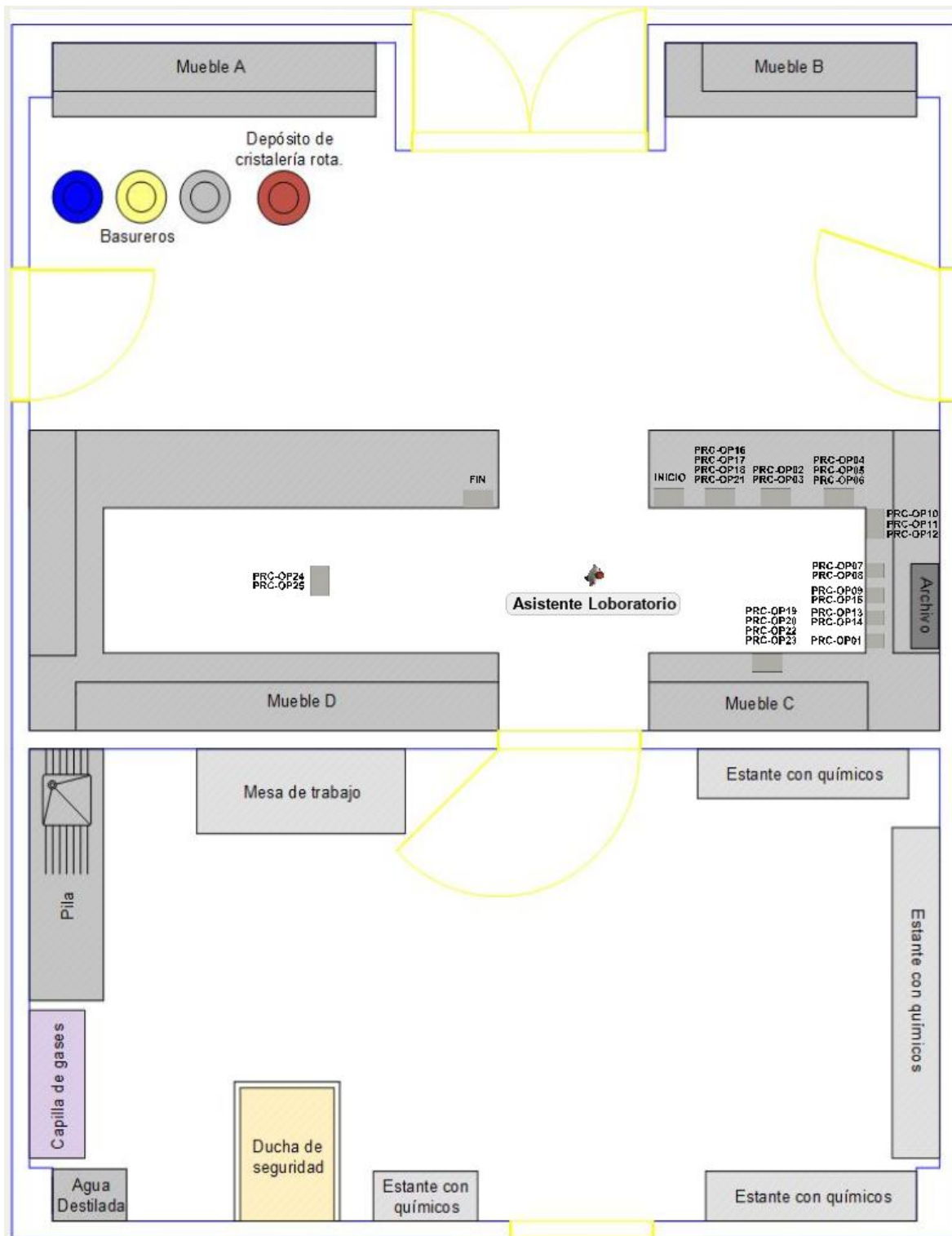
Resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras de tiempo reales y simuladas del proceso actual de reposición de cristalería dañada

Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H_0
PRC-OP01	0,856600263	No
PRC-OP02 PRC-OP03	2,460399022	No
PRC-OP04 PRC-OP05 PRC-OP06	0,787286756	No
PRC-OP07 PRC-OP08	0,79333886	No
PRC-OP09 PRC-OP15	0,980193015	No
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	1,159029442	No
PRC-OP13 PRC-OP14	1,549802861	No
PRC-OP16, PRC-OP17 PRC-OP18, PRC-OP21	0,459678142	No
PRC-OP24 PRC-OP25	0,917938782	No
PRC-OP19, PRC-OP20 PRC-OP22, PRC-OP23	2,665636237	No
Hipótesis estadísticas		
H_0 = Las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado < V. crítico).		
H_1 = No todas las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado > V. crítico).		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos de las muestras de tiempo simuladas de las operaciones que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Figura 47

Representación gráfica de la simulación del proceso actual de reposición de cristalería dañada

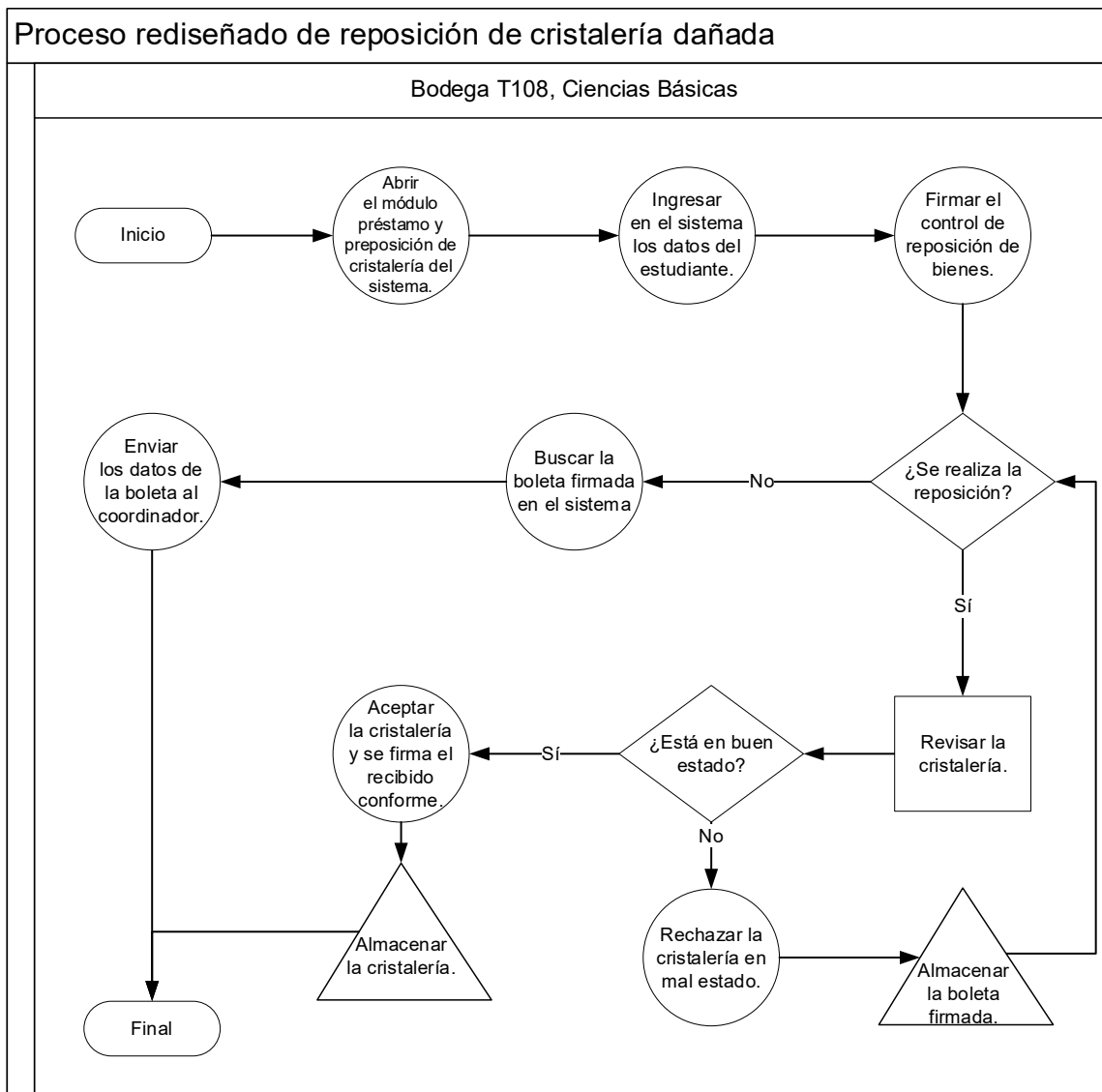


Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y el uso del *software* FlexSim, 2024.

5.1.4.4 Experimentación. En la figura 48, se muestra el diagrama de flujo del proceso rediseñado de reposición de cristalería dañada que integra el uso del sistema de información propuesto.

Figura 48

Diagrama de flujo del proceso rediseñado de reposición de cristalería dañada



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de reposición de cristalería dañada que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo que se obtuvieron al simular las operaciones del proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, que se ven alteradas al incorporar el uso de un sistema de información que facilita la estandarización de los procedimientos de trabajo, la organización y el acomodo de bienes y reactivos, y la adecuada gestión de los registros de datos y documentos. También, se muestran los resultados obtenidos al aplicar a dichas muestras una prueba t con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de estas al efectuar o no los cambios propuestos con el sistema de información.

Tabla 57

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas sin incluir el uso de un sistema de información en el proceso de reposición de cristalería dañada

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PRC-OP02 PRC-OP03	1,28	1,22	1,1	1,27	7,77	1,12	1,51	1,17	1,6	2,97
	1,16	1,26	1,1	1,35	2,6	1,13	1,09	1,41	1,33	1,34
	1,1	1,2	9,47	1,34	1,1	1,15	1,18	1,1	1,79	1,37
PRC-OP09 PRC-OP15	0,28	0,49	1,16	1,79	1,92	0,23	0,37	2,41	0,51	0,46
	1,09	0,4	1,28	0,75	1,59	1,68	1,19	0,42	0,53	1,24
	1,71	2,39	1,81	2,36	0,61	1,98	2,37	1,12	0,21	0,54
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	2,36	3,39	2,87	4,2	4,42	4,06	3,23	3,96	4,25	3,83
	4,5	2,37	2,9	2,6	4,37	2,35	2,49	3,55	2,46	2,72
	3,58	4,29	2,41	3,94	4,43	4,5	4,36	3,13	3,89	4,47

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 58

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de reposición de cristalería dañada al incluir el uso de un sistema de información

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PRC-OP02 PRC-OP03	1 - Johnson SB	84,68	johnsonbounded (0.980155, 1.595583, 0.943211, 1.772667, getstream(current))
	2 - Beta	83,06	
	3 - Erlang(E)	82,26	
PRC-OP09 PRC-OP15	1 - Johnson SB	98,28	johnsonbounded (0.287369, 0.401847, 0.069854, 0.516940, getstream(current))
	2 - Beta	97,41	
	3 - Rayleigh(E)	88,79	
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	1 - Inverse Gaussian(E)	99,07	inversegaussian (0.864947, 0.323053, 0.054553, getstream(current))
	2 - Lognormal(E)	94,44	
	3 - Johnson SB	94,44	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de reposición de cristalería dañada al incluir el uso de un sistema de información.

Tabla 59

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas al incluir el uso de un sistema de información en el proceso de reposición de cristalería dañada

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	PRC-OP02 PRC-OP03	1,14	1,23	1,23	1,39	1,28	1,34	1,24	1,13	1,34
1,33		1,3	1,27	1,22	1,26	1,25	1,18	1,24	1,29	1,19
1,19		1,16	1,38	1,18	1,33	1,26	1,21	1,32	1,25	1,15
PRC-OP09 PRC-OP15	0,37	0,35	0,39	0,41	0,41	0,33	0,33	0,33	0,41	0,39
	0,39	0,38	0,39	0,39	0,36	0,33	0,32	0,34	0,39	0,31
	0,32	0,39	0,34	0,31	0,34	0,4	0,37	0,38	0,4	0,32
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	0,89	2,88	1	1,06	0,97	0,94	0,9	0,9	0,91	1,01
	0,9	0,89	2,06	0,98	0,89	0,93	0,9	1,91	3,44	0,9
	0,9	1,18	0,93	0,9	0,91	0,9	0,93	1,04	2,3	0,94

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones modificadas de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 60

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de reposición de cristalería dañada

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor estadístico de t	Rechazo de H_0
PRC-OP02 PRC-OP03	1,741602558	No
PRC-OP09 PRC-OP15	5,941740273	Sí
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	12,42306153	Sí
Hipótesis estadísticas		
H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de reposición de cristalería dañada.		
H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de reposición de cristalería dañada.		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado con y sin cambios de las operaciones que conforman el proceso actual de reposición de cristalería dañada utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.5. Proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

En los siguientes apartados, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las etapas que se siguieron para elaborar la simulación del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y la propuesta de mejora de este.

5.1.5.1 Muestras de tiempo del método actual. En la siguiente tabla, se muestra la codificación junto con las muestras de tiempo de cada una de las actividades que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 61

Muestras de tiempo del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PPC-OP01	1,26	1,23	0,19	1,21	0,13	0,25	1,13	1,16	0,16	0,14
	1,18	1,27	1,21	0,21	1,17	1,17	1,21	0,27	0,19	1,25
	1,26	1,25	1,21	0,26	0,15	1,25	0,21	1,26	1,17	0,21
PPC-OP02 PPC-OP03	2,16	1,11	1,1	2,14	1,12	2,15	1,19	2,2	1,2	2,11
	1,12	2,2	1,12	2,2	1,1	1,1	2,16	2,17	2,09	2,19
	2,14	1,12	2,2	2,14	1,17	2,13	1,17	1,14	1,09	2,14
PPC-OP04	0,24	0,39	0,26	0,38	0,27	0,37	0,41	0,3	0,43	0,43
	0,41	0,32	0,32	0,39	0,4	0,33	0,31	0,37	0,39	0,32
	0,33	0,32	0,37	0,29	0,35	0,33	0,26	0,42	0,3	0,36
PPC-OP05 PPC-OP06 PPC-OP07	0,17	0,2	0,17	0,22	0,18	0,21	0,18	0,21	0,17	0,22
	0,17	0,21	0,15	0,17	0,15	0,17	0,17	0,15	0,18	0,15
	0,18	0,15	0,18	0,2	0,19	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17
PPC-OP08 PPC-OP14	0,35	1,33	2,37	1,36	1,36	0,38	2,38	2,34	0,36	1,39
	2,34	0,36	0,35	1,36	0,38	1,33	1,39	2,37	1,38	1,35
	2,34	0,34	2,38	0,33	2,35	2,36	0,34	0,37	2,35	2,38
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	2,44	4,39	3,38	2,35	4,41	3,37	4,36	3,35	3,39	4,35
	3,36	3,35	3,42	3,4	2,35	4,39	2,36	4,44	4,37	2,46
	4,37	2,35	3,38	4,44	4,34	3,41	4,43	3,42	4,37	4,45
PPC-OP15 PPC-OP16 PPC-OP17 PPC-OP23	1,68	2,79	0,66	1,76	2,65	2,76	0,72	1,71	2,79	1,62
	2,71	0,78	1,63	2,69	2,69	1,64	2,7	2,79	2,74	1,75
	1,7	1,76	2,78	0,64	1,68	0,79	1,67	2,79	0,69	1,79

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	PPC-OP24 PPC-OP25	1,16	2,15	2,14	2,15	1,14	1,13	1,14	2,14	2,13
1,14		1,13	1,14	1,16	2,16	1,16	2,14	2,15	1,13	2,14
1,13		1,15	1,16	2,15	2,13	1,13	2,13	1,15	1,16	2,13
PPC-OP12 PPC-OP13 PPC-OP21 PPC-OP22	0,2	0,2	0,19	0,21	0,22	0,21	0,21	0,2	0,22	0,19
	0,22	0,2	0,22	0,22	0,21	0,21	0,21	0,2	0,19	0,22
	0,19	0,2	0,21	0,19	0,2	0,2	0,22	0,22	0,19	0,21
PPC-OP26 PPC-OP27	0,43	0,41	0,13	0,3	0,23	0,29	0,45	0,4	0,1	0,18
	0,12	0,21	0,16	0,43	0,43	0,15	0,36	0,34	0,15	0,3
	0,36	0,16	0,13	0,32	0,2	0,2	0,31	0,18	0,12	0,31

Fuente: Elaboración propia, basada en los cursogramas analíticos y las muestras de tiempo recolectadas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

5.1.5.2 Prueba de bondad de ajuste. A continuación, en la tabla 46 se muestran los resultados obtenidos al aplicar, mediante el uso de la herramienta ExpertFit, la prueba de bondad de ajuste a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, para determinar cuál distribución de probabilidad se ajusta mejor al comportamiento de los datos para ser utilizada en el modelo de simulación.

Tabla 62

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PPC-OP01	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (0.129869, 1.271273, -0.180223, 0.273251, getstream(current))
	2 - Beta	95,24	
	3 - Chi-Square(E)	83,33	

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PPC-OP02 PPC-OP03	1 - Beta	98,28	beta (1.088627, 2.202757, 0.329191, 0.302916, getstream(current))
	2 - Johnson SB	96,55	
	3 - Chi-Square(E)	90,52	
PPC-OP04	1 - Beta	98,08	beta (0.231611, 0.437081, 1.526276, 1.227391, getstream(current))
	2 - Johnson SB	96,15	
	3 - Erlang(E)	86,54	
PPC-OP05 PPC-OP06 PPC-OP07	1 - Rayleigh(E)	82,26	weibull (0.135536, 0.046761, 2.000000, getstream(current))
	2 - Beta	82,26	
	3 - Johnson SB	82,26	
PPC-OP08 PPC-OP14	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (0.329667, 2.382385, -0.052974, 0.235947, getstream(current))
	2 - Beta	94,12	
	3 - Gamma	75	
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (2.317532, 4.454463, -0.317182, 0.339830, getstream(current))
	2 - Beta	96,55	
	3 - Erlang(E)	82,76	
PPC-OP15 PPC-OP16 PPC-OP17 PPC-OP23	1 - Johnson SB	97,62	johnsonbounded (0.639318, 2.792878, -0.274731, 0.283382, getstream(current))
	2 - Beta	96,43	
	3 - Weibull	79,76	
PPC-OP24 PPC-OP25	1 - Lognormal(E)	94,64	lognormal2 (1.129581, 0.049765, 2.985845, getstream(current))
	2 - Chi-Square(E)	93,75	
	3 - Weibull(E)	91,96	
PPC-OP12 PPC-OP13 PPC-OP21 PPC-OP22	1 - Beta	80,17	beta (0.188091, 0.211947, 0.874998, 0.791358, getstream(current))
	2 - Johnson SB	78,45	
	3 - Rayleigh(E)	75,86	
PPC-OP26 PPC-OP27	1 - Johnson SB	99,11	johnsonbounded (0.097774, 0.457900, 0.143810, 0.526773, getstream(current))
	2 - Beta	97,32	
	3 - Rayleigh(E)	86,61	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de préstamo de cristalería y

equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.5.3 Construcción y validación del modelo. En las tablas 47, 48 y en la figura 49 se muestran, respectivamente, los tiempos simulados para cada una de las actividades que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, el análisis de varianza aplicado a los datos para validar si estos reflejan la realidad de proceso y la representación gráfica de la simulación.

Tabla 63

Muestras de tiempo simulado del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
PPC-OP01	Sim. 1	1,36	1,08	0,34	1,28	1,19	0,82	1,22	1,34	0,94	1,39
		0,91	1,37	1,4	1,36	0,27	1,36	0,81	1	1,01	1,38
		1,14	0,27	0,34	1,24	0,76	1,39	0,52	0,45	1,37	0,45
	Sim. 2	1,21	0,69	0,32	0,29	0,94	0,58	0,28	1,38	1,4	1
		0,79	1,41	0,33	0,27	0,83	0,43	0,28	1,18	1,35	1,37
		1,4	0,74	1,37	1,4	1,41	0,97	1,41	1,23	1,31	1,41
	Sim. 3	0,35	1,41	1,4	0,61	0,54	0,33	1,41	0,45	1,4	0,35
		0,38	1,29	1,4	1,39	1,33	1,41	0,35	1,4	0,35	0,72
		0,43	1,14	1,38	1,41	0,94	1,41	0,68	0,28	0,27	0,85
PPC-OP02 PPC-OP03	Sim. 1	1,99	1,84	1,65	1,2	2,19	1,14	1,8	1,11	2,18	1,96
		2,21	1,11	2,05	1,42	1,15	1,19	2,18	2,02	1,1	1,99
		1,13	1,37	1,18	1,57	2,2	1,94	1,28	1,1	2,18	1,69
	Sim. 2	1,81	2,11	2	1,6	2,21	1,11	2,21	1,16	2,04	2,01
		1,94	2,21	1,48	2,12	2,21	1,1	1,45	1,24	1,23	1,72
		2,21	1,21	2,21	1,54	2,18	2,12	1,23	2,16	1,68	2,16
	Sim. 3	1,1	1,71	1,1	1,16	1,1	2,21	1,12	1,1	1,19	1,1
		2,2	1,59	1,73	1,66	2,06	1,1	2,21	1,47	2,19	1,1
		2,21	1,74	1,26	1,6	2,21	1,37	1,23	1,11	1,43	1,39
PPC-OP04	Sim. 1	0,41	0,31	0,42	0,34	0,29	0,37	0,28	0,4	0,36	0,37
		0,33	0,37	0,3	0,38	0,45	0,44	0,28	0,31	0,33	0,29
		0,33	0,42	0,31	0,34	0,43	0,29	0,35	0,44	0,43	0,31
	Sj	0,4	0,37	0,4	0,36	0,36	0,35	0,32	0,36	0,39	0,35
		0,42	0,27	0,26	0,4	0,3	0,4	0,39	0,45	0,36	0,35

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos									
	Sim. 3	0,28	0,33	0,34	0,36	0,31	0,42	0,41	0,4	0,29	0,29
		0,36	0,4	0,37	0,38	0,29	0,35	0,34	0,36	0,28	0,41
		0,34	0,37	0,26	0,26	0,3	0,39	0,39	0,34	0,32	0,31
		0,35	0,29	0,29	0,37	0,3	0,34	0,36	0,43	0,37	0,27
PPC-OP05 PPC-OP06 PPC-OP07	Sim. 1	0,2	0,19	0,19	0,19	0,18	0,15	0,17	0,17	0,19	0,17
		0,18	0,2	0,15	0,16	0,22	0,16	0,15	0,18	0,19	0,19
		0,2	0,2	0,15	0,16	0,19	0,2	0,2	0,21	0,16	0,17
	Sim. 2	0,16	0,17	0,16	0,18	0,2	0,2	0,16	0,15	0,26	0,18
		0,21	0,18	0,19	0,23	0,18	0,19	0,16	0,17	0,19	0,18
		0,17	0,17	0,22	0,18	0,23	0,17	0,16	0,16	0,21	0,16
	Sim. 3	0,15	0,18	0,16	0,17	0,21	0,21	0,17	0,24	0,21	0,17
		0,18	0,15	0,16	0,25	0,18	0,19	0,2	0,17	0,19	0,18
		0,2	0,15	0,17	0,21	0,24	0,18	0,2	0,19	0,17	0,21
PPC-OP08 PPC-OP14	Sim. 1	2,27	2,38	0,4	0,35	0,39	2,39	0,43	0,5	0,35	0,42
		0,37	2,31	0,82	2,39	1,46	1,24	0,34	2,36	2,39	2,38
		2,11	1,17	2,36	2,1	2,15	2,38	2,35	2,22	1,43	0,53
	Sim. 2	1,58	1,17	2,38	0,35	2,17	0,61	0,38	1,76	0,71	0,34
		2,25	1,08	2,29	2,09	2,39	0,35	0,37	0,56	2,33	2,39
		2,21	1,54	2,14	0,45	0,65	2,39	0,36	0,43	2,02	0,48
	Sim. 3	1,66	1,54	0,44	2,2	0,63	2,03	1,11	0,34	0,34	0,59
		1,27	2,16	0,99	2,39	1,09	0,9	2,15	0,45	0,35	0,93
		0,34	2,02	0,35	0,57	0,34	0,35	2,24	2,39	0,6	2,26
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	Sim. 1	4,32	4,34	2,66	2,43	3,48	3,27	4,24	4,08	2,95	4,46
		4,39	3,24	3,15	4,45	4,45	3,87	3,11	2,37	4,45	4,17
		3,69	3,27	2,62	2,45	4,32	4,44	4,4	2,99	3,62	2,94
	Sim. 2	4,39	4,43	3,21	4,43	3,83	4,3	2,65	2,52	3,95	2,36
		2,72	2,73	4,4	2,8	4,42	2,63	2,39	4,36	3,67	4,45
		3,04	2,37	4,38	2,5	4,21	2,43	2,87	2,5	3,1	3,09
	Sim. 3	4,45	4,21	2,37	4,36	4,47	2,89	4,29	4,46	4,31	3,92
		2,33	4,47	2,75	4,07	3,72	2,88	4,45	4,17	3,58	4,41
		4,46	4,44	4,2	2,53	4,38	3,97	3,07	2,63	3,95	2,7
PPC-OP15 PPC-OP16 PPC-OP17 PPC-OP23	Sim. 1	2,71	2,72	2,58	2,58	1,13	2,67	0,65	2,79	2,78	2,66
		2,79	2,71	2,78	2,69	1,68	1,02	2,33	0,73	1,48	0,75
		2,73	2,74	2,76	2,8	0,65	0,82	2,8	2,29	2,78	2,53
	Sim. 2	2,32	2,05	1,7	0,71	0,77	2,03	0,85	2,65	0,82	2,77
		2,33	2,31	0,93	0,89	1,25	2,53	2,79	0,81	0,85	2,8
		1,38	0,76	1,28	2,5	2,79	2,49	2,78	2,72	1,28	1,78
	Sim. 3	0,65	0,83	1,86	0,84	2,72	2,12	2,6	2,7	2,8	2,28
		2,8	2,72	1,92	2,79	2,59	0,96	0,73	0,74	2,62	0,73
		0,65	2,39	2,65	2,38	0,66	1,61	2,76	1,2	1,83	2,05
PPC-OP12 PPC-OP13	Sim	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,2	0,2	0,22	0,2	0,21
		0,22	0,21	0,2	0,2	0,22	0,2	0,21	0,2	0,2	0,22

