



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Desarrollo de un manual para
mejorar la productividad de los
becarios del área de "Calidad a
Proveedores" en una empresa
automotriz**

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniera Industrial

P R E S E N T A

Eugenia Sánchez Cruz

DIRECTORA DE TESIS

M.I. Ann Godelieve Wellens



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021

Dedicatorias

A Tere Cruz, por tus enseñanzas, paciencia y amor.

A Gabriel Sánchez, por tu ejemplo de esfuerzo incansable y porque sin ti este trabajo no sería posible.

A Emilio Sánchez, por tu infinita paciencia.

A mi asesora, Ann Wellens, por orientarme, enseñarme y siempre atender mis dudas.

A Jorge Romero, por creer en mí desde el primer día que lo conocí.

A mis amigos y futuros colegas, por su amistad y apoyo en todo momento.

Agradecimientos

A mis padres, pues han hecho de mí la persona que soy hoy. Siempre mis logros serán los de ustedes, gracias por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades.

A mi familia, por sus palabras de aliento y no dejar de creer en mí.

A los 33 sujetos voluntarios y no tan voluntarios que participaron en el desarrollo de este trabajo. Muchas gracias Abigail, Adriana, Aimée, Alejandro G., Alejandro M., Alek, Ana, Carlos, Carolina, Daniela, David, Edgar, Ernesto, Imanol, Ivette, Jorge D., Jorge G., José María, Josué Misael, Julián, Julio, Leslie, Luis, Luz, Mariel C., Mariel V., Mirtha, Natalia, Pamela, Sebastián, Uriel, Víctor, y Xavier.

A Emmanuel González, por darle pies a este trabajo.

A los sinodales e ingenieros Hilda Solís, Víctor Pinilla, Jorge Romero, Wulfrano Gómez y en especial a mi asesora de tesis, Ann Wellens, quienes se tomaron su tiempo para revisar y darme sus comentarios y recomendaciones sobre este trabajo.

A los ingenieros Óscar, Gregorio y Marco G. por darme la oportunidad de participar en el programa de becarios de FCA. También gracias a los ingenieros Alicia, Blanca, Eduardo, Germán, Karla, Luis Alberto, Marco M., y Rolando por ayudarme durante mi primera experiencia profesional y gracias Juan, por tu disposición para ayudar a este trabajo.

A la UNAM, por permitirme crecer en ella durante ocho años. Hoy celebro y agradezco a mi casa de estudios, en la cual pasé los mejores años de mi vida.

Índice

Capítulo I. Antecedentes	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivo	3
1.4. Alcances y limitaciones	3
1.5. Estructura de la tesis.....	4
Capítulo II. Marco teórico	5
2.1. Armadoras automotrices en México.....	5
2.1.1. Proveedores de autopartes	5
2.1.2. Calidad a proveedores.....	6
2.1.3. Becarios.....	7
2.2. Introducción de nuevos trabajadores	9
2.2.1. Productividad en las organizaciones	9
2.2.2. Evaluación del desempeño.....	10
2.3. Documentación de procesos.....	12
2.4. Diseño de experimentos	16
2.5. Prueba de hipótesis	17
2.5.1. Tipos de pruebas de hipótesis.....	18
2.5.1.1. Prueba de hipótesis unilateral.....	18
2.5.1.2. Prueba de hipótesis bilateral.....	19
2.5.2. Desarrollo de una prueba de hipótesis	20
2.5.3. Pruebas de hipótesis para comparación de medias	21
Capítulo III. Metodología	23
3.1. Problemática observada en nuevos becarios	23
3.2. Descripción de reportes	30
3.2.1. Reporte de aprobaciones	30
3.2.2. Reporte de anomalías	31
3.2.3. Reporte de embarques	31
3.3. Elaboración del Manual del becario	32
3.3.1. Conocer el proceso de generación de reportes.....	32
3.3.2. Identificación de elementos que añaden valor.....	33