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos											
PPC-OP21 PPC-OP22	Sim. 2	0,2	0,21	0,21	0,22	0,22	0,2	0,2	0,22	0,2	0,21	
		0,22	0,22	0,22	0,21	0,2	0,21	0,22	0,2	0,21	0,2	
		0,22	0,21	0,21	0,22	0,22	0,2	0,22	0,22	0,21	0,2	
	Sim. 3	0,22	0,21	0,21	0,2	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,22	
		0,2	0,2	0,22	0,2	0,2	0,22	0,21	0,2	0,22	0,21	
		0,21	0,22	0,2	0,2	0,2	0,21	0,22	0,22	0,2	0,21	
PPC-OP24 PPC-OP25	Sim. 1	0,22	0,22	0,22	0,2	0,2	0,22	0,2	0,2	0,22	0,21	
		1,15	1,28	2,39	2,97	1,96	3,12	1,14	1,23	97,61	1,14	
		1,16	1,14	1,23	12,12	1,14	1,16	1,43	1,14	1,27	10,61	
	Sim. 2	1,14	1,22	1,14	1,24	1,73	1,14	1,14	5,83	2,82	1,17	
		1,24	89,31	1,14	1,55	1,92	1,15	5,08	1,14	1,14	1,27	
		1,15	1,16	1,14	1,97	1,14	1,14	2,31	1,27	1,16	1,14	
	Sim. 3	3,67	1,14	1,14	1,14	1,22	1,16	1,14	1,14	1,29	1,15	
		1,19	1,46	1,21	8,18	1,14	1,14	1,15	1,14	1,17	1,22	
		1,31	1,14	1,14	2,71	1,14	1,41	1,2	1,4	4,96	1,14	
	PPC-OP26 PPC-OP27	Sim. 1	1,16	1,15	1,94	1,14	1,14	1,22	1,14	1,14	1,15	1,63
			0,13	0,17	0,47	0,18	0,46	0,14	0,34	0,28	0,14	0,32
			0,17	0,16	0,23	0,35	0,43	0,37	0,41	0,12	0,24	0,23
Sim. 2		0,17	0,31	0,21	0,22	0,16	0,13	0,27	0,33	0,41	0,31	
		0,34	0,4	0,2	0,41	0,25	0,41	0,15	0,15	0,13	0,13	
		0,27	0,4	0,14	0,13	0,28	0,14	0,42	0,33	0,27	0,3	
Sim. 3		0,32	0,27	0,28	0,31	0,19	0,29	0,43	0,15	0,34	0,32	
		0,31	0,4	0,22	0,13	0,17	0,13	0,4	0,26	0,11	0,28	
		0,15	0,33	0,29	0,17	0,45	0,15	0,35	0,15	0,14	0,15	
		0,34	0,23	0,38	0,19	0,12	0,17	0,12	0,12	0,24	0,26	

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 64

Resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras de tiempo reales y simuladas del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

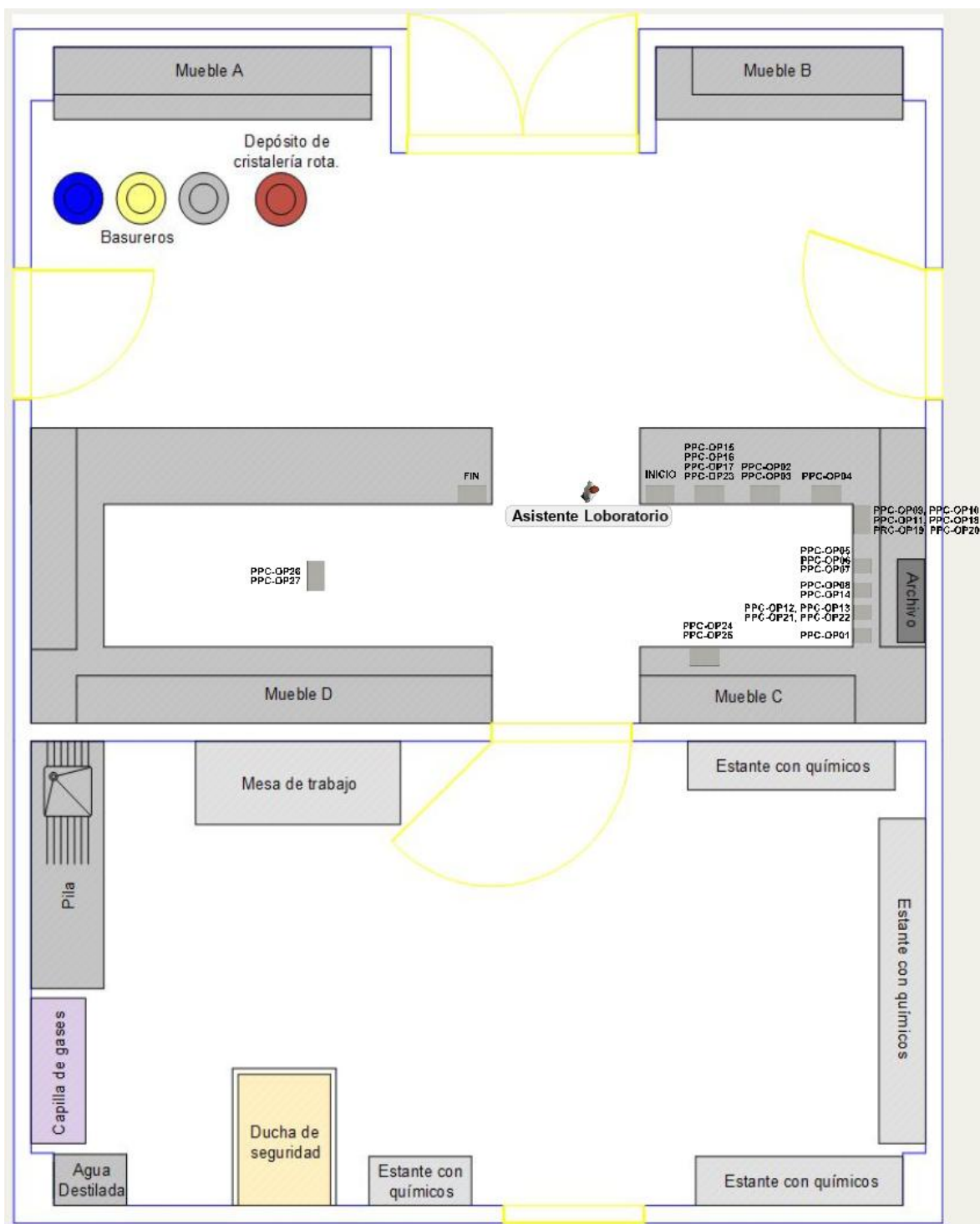
Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H ₀
PPC-OP01	0,975216557	No
PPC-OP02 PPC-OP03	1,761979509	No

Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H₀
PPC-OP04	0,767226166	No
PPC-OP05 PPC-OP06 PPC-OP07	1,150040678	No
PPC-OP08 PPC-OP14	0,783854652	No
PPC-OP09, PPC-OP10 PPC-OP11, PPC-OP18 PPC-OP19, PPC-OP20	1,327525165	No
PPC-OP15, PPC-OP16 PPC-OP17, PPC-OP23	1,204404883	No
PPC-OP24 PPC-OP25	0,828778001	No
PPC-OP12, PPC-OP13 PPC-OP21, PPC-OP22	2,149613461	No
PPC-OP26 PPC-OP27	0,874048587	No
Hipótesis estadísticas H ₀ = Las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado < V. crítico). H ₁ = No todas las medias de los grupos de muestras son iguales (V.calculado > V. crítico).		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos de las muestras de tiempo simuladas de las operaciones que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Figura 49

Representación gráfica de la simulación del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

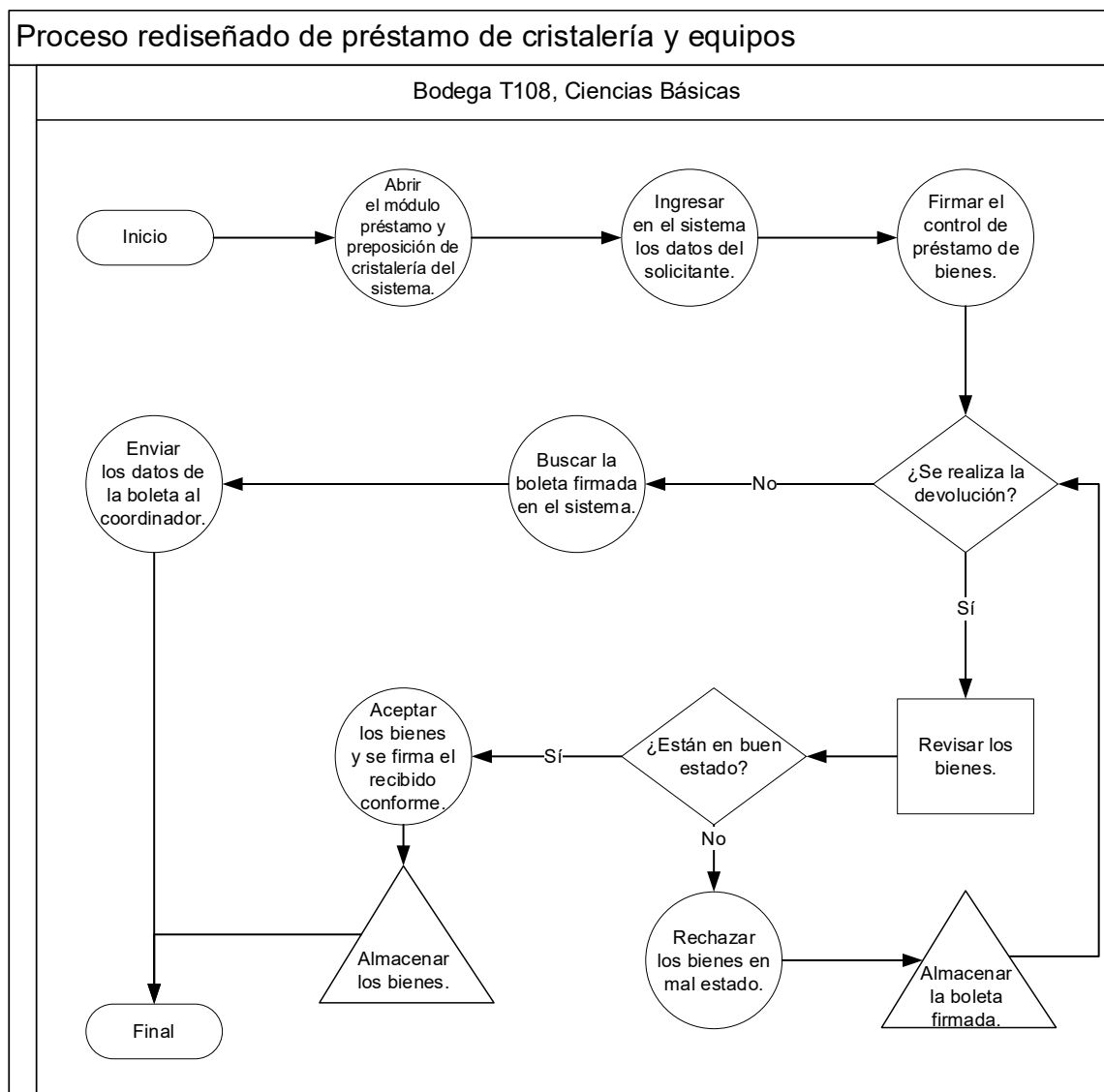


Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y el uso del *software* FlexSim, 2024.

5.1.5.4 Experimentación. A continuación, en la figura 50 se muestra el diagrama de flujo del proceso rediseñado de préstamo de cristalería y equipos que integra el uso del sistema de información propuesto.

Figura 50

Diagrama de flujo del proceso rediseñado de préstamo de cristalería y equipos



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de préstamo de cristalería y equipos que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo que se obtuvieron al simular las operaciones del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, que se ven alteradas al incorporar el uso de un sistema de información que facilita la estandarización de los procedimientos de trabajo, la organización y el acomodo de bienes y reactivos, y la adecuada gestión de los registros de datos y documentos. A su vez, se presentan los resultados obtenidos al aplicar a dichas muestras una prueba t con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de estas al efectuar o no los cambios propuestos con el sistema de información.

Tabla 65

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas sin incluir el uso de un sistema de información en el proceso de préstamo de cristalería y equipos

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PPC-OP02 PPC-OP03	1,14	1,39	2,11	2,03	1,17	1,48	1,35	2,08	2,18	2,21
	2,14	1,46	1,73	2,13	1,53	1,94	2	1,63	2,21	1,37
	2,19	1,71	1,14	2,21	2,04	1,95	1,1	2,2	2,15	2,17
PPC-OP08 PPC-OP14	1,75	1,52	0,53	1,11	1,93	1,81	1,33	2,39	0,35	0,34
	2,24	0,48	0,81	2,34	2,39	1,43	0,85	0,8	2,39	2,29
	2,35	0,39	1,87	1,44	1,54	2,38	2,39	2,23	0,47	2,37
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	3,65	4,31	3,62	4,27	4,42	2,33	4,36	2,33	4,06	4,46
	3,1	4,23	2,38	4,07	3,06	3,46	2,87	3,29	3,21	3,17
	4,39	2,59	3,24	3,97	3,51	2,58	4,44	4,05	4,1	2,58

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 66

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos al incluir el uso de un sistema de información

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PPC-OP02 PPC-OP03	1 - Johnson SB	96,77	johnsonbounded (1.064988, 1.390347, 0.577489, 0.786559, getstream(current))
	2 - Beta	95,16	
	3 - Erlang(E)	89,52	
PPC-OP08 PPC-OP14	1 - Beta	100	beta (0.288824, 0.392306, 0.774206, 0.724941, getstream(current))
	2 - Johnson SB	95,00	
	3 - Weibull(E)	85,00	
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	1 - Beta	99,07	beta (0.868904, 1.972469, 0.315473, 0.291448, getstream(current))
	2 - Johnson SB	95,37	
	3 - Chi-Square(E)	87,04	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de préstamo de cristalería y equipos al incluir el uso de un sistema de información.

Tabla 67

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas al incluir el uso de un sistema de información en el proceso de préstamo de cristalería y equipos

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PPC-OP02 PPC-OP03	1,24	1,14	1,14	1,17	1,28	1,12	1,25	1,29	1,19	1,11
	1,11	1,17	1,34	1,13	1,23	1,14	1,4	1,26	1,26	1,25
	1,22	1,11	1,22	1,21	1,26	1,1	1,29	1,19	1,22	1,18
PPC-OP08 PPC-OP14	0,38	0,34	0,32	0,35	0,4	0,37	0,36	0,3	0,36	0,38
	0,4	0,32	0,34	0,4	0,37	0,32	0,3	0,33	0,4	0,38
	0,37	0,32	0,31	0,36	0,31	0,32	0,39	0,38	0,37	0,38
PPC-OP09	0,96	1,95	1,34	1,98	1,85	1,12	1,2	1,53	1,68	1,96

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18	1,31	1,81	1,84	1,66	1,07	0,89	1,75	0,88	1,31
PPC-OP19 PPC-OP20	1,78	1,51	1,45	1,95	0,94	0,89	1,48	1,98	0,88	1,31

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones modificadas de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 68

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor estadístico de t	Rechazo de H_0
PPC-OP02 PPC-OP03	-8,200085658	Sí
PPC-OP08 PPC-OP14	-8,609244202	Sí
PPC-OP09, PPC-OP10 PPC-OP11, PPC-OP18 PPC-OP19, PPC-OP20	-13,8440735	Sí
<p>Hipótesis estadísticas</p> <p>H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos.</p> <p>H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos.</p>		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado con y sin cambios de las operaciones que conforman el proceso actual de préstamo de cristalería y equipos utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.6. Proceso actual de inventariado de bienes

En los siguientes apartados, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las etapas que se siguieron para elaborar la simulación del proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y la propuesta de mejora de este.

5.1.6.1 Muestras de tiempo del método actual. A continuación, en la siguiente tabla se muestra la codificación junto con las muestras de tiempo de cada una de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 69

Muestras de tiempo del proceso actual de inventariado de bienes

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIB-OP01 PIB-OP02	22,05	21,04	20,06	20,07	20,07	22,05	21,06	24,07	20,05	22,04
	23,05	22,06	23,06	22,05	23,04	20,07	20,06	20,04	23,06	24,07
	24,06	21,05	24,04	23,05	21,07	23,07	22,05	22,07	22,05	20,07
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	45,27	43,68	41,36	51,40	41,37	43,59	51,61	44,55	42,51	42,24
	47,71	42,69	47,34	42,33	46,39	45,39	49,50	42,22	51,51	44,62
	41,67	48,46	43,27	41,25	46,32	51,32	50,20	46,24	49,36	50,47
PIB-OP06 PIB-OP07	12,27	11,34	10,29	12,31	12,26	12,27	11,30	12,24	11,23	12,30
	11,34	12,29	11,23	12,17	11,34	10,32	12,28	12,24	11,24	12,32
	12,18	10,32	12,17	11,28	12,21	12,20	12,27	12,24	10,23	12,18
PIB-OP08 PIB-OP09	7,24	7,42	7,06	7,31	6,41	6,40	6,47	6,18	6,51	6,16
	7,12	7,56	7,02	6,34	6,32	7,62	6,45	6,21	7,07	7,34

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	7,38	7,17	7,54	7,09	6,09	7,60	6,71	6,15	6,08	7,33
PIB-OP10	6,21	6,28	7,30	7,12	7,29	7,44	6,41	7,06	6,22	7,36
	6,28	7,27	6,53	7,25	7,08	7,23	7,35	7,44	7,30	6,39
	6,25	6,14	7,18	7,48	6,13	7,24	7,21	7,36	7,11	7,43
PIB-OP11 PIB-OP12	1,29	1,16	1,12	1,16	1,29	1,09	1,28	1,27	1,04	1,14
	1,25	1,11	1,08	1,22	1,25	1,26	1,23	1,23	1,28	1,24
	1,20	1,16	1,25	1,03	1,07	1,19	1,11	1,08	1,06	1,21
PIB-OP13 PIB-OP17 PIB-OP18 PIB-OP14 PIB-OP19	4,40	3,40	2,40	2,36	4,41	2,37	2,38	4,37	3,38	3,37
	3,36	4,41	2,39	2,41	2,37	4,36	4,37	4,38	4,41	2,37
	4,41	2,36	3,40	3,38	2,36	4,41	2,39	3,39	2,41	4,38
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	8,31	5,31	10,33	6,39	6,37	8,37	5,36	9,38	6,32	7,32
	9,40	6,36	8,31	10,30	9,40	9,32	7,32	9,35	9,40	10,36
	8,30	10,37	6,31	8,37	5,36	7,30	6,33	9,37	9,36	8,31

Fuente: Elaboración propia, basada en los cursogramas analíticos y las muestras de tiempo recolectadas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

5.1.6.2 Prueba de bondad de ajuste. En la tabla 50, se muestran los resultados obtenidos al aplicar, mediante el uso de la herramienta ExpertFit, la prueba de bondad de ajuste a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, para determinar cuál distribución de probabilidad se ajusta mejor al comportamiento de los datos para ser utilizada en el modelo de simulación.

Tabla 70

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de inventariado de bienes

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PIB-OP01 PIB-OP02	1 - Johnson SB	93,55	johnsonbounded (19,068606, 24,596256, -0,038971, 0,814037, getstream(current))
	2 - Beta	91,94	
	3 - Erlang(E)	83,87	
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	1 - Johnson SB	99,19	johnsonbounded (41,196461, 51,882135, 0,199069, 0,452877, getstream(current))
	2 - Beta	97,58	
	3 - Erlang(E)	84,68	
PIB-OP06 PIB-OP07	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (9,914843, 12,332332, -0,938553, 0,485701, getstream(current))
	2 - Beta	96,77	
	3 - Erlang(E)	79,03	
PIB-OP08 PIB-OP09	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded (6,069137, 7,628051, 0,017014, 0,432509, getstream(current))
	2 - Beta	96,77	
	3 - Rayleigh(E)	77,42	
PIB-OP10	1 - Johnson SB	98,39	johnsonbounded (4,791630, 7,487624, -1,315763, 0,691016, getstream(current))
	2 - Beta	96,77	
	3 - Weibull	92,74	
PIB-OP11 PIB-OP12	1 - Johnson SB	99,19	johnsonbounded (1,023436, 1,294710, -0,244866, 0,547662, getstream(current))
	2 - Beta	97,58	
	3 - Weibull	91,13	
PIB-OP13 PIB-OP17 PIB-OP18 PIB-OP14 PIB-OP19	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded(2,357632, 4,414422, 0,034050, 0,223747, getstream(current))
	2 - Beta	95,97	
	3 - Chi-Square(E)	87,10	
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	1 - Beta	97,58	beta (5,129087, 10,449530, 0,992689, 0,802463, getstream(current))
	2 - Johnson SB	97,58	
	3 - Weibull	90,32	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.6.3 Construcción y validación del modelo. A continuación, en las tablas 51, 52 y en la figura 51 se muestran, respectivamente, los tiempos simulados para cada una de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, el análisis de varianza aplicado a los datos para validar si estos reflejan la realidad de proceso y la representación gráfica de la simulación.

Tabla 71

Muestras de tiempo simulado del proceso actual de inventariado de bienes

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
PIB-OP01 PIB-OP02	Sim. 1	23,37	22,13	20,59	22,66	22,36	21,68	22,44	22,94	21,88	23,52
		21,83	23,16	23,97	23,1	19,86	23,1	21,66	21,97	21,99	23,37
		22,25	19,52	20,58	22,51	21,58	23,53	21,14	20,98	23,15	20,98
	Sim. 2	22,43	21,47	20,47	20,22	21,87	21,27	20,09	23,3	23,83	21,98
		21,63	24,23	20,53	19,86	21,7	20,93	20,07	22,35	23,05	23,19
		23,84	21,55	23,15	23,63	24,17	21,93	24,27	22,49	22,79	24,28
	Sim. 3	20,64	24,34	24,03	21,32	21,18	20,54	24,5	20,97	23,63	20,62
		20,75	22,7	23,66	23,53	22,89	24,14	20,63	23,96	20,65	21,51
		20,93	22,26	23,37	24,24	21,86	24,06	21,44	20,02	19,78	21,73
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	Sim. 1	48,61	48,85	42,09	41,57	44,02	43,46	47,74	46,51	42,71	51,48
		49,6	43,38	43,15	51,21	50,94	45,44	43,06	41,38	51,26	47,2
		44,72	43,46	42	41,61	48,63	50,81	49,94	42,81	44,48	42,68
	Sim. 2	49,75	50,45	43,32	50,59	45,26	48,43	42,06	41,78	45,79	41,34
		42,22	42,24	49,9	42,38	50,36	42,03	41,43	49,15	44,62	51,04
		42,91	41,38	49,51	41,72	47,45	41,54	42,53	41,73	43,06	43,01
	Sim. 3	51,14	47,47	41,37	49,13	51,83	42,57	48,23	51,63	48,54	45,67
		41,23	51,82	42,28	46,5	44,82	42,55	51,12	47,19	44,35	49,99
		51,72	50,68	47,41	41,8	49,43	45,92	42,99	42,02	45,79	42,16
PIB-OP06 PIB-OP07	Sim.	11,95	11,11	11,19	11,32	11,37	12,29	12,31	10,61	11,91	12,34
		12,26	12,27	12,04	11,51	10,14	12,3	11,97	12,26	12,28	12,25

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos										
	Sim. 2	12,26	12,22	12,32	12,23	10,87	12,07	12	12,14	12,31	11,85	
		12,06	11,98	12,07	12,05	12,1	10,18	11,52	11,71	10,55	12,22	
		12,19	12,3	12,06	11,34	12,34	12,05	11,7	12,2	12,2	10,46	
		12,16	10,65	12,31	12,33	12,2	12,03	12,32	12,1	10,81	11,9	
	Sim. 3	11,88	12,33	10,93	10,68	12,09	12,21	12,24	11,41	12,18	12,22	
		12	12,21	10,71	12,29	12,31	11,57	11,42	12,28	12,33	11,89	
		11,3	12,31	12,12	12,31	11,88	12,28	12,32	10,75	11,26	12,32	
	PIB-OP08 PIB-OP09	Sim. 1	7,47	6,22	7,62	6,64	7,48	6,09	7,54	6,69	7,63	6,5
			6,21	6,28	7,09	7,07	6,72	6,17	7,31	6,09	7,09	7,01
7,42			6,16	6,33	6,83	7,47	7,59	6,32	6,71	6,09	7,46	
Sim. 2		6,33	7,38	6,1	7,27	7,32	6,56	6,56	6,47	6,31	6,15	
		6,12	7,57	6,09	6,57	7,53	7,32	6,08	7,02	6,49	6,99	
		7,36	7,17	7,3	7,23	7,04	7,59	7	7,33	7,5	7,06	
Sim. 3		7,4	6,32	7,58	6,51	6,08	6,54	6,09	6,26	6,39	6,11	
		7,46	6,45	6,1	6,54	7,56	6,98	7,59	7,6	6,46	7,27	
		6,82	6,27	7,34	6,74	7,61	7,09	7,44	7,54	6,49	7,55	
PIB-OP10	Sim. 1	7,08	7,24	7,46	6,36	6,75	6,94	6,99	7,37	7,46	7,27	
		7,46	7,27	7,37	7,03	6,71	6,33	7,4	7,47	7,3	7,32	
		7,34	7,22	6,43	5,25	7,02	7,17	7,33	7,33	7,22	7,39	
	Sim. 2	6,86	6,91	6,25	5,95	7,45	7,4	7,33	7,11	7,18	6,43	
		6,7	7,41	6,95	6,34	7,35	7,43	7,28	7,02	7,3	6,89	
		6,8	5,99	7,15	6,99	5,89	7,28	6,98	5,18	6,5	6,52	
	Sim. 3	7,4	7,45	7,36	7,3	6,34	6,79	7,34	7,27	7,1	7,11	
		6,79	6,63	6,76	7,02	7,09	6,43	7,39	7,11	5,15	6,41	
		7,27	7,45	7,31	6,1	7,31	7,16	5,76	6,83	6,89	6,52	
PIB-OP11 PIB-OP12	Sim. 1	1,26	1,23	1,21	1,26	1,04	1,23	1,29	1,12	1,25	1,12	
		1,25	1,17	1,18	1,04	1,17	1,22	1,28	1,29	1,22	1,25	
		1,11	1,05	1,16	1,11	1,28	1,2	1,24	1,28	1,06	1,15	
	Sim. 2	1,26	1,25	1,11	1,22	1,12	1,28	1,29	1,15	1,06	1,3	
		1,08	1,24	1,26	1,16	1,22	1,26	1,11	1,18	1,3	1,22	
		1,24	1,04	1,1	1,29	1,09	1,09	1,27	1,28	1,3	1,28	
	Sim.	1,09	1,05	1,23	1,1	1,22	1,21	1,08	1,15	1,19	1,16	
		1,05	1,16	1,29	1,07	1,18	1,26	1,22	1,24	1,13	1,24	

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
		1,27	1,04	1,3	1,23	1,09	1,14	1,28	1,21	1,25	1,26
PIB-OP13 PIB-OP17 PIB-OP18 PIB-OP14 PIB-OP19	Sim. 1	4,27	4,42	2,4	2,37	2,4	4,42	2,42	2,46	2,38	2,42
		2,39	4,32	2,7	4,42	3,29	3,07	2,37	4,39	4,43	4,42
		4,06	3,01	4,39	4,06	4,12	4,41	4,38	4,21	3,27	2,49
	Sim. 2	3,43	3,01	4,41	2,37	4,14	2,55	2,39	3,63	2,62	2,37
		4,25	2,93	4,3	4,04	4,43	2,37	2,39	2,51	4,34	4,42
		4,2	3,38	4,1	2,43	2,57	4,43	2,38	2,42	3,95	2,45
	Sim. 3	3,52	3,39	2,43	4,19	2,56	3,97	2,95	2,37	2,37	2,53
		3,11	4,13	2,85	4,43	2,93	2,77	4,11	2,44	2,37	2,8
		2,37	3,95	2,37	2,52	2,37	2,37	4,24	4,42	2,54	4,26
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	Sim. 1	7,06	9,2	7,21	6,02	9,27	8,78	6,03	9,01	5,76	7,12
		7,02	9,04	5,7	10,46	9,83	10,27	9,58	7,6	5,96	5,39
		8,19	5,89	9,35	8,48	8,22	6,49	7,33	5,22	9,02	8,96
	Sim. 2	8,98	8,84	10,11	9,21	7,06	8,69	9,93	5,35	8,75	8,91
		9,85	8,05	9,35	7,66	7,62	8,16	10,4	9,84	5,25	8,21
		10,2	9,37	7,53	9,7	6,38	9,95	9,47	8,89	6,99	7,8
	Sim. 3	10,25	9,81	9,56	5,39	8,77	9,41	10,25	5,64	6,25	10,2
		8,27	7,5	7,47	9,73	8,27	6,84	6,87	8,22	10,15	8,22
		6,75	5,68	10,16	5,56	5,99	7,72	9,07	5,62	5,38	8,6

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 72

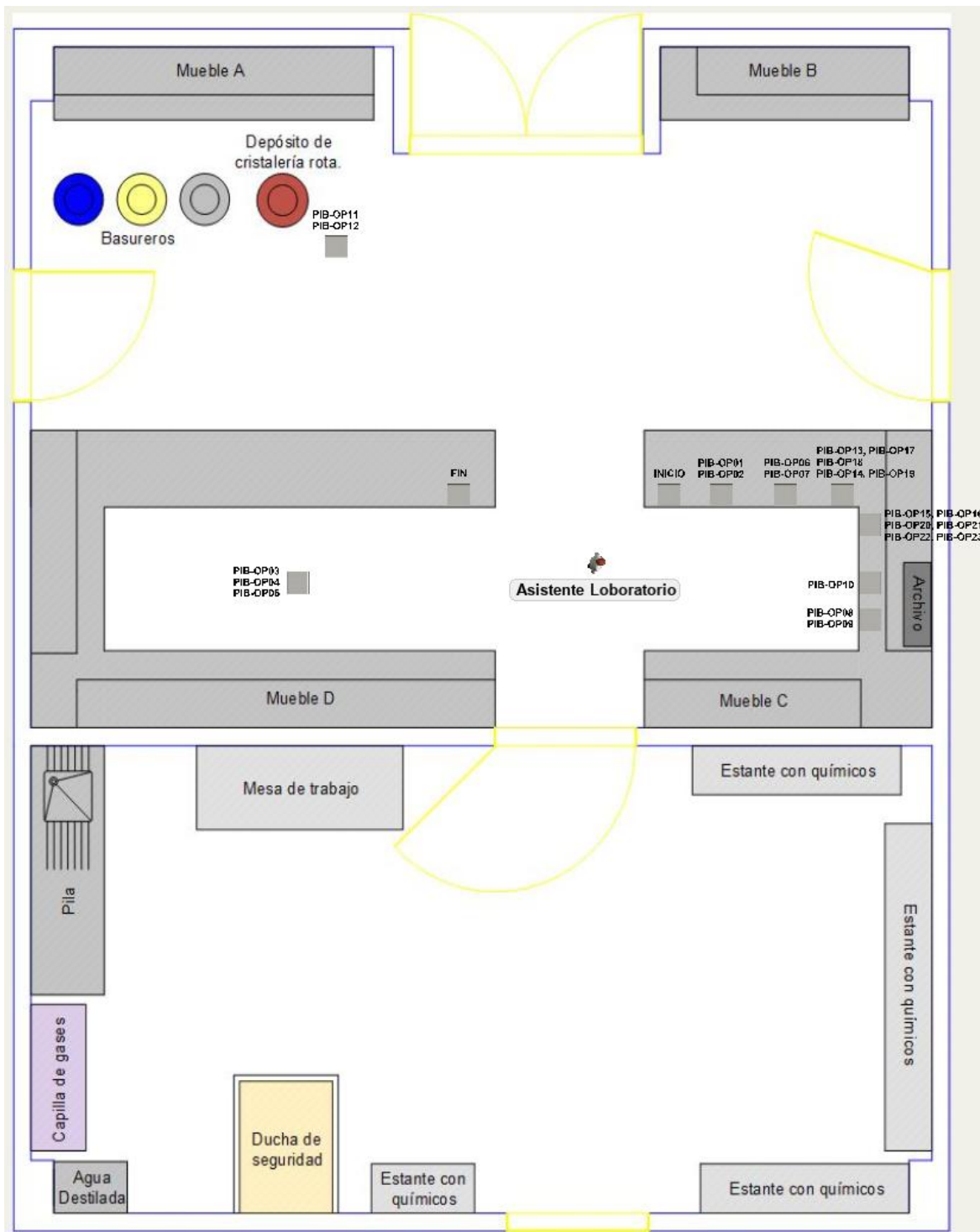
Resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras de tiempo reales y simuladas del proceso actual de inventariado de bienes

Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H₀
PIB-OP01 PIB-OP02	0,443987884	No
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	1,10375237	No
PIB-OP06 PIB-OP07	0,33352293	No
PIB-OP08 PIB-OP09	0,058596896	No
PIB-OP10	1,238793724	No
PIB-OP11 PIB-OP12	0,536077524	No
PIB-OP13, PIB-OP17 PIB-OP18, PIB-OP14, PIB-OP19	0,87077855	No
PIB-OP15, PIB-OP16 PIB-OP20, PIB-OP21 PIB-OP22, PIB-OP23	1,345198613	No
Hipótesis estadísticas		
H ₀ = Las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado < V. crítico).		
H ₁ = No todas las medias de los grupos de muestras son iguales (V. calculado > V. crítico).		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos de las muestras de tiempo simuladas de las operaciones que conforman el proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Figura 51

Representación gráfica de la simulación del proceso actual de inventariado de bienes

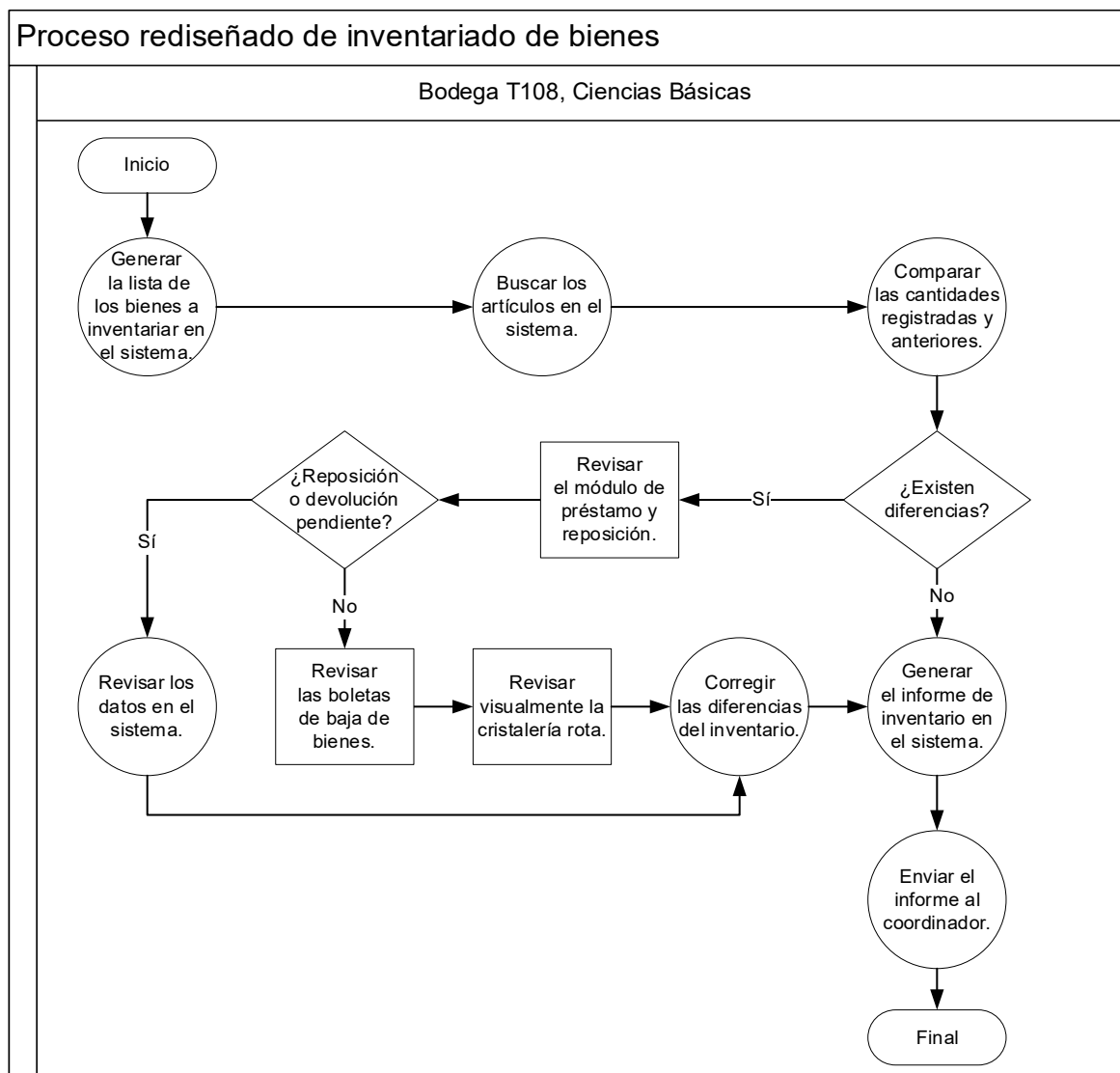


Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y el uso del *software* FlexSim, 2024.

5.1.6.4 Experimentación. A continuación, en la figura 52 se muestra el diagrama de flujo del proceso rediseñado de inventariado de bienes que integra el uso del sistema de información propuesto.

Figura 52

Diagrama de flujo del proceso rediseñado de inventariado de bienes



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de inventariado de bienes que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo que se obtuvieron al simular las operaciones del proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, que se ven alteradas al incorporar el uso de un sistema de información que facilita la estandarización de los procedimientos de trabajo, la organización y el acomodo de bienes y reactivos, y la adecuada gestión de los registros de datos y documentos. A su vez, se presentan los resultados obtenidos al aplicar a dichas muestras una prueba t con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de estas al efectuar o no los cambios propuestos con el sistema de información.

Tabla 73

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas sin incluir el uso de un sistema de información en el proceso de inventariado de bienes

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIB-OP01 PIB-OP02	20,02	21,44	24,06	21,86	24,24	23,37	22,26	20,93	21,51	20,65
	23,96	20,63	24,14	22,89	23,53	23,66	22,7	20,75	20,62	23,63
	20,97	24,5	20,54	21,18	21,32	24,03	24,34	20,64	24,28	22,79
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	42,02	42,99	45,92	49,43	41,8	47,41	50,68	51,72	49,99	44,35
	47,19	51,12	42,55	44,82	46,5	42,28	51,82	41,23	45,67	48,54
	51,63	48,23	42,57	51,83	49,13	41,37	47,47	51,14	43,01	43,06
PIB-OP06 PIB-OP07	10,75	12,32	12,28	11,88	12,31	12,12	12,31	11,3	11,89	12,33
	12,28	11,42	11,57	12,31	12,29	10,71	12,21	12	12,22	12,18
	11,41	12,24	12,21	12,09	10,68	10,93	12,33	11,88	11,9	10,81
PIB-OP08 PIB-OP09	7,02	6,08	7,32	7,53	6,57	6,09	7,57	6,12	6,15	6,31
	6,47	6,56	6,56	7,32	7,27	6,1	7,38	6,33	7,46	6,09
	6,71	6,32	7,59	7,47	6,83	6,33	6,16	7,42	7,01	7,09

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIB-OP10	6,7	6,43	7,18	7,11	7,33	7,4	7,45	5,95	6,25	6,91
	6,86	7,39	7,22	7,33	7,33	7,17	7,02	5,25	6,43	7,22
	7,34	7,32	7,3	7,47	7,4	6,33	6,71	7,03	7,37	7,27
PIB-OP11 PIB-OP12	1,08	1,3	1,06	1,15	1,29	1,28	1,12	1,22	1,11	1,25
	1,26	1,15	1,06	1,28	1,24	1,2	1,28	1,11	1,16	1,05
	1,11	1,25	1,22	1,29	1,28	1,22	1,17	1,04	1,18	1,17
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	5,19	10,07	6,24	8,9	5,66	9,17	10,26	7,11	5,67	7,66
	7,94	7,37	9,69	8,51	7,91	10,41	7,82	8,61	5,53	7,91
	8,96	9,29	8,6	9,71	5,14	8,55	9,35	6,83	10,22	10,27

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 74

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de inventariado de bienes al incluir el uso de un sistema de información

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PIB-OP01 PIB-OP02	1 - Lognormal(E)	95,19	lognormal2 (0.629893, 0.013998, 3.905505, getstream(current))
	2 - Weibull(E)	94,23	
	3 - Gamma(E)	90,38	
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	1 - Johnson SB	99,19	johnsonbounded (34.302824, 40.642353, 0.107806, 0.388907, getstream(current))
	2 - Beta	97,58	
	3 - Weibull(E)	78,23	
PIB-OP06 PIB-OP07	1 - Beta	99,11	beta (1.872484, 6.351120, 1.062169, 1.000556, getstream(current))
	2 - Johnson SB	95,54	
	3 - Erlang(E)	83,04	
PIB-OP08	1 - Beta	97,5	

PIB-OP09	2 - Johnson SB	97,5	beta (0.289135, 0.396060, 1.129403, 0.977198, getstream(current))
	3 - Rayleigh(E)	84,17	
PIB-OP10	1 - Johnson SB	95,54	johnsonbounded (0.284694, 0.383932, -0.112740, 0.657620, getstream(current))
	2 - Beta	92,86	
	3 - Erlang(E)	83,04	
PIB-OP11 PIB-OP12	1 - Johnson SB	99,19	johnsonbounded (1.023436, 1.294710, -0.244866, 0.547662, getstream(current))
	2 - Beta	97,58	
	3 - Weibull	91,13	
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	1 - Johnson SB	99,19	johnsonbounded (1.287554, 1.502505, -0.318956, 0.626182, getstream(current))
	2 - Beta	95,97	
	3 - Weibull(E)	81,45	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de inventariado de bienes al incluir el uso de un sistema de información.

Tabla 75

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas al incluir el uso de un sistema de información en el proceso de inventariado de bienes

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIB-OP01 PIB-OP02	0,74	0,75	0,75	0,85	0,74	0,75	0,8	1,82	0,82	0,75
	1,01	0,74	0,78	0,75	0,74	0,74	0,74	0,75	0,74	0,75
	0,79	0,74	0,74	0,75	0,74	0,75	0,78	0,77	0,74	0,75
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	37,01	35,96	35,06	39,02	34,47	39,91	34,53	38,95	34,4	38,08
	34,36	34,81	36,62	38,13	34,77	40,37	35,48	37,41	39,53	39,66
	34,52	39,37	34,56	37,17	35,09	37,82	35,77	39,23	37,65	38,53
PIB-OP06 PIB-OP07	5,74	4,14	3,89	4,82	5,16	3,78	4,14	4,3	2,59	4,51
	2,26	5,79	2,37	2,53	3,82	4,54	3,82	4,97	5,52	6,08
	4,9	4,31	6,33	4,22	4,04	2,09	4,21	2,9	3,17	4,65
PIB-OP08	0,39	0,31	0,39	0,4	0,35	0,33	0,39	0,4	0,35	0,38

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIB-OP09	0,41	0,36	0,36	0,39	0,31	0,32	0,35	0,36	0,34	0,4
	0,31	0,37	0,39	0,35	0,33	0,4	0,38	0,35	0,34	0,37
PIB-OP10	0,34	0,38	0,32	0,32	0,35	0,35	0,37	0,38	0,39	0,31
	0,31	0,33	0,33	0,38	0,36	0,37	0,37	0,35	0,34	0,3
	0,32	0,36	0,37	0,37	0,36	0,39	0,38	0,31	0,32	0,34
PIB-OP11 PIB-OP12	1,26	1,24	1,08	1,3	1,06	1,15	1,29	1,28	1,12	1,22
	1,11	1,25	1,26	1,15	1,06	1,28	1,24	1,2	1,28	1,11
	1,16	1,05	1,11	1,25	1,22	1,29	1,28	1,22	1,17	1,04
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	1,49	1,46	1,34	1,44	1,33	1,38	1,49	1,46	1,41	1,32
	1,38	1,3	1,46	1,5	1,44	1,38	1,49	1,39	1,46	1,51
	1,37	1,46	1,49	1,38	1,5	1,43	1,51	1,42	1,48	1,51

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones modificadas de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 76

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de inventariado de bienes

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor estadístico de t	Rechazo de H_0
PIB-OP01 PIB-OP02	78,285689	Sí
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	12,52198477	Sí
PIB-OP06 PIB-OP07	32,89469428	Sí
PIB-OP08 PIB-OP09	63,71685879	Sí
PIB-OP10	69,38649134	Sí

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor estadístico de t	Rechazo de H_0
PIB-OP11 PIB-OP12	-0,231915314	No
PIB-OP15, PIB-OP16 PIB-OP20, PIB-OP21 PIB-OP22, PIB-OP23	-22,54524025	Sí
Hipótesis estadísticas		
<p>H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de inventariado de bienes.</p> <p>H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de inventariado de bienes.</p>		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado con y sin cambios de las operaciones que conforman el proceso actual de inventariado de bienes utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.7. Proceso actual de inventario de la bodega virtual

En los siguientes apartados, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las etapas que se siguieron para elaborar la simulación del proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y la propuesta de mejora de este.

5.1.7.1 Muestras de tiempo del método actual. La tabla 77 muestra la codificación junto con las muestras de tiempo de cada una de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 77

Muestras de tiempo del proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIV-OP01	6,1	6,06	6,02	7,11	6,00	6,18	7,16	6,14	7,2	6,21
	6,1	6,09	6,11	6,12	6,25	7,09	7,07	7,06	6,07	7,25
	6,03	7,17	7,16	7,05	6,2	7,11	7,1	7,03	7,22	6,24
PIV-OP02 PIV-OP03	1,31	2,33	2,29	2,33	2,26	2,28	2,28	1,32	1,29	2,32
	1,32	2,32	1,25	1,25	2,27	1,28	1,29	2,28	2,27	1,31
	2,28	1,31	2,29	1,33	1,27	1,31	2,25	2,25	2,29	1,28
PIV-OP04 PIV-OP05	1,06	2,03	1,12	3,09	4,14	3,1	3,12	1,04	1,13	2,13
	1,05	4,11	1,1	2,11	1,03	2,11	2,16	2,08	2,16	1,15
	1,16	4,1	1,16	3,15	1,13	2,15	3,03	1,05	3,16	3,13
PIV-OP06	6,1	7,19	6,01	6,21	7,17	7,17	6,09	6,09	6,24	7,28
	7,24	7,1	6,13	7,18	6,06	7,11	6,26	6,27	6,2	7,13
	6,08	7,05	6,04	6,19	6,12	6,12	7,12	6,07	6,00	7,17
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	32,29	18,29	21,29	35,29	35,29	27,29	33,29	30,29	38,29	34,29
	29,29	28,29	25,29	35,29	47,29	22,29	21,29	42,29	29,29	18,29
	22,29	44,29	41,29	49,29	47,29	39,29	23,29	28,29	38,29	31,29
PIV-OP10	7,17	6,16	7,14	7,18	6,16	6,23	6,19	6,18	6,18	7,13
	6,2	6,17	7,17	7,18	6,22	6,22	6,23	7,21	7,19	7,2
	7,22	7,21	7,14	7,17	7,19	7,17	7,14	6,17	6,19	6,23
PIV-OP11	1,21	2,44	3,26	2,37	2,31	2,24	1,36	1,4	3,4	1,18
	2,21	1,39	3,24	3,32	3,31	1,21	1,37	3,23	2,34	3,39
	3,18	1,29	2,2	1,43	3,38	2,33	1,26	3,24	1,44	1,32
PIV-OP12	16,06	16,26	14,3	15,26	17,28	14,11	17,3	15,32	15,18	15,04
	14,16	16,14	16,15	14,08	17,34	14,07	15,1	16,13	15,13	15,08
	17,23	17,32	15,09	17,07	14,12	15,28	16,05	15,28	16,04	17,06
PIV-OP13	7,18	6,01	7,19	7,11	6,25	7,15	6,03	7,02	7,1	7,00

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	7,00	7,15	6,21	7,04	7,14	7,23	6,13	6,24	6,04	7,12
	7,11	6,00	6,16	7,19	7,1	6,03	7,16	7,18	7,01	6,04
PIV-OP14	0,27	0,26	0,23	0,27	0,24	0,3	0,23	0,25	0,3	0,25
PIV-OP15	0,23	0,27	0,25	0,26	0,29	0,27	0,24	0,26	0,3	0,26
PIV-OP16	0,25	0,24	0,26	0,28	0,24	0,27	0,29	0,29	0,26	0,23
PIV-OP17	0,25	0,24	0,26	0,28	0,24	0,27	0,29	0,29	0,26	0,23
PIV-OP18	58,35	52,35	51,33	54,35	56,31	56,33	51,36	52,33	49,32	52,36
PIV-OP19	55,31	53,32	50,35	48,35	57,36	58,35	49,35	54,34	48,36	49,35
PIV-OP20	57,32	52,31	50,34	57,35	58,32	55,34	57,36	54,34	53,36	52,34
PIV-OP21	6,04	7,09	6,01	7,14	6,12	6,04	6,12	6,11	7,02	7,03
	7,14	6,12	6,00	7,14	7,09	6,00	6,2	6,17	6,02	7,15
	7,1	7,05	7,14	7,02	6,21	7,1	7,21	7,04	7,18	6,11
PIV-OP22	6,51	6,48	6,39	6,65	6,2	6,22	6,14	6,3	6,57	6,58
PIV-OP23	6,28	7,61	7,42	6,61	7,27	7,38	7,14	7,16	6,63	6,53
	6,3	7,27	6,6	7,15	7,31	7,27	6,49	7,43	6,48	6,38
PIV-OP24	1,28	1,24	1,23	1,24	1,26	1,18	1,26	1,26	1,28	1,15
PIV-OP25	1,28	1,15	1,28	1,27	1,18	1,16	1,06	1,17	1,19	1,23
	1,3	1,02	1,02	1,13	1,26	1,05	1,26	1,07	1,16	1,09
PIV-OP26	6,13	7,02	7,13	7,08	7,11	6,04	7,12	6,07	7,14	7,15
	7,07	7,03	6,08	7,06	7,02	7,09	7,16	6,04	7,13	7,13
	6,08	7,07	7,07	6,15	7,13	6,04	6,14	7,12	6,12	6,1
PIV-OP27	1,3	1,26	0,25	1,36	0,37	0,28	1,35	1,32	0,33	1,28
PIV-OP28	0,37	1,29	1,3	0,38	1,37	0,32	1,36	1,36	1,33	1,33
PIV-OP29	0,32	0,26	0,34	1,37	0,3	0,27	1,35	1,29	0,39	0,26

Fuente: Elaboración propia, basada en los cursogramas analíticos y las muestras de tiempo recolectadas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

5.1.7.2 Prueba de bondad de ajuste. A continuación, en la tabla 54 se muestran los resultados obtenidos al aplicar, mediante el uso de la herramienta ExpertFit, la prueba de bondad de ajuste a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, para determinar cuál distribución de probabilidad se ajusta mejor al comportamiento de los datos con el objetivo de ser utilizada en el modelo de simulación.