3.3.3.	Identificación de conocimientos teóricos requeridos	34
3.3.4.	Retroalimentación por parte de otros becarios	35
3.3.5.	Unificar instrucciones.....	35
3.3.6.	Identificación de las herramientas empleadas.....	35
3.3.7.	Limitaciones encontradas para el becario	36
3.4.	Diseño del Manual del becario	36
3.4.1.	Manual introductorio	37
3.4.2.	Manual de reportes.....	37
3.5.	Evaluación del Manual del becario.....	38
3.5.1.	Definición del experimento	38
3.5.1.1.	Sujetos	39
3.5.1.2.	Consideraciones	39
3.5.2.	Desarrollo del experimento.....	39
3.5.3.	Descripción del experimento	40
3.5.3.1.	Muestra A: grupo con manual	40
3.5.3.2.	Muestra B: grupo sin manual	41
3.5.4.	Metodología para el análisis de datos	42
3.5.4.1.	Planteamiento de la prueba de hipótesis	43
3.5.4.2.	Prueba de normalidad de datos	43
3.5.4.3.	Prueba de igualdad de varianzas.....	44
3.5.4.4.	Prueba de hipótesis	45
Capítulo IV	Resultados.....	47
4.1	Resultados del experimento.....	47
4.1.1	Muestra A: grupo con manual.....	47
4.1.2	Muestra B: grupo sin manual.....	48
4.1.3	Resumen estadístico	49
4.1.4	Análisis gráfico	50
4.2	Evaluación del experimento	51
4.2.1	Muestra A: grupo con manual.....	52
4.2.2	Muestra B: grupo sin manual.....	53
4.3	Análisis de datos	56
4.3.1	Planteamiento de la prueba de hipótesis.....	56

4.3.2	Prueba de normalidad de datos KS.....	56
4.3.2.1	Muestra A: grupo con manual.....	56
4.3.2.2	Muestra B: grupo sin manual.....	58
4.3.3	Prueba de igualdad de varianzas.....	59
4.3.4	Prueba de hipótesis.....	61
4.4	Análisis de resultados del experimento.....	63
4.5	Beneficios observados.....	67
4.6	Propuesta final del manual.....	69
4.6.1	Manual introductorio.....	69
4.6.2	Manual de reportes.....	70
	Conclusiones y recomendaciones.....	72
	Bibliografía.....	74

Capítulo I. Antecedentes

1.1. Introducción

Cuando un nuevo trabajador entra a una empresa, generalmente recibe una inducción a la compañía por parte del departamento de recursos humanos; sin embargo, es importante que también la tenga en el departamento donde se desempeñará, para que pueda conocer sus actividades y tener la menor cantidad de problemas sobre la marcha.

A raíz de la propagación mundial de la enfermedad COVID-19 durante el año 2020, existió en las diferentes empresas de México (y del mundo), la necesidad de parar actividades con el propósito de mitigar el contagio de esta pandemia entre sus trabajadores y la población en general. Numerosas empresas de giro no esencial en México se vieron afectadas económicamente por no poder llevar a cabo sus actividades por completo o incluso por tener que suspenderlas durante cuatro semanas de acuerdo a lo ordenado al Diario Oficial de la Federación del 31 de marzo del 2020. En consecuencia, muchas empresas se vieron en la necesidad de prescindir de una parte de su personal y se comenzó a despedir a quienes estaban contratados a través de servicios de outsourcing y por programas de becarios.

Si bien es importante la experiencia que el trabajador tenga en actividades similares a las que realizará en la nueva empresa, cuando se habla de un becario, se sabe que éste no tiene experiencia laboral y eso puede afectar en el hecho que requiere más tiempo de adaptación a sus actividades para las cuales ha sido contratado, por muy sencillas que parezcan. Al igual que otro nuevo trabajador, el becario siempre llega a la empresa con la disposición de aprender con la iniciativa para aportar.