Tabla 78

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PIV-OP01	1 - Beta	92,59	beta (5,992468, 7,259114, 0,520713, 0,569045, getstream(current))
	2 - Johnson SB	90,74	
	3 - Wald(E)	86,11	
PIV-OP02 PIV-OP03	1 - Beta	94,83	johnsonbounded (0.174177, 2.332336, -1.026597, 0.450276, getstream(current))
	2 - Johnson SB	93,97	
	3 - Chi-Square(E)	93,10	
PIV-OP04 PIV-OP05	1 - Johnson SB	99,14	johnsonbounded (1.028944, 4.159768, 0.439916, 0.339292, getstream(current))
	2 - Beta	97,41	
	3 - Chi-Square(E)	82,76	
PIV-OP06	1 - Wald(E)	91,67	inversegaussian (5.977952, 1.000000, 0.183399, getstream(current))
	2 - Johnson SB	89,81	
	3 - Lognormal(E)	88,89	
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	1 - Beta	96,67	beta (16.619991, 52.146881, 1.426401, 1.792951, getstream(current))
	2 - Johnson SB	95,00	
	3 - Erlang(E)	90,83	
PIV-OP10	1 - Chi-Square(E)	94,64	gamma (6.159692, 2.000000, 0.397262, getstream(current))
	2 - Beta	93,75	
	3 - Johnson SB	91,96	
PIV-OP11	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded (1.178790, 3.403491, 0.034219, 0.322562, getstream(current))
	2 - Beta	96,55	
	3 - Chi-Square(E)	88,79	
PIV-OP12	1 - Erlang(E)	85,00	

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
	2 - Gamma(E)	85,00	erlang (9.470353, 0.247893, 25.000000, getstream(current))
	3 - Rayleigh(E)	85,00	
PIV-OP13	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded (4.766361, 7.237249, -1.298432, 0.625141, getstream(current))
	2 - Beta	95,97	
	3 - Chi-Square(E)	78,23	
PIV-OP14	1 - Beta	87,50	beta (0.223401, 0.316900, 1.525854, 2.236078, getstream(current))
PIV-OP15	2 - Johnson SB	86,67	
PIV-OP16 PIV-OP17	3 - Weibull(E)	81,67	
PIV-OP18	1 - Beta	97,58	beta (48.076700, 58.635800, 0.992980, 0.910014, getstream(current))
PIV-OP19	2 - Johnson SB	97,58	
PIV-OP20	3 - Erlang(E)	81,45	
PIV-OP21	1 - Chi-Square(E)	95,54	gamma (5.999303, 2.000000, 0.465839, getstream(current))
	2 - Beta	94,64	
	3 - Johnson SB	91,07	
PIV-OP22	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded (6.129295, 7.668240, 0.325112, 0.590183, getstream(current))
PIV-OP23	2 - Gamma(E)	85,83	
	3 - Log-Logistic(E)	81,67	
PIV-OP24	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded (0.972168, 1.302707, -0.632980, 0.676259, getstream(current))
PIV-OP25	2 - Beta	95,97	
	3 - Weibull	85,48	
PIV-OP26	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded (4.916110, 7.167167, -1.282205, 0.545244, getstream(current))
	2 - Beta	95,97	
	3 - Chi-Square(E)	91,94	
PIV-OP27	1 - Johnson SB	100,00	johnsonbounded (0.249748, 1.371373, -0.109710, 0.259952, getstream(current))
PIV-OP28	2 - Beta	95,83	
PIV-OP29	3 - Chi-Square(E)	85,42	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.1.7.3 Construcción y validación del modelo. A continuación, en las tablas 55, 56 y en la figura 53 se muestran, respectivamente, los tiempos simulados para cada una de las actividades que conforman el proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, el análisis de varianza aplicado a los datos para validar si estos reflejan la realidad de proceso y la representación gráfica de la simulación.

Tabla 79

Muestras de tiempo simulado del proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Operaciones	Muestras de tiempo simuladas en minutos										
PIV-OP01	Sim. 1	6,2	6,46	6,29	7,37	6,54	6,12	6,32	6,18	6,6	6,12
		7,01	7	6,97	6,78	7,37	7,19	6,97	7,08	6,3	7,23
		6,36	7,02	7,33	6,82	6,71	6,11	6,12	6,12	6,15	6,75
	Sim. 2	7,1	7,16	7,36	6,57	6,13	7,37	6,47	6,34	6,18	6,98
		6,12	6,12	7,35	7,22	7,37	7,35	7,36	7,36	7,01	6,26
		6,14	7,32	6,35	6,4	6,11	6,18	6,15	6,59	7,26	6,66
	Sim. 3	7,03	6,11	6,62	6,58	7,31	6,73	7,07	7,28	6,96	6,52
		6,37	6,41	7,27	6,18	6,88	6,83	7,26	6,14	7,23	7,25
		7,2	6,66	6,78	6,97	7,16	6,45	6,79	7,29	6,6	6,59
PIV-OP02 PIV-OP03	Sim. 1	2,33	2,34	1,64	1,13	1,96	2,32	2,26	2,12	2,33	2,24
		0,22	2,17	0,66	0,7	1,71	2,2	1,14	2,26	1,97	2,33
		2,28	2,21	1,58	1,92	2,33	0,75	2,31	2,3	1,14	0,81
	Sim. 2	2,32	1,49	2,23	1,73	2,33	2,33	0,52	2,33	2,03	1,93
		2,31	2,2	2,29	2,33	1,52	2,16	2,34	2,26	2,29	1,63
		2,34	2,34	2,33	0,95	2,25	2,33	2,12	2,25	2,24	2,13
	Sim. 3	2,27	2,29	1,46	1,69	2,18	2,29	2,28	1,17	2,12	1,64
		2,02	1,25	1,05	2,34	2,33	2,3	2,34	2,26	2,11	2,16
		2,32	1,98	1,52	2,23	2,14	2,22	2,26	2,3	2,08	1,87
PIV-OP04 PIV-OP05	Sim. 1	3,41	1,04	1,15	1,04	3,91	3,8	1,1	1,06	1,28	3,08
		4,17	1,56	1,33	1,05	1,09	3,85	1,82	4,02	3,51	1,97
		1,4	1,34	1,17	2,21	1,85	1,14	1,1	4,15	3,9	1,74
	Sim. 2	2,66	2,13	1,14	3,95	2,93	2,66	1,17	4,07	1,1	1,07
		1,12	3,24	3,73	1,35	4,02	3,86	1,13	1,12	3,87	3,32
		1,08	1,08	3,04	1,05	1,12	3,27	1,24	1,24	4,06	3,99
	Si	3,72	1,09	2,02	1,6	1,14	1,54	4	2,18	1,25	1,38

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos									
		3,62	1,5	2,84	1,48	2,64	3,6	1,04	3,12	1,04	2,01
		4,09	1,22	2,48	1,05	2,05	1,21	1,38	1,15	1,29	1,26
PIV-OP06	Sim. 1	6,2	6,04	8,33	6,17	12,14	6,15	6,13	6,51	6,27	6,05
		8,03	6,65	6,05	6,17	6,29	6,6	8,26	6,04	6,12	6,4
		6,9	6,04	6,06	7,18	6,34	6,53	8	16,37	6,07	6,06
	Sim. 2	6,1	6,07	13,64	6,24	6,09	13,11	6,17	6,1	6,05	6,02
		6,33	6,19	6,26	6,28	6,29	7,89	6,18	7,13	6,07	6,37
		6,79	6,08	7,74	6,2	6,9	6,1	6,59	8,41	6,11	6,28
	Sim. 3	6,05	6,19	6,58	8,21	6,34	8,14	6,61	12,91	15,44	6,27
		7,24	6,25	6,14	6,15	6,6	6,19	6,71	6,55	7,64	7,94
		6,12	11,37	6,82	6,74	6,23	6,16	6,08	8,75	6,16	6,09
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	Sim. 1	32,16	44,17	20,84	36,6	42,67	32,12	40,82	30,52	18,1	30,39
		36,04	17,7	44,25	23,56	25,71	23,68	43,03	20,52	24,84	44,41
		29,89	25,02	25,27	46	24,17	19,66	36,98	44,86	33,64	19,21
	Sim. 2	21,33	39,85	24,82	30,28	36,25	37,35	37,82	29,96	37,69	27,94
		42,84	34,74	45,54	35,98	26,45	26,14	38,34	32,91	43,4	36,21
		43,35	27,62	29,73	34,35	27,33	32,16	47,6	44,11	37,79	18,83
	Sim. 3	28,42	23,73	29,07	33,88	38,24	43,93	27,24	28,89	29,33	42,97
		24,22	41,18	25,82	46,13	21,98	36,32	36,71	32,31	35,53	25,9
		33,95	18,41	36,69	26,17	38,55	23,12	25,73	29,11	27,63	24,67
PIV-OP10	Sim. 1	6,18	8,4	6,17	6,22	6,44	8,89	6,31	8,53	8,33	6,18
		7,93	6,54	6,36	6,17	6,26	12,44	7,03	6,76	6,71	7,57
		6,21	7,25	6,17	7,76	8,71	7,17	6,61	6,33	6,37	7,02
	Sim. 2	6,79	6,85	6,17	6,17	6,19	6,29	6,5	7,4	6,18	7,66
		6,21	6,24	7,81	6,19	6,42	8,01	6,71	6,21	6,17	7,23
		6,18	7,15	6,18	6,88	6,17	6,7	6,29	6,59	7,46	12,06
	Sim. 3	6,27	6,21	6,17	6,39	6,41	13,5	7,6	6,82	6,52	9,06
		6,18	6,33	7,56	6,26	8,7	8,98	6,78	6,27	6,18	6,27
		6,26	6,18	6,59	6,74	6,41	6,76	6,17	9	7,44	6,24
PIV-OP11	Sim. 1	1,34	2,57	2,33	3,39	1,25	1,31	1,32	3,34	1,41	2,42
		3,23	1,93	2,37	1,54	2,82	1,35	3,27	1,86	2,37	1,24
		3,35	2,6	2,95	1,21	3,37	2,92	2,82	2,8	1,22	2,74
	Sim. 2	3,22	2,55	2,57	2,31	2,89	1,24	1,2	1,21	2,32	3,15
		3,37	3,01	1,42	3,41	1,31	2,34	1,21	1,24	2,57	1,26
		2,95	1,79	1,19	1,23	1,6	3,31	3,38	1,95	1,2	3,38
	Sim. 3	1,47	2,01	3,37	1,82	2,96	2,8	3,33	1,54	1,66	3,32
		1,57	3,25	3,38	1,25	3,37	3,38	3,19	1,6	3,15	1,3
		3,4	2,58	3,32	2,81	1,26	1,82	1,64	1,63	2,25	3,34
PIV-OP12	Sim. 1	15,12	15,25	18,36	14,55	15,77	16,41	15,1	16,63	13,85	13,87
		14,36	15,64	19,32	15,05	17,73	16,07	14,9	17,46	15,19	14,8
		16,11	15,58	16,26	16,24	16,08	16,05	17,14	16,04	16,12	17,57
	Si	17,98	15,03	14,91	17,36	15,82	19	14,88	15,86	16,51	14,92

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos									
		18,17	14,69	17,15	16,01	15,62	16,79	14,83	12,47	16,22	16,49
		14,82	15,8	15,95	14,79	15,65	15,21	16,13	15,45	14,48	16,41
	Sim. 3	15,5	16,46	14,59	15,85	15,55	13,99	16,16	15,23	13,98	15,89
		15,47	18,28	14,09	14,69	14,22	14,18	15,85	13,94	14,76	15,52
		17,93	16,86	13,33	13,56	14,03	14,54	16,11	14,99	15,96	16,2
PIV-OP13	Sim. 1	7,22	7,14	5,85	7,04	6,94	7,17	6,34	6,96	6,91	7,16
		6,9	5,04	6,77	6,52	7,14	6,71	6,67	6,39	7,16	7,19
		6,96	6,65	7,2	6,99	7,11	5,59	7,12	6,25	6,79	6,15
	Sim. 2	7,18	6,89	6,09	7,19	7,22	7,13	6,66	7,19	7,02	7,22
		7,07	6,75	7,12	6,88	6,21	7,23	7,18	7,17	7,23	6,74
		6,39	7,19	6,73	6,91	6,42	6,28	7,15	6,39	5,63	5,5
	Sim. 3	7,17	7,17	6,88	6,52	7,14	7,23	6,78	6,84	6,75	6,95
		6,15	6,8	7,11	6,11	6,05	6,76	5,4	6,98	7,04	7,15
		6,92	6,75	5,09	6,9	5,03	6,96	6,89	5,43	5,67	6,53
PIV-OP14 PIV-OP15 PIV-OP16 PIV-OP17	Sim. 1	0,28	0,27	0,28	0,26	0,24	0,26	0,24	0,25	0,24	0,27
		0,26	0,26	0,29	0,28	0,26	0,3	0,27	0,26	0,25	0,24
		0,25	0,24	0,26	0,28	0,26	0,3	0,3	0,25	0,26	0,27
	Sim. 2	0,27	0,24	0,26	0,26	0,29	0,26	0,27	0,25	0,26	0,24
		0,25	0,29	0,28	0,27	0,27	0,29	0,26	0,25	0,25	0,29
		0,26	0,26	0,24	0,28	0,27	0,27	0,29	0,27	0,28	0,27
	Sim. 3	0,28	0,27	0,27	0,25	0,25	0,3	0,29	0,32	0,25	0,24
		0,25	0,24	0,27	0,3	0,28	0,26	0,27	0,3	0,26	0,3
		0,26	0,29	0,24	0,26	0,25	0,25	0,27	0,3	0,27	0,28
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	Sim. 1	54,2	49,23	50,07	49,56	53,72	53,56	51,08	53,94	57,47	57,52
		58,47	50,61	55,3	52,32	51,12	51,86	55,42	55,8	49,26	56,83
		52,84	54,28	50,24	52,81	50,78	58,07	53,46	50,06	55,79	53,34
	Sim. 2	50,84	53,37	49,55	53,04	49,43	55,25	48,83	52,24	57,32	52,96
		53,81	57,5	54,73	54,44	56,47	49,23	48,18	53,9	57,64	48,34
		53,16	56,68	54,56	58,62	55,49	48,15	54,08	50,82	52,05	58,08
	Sim. 3	55,13	49,27	48,77	51,11	57,19	52,19	52,01	56,1	54,15	56,15
		58,47	48,17	54,63	58,35	51,38	53,93	55,23	49,44	55,74	54,6
		56,09	48,39	57,98	58,09	52,36	55,05	54,66	51,79	57,18	50,79
PIV-OP21	Sim. 1	6,64	10,49	9,02	6,05	6,32	6,21	6,74	6,6	6,14	8,01
		6,04	6,98	6,84	6,06	6,72	7,38	6,23	6,44	6,28	7,19
		6,02	10,84	7,9	6,01	6,66	6,06	6,26	8,45	7,46	6,67
	Sim. 2	6,01	6,01	6,54	6,18	6,72	8,52	6,05	6,01	6,48	6,08
		10,62	6,03	7,18	6,02	10,65	7,74	6,99	6,42	6,59	6,96
		6,01	6,15	6,1	6,5	8,94	16,51	6,06	6,19	6,65	6,9
	Si	7,6	7,75	9,28	6,02	6,78	7,81	6,1	6,04	6,01	6,68

Operaciones		Muestras de tiempo simuladas en minutos									
		7,73	7,44	6,63	9,63	6,06	7,78	7,04	6,25	7,71	6,06
		6,08	6,65	7,53	6,34	6,06	6,01	6,03	6,12	7,35	6,69
PIV-OP22 PIV-OP23	Sim. 1	1,29	1,3	1,13	1,27	1,22	1,14	1,29	1,24	1,23	1,28
		1,3	1,31	1,22	1,29	1,26	1,31	1,09	1,11	1,25	1,31
		1,29	1,29	1,23	1,3	1,3	1,3	1,28	1,1	1,16	1,13
	Sim. 2	1,22	1,24	1,29	1,22	1,23	1,2	1,21	1,29	1,26	1,11
		1,15	1,27	1,08	1,27	1,28	1,28	1,15	1,12	1,28	1,25
		1,22	1,27	1,19	1,15	1,26	1,04	1,19	1,3	1,25	1,29
	Sim. 3	1,28	1,15	1,31	1,26	1,26	1,28	1,29	1,23	1,19	1,24
		1,07	1,27	1,27	1,13	1,11	1,3	1,13	1,14	1,3	1,12
		1,13	1,29	1,08	1,18	1,23	1,19	1,05	1,25	1,2	1,01
PIV-OP24 PIV-OP25	Sim. 1	1,29	1,3	1,13	1,27	1,22	1,14	1,29	1,24	1,23	1,28
		1,3	1,31	1,22	1,29	1,26	1,31	1,09	1,11	1,25	1,31
		1,29	1,29	1,23	1,3	1,3	1,3	1,28	1,1	1,16	1,13
	Sim. 2	1,22	1,24	1,29	1,22	1,23	1,2	1,21	1,29	1,26	1,11
		1,15	1,27	1,08	1,27	1,28	1,28	1,15	1,12	1,28	1,25
		1,22	1,27	1,19	1,15	1,26	1,04	1,19	1,3	1,25	1,29
	Sim. 3	1,28	1,15	1,31	1,26	1,26	1,28	1,29	1,23	1,19	1,24
		1,07	1,27	1,27	1,13	1,11	1,3	1,13	1,14	1,3	1,12
		1,13	1,29	1,08	1,18	1,23	1,19	1,05	1,25	1,2	1,01
PIV-OP26	Sim. 1	7,09	5,8	7,07	6,93	5,96	6,95	6,95	6,91	6,98	7,07
		7,02	7,17	7,12	6,83	7,16	6,04	7,17	6,62	5,36	7,01
		6,67	5,49	7,14	6,94	6,89	7,17	6,79	7,06	5,86	6,73
	Sim. 2	7,13	7,08	7,08	6,81	7,17	6,12	7,16	6,27	7,07	7,14
		6,81	7,12	7,16	7,02	6,77	5,76	6,2	6,79	6,82	7,06
		6,46	7,09	5,29	6,73	6,86	7,12	7,13	6,35	7,12	7,07
	Sim. 3	6,17	7,1	6,87	7,17	7,01	7,12	7,06	7,08	7,06	6,53
		7,12	5,8	7,17	7,17	6,7	7,15	6,9	6,99	6,7	5,47
		7,04	5,73	7,15	6,96	7,04	6,84	7,13	6,58	7,05	6,83
PIV-OP27 PIV-OP28 PIV-OP29	Sim. 1	0,27	1,36	1,37	0,26	1,12	0,26	1,03	1,37	1,38	0,33
		1,31	1,38	0,84	1,37	0,26	0,31	1,38	1,38	1,1	0,26
		1,34	0,83	1,38	0,31	1,38	1,37	1,06	1,38	0,96	1,34
	Sim. 2	0,29	0,32	1,25	0,75	0,65	0,28	0,88	0,31	0,72	0,35
		1,31	1,24	0,39	0,29	0,44	1,36	1,37	1,38	0,26	0,91
		0,26	1,11	0,29	1,33	0,28	1,18	0,28	0,76	1,15	1,29
	Sim. 3	0,57	1,17	1,25	0,98	0,5	1,38	1,35	1,38	0,67	1,38
		1,35	0,27	0,26	1,21	0,49	1,34	0,31	0,37	1,31	0,31
		0,26	0,41	1,08	0,27	1,35	1,37	0,34	1,38	1,38	0,59

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 80

Resultados del análisis de varianza aplicado a las muestras de tiempo reales y simuladas del proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Resultados del análisis de varianza con un valor crítico para F de 2,682809407		
Operaciones	Valor calculado de F	Rechazo de H₀
PIV-OP01	1,39831679	No
PIV-OP02 PIV-OP03	2,199191581	No
PIV-OP04 PIV-OP05	0,52212254	No
PIV-OP06	1,056495982	No
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	0,936501835	No
PIV-OP10	0,924970004	No
PIV-OP11	0,573464092	No
PIV-OP12	1,892347839	No
PIV-OP13	0,970106851	No
PIV-OP14, PIV-OP15 PIV-OP16, PIV-OP17	1,213646702	No
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	0,195527499	No
PIV-OP21	0,906286885	No
PIV-OP22 PIV-OP23	0,219280323	No
PIV-OP24 PIV-OP25	2,511202826	No
PIV-OP26	0,276284738	No
PIV-OP27 PIV-OP28 PIV-OP29	1,233946859	No

Hipótesis estadísticas

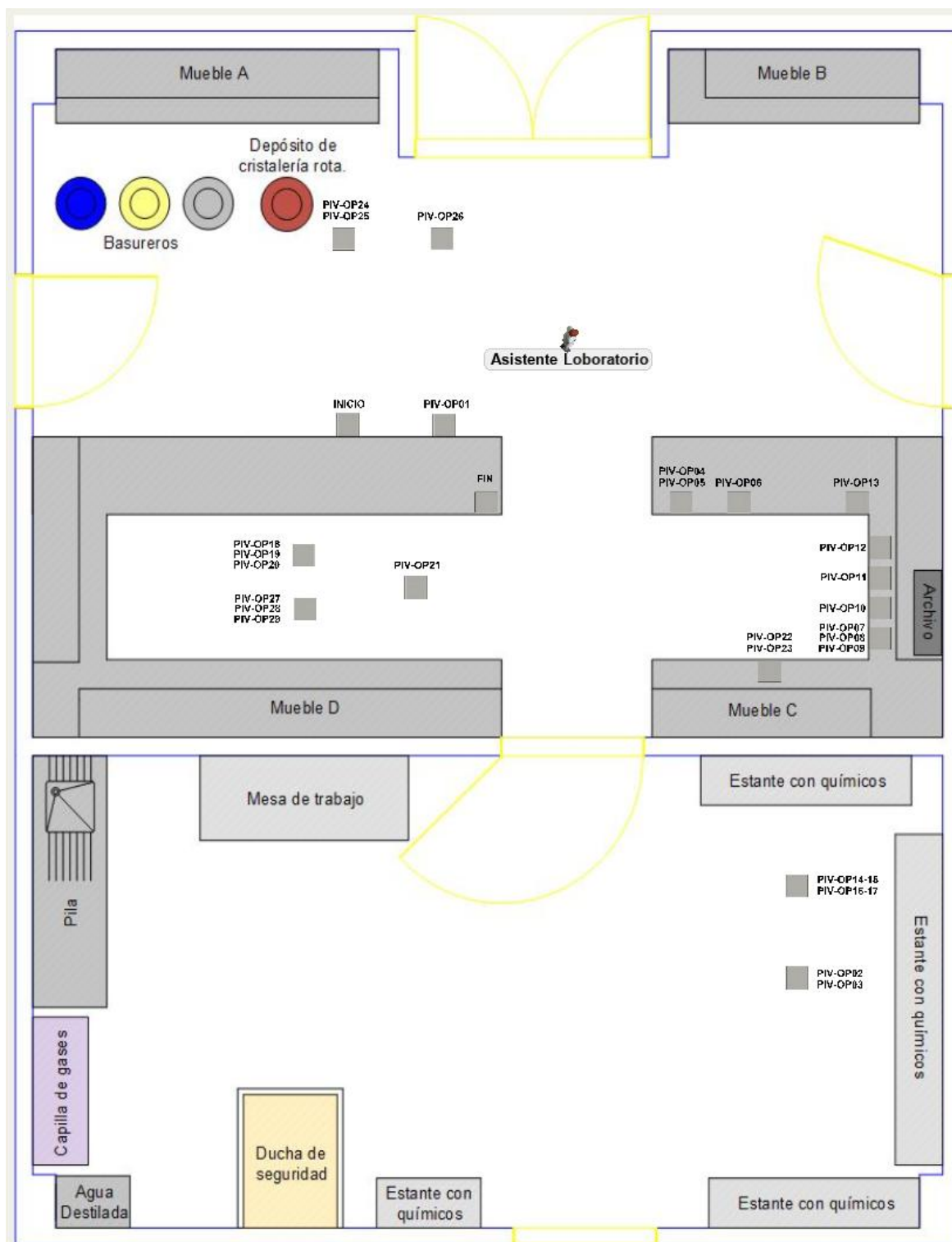
H_0 = Las medias de los grupos de muestras son iguales ($V. \text{ calculado} < V. \text{ crítico}$).

H_1 = No todas las medias de los grupos de muestras son iguales ($V. \text{ calculado} > V. \text{ crítico}$).

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos de las muestras de tiempo simuladas de las operaciones que conforman el proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Figura 53

Representación gráfica de la simulación del proceso actual de inventariado de la bodega virtual

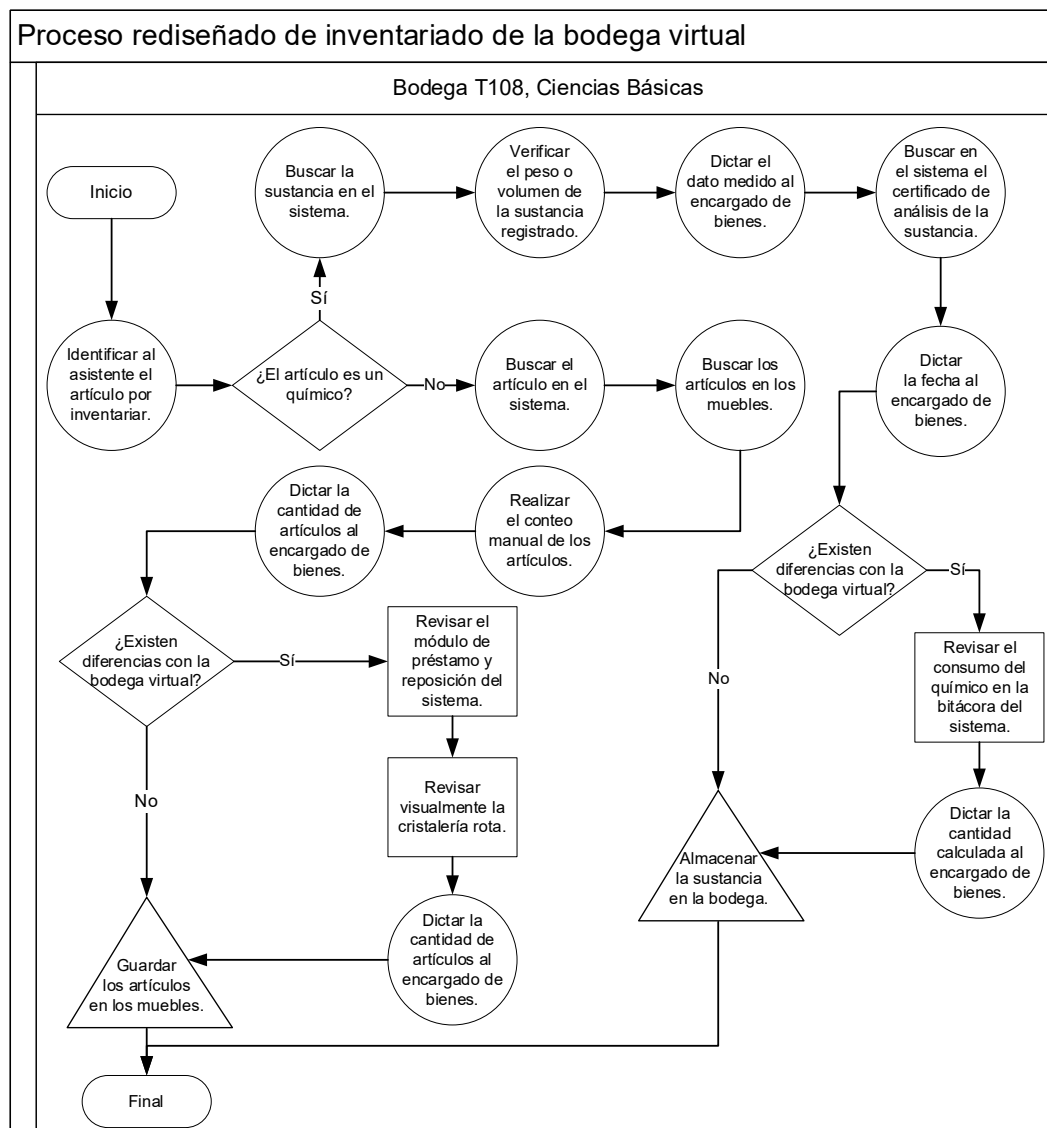


Fuente: Elaboración propia basada en mediciones hechas al área física de la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y el uso del *software* FlexSim, 2024.

5.1.7.4 Experimentación. A continuación, en la figura 54 se muestra el diagrama de flujo del proceso rediseñado de inventario de la bodega virtual que integra el uso del sistema de información propuesto.

Figura 54

Diagrama de flujo del proceso rediseñado de inventariado de la bodega virtual



Fuente: Elaboración propia basada en los datos obtenidos del análisis de valor aplicado al proceso actual de inventariado de la bodega virtual que es seguido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo que se obtuvieron al simular las operaciones del proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, que se ven alteradas al incorporar el uso de un sistema de información que facilita la estandarización de los procedimientos de trabajo, la organización y el acomodo de bienes y reactivos, y la adecuada gestión de los registros de datos y documentos. Se muestran, a su vez, los resultados obtenidos al aplicar a dichas muestras una prueba t con el objetivo de determinar si existe una diferencia significativa entre las medias de estas al efectuar o no los cambios propuestos con el sistema de información.

Tabla 81

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas sin incluir el uso de un sistema de información en el proceso de inventariado de la bodega virtual

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIV-OP02 PIV-OP03	2,14	1,76	1,26	1,26	2,02	1,72	2,34	1,44	1,27	1,84
	2,08	2,34	1,33	2,07	1,28	2,31	2,17	1,75	1,29	1,36
	1,26	2,18	2,23	2,31	1,47	1,82	2,32	2,32	2,16	2,34
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	28,74	47,28	29,84	25,03	46,37	31,59	43,89	47,52	43,91	31,55
	41,02	40,05	28,91	39,82	20,5	31,35	19,15	27,78	24,51	39,32
	43,79	18,27	39,63	44,42	18,83	31,33	30,34	33,45	45,84	28,28
PIV-OP11	1,25	3,37	1,27	1,57	2,9	1,21	3,15	1,21	1,22	1,93
	3,41	1,2	1,53	2,52	1,54	2,4	1,64	3,29	2,01	1,68
	1,43	3,39	1,94	1,31	1,83	3,37	3,38	3,4	3,39	3,34
PIV-OP12	14,08	15,99	15,38	14,58	16,51	15,47	14,63	13,21	17,77	18,21
	15,23	16	13,36	15,8	17,13	15,09	17,02	15,79	14,71	15,14

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
	14,86	17,3	15,13	15,77	15,51	16,52	16,5	14,8	16,36	13,86
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	58,24	50,81	49,22	54,17	51,41	56	53,83	50,17	57,47	56,68
	49,69	50,22	51,31	51,93	57,49	56,14	52,83	50,01	50,44	51,09
	50,16	55,82	57,21	50,17	51,5	56,43	55,59	55,67	57	48,74
PIV-OP22 PIV-OP23	7,21	7,39	7,37	7,45	6,36	6,16	6,61	6,26	7,52	7,02
	7,28	6,5	6,79	7,49	7,12	6,98	7,36	6,55	6,41	6,3
	7,47	7,03	6,44	6,55	7,2	7,41	6,55	6,7	6,49	6,28
PIV-OP24 PIV-OP25	1,05	1,03	1,24	1,23	1,25	1,13	1,28	1,29	1,27	1,06
	1,17	1,3	1,15	1,14	1,12	1,05	1,11	1,23	1,28	1,17
	1,3	1,26	1,05	1,26	1,17	1,26	1,16	1,24	1,27	1,2

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 82

Resultados de la prueba de bondad de ajuste aplicada a las muestras de tiempo del proceso actual de inventariado de la bodega virtual al incluir el uso de un sistema de información

Operaciones	Resultados obtenidos al aplicar la prueba de bondad de ajuste		
	Modelos sugeridos	Puntaje relativo	Representación del modelo apto para ser utilizado en la simulación
PIV-OP02 PIV-OP03	1 - Exponential(E)	88,39	exponential (0.107281, 0.010719, getstream(current))
	2 - Rayleigh(E)	88,39	
	3 - Pareto(E)	83,93	
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	1 - Johnson SB	99,19	johnsonbounded (0.496946, 0.631440, 0.233269, 0.715401, getstream(current))
	2 - Beta	95,97	
	3 - Rayleigh(E)	90,32	
PIV-OP11	1 - Johnson SB	100	johnsonbounded (0.239754, 1.401407, -0.107707, 0.293287, getstream(current))
	2 - Beta	95,83	
	3 - Chi-Square(E)	86,46	

PIV-OP12	1 - Beta	98,91	beta (0.185723, 0.486773, 1.004822, 1.173371, getstream(current))
	2 - Johnson SB	94,57	
	3 - Rayleigh(E)	80,43	
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	1 - Johnson SB	98,39	johnsonbounded (33.593007, 40.803730, -0.427604, 0.738524, getstream(current))
	2 - Beta	96,77	
	3 - Weibull	92,74	
PIV-OP22 PIV-OP23	1 - Beta	89,17	beta (0.265248, 0.475472, 4.397259, 7.397797, getstream(current))
	2 - Johnson SB	87,50	
	3 - Gamma(E)	76,67	
PIV-OP24 PIV-OP25	1 - Johnson SB	98,33	johnsonbounded (1.048236, 1.294097, 0.209404, 0.601144, getstream(current))
	2 - Beta	94,17	
	3 - Erlang(E)	90,00	

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al aplicar la herramienta ExpertFit a las muestras de tiempo recolectadas del proceso actual de inventariado de la bodega virtual al incluir el uso de un sistema de información.

Tabla 83

Muestras de tiempo simulado de las operaciones que se ven alteradas al incluir el uso de un sistema de información en el proceso de inventariado de la bodega virtual

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIV-OP02 PIV-OP03	0,12	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12
	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,17	0,12	0,13	0,13	0,12
	0,12	0,14	0,12	0,12	0,12	0,14	0,12	0,13	0,12	0,12
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	0,54	0,53	0,54	0,56	0,56	0,58	0,59	0,54	0,52	0,58
	0,59	0,62	0,61	0,53	0,53	0,51	0,55	0,58	0,52	0,55
	0,56	0,52	0,54	0,54	0,58	0,55	0,58	0,61	0,59	0,52
PIV-OP11	1,25	0,26	1,34	0,26	0,27	0,75	1,41	0,26	0,48	1,08
	0,49	1,02	0,56	1,38	0,8	0,58	0,41	1,41	0,76	0,32
	0,69	1,4	1,41	1,41	1,41	1,39	1,4	1,14	0,9	0,69

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
PIV-OP12	0,43	0,33	0,37	0,26	0,36	0,48	0,31	0,43	0,2	0,26
	0,25	0,47	0,33	0,33	0,26	0,38	0,31	0,34	0,24	0,23
	0,2	0,21	0,31	0,29	0,46	0,22	0,39	0,48	0,23	0,25
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	40,32	38,06	38,74	35,86	39,15	40,1	34,74	39,26	40,56	35,61
	39,81	38,47	36,55	36,15	37,62	39,68	40,09	38,05	38,98	36,21
	38,84	37,25	35,06	40	37,54	40,36	37,23	36,35	40,34	34,51
PIV-OP22 PIV-OP23	0,32	0,35	0,39	0,34	0,39	0,34	0,32	0,33	0,33	0,35
	0,38	0,33	0,37	0,32	0,42	0,39	0,37	0,36	0,33	0,34
	0,4	0,35	0,36	0,35	0,37	0,35	0,34	0,33	0,4	0,37
PIV-OP24 PIV-OP25	1,18	1,17	1,19	1,1	1,25	1,26	1,23	1,08	1,12	1,28
	1,11	1,1	1,09	1,07	1,09	1,18	1,24	1,12	1,29	1,21
	1,07	1,21	1,12	1,22	1,11	1,19	1,23	1,14	1,11	1,22

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de las operaciones modificadas de los procesos que son desarrollados por los asistentes de laboratorio en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 84

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de inventariado de la bodega virtual

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor calculado de t	Rechazo de H_0
PIV-OP02 PIV-OP03	22,40527151	Sí
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	19,91284471	Sí
PIV-OP11	7,368764044	Sí
PIV-OP12	68,36626029	Sí
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	23,07929627	Sí

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Operaciones	Valor calculado de t	Rechazo de H_0
PIV-OP22 PIV-OP23	78,57082389	Sí
PIV-OP24 PIV-OP25	1,240651469	No
<p>Hipótesis estadísticas</p> <p>H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de inventariado de la bodega virtual.</p> <p>H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo simulado con y sin las mejoras propuestas para el proceso actual de inventariado de la bodega virtual.</p>		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado con y sin cambios de las operaciones que conforman el proceso actual de inventariado de la bodega virtual utilizado por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

5.2. Viabilidad económica de propuesta

En el presente apartado, se examina la viabilidad económica de las propuestas de mejora planteadas para los distintos procesos que se mapearon en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, de acuerdo con la información recolectada al analizar las simulaciones de las distintas actividades que los conforman, con y sin las propuestas de mejora que se plantearon para cada una de ellas.

La metodología que se utiliza para analizar la viabilidad económica de las propuestas de mejora consiste en determinar los costos asociados a no implementar ningún sistema de información que facilite gestionar el inventario de bienes y reactivos, para luego calcular los montos asociados a los beneficios obtenidos y los costos en los que se incurre con la implementación de este.

Los costos asociados a no emplear el sistema de información se obtienen por medio del cálculo del tiempo que se utiliza al realizar las actividades que se ven modificadas con la implementación de este para gestionar inventarios. El valor monetario se determina con base en el salario mensual compuesto para el cargo de asistente de laboratorio en la Universidad Técnica Nacional, el cual es de ₡ 610 019,00 según lo indicado en el Acuerdo 1 tomado por el Consejo Universitario en la Sesión Extraordinaria No. 8-2023, celebrada el miércoles 19 de abril de 2023, y reformado por el Acuerdo 12 tomado por el Consejo Universitario en la Sesión Ordinaria N.º 9-2023 del 28 de abril de 2023 y al monto correspondiente a las anualidades de ley recibidas antes y después de la aplicación de la Ley de Fortalecimiento de las Finanzas Públicas (N.º 9635), aprobada en el año 2019, el cual es de ₡ 18 151 y ₡ 15 367 respectivamente.

El cálculo del costo de las actividades que se analizan se determina dividiendo el resultado de multiplicar su duración promedio (\bar{D}) en minutos, por la cantidad de veces (N) que se ejecutan a la semana, entre la cantidad (K) de horas semanales que el asistente de laboratorio debe cumplir, para luego multiplicar este resultado por la cantidad de horas (H) mensuales que este labora, el salario (\bar{S}) en colones por minuto promedio de los asistentes y la cantidad (C) de asistentes nombrados, para, finalmente, obtener el costo aproximado mensual de dicha actividad.

$$\frac{\bar{D} \text{ (min)} \times N}{K \text{ (horas)}} \times \frac{H \text{ (horas)}}{\text{(mes)}} \times \frac{\bar{S} \text{ (₡)}}{\text{(min)}} \times C = \text{Costo de la actividad } \frac{\text{(₡)}}{\text{(mes)}}$$

En las siguientes tablas, se presentan los costos asociados a las actividades que se ven modificadas con y sin la implementación de un sistema de información para gestionar inventarios dentro de los procesos que se mapearon en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas.

Tabla 85

Salario por minuto recibido por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Empleados	Salario mensual	Anualidades de ley		Salario total	Salario por minuto
		Antes de la ley N.º 9635	Después de la ley N.º 9635		
Asistente de laboratorio 1	₺ 610 019	₺ 36 302 (2 anualidades)	₺ 76 835 (5 anualidades)	₺ 723 156	₺ 75,33
Asistente de laboratorio 2	₺ 610 019	₺ 18 151 (1 anualidad)	₺ 76 835 (5 anualidades)	₺ 705 005	₺ 73,44

Fuente: Dirección de Gestión de Desarrollo Humano, Área de Administración de Salarios e Incentivos, escala salarial del primer semestre 2023 de la UTN.

Tabla 86

Costos asociados a las actividades que se ven modificadas sin la implementación de un sistema de información para gestionar inventarios en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Código de la Actividad	D	N	K	H	S	C	Costo por mes de la actividad
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	0,812	0,25	30	120	74,385	2	120,80
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	0,261	0,25	30	120	74,385	2	38,83
PR-OP01	2,94	1	30	120	74,385	2	1749,54
PR-OP02 PR-OP03	3,145	1	30	120	74,385	2	1871,53
PR-OP07	11,356	3	30	120	74,385	2	20273,19
PR-OP12 PR-OP13	1,877	3	30	120	74,385	2	3350,90
PCQ-OP01	43,470	0,25	30	120	74,385	2	6467,03
PCQ-OP02	0,819	0,25	30	120	74,385	2	121,84
PCQ-OP03	35,353	0,25	30	120	74,385	2	5259,47

Código de la Actividad	\bar{D}	N	K	H	\bar{S}	C	Costo por mes de la actividad
PCQ-OP04 PCQ-OP05	17,646	0,25	30	120	74,385	2	2625,20
PCQ-OP06 PCQ-OP07	6,159	0,25	30	120	74,385	2	916,27
PCQ-OP08 PCQ-OP09	1,412	0,25	30	120	74,385	2	210,06
PCQ-OP10 PCQ-OP11	7,286	0,25	30	120	74,385	2	1083,94
PCQ-OP12 PCQ-OP13	8,108	0,25	30	120	74,385	2	1206,23
PRC-OP09 PRC-OP15	1,387	3	30	120	74,385	2	2476,13
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	3,394	3	30	120	74,385	2	6059,10
PPC-OP02 PPC-OP03	1,650	0,25	30	120	74,385	2	245,47
PPC-OP08 PPC-OP14	1,33	0,25	30	120	74,385	2	197,86
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	3,585	0,25	30	120	74,385	2	533,34
PIB-OP01 PIB-OP02	22,181	0,0625	30	120	74,385	2	824,97
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	45,813	0,0625	30	120	74,385	2	1703,90
PIB-OP06 PIB-OP07	11,845	0,0625	30	120	74,385	2	440,55
PIB-OP08 PIB-OP09	6,870	0,0625	30	120	74,385	2	255,51
PIB-OP10	6,933	0,0625	30	120	74,385	2	257,86
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	8,084	0,0625	30	120	74,385	2	300,6
PIV-OP02 PIV-OP03	1,955	0,0625	30	120	74,385	2	72,71
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	32,237	0,0625	30	120	74,385	2	1198,97
PIV-OP11	2,313	0,0625	30	120	74,385	2	86,03
PIV-OP12	15,686	0,0625	30	120	74,385	2	583,40
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	53,468	0,0625	30	120	74,385	2	1988,61

Código de la Actividad	\bar{D}	N	K	H	\bar{S}	C	Costo por mes de la actividad
PIV-OP22 PIV-OP23	1,219	0,0625	30	120	74,385	2	45,34
TOTAL							62565,18

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado de las operaciones que conforman los procesos actuales de inventariado empleados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 87

Costos asociados a las actividades que se ven modificadas con la implementación de un sistema de información para gestionar inventarios en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Código de la Actividad	\bar{D}	N	K	H	\bar{S}	C	Costo por mes de la actividad
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	0,191	0,25	30	120	74,385	2	28,42
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	0,144	0,25	30	120	74,385	2	21,42
PR-OP01	1,851	1	30	120	74,385	2	1101,49
PR-OP02 PR-OP03	0,681	1	30	120	74,385	2	405,25
PR-OP07	2,860	3	30	120	74,385	2	5105,79
PR-OP12 PR-OP13	0,131	3	30	120	74,385	2	233,87
PCQ-OP01	1,224	0,25	30	120	74,385	2	182,09
PCQ-OP02	0	0,25	30	120	74,385	2	0,00
PCQ-OP03	0	0,25	30	120	74,385	2	0,00
PCQ-OP04 PCQ-OP05	0	0,25	30	120	74,385	2	0,00
PCQ-OP06 PCQ-OP07	0	0,25	30	120	74,385	2	0,00
PCQ-OP08 PCQ-OP09	0	0,25	30	120	74,385	2	0,00
PCQ-OP10 PCQ-OP11	0	0,25	30	120	74,385	2	0,00
PCQ-OP12 PCQ-OP13	0	0,25	30	120	74,385	2	0,00
PRC-OP09 PRC-OP15	0,363	3	30	120	74,385	2	648,04
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	1,206	3	30	120	74,385	2	2153,00
PPC-OP02	1,805	0,25	30	120	74,385	2	268,53

Código de la Actividad	\bar{D}	N	K	H	\bar{S}	C	Costo por mes de la actividad	
PPC-OP03								
PPC-OP08 PPC-OP14	1,550	0,25	30	120	74,385	2	230,59	
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	3,537	0,25	30	120	74,385	2	526,20	
PIB-OP01 PIB-OP02	1,036	0,0625	30	120	74,385	2	38,53	
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	37,283	0,0625	30	120	74,385	2	1386,65	
PIB-OP06 PIB-OP07	4,178	0,0625	30	120	74,385	2	155,39	
PIB-OP08 PIB-OP09	0,347	0,0625	30	120	74,385	2	12,91	
PIB-OP10	0,337	0,0625	30	120	74,385	2	12,53	
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	1,413	0,0625	30	120	74,385	2	52,55	
PIV-OP02 PIV-OP03	0,126	0,0625	30	120	74,385	2	4,69	
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	0,567	0,0625	30	120	74,385	2	21,09	
PIV-OP11	0,939	0,0625	30	120	74,385	2	34,92	
PIV-OP12	0,345	0,0625	30	120	74,385	2	12,83	
PIV-OP18 PIV-OP19 PIV-OP20	38,268	0,0625	30	120	74,385	2	1423,28	
PIV-OP22 PIV-OP23	0,343	0,0625	30	120	74,385	2	12,76	
TOTAL								14072,82

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado de las operaciones que conforman los procesos actuales de inventariado empleados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Una vez calculados los costos de las distintas actividades que se ven modificadas con y sin la implementación de un sistema de información para

gestionar inventarios dentro de los procesos que se mapearon en la bodega de activos y sustancias químicas del Área de Ciencias Básicas, se realiza una comparación entre estos, restándole al costo de cada actividad –siguiendo el método actual de trabajo–, su equivalente al implementar las propuestas de mejora (diferencia absoluta) para, luego, dividir este resultado entre el costo inicial y, posteriormente, multiplicarlo por cien para obtener el porcentaje de ahorro o incremento (diferencia relativa) en el que se incurre al ejecutar el método de gestión de inventarios propuesto.

En la siguiente tabla, se presenta la diferencia entre los costos asociados al ejecutar las actividades que integran los procesos seguidos por los asistentes de laboratorio, para la gestión de inventarios en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, utilizando los métodos actuales y propuestos de trabajo.

Tabla 88

Diferencia entre los costos asociados al ejecutar los métodos actuales y propuestos de trabajo en las actividades desarrolladas por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología para la gestión de inventarios en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Código de la actividad	Costo por mes de la actividad (actual)	Costo por mes de la actividad (mejorada)	Diferencia absoluta entre el método actual y propuesto	Diferencia relativa entre el método actual y propuesto
AB-OP04 AB-OP05 AB-OP06	120,80	28,42	92,38	76%
AB-OP09 AB-OP10 AB-OP11	38,83	21,42	17,41	45%
PR-OP01	1749,54	1101,49	648,05	37%
PR-OP02 PR-OP03	1871,53	405,25	1466,28	78%
PR-OP07	20273,19	5105,79	15167,4	75%
PR-OP12 PR-OP13	3350,90	233,87	3117,03	93%
PCQ-OP01	6467,03	182,09	6284,94	97%
PCQ-OP02	121,84	0,00	121,84	100%
PCQ-OP03	5259,47	0,00	5259,47	100%

Código de la actividad	Costo por mes de la actividad (actual)	Costo por mes de la actividad (mejorada)	Diferencia absoluta entre el método actual y propuesto	Diferencia relativa entre el método actual y propuesto
PCQ-OP04 PCQ-OP05	2625,20	0,00	2625,2	100%
PCQ-OP06 PCQ-OP07	916,27	0,00	916,27	100%
PCQ-OP08 PCQ-OP09	210,06	0,00	210,06	100%
PCQ-OP10 PCQ-OP11	1083,94	0,00	1083,94	100%
PCQ-OP12 PCQ-OP13	1206,23	0,00	1206,23	100%
PRC-OP09 PRC-OP15	2476,13	648,04	1828,09	74%
PRC-OP10 PRC-OP11 PRC-OP12	6059,10	2153,00	3906,1	64%
PPC-OP02 PPC-OP03	245,47	268,53	-23,06	-9%
PPC-OP08 PPC-OP14	197,86	230,59	-32,73	-17%
PPC-OP09 PPC-OP10 PPC-OP11 PPC-OP18 PPC-OP19 PPC-OP20	533,34	526,20	7,14	1%
PIB-OP01 PIB-OP02	824,97	38,53	786,44	95%
PIB-OP03 PIB-OP04 PIB-OP05	1703,90	1386,65	317,25	19%
PIB-OP06 PIB-OP07	440,55	155,39	285,16	65%
PIB-OP08 PIB-OP09	255,51	12,91	242,6	95%
PIB-OP10	257,86	12,53	245,33	95%
PIB-OP15 PIB-OP16 PIB-OP20 PIB-OP21 PIB-OP22 PIB-OP23	300,6	52,55	248,05	83%
PIV-OP02 PIV-OP03	72,71	4,69	68,02	94%
PIV-OP07 PIV-OP08 PIV-OP09	1198,97	21,09	1177,88	98%
PIV-OP11	86,03	34,92	51,11	59%
PIV-OP12	583,40	12,83	570,57	98%
PIV-OP18 PIV-OP19	1988,61	1423,28	565,33	28%

Código de la actividad	Costo por mes de la actividad (actual)	Costo por mes de la actividad (mejorada)	Diferencia absoluta entre el método actual y propuesto	Diferencia relativa entre el método actual y propuesto
PIV-OP20				
PIV-OP22 PIV-OP23	45,34	12,76	32,58	72%
TOTAL	62565,18	14072,82	48492,36	78%

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo simulado de las operaciones que conforman los procesos actuales de inventariado empleados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Por otra parte, para evaluar el costo de la implementación de un sistema de información que cumpla con las características requeridas por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología para gestionar inventarios en la bodega T108 se evalúan tres alternativas: el sistema de información que forma parte de las propuestas de mejora planteadas en el proyecto, el alquiler de un servicio de pago online y encargar el desarrollo de un *software* personalizado a un programador. Para hacer la comparación lo más equitativa posible, las tres alternativas mencionadas tendrán características similares entre sí.