Según la página de internet Runa, cuando se inicia un programa de becarios, en promedio las empresas pueden llegar a ahorrar hasta \$126,000 por cada becario contratado al año, debido a que los jóvenes son percibidos de manera distinta ante la Ley de Seguro Social. Para una empresa, los becarios no requieren afiliación al IMSS debido a que ellos ya tienen un seguro facultativo brindado por su institución educativa. Aun así, muchas empresas se han dado cuenta que contratar becarios, o estudiantes universitarios que laboren con ellos medio tiempo, trae a la empresa beneficios importantes como son ideas nuevas, energía, motivación por aprender y aportar, además de que como ya se mencionó, el sistema de contratación es muy ágil tanto para la empresa como para los estudiantes. De este modo los programas de becarios han ganado popularidad entre las empresas, aunado al beneficio que conlleva a las

universidades el que sus egresados puedan terminar sus estudios con experiencia real en las diferentes industrias de México.

En la situación donde el becario es recibido en un espacio de trabajo dentro de la empresa es muy común que éste externe sus dudas e inquietudes respecto a cómo hacer sus actividades con las personas que hay a su alrededor y/o con su equipo de trabajo, a quienes en poco tiempo comienza a considerar colegas, pero en un contexto donde el home office es un modalidad de trabajo mayormente aceptada por las empresas, es muy importante que el becario no se sienta desorientado ni dependa del tiempo de un supervisor para poder solucionar sus dificultades mientras labora desde su casa.

Para que los pocos becarios contratados durante esta crisis sanitaria puedan desempeñarse de manera óptima y que se puedan integrar de forma rápida a sus actividades después de haber ingresado a trabajar a una nueva empresa, se requiere de herramientas que garanticen el correcto desempeño de las tareas asignadas. Habiendo participado en el programa de becarios de una empresa transnacional como lo es Fiat Chrysler Automobiles (FCA), el presente trabajo desarrollará una propuesta de integración de nuevos becarios para el área de *Calidad a proveedores*.

1.2. Justificación

El inicio de la pandemia por COVID-19 afectó las actividades tanto en las plantas de FCA como en las plantas de sus proveedores, por lo cual resulta indispensable que el trabajo de los becarios en *Calidad a proveedores* sea eficiente y que, en caso de requerir nuevos becarios, ellos aprendan lo más rápido posible.

En la contratación de nuevos becarios en el área de *Calidad a proveedores*, destaca la falta de instrucciones acerca de:

- Los indicadores que evalúan el desempeño de los proveedores
- Las redes internas con las que cuenta la empresa automotriz
- El proceso general del desarrollo de un proyecto para un nuevo modelo de automóvil

Lo anterior deriva en un proceso de adaptación lento y de baja eficiencia las primeras semanas, lo que da como consecuencia que la iniciativa del becario sea lo que definirá su correcto desempeño durante su estancia. Cabe señalar que, durante la cuarentena en México, el trabajo del becario se lleva a cabo en modalidad “home office” que es como se le conoce al trabajo de oficina que puede ser llevado a cabo desde su casa,

de modo que el apoyo hacia el becario durante la realización de sus actividades se ve limitada, a comparación de su trabajo en un espacio de oficina.

En la actualidad, para esta empresa, no existen recursos informativos dirigidos a becarios que faciliten el entrenamiento de nuevos becarios en calidad, ni manuales con la forma correcta de generar reportes para los ingenieros de operaciones. El presente trabajo busca la creación de distintos materiales de apoyo para mejorar la productividad en sus actividades propias durante la modalidad presencial y *home office*.

1.3. Objetivo

Desarrollar material de apoyo para los becarios del área de *Calidad a proveedores* en una empresa automotriz, para la mayor productividad en su trabajo.

Objetivos específicos

- Llevar a cabo un análisis de las actividades del becario
- Desarrollar una propuesta de estandarización de tareas y describir el proceso mejorado en un manual de usuario
- Evaluar el uso del manual a través de un estudio comparativo con becarios hipotéticos
- Medir la mejora lograda en el periodo de tiempo en el que el becario podrá desempeñar correctamente sus funciones y en el tiempo del desarrollo de los reportes que realizan los becarios del área
- Obtener retroalimentación del manual con el estudio experimental

1.4. Alcances y limitaciones

El presente trabajo abarca el análisis de actividades de los becarios de área de *Calidad a proveedores* de una empresa armadora automotriz, así como la estandarización de las mismas. Igualmente, brinda herramientas para que el becario pueda tener un mejor desempeño en sus actividades en menor tiempo respecto a cuando ingresa a trabajar en la empresa.