Tabla 89

Diferencia entre los costos asociados de implementación de tres alternativas de sistemas de información, para gestionar inventarios en la bodega T108

Alquiler de un servicio de pago online		
Nombre del servicio	Costo anual (en dólares estadounidenses)	
LIMS QUALITY CLOUD incluye: un usuario adicional, un usuario de consulta, laboratorio histórico, trece personalizaciones de documentos, control de reactivos y 13 funciones especiales	\$ 1552,74 IVAI	
Encargar el desarrollo de un software a un programador		
Entregable / Actividad	Cantidad	Costos
Documentación	13	\$ 750
Base de datos	1	\$ 1000
Aplicación	1	\$ 5000
Soporte técnico (1 año)	1	\$ 420
Nuevos requerimientos	1	\$ 1200

Costo Total		\$ 9458,1 IVAI
Sistema de información propuesto en el proyecto		
Entregable / Actividad	Cantidad	Costos
Documentación	1	\$ 0
Base de datos	1	\$ 0
Aplicación	1	\$ 0
Soporte técnico (anual)	1	\$ 376,6
Nuevos requerimientos	1	\$ 410,81
Capacitación al personal	1	\$ 128,38
Costo Total		\$ 915,79

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a expertos y datos obtenidos del sitio web:

<https://www.quality2cloud.es>.

Finalmente, se comparan los beneficios obtenidos respecto al costo en el que se incurre al implementar cada una de las tres alternativas mostradas, dividiendo la diferencia absoluta de los costos asociados a la utilización de los métodos actuales y propuestos de trabajo para la gestión de inventarios en la bodega T108, entre el costo de cada una de ellas durante un periodo de cinco años.

Tabla 90

Resultados del análisis de viabilidad económica de la propuesta, utilizando como base el tipo de cambio del dólar (₡ 521,48) fijado por el Banco Central de Costa Rica al día 18/08/2024 proyectado a cinco años.

Alternativas	Costos de no implementación	Costos de implementación	Relación de costo
Alquilar un servicio de pago online.	\$ 5114,44	\$ 7763,7	0,66
Encargar el desarrollo de un software.	\$ 5114,44	\$ 9450	0,54
Sistema propuesto en el proyecto.	\$ 5114,44	\$ 3962.73	1,29

Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de los datos recolectados.

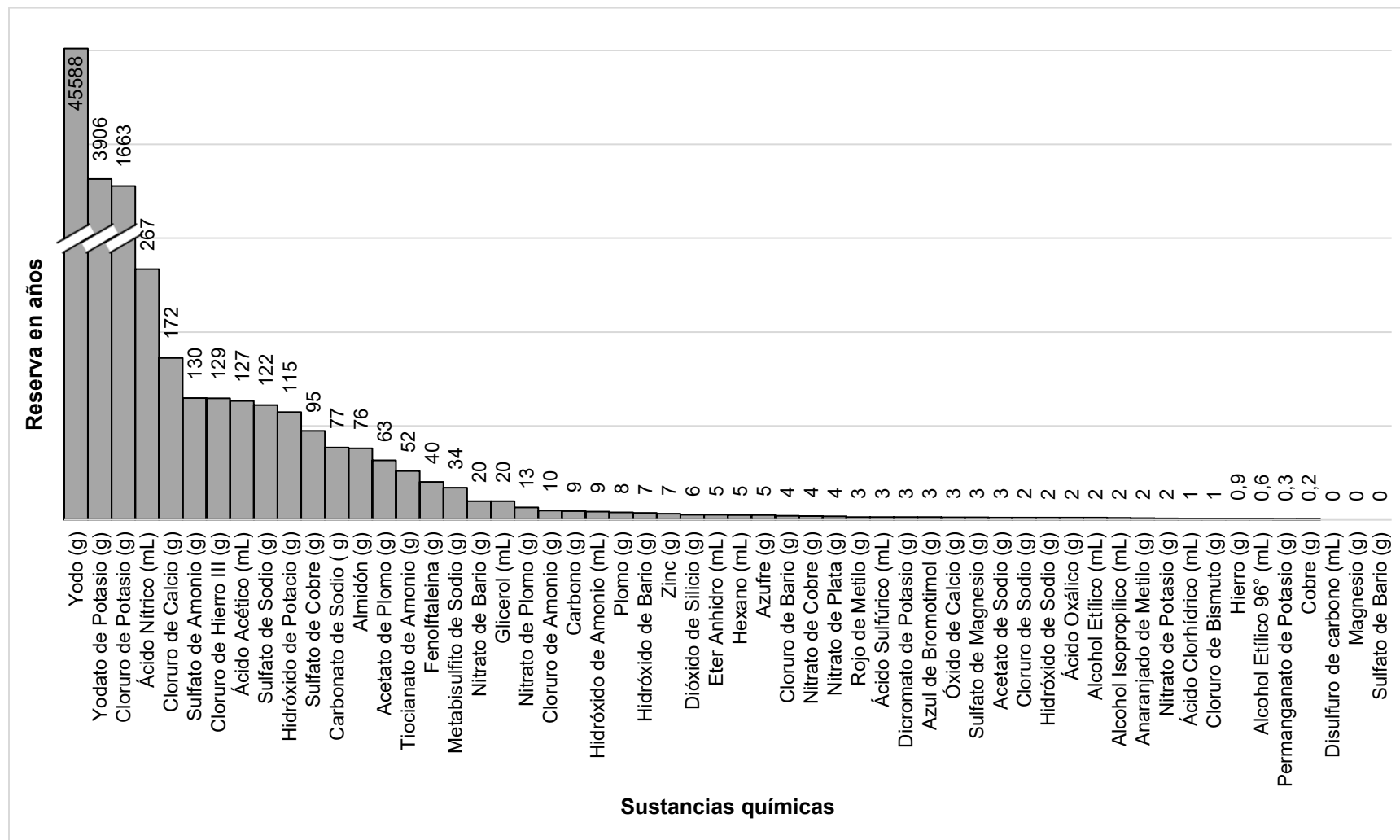
El análisis de viabilidad económica aplicado a las distintas opciones muestra que las tres alternativas analizadas son económicamente viables, pero la que más

beneficios traería al área es la opción del sistema de información desarrollado como parte de las propuestas de mejora planteadas en el proyecto, pues, incluyendo los costos asociados a su implementación, se obtiene una relación de costo/beneficio de 1,29.

Por otra parte, con el uso del sistema de información se obtendrían beneficios adicionales en cuanto al manejo, almacenamiento y compra óptima de sustancias químicas, tal y como se puede observar en las siguientes figuras, en donde se visualiza el estado actual de las reservas de sustancias químicas, así como la comparación entre las cantidades existentes y requeridas de estas.

Figura 55

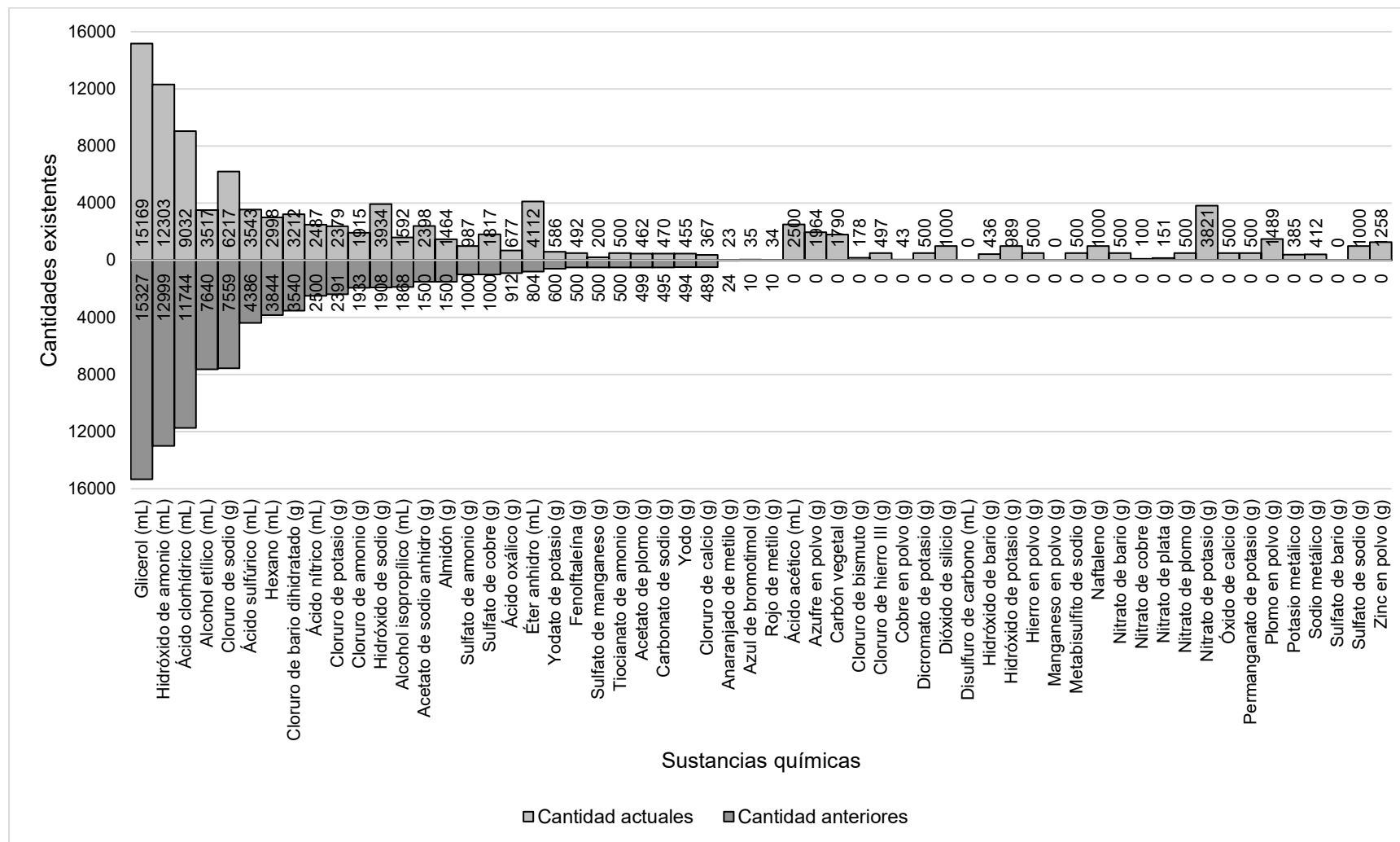
Reserva actual en años de sustancias químicas requeridas para suplir los laboratorios de Química General I y II.



Fuente: Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas de la UTN, 2024.

Figura 56

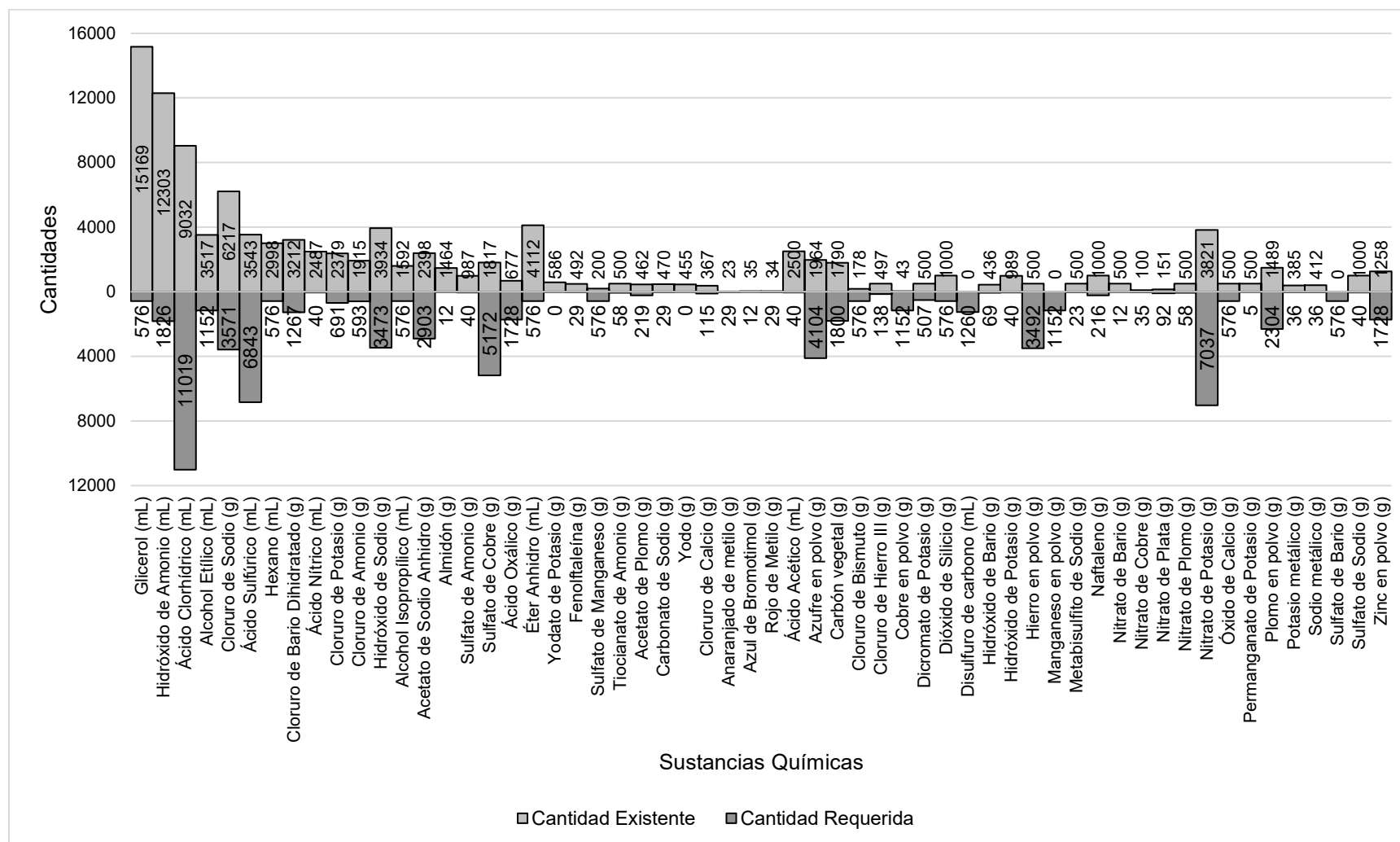
Cantidades anteriores y actuales de sustancias químicas almacenadas para suplir los laboratorios de Química General I y II.



Fuente: Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas de la UTN, 2024.

Figura 57

Cantidades actuales requeridas y existentes de químicos para suplir los laboratorios de Química General I y II durante un año.



Fuente: Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas de la UTN, 2024.

Finalmente, al calcular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para cada una de las tres alternativas de implementación valoradas se encuentra que, para un periodo de cinco años y una tasa de interés de 5,45%, el sistema de información desarrollado como parte de las propuestas de mejora en el proyecto es el que mejor rendimiento ofrece, esto al requerir una inversión inicial de \$ 128,38, la cual corresponde a 2,5 horas de capacitación en el uso del sistema durante tres días para las dos asistentes de laboratorio, una inversión recomendada de \$ 376,6 que corresponden a 44 horas anuales para revisar el funcionamiento del sistema y otra de \$ 410,81, correspondientes a 48 horas anuales para la incorporación de nuevos requerimientos al sistema.

Tabla 91

Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno calculadas para las alternativas de implementación valoradas para el proyecto

Alquilar un servicio de pago online				Encargar el desarrollo de un software				Sistema propuesto en el proyecto			
Inversión Inicial: \$1.552,74				Inversión Inicial: \$9.458				Inversión Inicial: \$128,38			
Año	Ingreso	Egreso	Flujo	Año	Ingreso	Egreso	Flujo	Año	Ingreso	Egreso	Flujo
1	\$1.023	\$1.553	-\$530	1	\$1.023	\$1.620	-\$597	1	\$1.023	787,41	\$235
2	\$1.023	\$1.553	-\$530	2	\$1.023	\$1.620	-\$597	2	\$1.023	787,41	\$235
3	\$1.023	\$1.553	-\$530	3	\$1.023	\$1.620	-\$597	3	\$1.023	787,41	\$235
4	\$1.023	\$1.553	-\$530	4	\$1.023	\$1.620	-\$597	4	\$1.023	787,41	\$235
5	\$1.023	\$1.553	-\$530	5	\$1.023	\$1.620	-\$597	5	\$1.023	787,41	\$235
Total	\$5.114	\$7.764	-\$2.649	Total	\$5.114	\$8.100	-\$2.986	Total	\$5.114	\$3.937	\$1.177
VAN	-\$3.818,46			VAN	-\$12.011,43			VAN	\$878,57		
TIR	-100% >			TIR	-100% >			TIR	182%		

Tasa de descuento 5,45%

Fuente: Elaboración propia basada en el análisis de los costos de implementación y datos obtenidos del sitio web del Banco Central de Costa Rica.

5.3. Plan de implementación de la propuesta

En el presente apartado, se describe el plan de implementación de las propuestas de mejora que se plantean en el proyecto, las cuales consisten en diseñar, programar e implementar un sistema de información para la gestión de inventarios en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, así como rotular las sustancias químicas y el mobiliario con la finalidad de integrar estos elementos en el diseño del sistema para así facilitar su ubicación, capacitar al personal en el uso del *software* y elaborar un manual de usuario en donde se detalle la forma de uso de este.

Para el diseño y desarrollo del sistema de gestión de inventarios, se realiza un estudio de requerimientos de información, el cual consiste en realizar una serie de entrevistas al personal encargado de gestionar los activos y químicos de la bodega, con la finalidad de recabar información útil que pudiera servir de base para establecer las especificaciones técnicas del *software*.

A continuación, en las siguientes tablas se muestran las especificaciones técnicas funcionales y no funcionales de los distintos módulos que integran el sistema de información desarrollado luego de realizar el estudio de requerimientos.

Tabla 92

Especificaciones técnicas funcionales del sistema de información desarrollado

Registro de facturas	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite registrar y modificar la información de las facturas de compra hechas por el área. Los datos que se registrarán son: proveedor, fecha de entrada, orden de compra, tipo de artículo, nombre del artículo, cantidad, costo y el estado de entrega.
2	El sistema permite generar informes de los artículos asociados a las órdenes de compra registradas en la base de datos.

3	El sistema permite realizar búsquedas de las órdenes de compra y proveedores registrados en la base de datos según su fecha de ingreso.
Registro de sustancias químicas	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite modificar la información de los químicos que son almacenados en la bodega. Los datos que se registrarán se dividen en dos categorías: información general y de seguridad. Para el primer caso, se registra el nombre de la sustancia, cantidad, fecha de vencimiento, fecha de reanálisis, estado físico, masa molar, densidad, pureza, número de equivalencia, código SICOP, número de CAS y el código de ubicación, los datos de seguridad corresponden al tipo de materia, subdivisión y sus incompatibilidades de almacenamiento.
2	El sistema permite generar informes de las cantidades existentes de los químicos almacenados y de las características individuales de cada químico.
3	El sistema permite el acceso a las hojas de seguridad y certificados de análisis de las sustancias registradas en la base de datos.
4	El sistema permite realizar búsquedas de las sustancias registradas en la base de datos según su número de CAS, código SICOP, nombre y código de ubicación.
Registro de activos	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite registrar y modificar la información de los activos que son almacenados en la bodega y laboratorios del área. Los datos que se registrarán son: nombre del artículo, fecha de ingreso, mueble en el que se almacena, posición y número de estante, espacio físico en donde se ubica, cantidad, costo unitario, código SICOP, placa y su código de ubicación.
2	El sistema permite generar informes de las cantidades existentes de los activos registrados en la base de datos.
3	El sistema permite realizar búsquedas de los activos registrados en el base de datos según la fecha de ingreso, su nombre, el espacio físico en donde se encuentran almacenados y su código SICOP y de ubicación.
Registro de traslado de bienes	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite registrar y modificar la información de los traslados de bienes hechos por el área. Los datos que se registran están divididos en información general de la gestión, detalle de los artículos trasladados y la justificación del traslado. Para el primer caso, se registran los departamentos que entregan y reciben los artículos y la fecha en la que se efectúa la gestión. Para el caso del detalle de los artículos, se registra el tipo, nombre, número de placa, marca, modelo, serie y estado. Finalmente, se registra la justificación del traslado.
2	El sistema permite generar informes con los detalles de la gestión de traslado de bienes.
3	El sistema permite realizar búsquedas de las gestiones de traslado realizadas según la fecha en la que se realiza la gestión y, el departamento y funcionario que entrega o recibe el bien.
Préstamo y reposición de cristalería	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite registrar y modificar la información referente al préstamo y reposición de cristalería y equipos de laboratorio. Los datos que se registran son: la carrera o área que realiza la solicitud, fecha de solicitud, estado, nombre del solicitante, número de identificación, correo electrónico, docente a cargo, horario, curso, tipo de solicitud y la descripción del equipo o cristalería que se presta o repone.
2	El sistema permite generar boletas con los detalles de la gestión de reposición o préstamo.
3	El sistema permite realizar búsquedas de las gestiones de préstamo y reposición de equipo realizadas según la fecha en la que se realiza la gestión, el nombre y número de cédula del solicitante y el estado de la gestión.
Prácticas de laboratorio	

Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite registrar y modificar información referente a las distintas prácticas de laboratorio que se llevan a cabo en los cursos impartidos por el área. Los datos que se registran están divididos en dos categorías: información general y materiales e insumos. Para el primer caso, se registra el nombre del curso que se imparte, modalidad, número de integrantes, nombre de la práctica de laboratorio y el número de alumnos por grupo. Para el caso de los materiales e insumos, se registra el nombre y cantidad de cristalería que se utiliza, así como el nombre, cantidad y tipo de concentración de las sustancias químicas empleadas.
2	El sistema permite generar informes con el detalle de los materiales requeridos para realizar las prácticas de laboratorio.
3	El sistema permite realizar búsquedas por el nombre del curso y práctica de laboratorio.
Preparación de reactivos y diluciones	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite ingresar la cantidad de mililitros y el tipo de concentración requerida con el fin de preparar reactivos químicos para luego mostrar al usuario la cantidad requerida de la sustancia pura y su forma de preparación.
2	El sistema permite ingresar la concentración y volumen inicial, y la concentración y volumen final para luego mostrar al usuario omitiendo alguno de estos parámetros la forma en la que debe de preparar la disolución de la sustancia.
Compatibilidad de sustancias químicas	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite mostrar las compatibilidades individuales de almacenamiento de dos sustancias químicas.
Movimientos de inventario	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite realizar búsquedas y observar el detalle de los movimientos de inventario de químicos y activos hechos por fecha según el tipo de ítem o usuario.
2	El sistema permite generar informes en formato PDF o Excel con el detalle de los movimientos de inventario hechos.
Proyección de compras	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite agregar y modificar la información referente al tipo de curso, cuatrimestre, cantidad de grupos, estudiantes matriculados y año, para luego mostrar el promedio de grupos y estudiantes matriculados por cuatrimestre con el objetivo de proyectar la cantidad de sustancias químicas requeridas.
2	El sistema permite generar informes con el detalle de los materiales requeridos para realizar las prácticas de laboratorio según el promedio del historial de matrícula o seleccionando manualmente el número de grupos, estudiantes y periodo.
Sustancias precursoras	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite visualizar y editar la lista de sustancias precursoras que son utilizadas en las prácticas de laboratorio, así como el consumo en kilogramos de estas.
2	El sistema permite generar informes del consumo de las sustancias precursoras utilizadas en las prácticas de laboratorio.
Gestión de usuarios	
Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite agregar y modificar la información referente a los usuarios que ingresan al sistema de gestión de inventarios. Los datos que se registran son: el usuario, nivel de acceso al sistema, contraseña, nombre del colaborador y correo electrónico.
Bitácora de ingreso	

Especificaciones técnicas	
1	El sistema permite visualizar, según el usuario, actividad y nombre, el ingreso y salida del sistema en un periodo determinado.
2	El sistema permite generar informes con el detalle del ingreso y salida de los usuarios del sistema.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 93

Especificaciones técnicas no funcionales del sistema de información desarrollado

Sistema de gestión de inventarios	
Especificaciones técnicas	
1	El lenguaje de programación utilizado para desarrollar el proyecto fue Visual Basic for Applications (VBA).
2	El gestor de las bases de datos del sistema utiliza SQL.
3	El sistema operativo bajo el cual funciona el sistema será Windows 10 y 11.
4	El sistema es operado mediante Microsoft Access 2019.
5	Los equipos en donde se instale el sistema deberán de contar con un visualizador de documentos en formato PDF y Microsoft Access 2019 o superior.
6	La información que manejará el sistema está protegida del acceso de usuarios no autorizados.
7	La interfaz del sistema es sencilla e intuitiva para los usuarios.
8	El sistema funciona en red con varios usuarios conectados a él simultáneamente.
9	La base de datos del sistema debe estar ubicada en una ruta de acceso de red con permisos de lectura y escritura.
10	La estructura de la base de datos del sistema está dividida y relacionada de manera tal que permita un funcionamiento óptimo del sistema.
11	La disponibilidad del sistema es continua durante los 7 días de la semana las 24 horas del día.
12	La información ofrecida por el sistema es fiable y oportuna para los distintos usuarios que hagan uso de él.
13	La información registrada en la base de datos puede ser visualizada por todos los usuarios que ingresen al sistema.
14	Los distintos niveles de acceso al sistema son asignados sólo por el administrador de este.
15	El sistema cuenta con mecanismos que minimizan la tendencia de los usuarios por registrar información errónea u omitir información.
16	El sistema muestra mensajes de error que sirven de orientación a los usuarios finales para que operen de manera correcta el sistema.
17	Los distintos módulos que integran el sistema están relacionados entre sí y comparten información.

Fuente: Elaboración propia basada en entrevistas hechas a los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Una vez establecidas las especificaciones técnicas que deben incorporarse en cada uno de los módulos que integran el sistema de información, se desarrolla un prototipo de este con la finalidad de observar la respuesta del usuario al utilizar este elemento al desarrollar sus labores diarias, para así obtener un diseño y desarrollo más depurado del sistema de información final.

Después de analizar las sugerencias de los usuarios como producto de su experiencia de uso con el prototipo del *software*, se desarrolla la interfaz gráfica de los módulos que conforman el sistema final mediante el uso de Microsoft Access 2019. Durante este proceso también se optimiza la base de datos del prototipo y la experiencia de uso para implementarlos en el diseño final del sistema.

En las siguientes figuras, se muestran los distintos formularios que fueron diseñados para cada uno de los módulos que integran el sistema de información desarrollado y el diseño del prototipo del sistema.

Figura 58

Prototipo del sistema de información desarrollado

Ciencias Básicas - Registro de Inventario

Cálculo de Reactivos | **Registro de Sustancias** | Registro de Activos | Gestión de Reactivos | Laboratorios | Opciones Generales | Acerca

Sustancia:

SICOP: **Fecha Vencimiento:** **Estado:**

M. Molar (g/mol): **Densidad (g/cm³):** **Pureza:**

Cant. Disp. (g/mL): **Cas-Nº:** **Ub:**

Clase:

División:

Incompatibilidades de almacenamiento:

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 59

Menú principal del sistema de información desarrollado



Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 60

Módulo de registro de facturas



Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 61*Módulo de registro de sustancias químicas*

The screenshot shows a web application window titled 'UTN. Área de Ciencias Básicas'. The main heading is 'Registro de Sustancias Químicas'. Below the heading is a navigation bar with buttons: 'Eliminar' (orange), 'MSDS' (light blue), 'COA' (light blue), 'Modificar' (light blue), 'Agregar' (light blue), and 'PDF' (red). The form is divided into two main sections: 'Información del Químico' and 'Información de Seguridad'. The 'Información del Químico' section includes a search bar with a 'Buscar' button, and several input fields: 'Cantidad Disp. (g/mL): 0', 'F.V.:', 'R.A.:', 'Estado:' (dropdown), 'M. Molar (g/mol): 0', 'Densidad (g/cm3): 0', 'Pureza (%): 0', 'N° Eq (g/mol):', 'SICOP:', 'Cas-N°:', and 'Cod. Ubic:'. The 'Información de Seguridad' section includes 'Clase:' (dropdown), 'División:' (dropdown), and a text area for 'Incompatibilidades de almacenamiento:'.

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 62*Módulo de registro de activos*

The screenshot shows a web application window titled 'UTN. Área de Ciencias Básicas'. The main heading is 'Registro de Activos'. Below the heading is a navigation bar with buttons: 'Eliminar' (orange), 'Buscar' (light blue), 'Modificar' (light blue), 'Agregar' (light blue), and 'PDF' (red). The form is divided into two main sections: 'Información del ítem' and 'Observaciones'. The 'Información del ítem' section includes a search bar with a dropdown arrow, and several input fields: 'Fecha de Ingreso:', 'Mueble:' (dropdown), 'Posición:' (dropdown), 'Num: 0', 'Aula/Lab:' (dropdown), 'Cantidad: 0', 'Costo Unid: 0', 'SICOP:', 'Placa:', and 'Cod. Ubic:'. The 'Observaciones:' section includes a large text area.

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 63

Módulo de registro de traslado de bienes

The screenshot shows a web application window titled 'UTN. Área de Ciencias Básicas'. The main heading is 'Registro de Traslado de Bienes'. Below the heading is a navigation bar with buttons: 'Eliminar' (orange), 'Nuevo' (light blue), 'Buscar' (light blue), 'Modificar' (light blue), 'Agregar' (light blue), and 'PDF' (red). The main content area is divided into sections:

- Información General de la Gestión:** Contains input fields for 'Dep Entrega', 'Func Entrega', 'Fecha', 'Dep Recibe', 'Func Recibe', and 'Registro' (with a value of 0).
- Artículos Traslados:** Contains input fields for 'Tipo', 'Nombre', 'N° Placa', 'Marca', 'Modelo', 'Serie', and 'Estado'. Below these are buttons: 'Eliminar' (red), 'Nuevo' (orange), 'Modificar' (orange), and 'Agregar' (blue). A table with columns 'Nombre' and 'Estado' is partially visible.
- Justificación:** A large text area for providing details of the transfer.

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 64

Módulo de gestión de préstamo y reposición de cristalería y equipos

The screenshot shows a web application window titled 'UTN. Área de Ciencias Básicas'. The main heading is 'Préstamo y reposición de cristalería'. Below the heading is a navigation bar with buttons: 'Eliminar' (orange), 'Buscar' (light blue), 'Modificar' (light blue), 'Agregar' (light blue), and 'PDF' (red). The main content area is divided into sections:

- Detalles del registro:** Contains input fields for 'Carrera', 'Fecha', 'Estado', 'Nombre', 'N° ID', 'Correo', 'Docente', 'Horario', 'Curso', and 'Solicitud'.
- Descripción del equipo y/o cristalería dañanda o prestada:** A large text area for providing details of the loan or replacement.

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 65

Módulo de registro de prácticas de laboratorio

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 66

Módulo preparación de reactivos y diluciones

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 67

Módulo de verificación de compatibilidad de almacenamiento de sustancias químicas

The screenshot shows a web application window titled 'UTN, Área de Ciencias Básicas'. The main heading is 'Compatibilidad de Sustancias'. Below the heading, there are two input fields labeled 'Sustancia 1' and 'Sustancia 2', each with a dropdown arrow. A 'Verificar' button is positioned between these two fields. Below the input fields, there are two large, empty rectangular areas, each labeled 'Incompatibilidades Individuales' at the top. The interface is clean and uses a light blue and white color scheme.

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 68

Módulo de movimientos de inventario

The screenshot shows a web application window titled 'UTN, Área de Ciencias Básicas'. The main heading is 'Movimientos de inventario'. To the right of the heading, there are two radio buttons: 'Químicos' (selected) and 'Activos'. Below the heading, there is a search bar with the label 'Buscar por:' followed by a dropdown arrow, a 'Detalle:' label followed by a text input field, and a 'Periodo:' label followed by two text input fields separated by 'a'. Below the search bar, there is a large, empty rectangular area. At the bottom of the interface, there are four buttons: 'Búsqueda Nueva' (orange), 'Buscar Registro' (orange), 'Detalle' (blue), and 'PDF' (red).

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 69*Módulo de proyección de compras*

UTN. Área de Ciencias Básicas

Proyección de Compras

Curso:

N° Grupos: N° Estud: Periodo:

Comportamiento Promedio de la Matrícula

Ver Datos	I - C	II - C	III - C	Promedio
Prom. Grupos	0	0	0	0
Prom. Estud	0	0	0	0

Proyección de Consumo

Nueva Proyectar Historial PDF

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 70*Módulo de control de sustancias precursoras*

UTN. Área de Ciencias Básicas

Sustancias Precursoras

Sustancia Precursora: Periodo: a

Nueva Búsqueda Ver Consumo Editar Lista PDF

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 71*Bitácora de acceso al sistema*

UTN. Área de Ciencias Básicas

Bitácora de acceso al sistema

Buscar por: Detalle: Periodo: a

Búsqueda Nueva Buscar Registros PDF

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 72*Módulo de gestión de usuarios del sistema*

UTN. Área de Ciencias Básicas

Gestión de Usuarios

Registro de usuarios

Usuario: Nivel: Password:
Nombre: Correo:

Lista de usuarios registrados

Login	Nombre	Correo
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

Eliminar Modificar Agregar







Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Una vez desarrollado el sistema de información, se trabaja en la rotulación del mobiliario y las sustancias químicas almacenadas en la bodega T108. Para el diseño de las etiquetas de las sustancias químicas se incorpora el código CAS de la sustancia, su código de ubicación dentro de la bodega y el diamante de materiales peligrosos de la norma NFPA 704. Por otra parte, para la elaboración de las etiquetas del mobiliario se utilizan letras del alfabeto con la finalidad de poder identificar cada mueble y las iniciales de sus elementos (estantes, gavetas y puertas). De tal modo, se genera un código de ubicación dentro del sistema de gestión de inventarios. Así, por ejemplo, para ubicar un objeto almacenado en el mueble F en la gaveta 4 se generaría el código FG004.

En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de las etiquetas diseñadas para rotular el mobiliario y las sustancias químicas ubicadas en la bodega T108.

Figura 73


Ejemplo de etiquetas diseñadas para identificar químicos almacenados en la bodega T108

<p>SUST-044</p>  <p>CAS: 6080-56-4</p>	<p>SUST-028</p>  <p>CAS: 127-09-3</p>	<p>SUST-015</p>  <p>CAS: 10043-35-3</p>
<p>SUST-057</p>  <p>CAS: 7647-01-0</p>	<p>SUST-055</p>  <p>CAS: 7697-37-2</p>	<p>SUST-008</p>  <p>CAS: 6153-56-6</p>

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 74

Ejemplo de etiquetas diseñadas para identificar el mobiliario ubicado en la bodega T108

	AE001	AE002
	AG001	AG002
	AP001	AP002

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Como parte del plan de implementación de la propuesta de mejora, también se elabora un manual de usuario en donde se describe de forma detallada el funcionamiento de cada uno de los módulos que integran el sistema de información, esto para que los asistentes de laboratorio puedan realizar consultas en caso de que tengan dudas sobre su uso.

A su vez, se plantea una serie de capacitaciones dirigidas al personal encargado de gestionar el inventario, con la finalidad de instruirlos en el uso del sistema. Estas son impartidas durante tres días con una duración de 2,5 horas. Posteriormente, concluidas las capacitaciones, se aplica un formulario al personal para validar el funcionamiento del sistema de información, el cual consta de 7 afirmaciones relacionadas con las características funcionales del sistema, en donde

los participantes debían indicar haciendo uso de una escala del 1 al 4 su grado de acuerdo o desacuerdo con estas, dejando así reflejado su grado de satisfacción.

Figura 75

Manual de uso del sistema de información desarrollado para la gestión de inventarios



Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas recolectadas durante el análisis de requerimientos de información.

Figura 76

Encuesta de validación del sistema de información aplicada a los asistentes de laboratorio de Química General y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central

Validación del sistema de gestión de inventarios				
Cuestionario de evaluación del sistema				
A continuación, se le presentarán una serie de enunciados en donde deberá expresar su grado de acuerdo o desacuerdo respecto a las siguientes afirmaciones relacionadas al sistema de gestión de inventarios presentado. Deberá examinar detenidamente cada una de ellas y responder utilizando una escala de 1 a 4, donde si marca con una equis (X) la casilla ubicada debajo del número uno estará indicando <i>Totalmente en desacuerdo</i> y si marca la casilla debajo del número cuatro estará indicando <i>Totalmente de acuerdo</i> .				
	1	2	3	4
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1)	El sistema de información desarrollado le será útil para realizar sus labores de trabajo diario.			
2)	El sistema de información incluye todas las características que necesita para desempeñar su trabajo.			
3)	El sistema desarrollado muestra la información requerida de manera clara y ordenada.			
4)	Es fácil ubicar la información que requiere en el sistema.			
5)	Es fácil ubicar en el sistema desarrollado las distintas funciones incorporadas.			
6)	La interfaz gráfica del sistema es agradable.			
7)	El desarrollador del sistema de información tomó en cuenta sus sugerencias a la hora de establecer las características funcionales del sistema.			
Observaciones:				
Nombre: _____ . Firma: _____ .				

Fuente: Elaboración propia basada en las especificaciones técnicas funcionales del sistema de información.

5.4. Plan de control para la sostenibilidad de la propuesta

En el presente apartado, se describe el plan para la sostenibilidad de las propuestas de mejora que planteadas en el proyecto, que consisten en establecer de forma periódica intervalos semanales de tiempo, en los cuales una persona asignada se encargue de ingresar al sistema datos del consumo de las sustancias químicas utilizadas en las distintas prácticas de laboratorio, esto con el propósito de mantener el sistema de información actualizado.

De igual manera, se deberá de asignar al menos una hora a la semana para que el encargado de administrar el sistema de información realice tareas de mantenimiento, elaboración de etiquetas, respaldo de la base de datos y verificación de la integridad de los datos que son ingresados al sistema.

Por otra parte, también se deberá de realizar un inventariado físico de las sustancias químicas y activos almacenados en la bodega para asegurar la veracidad de la información y así evitar incongruencias entre las cantidades registradas y las existentes al momento de cotejar datos con el departamento de bienes e inventarios.

Finalmente, el coordinador del área deberá de suministrar al encargado de ingresar los datos al sistema de información al inicio de cada cuatrimestre, la cantidad de cursos abiertos y estudiantes matriculados en ellos para garantizar la generación de proyecciones fiables del consumo de las sustancias químicas utilizadas para desarrollar las prácticas de laboratorio al finalizar el periodo lectivo.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Comprobación de hipótesis

Al contar con las muestras de tiempo de cada una de las operaciones que conforman los procesos actuales que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, y validarse los distintos modelos de simulación para cada uno de estos, se realiza una prueba t para dos medias con la finalidad de comprobar si existe una diferencia significativa entre la duración promedio de los procesos actuales y los rediseñados, esto con el fin de comprobar las hipótesis nula y alternativa de investigación.

Hipótesis nula

La sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, no incide de forma positiva en el desarrollo de sus procesos conexos.

Hipótesis alternativa

La sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, incide de forma positiva en el desarrollo de sus procesos conexos.

En las siguientes tablas, se presentan las muestras de tiempo de la duración total de los procesos actuales que son seguidos por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, así como las correspondientes a la duración total de los procesos rediseñados.

Tabla 94

Muestras de tiempo actual de los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
Almacenamiento de bienes	4,37	4,48	4,29	5,4	3,3	3,2	4,52	3,24	4,13	5,28
	3,41	2,34	4,37	3,39	3,44	4,33	5,54	5,31	3,24	2,3
	2,22	5,45	2,38	3,43	5,67	2,46	3,49	4,58	4,28	3,34
Preparación de sustancias químicas	28,42	31,41	26,78	28,36	25,64	20,97	27,35	19,06	27,1	33,34
	26,2	28,65	31,05	26,41	22,35	20,82	20	30,16	20,06	29,38
	30,38	23,81	32,47	20,1	27,97	19,13	28,69	29,47	23,28	15,56
Compra de sustancias químicas	116,66	105,5	133,33	115,28	120,55	121,62	117,86	115,59	124,25	108,41
	130,31	118,4	115,58	120,54	123,76	135,39	107,36	120,65	126,92	121,87
	117,54	113,55	118,41	120,74	121,57	108,65	116,76	109,73	119,76	128,97
Reposición de cristalería dañada	11,22	9,62	9,96	9,1	9,73	12,85	9,94	7,12	10,07	11,02
	9,62	10,83	11,02	10,2	10,76	8,63	7,31	9,98	6,64	7,81
	7,91	8,78	12,89	12,91	11,91	10,09	9,17	9,13	9,8	9,79
Préstamo de cristalería y equipos	10,09	14,2	10,59	12,08	11,71	11,12	12,17	14,01	10,95	11,76
	12,77	10,03	9,72	12,23	11,04	11,65	13,01	15,25	12,81	12,13
	14	8,8	14	10,96	12,76	11,96	10,9	11,11	11,61	14,15
Inventariado de bienes	107,04	99,63	99,92	108,12	99,47	103,58	105,87	109,12	97,26	101,93
	109,51	103,75	106,96	104,07	107,19	105,57	108,56	103,11	115,27	108,71
	105,45	107,03	105,16	102,93	100,61	114,33	108,27	107,9	107,66	111,38
Inventariado de la bodega virtual	158,36	142,47	141,19	164,04	164,47	152,14	156,4	148,44	157,97	158,38
	152,25	155,55	145,33	154,64	178,49	149,18	139,41	169,29	147,65	140,9
	151,25	170,96	161,3	180,32	174,57	164,13	154,5	155,14	162,59	152,27

Fuente: Elaboración propia, basada en las muestras de tiempo de los procesos actuales que se llevan a cabo en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 95

Muestras de tiempo de los procesos rediseñados que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central

Operaciones	Muestras de tiempo en minutos									
Almacenamiento de bienes	4,07	4,22	3,99	4,11	3,06	1,87	3,17	2,03	3,9	3,88
	3,18	2,05	3,15	3,22	2,1	2,94	4,21	3,94	2,91	1,89
	1,84	4,05	2,09	2,18	4,35	2,21	2,14	4,31	3,98	2
Preparación de sustancias químicas	9,87	8,57	12,7	10,52	10,02	9,47	11,48	11,97	11,27	13,12
	14,39	12,46	10,27	12,79	10,43	8,14	9,38	10,13	8,31	14,26
	10,03	10,23	12,34	12,77	10,17	8	8,56	11,08	10,27	8,72
Compra de sustancias químicas	1,04	1,52	0,72	1,21	0,4	1,05	0,73	0,79	1,67	0,64
	0,09	1,09	1,27	1,06	1,73	1,71	1,08	1,26	1,85	1,21
	1,45	1,75	0,46	0,5	0,07	0,75	0,77	0,44	1,54	1,81
Reposición de cristalería dañada	6,78	7,24	6,43	6,62	7,27	7,3	6,63	4,69	7,32	5,5
	6,43	7,54	8,34	6,74	7,36	5,37	4,63	6,36	5,23	5,46
	5,51	4,16	6,45	7,56	5,46	6,42	5,69	5,7	7,61	5,32
Préstamo de cristalería y equipos	8,54	10,97	6,13	8,53	7,23	7,63	7,62	9,66	9,52	7,32
	9,47	6,6	7,15	7,77	10,72	7,4	10,59	8,65	8,51	9,54
	8,52	8,49	9,7	6,52	8,22	7,54	7,28	8,56	6,22	8,68
Inventariado de bienes	49,25	49,77	48,69	44,7	53,18	51,82	43,01	54	50,9	44,9
	48,67	54,93	47,74	46,96	44,82	53,62	44,78	49,04	54,28	48,67
	52,97	46,92	49,02	49,64	48,65	46,78	47,68	53,82	44,7	49,84
Inventariado de la bodega virtual	81,63	86,25	83,46	88,8	83,84	82,52	87,79	78,76	82,99	82,95
	85,69	88,73	82,96	86,49	84,85	84,9	80,97	83,12	82,59	89,18
	84,55	84,29	81,75	88,01	84,13	85,46	85,92	87,48	82,8	83,86

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos obtenidos de las simulaciones hechas de los procesos rediseñados en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas, UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 96

Resultados de la prueba t aplicada a las muestras de tiempo de los procesos actuales y rediseñados que son utilizados en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central

Resultados de la prueba para un nivel α de 0.05 y un valor crítico para t de $\pm 2,0017$		
Proceso	Valor estadístico t	Rechazo de H_0
Almacenamiento de bienes	3,15889881	Sí
Preparación de sustancias químicas	-16,55062855	Sí
Compra de sustancias químicas	88,2683077	Sí
Reposición de cristalería dañada	10,1889637	Sí
Préstamo de cristalería y equipos	10,093348	Sí
Inventariado de bienes	57,83918431	Sí
Inventariado de la bodega virtual	35,70008639	Sí
Hipótesis estadísticas H_0 = No hay diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo de los procesos actuales y rediseñados que son utilizados en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas. H_1 = Existe una diferencia significativa entre las medias de las muestras de tiempo de los procesos actuales y rediseñados que son utilizados en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas.		

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo de los procesos actuales y rediseñados que son utilizados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Como se observa en la tabla 96, para todos los procesos en los que se aplica la prueba de medias se rechaza la hipótesis nula de investigación y se acepta la alternativa, por lo que existe la suficiente evidencia estadística significativa para afirmar que la sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, incide de forma positiva en el desarrollo de sus procesos conexos.

Por otra parte, al realizar el análisis de la información recolectada de las simulaciones de los procesos actuales y propuestos para la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, se evidencia una reducción del 62% en el tiempo de ejecución de las actividades que los conforman. De manera similar, los datos obtenidos al aplicar el análisis económico del impacto que las propuestas de mejora tienen sobre estos reflejan un ahorro del 78%, lo cual nuevamente evidencia que la sistematización de los procesos impacta de forma positiva su desarrollo.

En las siguientes tablas, se muestra el detalle de la comparación del tiempo y costo de los procesos actuales y propuestos que son desarrollados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.

Tabla 97

Comparación del tiempo simulado promedio total en minutos de los procesos conexos actuales y mejorados que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas

Proceso	Tiempo proceso actual (min)	Tiempo proceso mejorado (min)	Diferencia absoluta	Diferencia relativa
Almacenamiento de bienes	3,91	3,10	0,81	21%
Preparación de sustancias químicas	25,81	10,72	15,09	58%
Compra de sustancias químicas	119,18	1,06	118,12	99%
Reposición de cristalería dañada	10,23	6,30	3,93	38%
Préstamo de cristalería y equipos	11,99	8,31	3,68	31%
Inventariado de bienes	105,85	49,13	56,72	54%
Inventariado de la bodega virtual	156,79	84,56	72,23	46%

Proceso	Tiempo proceso actual (min)	Tiempo proceso mejorado (min)	Diferencia absoluta	Diferencia relativa
Total	433,76	163,18	270,58	62%

Fuente: Elaboración propia basada en los resultados obtenidos al mapear y simular los procesos de gestión de inventarios en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

Tabla 98

Comparación entre los costos asociados al ejecutar los métodos actuales y propuestos de trabajo en las actividades desarrolladas en los procesos conexos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024

Proceso	Costo mensual actual (min)	Costo mensual mejorado (min)	Diferencia absoluta	Diferencia relativa
Almacenamiento de bienes	₺159,63	₺49,84	₺109,79	69%
Preparación de sustancias químicas	₺27245,16	₺6846,4	₺20 398,76	75%
Compra de sustancias químicas	₺17890,04	₺182,09	₺17 707,95	99%
Reposición de cristalería dañada	₺8535,23	₺2801,04	₺5 734,19	67%
Préstamo de cristalería y equipos	₺976,67	₺1025,32	-₺48,65	-5%
Inventariado de bienes	₺3783,39	₺1658,56	₺2 124,83	56%
Inventariado de la bodega virtual	₺3975,06	₺1509,57	₺2 465,49	62%
Total	₺62 565,18	₺14 072,82	₺48 492,36	78%

Fuente: Elaboración propia, generada a partir de los resultados obtenidos al analizar las muestras de tiempo reales y simulado de las operaciones que conforman los procesos actuales de inventariado, empleados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología en la bodega T108 del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, 2024.

6.2. Conclusiones

El análisis de valor agregado que se aplica a los procesos conexos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, permite identificar las distintas actividades que no tienen valor o son poco valiosas dentro de estos, encontrándose que el 37% de

las actividades que conforman el proceso de almacenamiento de bienes son poco valiosas. En el proceso de preparación de reactivos, el 41% de las actividades no agregan valor o son poco valiosas. Para el caso del proceso de compra de sustancias químicas, las actividades que son poco valiosas conforman el 38%. El proceso de reposición de cristalería dañada presenta un 28% de actividades que son poco valiosas, mientras que, en el proceso de préstamo de cristalería y equipos, este valor corresponde al 26%. Finalmente, en los procesos de inventariado de bienes y de inventariado de la bodega virtual el porcentaje de actividades poco valiosas es del 31%.

El uso del sistema de información desarrollado genera una reducción de 62% en el tiempo total empleado para desarrollar las actividades que conforman los distintos procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos, en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, lo cual genera un ahorro anual de \$551 570,78.

Por otra parte, el uso del sistema de información permite gestionar de una manera más adecuada los recursos asignados al Área de Ciencias Básicas para la compra de sustancias químicas, pues el control que permite llevar de las cantidades consumidas y requeridas de estos para suplir los distintos laboratorios de Química y Biología permite realizar pedidos más certeros basados en proyecciones hechas con datos recopilados a lo largo de los cuatrimestres. Esto se refleja al comparar los datos obtenidos con el análisis preliminar de las cantidades existentes de sustancias químicas que se hizo de la bodega T108 al inicio del proyecto, en donde el 23% de estas (20 sustancias) presentaban una condición de faltante, mientras

que, con el uso del prototipo del sistema, solo el 3,45% (3 sustancias) mantiene el estado de faltante. De manera similar, al revisar las sustancias con una cantidad adecuada de almacenamiento se pasa de un 24% (21 sustancias) a un 33% (29 sustancias).

Finalmente, el sistema de información desarrollado al llevar un mejor control y manejo de las compras y almacenamiento de las sustancias químicas minimiza el riesgo ambiental y de seguridad que estas representan, al contemplar su compatibilidad de almacenamiento para prevenir accidentes y ajustar las compras a las cantidades realmente necesarias, con lo cual se evita el desecho de estas por obsolescencia.

6.3. Recomendaciones

- Capacitar a los nuevos funcionarios en el uso del sistema de información desarrollado, para que puedan hacer un uso correcto de este y saquen el mayor provecho posible de la herramienta.
- Dar soporte de manera periódica al menos al final de cada cuatrimestre al sistema de información para asegurar su correcto funcionamiento y garantizar la fiabilidad de los datos almacenados.
- Revisar los procedimientos actuales de trabajo que se utilizan en la Bodega T108 del Área de Ciencias Básicas con el propósito de adecuarlos de manera oficial al uso del sistema de información, para así lograr una mayor integración y aprovechamiento de este.

- En caso de que sea requerido, realizar modificaciones al sistema de información. Se recomienda hacer respaldos periódicos de forma mensual de la base de datos para prevenir eventualidades que comprometan la integridad de la información almacenada.
- Ingresar al sistema de información los datos relacionados con el consumo de sustancias químicas y uso de activos diariamente, cada vez que se deba realizar la preparación de un reactivo, dar de baja o utilizar bienes, esto para evitar la omisión o duplicado de registros y garantizar la generación de reportes correctos que sirvan de guía para las requisiciones de la bodega virtual.
- Extender el uso del sistema a otras sedes, áreas o carreras de la universidad en las cuales se impartan laboratorios en los que se requiera la utilización de sustancias químicas, esto para optimizar el manejo de los recursos.
- Suministrar al inicio de cada cuatrimestre al encargado de administrar el sistema la cantidad de cursos abiertos y estudiantes matriculados en ellos para poder generar proyecciones de compra de sustancias químicas fiables.
- Realizar el inventariado físico de los activos y químicos almacenados en la bodega T108 al finalizar cada cuatrimestre, esto para cotejar las cantidades existentes con las registradas en el sistema y así evitar incongruencias con la información registrada en la bodega virtual.

6.4. Matriz de cumplimiento de objetivos específicos

En la siguiente tabla, se muestran el estado y las secciones de referencia dentro del documento, en donde se verifica el cumplimiento de los distintos objetivos específicos que se desarrollaron en el proyecto.

Tabla 99

Matriz de comprobación de objetivos específicos

Objetivo	Variabes	Definición conceptual de la variable	Indicadores	Definición instrumental	Cumplimiento	Referencia de sección
1. Identificar los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio de un mapeo de proceso para revisar el conjunto de actividades que los conforman y establecer oportunidades de mejora.	Procesos existentes.	Se define como el conjunto de procesos que realizan los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, que se relacionan con la gestión del inventario de activos y químicos.	Tiempo de proceso, cantidad y tipo de operaciones y distancia.	Mapeo de procesos, diagrama SIPOC y cursograma analítico.	Sí	Secciones: 4.1.1. 4.1.2. 4.1.3. 4.1.4. 4.1.5. 4.1.6. 4.1.7.
	Oportunidades de mejora.	Se define como el conjunto de correcciones aplicables a los procesos que realizan los asistentes de laboratorio de los cursos de Química General, que se relacionan con la gestión del inventario de activos y químicos.	Mejoras aplicables a los procesos.	Lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, matriz de priorización.	Sí	Secciones: 4.3.1. 4.3.2. 4.3.3. 4.3.4. 4.3.5. 4.3.6. 4.3.7. 4.3.8. 4.3.9.

<p>2. Analizar las actividades que conforman los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio de un análisis de valor agregado para calificar su necesidad dentro de estos.</p>	<p>Necesidad.</p>	<p>Se define como el grado en que las actividades que conforman los procesos que se identifican, son necesarias o no para el funcionamiento de estos.</p>	<p>Duración, cantidad de operaciones, costo de operación.</p>	<p>Análisis de valor agregado, cursograma analítico.</p>	<p>Sí</p>	<p>Secciones 4.2.1. 4.2.2. 4.2.3. 4.2.4. 4.2.5. 4.2.6. 4.2.7.</p>
<p>3. Realizar una propuesta de rediseño para los procesos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, por medio del establecimiento de indicadores para optimizarlos.</p>	<p>Procesos rediseñados.</p>	<p>Se define como el conjunto de procesos rediseñados que conforman la propuesta de mejora del proyecto.</p>	<p>Tiempo de proceso, cantidad y tipo de operaciones y distancia.</p>	<p>Diagrama de flujo de proceso.</p>	<p>Sí</p>	<p>Secciones: 5.1.1.4 5.1.2.4 5.1.3.4 5.1.4.4 5.1.5.4 5.1.6.4 5.1.7.4</p>

<p>4. Realizar una simulación de los procesos actuales y propuestos que intervienen en la gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, mediante el uso del <i>software</i> Arena para evaluar el impacto de las mejoras que se proponen.</p>	<p>Procesos simulados.</p>	<p>Se define como el conjunto de procesos actuales y rediseñados que se someten a una simulación.</p>	<p>Tiempo de proceso, cantidad y tipo de operaciones y distancia.</p>	<p><i>Software</i> FlexSim, Microsoft Excel y diagrama de flujo.</p>	<p>Sí</p>	<p>Sección 5.1.</p>
<p>5. Realizar una evaluación económica a la propuesta del proyecto, mediante un análisis de costo beneficio para validar el impacto financiero que tiene para el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.</p>	<p>Costo/Beneficio</p>	<p>Se define como el cociente del costo asignado a la no implementación de las propuestas de mejora del proyecto, y los beneficios obtenidos y los costos en que se incurre con la implementación de estas.</p>	<p>Duración de proceso, cantidad de operaciones, costos asociados.</p>	<p>Análisis de documentos, análisis de costo beneficio.</p>	<p>Sí</p>	<p>Sección 5.2.</p>

Fuente: Elaboración propia basada en los resultados obtenidos con el desarrollo del proyecto, 2024.

CAPÍTULO 7: REFERENCIAS

7.1. Bibliografía

Entrevistas realizadas

Castillo, S. (2024). *Validación del sistema de gestión de inventarios*. Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas.

Jauuny, S. (2024). *Inversión requerida para el desarrollo de un software personalizado*. Carrera de Ingeniería del Software, UTN, Sede Central.

Ríos, M. (2024). *Validación del sistema de gestión de inventarios*. Coordinación del Área de Ciencias Básicas.

Salazar, M. (2024). *Validación del sistema de gestión de inventarios*. Bodega de activos y químicos del Área de Ciencias Básicas.

Libros consultados

André, J. (2017). *VBA Access 2016: programar en Access*. Ediciones ENI.

Arenal, C. (2020). *Gestión de inventarios, UF0476* (1.ª ed.). Tutor Formación.
<https://elibro.net/ereader/elibrodemo/126745>

Artavia, L. (2021). *Diseño de un modelo de gestión de inventarios para el control y manejo de materiales en la empresa HEYCO H.C. en el 3er cuatrimestre 2020 y 1er cuatrimestre 2021* (Tesis de licenciatura, Universidad Hispanoamericana). CENIT.
<https://uh.knimbus.com/user#/home?loggedInUsing=msteams>

- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2012). *Métodos cuantitativos en la mejora de procesos Seis Sigma parte 2: Herramientas y técnicas* (UNE-ISO 13053-2). AENOR
- Beaverstock, M., Greenwood, A. y Nordgren, W. (2017). *Applied simulation: Modeling and analysis using FlexSim* (5.^a ed.). FlexSim Software Products, Inc.
- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación* (1.^a ed.). Grupo Editorial Patria.
<http://site.ebrary.com/id/11038700>
- Ballou, R. H. (2010). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5.^a ed.). Pearson Educación.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3.^a ed.). Pearson Educación.
- Bernal, C., Correa, A., Pineda, I., Lemus, J., Fonseca, Ma. del S. y Muñoz, C. (2014). *Fundamentos de investigación* (1.^a ed.). Pearson Educación.
- Brenes, D., Chacón, J., Hutchison, S., Quesada, P., Martínez, M. y Quirós, J. (2022). *Propuesta de diseño de un sistema de control interno aplicable al proceso de administración del Activo Fijo de La Compañía ABC, S.A. basado en COSO en sus versiones 2013, ERM 2017 y apoyado en tecnologías de información* (Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica). Repositorio del SIBDI-UCR.
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/17778>

Castro, A. (2014). *UF0475—Planificación y gestión de la demanda* (5.^a ed.).

Editorial Elearning, S.L.

Chase, R. B. y Jacobs, F. R. (2014). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros* (13.^a ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores.

<https://login.ezproxy.javeriana.edu.co/login?url=https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliojaveriana-ebooks/detail.action?docID=5611013>

Chopra, S. (2020). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*. Pearson Educación.

<https://ebooks724.utn.elogim.com:443/?il=9397>

Cruz, A. (2017). *Gestión de inventarios. UF0476* (1.^a ed.). IC Editorial.

<https://elibro.net/ereader/elibrodemo/59186>

Cruz del Castillo, C., Olivares, S. y González, M. (2014). *Metodología de la investigación*.

<http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3227245>

CSCMP, Waller, M. A. y Esper, T. L. (2017). *Administración de inventarios* (5.^a ed.). Pearson Educación.

Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y certificación* (1.^a ed.). Profit.

Enríquez, L. y Rodríguez, M. (2021). Uso de técnicas de pronósticos para la planeación del inventario de una PYME comercializadora en Tlaxcala,

México. *RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Infomática*, 10(27). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637968303002>

Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Nacional [EOUTN]. Comisión de conformación N° 05-10 de 2010. Art.7. 30 de abril de 2010 (Costa Rica). <https://www.utn.ac.cr/sites/default/files/attachments/ESTATUTO%20ORG%C3%81NICO%20.pdf>

Flamarique, S. (2019). *Manual de gestión de almacenes* (1.ª ed.). Marge Books.

García, M. y San Andrés, E. (2021). Diseño de un sistema de gestión por procesos para el manejo de inventarios. Caso: Ferretería Quiroz. R *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 5(9), 180-203. <https://doi.org/10.46296/yc.v5i9edespsoct.0118>

García, J., González, K. y Víquez, J. (2022). *Rediseño de los procesos de almacenamiento y gestión de inventarios de suministros y repuestos del almacén de la empresa Abbvie*. (Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica). Repositorio del SIBDI-UCR. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/17160>

Guerrero, H. (2009). *Inventarios: Manejo y control* (1.ª ed.). Ecoe Ediciones. <http://site.ebrary.com/id/10584414>

González, A., Jiménez, F. y González, E. (2022). La gestión de inventarios, una herramienta eficaz en la toma de decisiones. *Revista Electrónica OPUNTIA*

BRAVA, 14(3), 225-236.

<https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/issue/view/62>

Gutiérrez, K. (2022). *Implementación de sistema en gestión de inventario de la empresa GRUPO V CR en las oficinas de Moravia durante el periodo de setiembre 2021 a abril 2022*. (Tesis de licenciatura, Universidad Hispanoamericana). CENIT.

<https://uh.knimbus.com/user#/home?loggedInUsing=msteams>

Gutiérrez, H. (2020). *Calidad y productividad* (5.^a ed.). McGraw Hill.

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P., Méndez, S. y Mendoza, C. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGrawHill.

Hernández, R., Méndez, S., Mendoza, C. y Cuevas, A. (2017). *Fundamentos de investigación*. McGraw Hill.

Korol, J. (2019). *Microsoft Access 2019: Programming by Example with VBA, XML, and ASP*. Mercury Learning and Information

Ladrón de Guevara, M. Á. (2020). *Planificación y gestión de la demanda. UF0475* (1.^a ed.). Tutor Formación.

Laudon, K. y Laudon. J. (2016). *Sistemas de información gerencial* (12.^a ed.). Pearson Educación.

Marketing Publishing. (2007). *Compras e inventarios* (1.^a ed.). Ediciones Diaz De Santos.

<http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3175044>

- Martínez, H. (2012). *Metodología de la investigación*. Cengage Learning.
- Merck. (24 de julio, 2023). *Productos*. Merck. <https://www.sigmaaldrich.com/CR/es>
- Microsoft. (18 de julio, 2023). *Software de base de datos y aplicaciones: Microsoft Access*. Microsoft. <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/access>
- Monroy, M. de los Á. y Nava, N. (2018). *Metodología de la investigación* (1.^a ed.). Grupo Editorial Éxodo.
- Montañez, F. (2014). *UFO322: Aplicaciones informáticas de bases de datos relacionales*. McGraw Hill. <https://ebooks724.utn.elogim.com:443/?il=16772>
- Mora, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. (1.^a ed.). Ecoe Ediciones.
- Mora, L. A. (2008). *Indicadores de la gestión logística*. (2.^a ed.). Ecoe Ediciones.
- Morán, F. y Carballo, E. (2015). *Access 2013*. Ministerio de Educación y Formación Profesional de España.
<https://elibro.utn.elogim.com/es/ereader/biblioutn/49404?page=16>
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Oconitrillo, C. (2020). *Optimización del manejo y control del inventario de refracciones y suministros en Grupo RABSA para el primer semestre de*

2020. (Tesis de licenciatura, Universidad Hispanoamericana). CENIT.

<https://uh.knimbus.com/user#/home?loggedInUsing=msteams>

Pande, P. S. (2002). *Las claves de seis sigmas: la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial*. McGraw-Hill España.

<https://elibro.utn.elogim.com/es/ereader/biblioutn/50039?page=257>

P. Fraser, J., R. Leenders, M. y E. Flynn, A. (2014). *Administración de compras y abastecimientos* (14.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Pérez, J. A. (2013). *Gestión por procesos* (5.^a ed.). ESIC Editorial Alfaomega.

Pimienta, J., De la Orden Hoz, A. y Estrada, R. (2018). *Metodología de la investigación* (1.^a ed.). Pearson Educación.

<https://elibro.net/ereader/elibrodemo/113259>

Pimienta Prieto, J. H., Orden Hoz, A. de la y Estrada Coronado, R. M. (2018). *Metodología de la investigación*.

<https://ebooks724.utn.elogim.com:443/?il=7587>

Ramos, M., Rodríguez, F. y Ramos, A. (2006). *Desarrollo de aplicaciones en entornos de 4^a generación y con herramientas CASE*. McGraw Hill.

<https://ebooks724.utn.elogim.com:443/?il=4740>

Reinoso. J. y Uribe. M. (2014). *Sistema de indicadores de gestión*. Ediciones de la U. <https://elibro.utn.elogim.com/es/ereader/biblioutn/70236?page=27>

Sousa. K. y Oz. E. (2017). *Administración de los sistemas de información* (7.^a ed.). Cengage Learning

Suñé, A., Gil, F. y Arcusa, I. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos* (1.ª ed.). Ediciones Diaz de Santos.

<http://site.ebrary.com/id/10140358>

Universidad Técnica Nacional. (14 de julio, 2023). *Marco estratégico*. Universidad Técnica Nacional. <https://www.utn.ac.cr/content/marco-estrat%C3%A9gico>

Universidad Técnica Nacional. (14 de julio, 2023). *Reseña histórica de la Universidad Técnica Nacional*. Universidad Técnica Nacional. <https://www.utn.ac.cr/content/rese%C3%B1a-hist%C3%B3rica-de-la-universidad-t%C3%A9cnica-nacional>

Vidal, C. J. (2017). *Fundamentos de control y gestión de inventarios* (1.ª ed.). Programa Editorial Universidad del Valle.

<https://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctv1228jzz>

Vega, S. (2022). *Mejora del proceso de gestión de inventarios de trabajo del área de bodega de la Corporación ACOBO S.A., durante el I semestre de 2022*. (Tesis de licenciatura, Universidad Hispanoamericana). CENIT.

<https://uh.knimbus.com/user#/home?loggedInUsing=msteams>

Vidalina, D., Pari, I. y Orlando, P. (2022). Propuesta de control de inventarios en una empresa comercial. *Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas (AJOICA)*, 23(3), 1-25.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8558501>

CAPÍTULO 8: ANEXOS

8.1. Cronograma del desarrollo del proyecto

A continuación, en la siguiente tabla se detalla el cronograma de trabajo que se sigue para cumplir con cada una de las distintas etapas y actividades que conforman la investigación.

Tabla 100

Cronograma de trabajo

Objetivos	Actividades	Meses
Objetivo 1	Entrevistar al coordinador del Área de Ciencias Básicas y a las asistentes de laboratorio.	2
	Mapeo de los procesos que intervienen en la gestión de inventarios.	
Objetivo 2	Analizar el valor e identificar de oportunidades de mejora en los procesos mapeados.	1
	Realizar una propuesta de rediseño de los procesos que intervienen en la gestión de inventarios.	1
Objetivo 3	Establecer indicadores de gestión de inventarios para generar datos que permitan optimizar la compra de bienes.	1
Objetivo 4	Entrevistar al coordinador del Área de Ciencias Básicas y a las asistentes de laboratorio.	
	Establecer las especificaciones funcionales y no funcionales del <i>software</i> especializado.	1
	Diseñar la interfaz de usuario del <i>software</i> especializado.	
Objetivo 5	Establecer la lógica del código fuente del <i>software</i> especializado y elaborar un prototipo de este.	3
	Programar el código fuente del <i>software</i> especializado.	
Objetivo 6	Redactar un manual de usuario para el <i>software</i> especializado.	4
	Diseñar y redactar un cuestionario de validación.	
	Presentar al coordinador y a las asistentes de laboratorio el <i>software</i> especializado para evaluar el cumplimiento de los requerimientos establecidos.	
Objetivo 7	Analizar las observaciones hechas al <i>software</i> especializado.	1
	Realizar un análisis de costo/beneficio para evaluar el impacto financiero que tiene el proyecto para el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central.	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.2. Cuestionarios de validación del sistema de gestión de inventarios aplicados a los asistentes de laboratorio y coordinador del Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central

Validación del sistema de gestión de inventarios

Cuestionario de evaluación del sistema


A continuación, se le presentarán una serie de enunciados en donde deberá expresar su grado de acuerdo o desacuerdo respecto a las siguientes afirmaciones relacionadas al sistema de gestión de inventarios presentado. Deberá examinar detenidamente cada una de ellas y responder utilizando una escala de 1 a 4, donde si marca con una equis (X) la casilla ubicada debajo del número uno estará indicando *Totalmente en desacuerdo* y si marca la casilla debajo del número cuatro estará indicando *Totalmente de acuerdo*.

1	2	3	4
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4
1) El sistema de información desarrollado le será útil para realizar sus labores de trabajo diario.				X
2) El sistema de información incluye todas las características que necesita para desempeñar su trabajo.			X	
3) El sistema desarrollado muestra la información requerida de manera clara y ordenada.				X
4) Es fácil ubicar la información que requiere en el sistema.				X
5) Es fácil ubicar en el sistema desarrollado las distintas funciones incorporadas.				X
6) La interfaz gráfica del sistema es agradable.				X
7) El desarrollador del sistema de información tomó en cuenta sus sugerencias a la hora de establecer las características funcionales del sistema.				X

Observaciones:

El sistema de información incluye la mayoría de las características necesarias para el trabajo, las que no son porque se realizan de forma física por lo que aclaro que el sistema cumple con todo lo necesario y facilita en tiempo el proceso.

Nombre: Stefany Castillo Gonzalez . Firma: 

Validación del sistema de gestión de inventarios

Cuestionario de evaluación del sistema

A continuación, se le presentarán una serie de enunciados en donde deberá expresar su grado de acuerdo o desacuerdo respecto a las siguientes afirmaciones relacionadas al sistema de gestión de inventarios presentado. Deberá examinar detenidamente cada una de ellas y responder utilizando una escala de 1 a 4, donde si marca con una equis (X) la casilla ubicada debajo del número uno estará indicando *Totalmente en desacuerdo* y si marca la casilla debajo del número cuatro estará indicando *Totalmente de acuerdo*.

1	2	3	4
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4
1) El sistema de información desarrollado le será útil para realizar sus labores de trabajo diario.				X
2) El sistema de información incluye todas las características que necesita para desempeñar su trabajo.				X
3) El sistema desarrollado muestra la información requerida de manera clara y ordenada.				X
4) Es fácil ubicar la información que requiere en el sistema.				X
5) Es fácil ubicar en el sistema desarrollado las distintas funciones incorporadas.				X
6) La interfaz gráfica del sistema es agradable.				X
7) El desarrollador del sistema de información tomó en cuenta sus sugerencias a la hora de establecer las características funcionales del sistema.				X

Observaciones:

Nombre: Manuel ROS QUIJÓS

Firma: 

Validación del sistema de gestión de inventarios

Cuestionario de evaluación del sistema


A continuación, se le presentarán una serie de enunciados en donde deberá expresar su grado de acuerdo o desacuerdo respecto a las siguientes afirmaciones relacionadas al sistema de gestión de inventarios presentado. Deberá examinar detenidamente cada una de ellas y responder utilizando una escala de 1 a 4, donde si marca con una equis (X) la casilla ubicada debajo del número uno estará indicando *Totalmente en desacuerdo* y si marca la casilla debajo del número cuatro estará indicando *Totalmente de acuerdo*.

1	2	3	4
Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

	1	2	3	4
1) El sistema de información desarrollado le será útil para realizar sus labores de trabajo diario.				X
2) El sistema de información incluye todas las características que necesita para desempeñar su trabajo.				X
3) El sistema desarrollado muestra la información requerida de manera clara y ordenada.				X
4) Es fácil ubicar la información que requiere en el sistema.				X
5) Es fácil ubicar en el sistema desarrollado las distintas funciones incorporadas.				X
6) La interfaz gráfica del sistema es agradable.				X
7) El desarrollador del sistema de información tomó en cuenta sus sugerencias a la hora de establecer las características funcionales del sistema.				X

Observaciones:

-Tal vez realizar inducción al sistema de información desarrollado.

Nombre: Marcela Salazar Munillo . Firma: 

Sistematización del proceso de gestión del inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la UTN, Sede Central, durante el periodo de septiembre 2023 a julio 2024

El presente proyecto está orientado al diseño del proceso de gestión de inventario de activos y químicos en el Área de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, producto de la necesidad de establecer mejores controles y optimizar el desarrollo de las actividades que componen sus procesos conexos. Durante el estudio, se identificaron las actividades que conformaban los procesos utilizados por los asistentes de Laboratorio de Química y Biología para gestionar y controlar el inventario de bienes, identificándose aspectos que afectaban el manejo y control de estos, por lo que se analiza cada una de estas actividades para determinar qué aspectos generan menos valor en ellas. Así, se revela la falta de estándares de trabajo, organización y una adecuada gestión de la información.

La propuesta de solución planteada consiste en sistematizar el conjunto de procesos mediante el desarrollo de una aplicación que combine aspectos relacionados con la gestión de inventarios y las necesidades propias del área para optimizar las labores desempeñadas por los asistentes de laboratorio. Al finalizar el estudio, se logran identificar las actividades que generaban poco valor dentro del proceso de gestión de inventarios. Mediante el uso de simulaciones y métodos estadísticos se determina que el uso de la aplicación desarrollada genera un ahorro anual de ₡551 570,78 para el área. También se logra un adecuado control para el almacenamiento y compra de bienes y se minimizan riesgos laborales y ambientales producto del mal manejo de sustancias químicas o compras desmedidas.

Palabras clave: diseño, gestión, inventario, proceso, sistematización.

Autores

Jafet Jesús Carpio Suárez.

Griselda Herrera Conejo.

Alajuela, 24 de junio de 2025.

Señores/as

Vicerrectoría de Investigación

Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre completo de sustentantes	Número de identificación
Jafet Jesús Carpio Suárez	7-0164-0901
Griselda Herrera Conejo	2-0683-0194

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:

SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE GESTIÓN DEL INVENTARIO DE ACTIVOS Y QUÍMICOS EN EL ÁREA DE CIENCIAS BÁSICAS DE LA UTN, SEDE CENTRAL, DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE 2023 A JULIO 2024

El cual se presenta bajo la modalidad de, marque una opción:

Seminario de Graduación


Proyecto de Graduación

Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 11/12/2024, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizamos Ver CAPÍTULO V, DISPOSICIONES, FINALES. Artículo 43. RTFG.	
Marque con una X o un ✓	
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	✓
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	✓
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	✓
Divulgación del resumen en el Repositorio UTN con una cantidad de 200 a 500 palabras.	✓
Consulta electrónica con texto protegido	✓
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	✓

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y

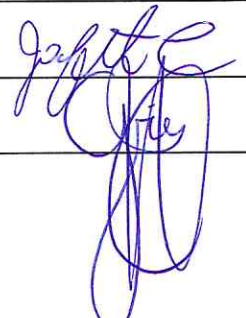
Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Jafet Jesús Carpio Suárez	7-0164-0901	
Griselda Herrera Conejo	2-0683-0194	

Día: 24 de junio de 2020

Autorizamos	SI	No
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	✓	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	✓	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	✓	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	✓	
Consulta electrónica con texto protegido	✓	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	✓	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	✓	

Por otra parte declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Jafet Jesús Carpio Suárez	7-0164-0901	
Griselda Herrera Conejo	2-0683-0194	

Día: 24 de junio de 2020