Por otra parte, la metodología empleada permite al lector replicar el procedimiento para desarrollar material de apoyo para becarios o trabajadores de nuevo ingreso a cualquier área dentro de un corporativo. Adicionalmente, el manual desarrollado en este trabajo podría ser utilizado como introducción a becarios de *Calidad a proveedores* en otras empresas automotrices, pues se comparte lenguaje común.

Las limitaciones encontradas en el desarrollo de este trabajo son:

- El trabajo desarrollado como manual práctico no se pudo evaluar con becarios reales (que en efecto trabajarán dentro de la empresa en este periodo) debido a la pandemia de COVID en México durante el año 2020
- El trabajo desarrollado como manual teórico no se pudo compartir con los becarios hipotéticos debido a la confidencialidad del mismo

1.5. Estructura de la tesis

Esta tesis se divide en cinco capítulos; en el capítulo 1 se abordan los antecedentes del trabajo desarrollado como lo son el contexto de la empresa automotriz y la importancia del trabajo desarrollado para los becarios del área *Calidad a proveedores*.

El capítulo 2 contiene el marco teórico, teniendo la descripción de lo encontrado en la literatura académica respecto a la introducción a nuevos trabajadores en las empresas y la medición de la productividad de los trabajadores. También trata la documentación de procesos, diseño de experimentos y pruebas de hipótesis.

En el capítulo 3 se detalla el proceso de análisis y selección de la herramienta adecuada para que los becarios puedan tener una mejor adaptación a su estancia dentro de la empresa, así como el proceso a seguir de elaboración y evaluación de la herramienta empleada, en este caso, un manual.

Por último, en el capítulo 4 se exponen los resultados de la metodología descrita del capítulo anterior, cuantificando así la mejora a obtener, si es que la empresa decide emplear el manual desarrollado en este trabajo, para que sus becarios sean más productivos.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Armadoras automotrices en México

Una armadora de vehículos o fabricantes de equipo original, OEM por sus siglas en inglés (Original Equipment Manufacturer), se encarga de ensamblar las autopartes que le suministra el proveedor de primer nivel para producir diferentes modelos de automóviles, de acuerdo con una planeación estratégica de actividades que van desde la fundición de autopartes, el estampado de vehículos y motores hasta el ensamble y blindaje (Gómez, 2018).

Fiat Chrysler Automobiles (FCA) diseña, manufactura y vende vehículos y autopartes, así como proporciona el servicio para los mismos alrededor del mundo. El grupo FCA opera con 100 plantas manufactureras y 40 centros de investigación, además de tener ventas en más de 130 países.

Las marcas automovilísticas que conforman el grupo FCA son Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Dodge, Fiat, Fiat Professional, Jeep®, Lancia, Ram y Maserati, adicionalmente cuentan con el grupo Mopar que se encarga de vender autopartes y servicios, la compañía Comau que crea sistemas de automatización y la marca Teksid que se encarga de la producción de hierro y piezas de fundición.

Además de las empresas anteriores, los servicios de financiamiento, arrendamiento y alquiler de minoristas y concesionarios en apoyo del negocio de automóviles del Grupo FCA se brindan a través de subsidiarias, empresas conjuntas y acuerdos comerciales con instituciones financieras de terceros.

2.1.1. Proveedores de autopartes

Las grandes compañías ensambladoras, como General Motors, Fiat Chrysler, Ford, Volkswagen, Nissan y otras, han diseñado estrategias de suministro para conseguir el menor costo de producción en el nivel global. Los nuevos esquemas de articulación logística exigen que todos y cada uno de los eslabones de la cadena funcionen con base en un sistema homogéneo de producción, utilizando partes, piezas e insumos intermedios adquiridos en cualquier lugar del mundo y cumpliendo especificaciones uniformes (Gómez, 2018).

Es por eso que las empresas armadoras automotrices cuentan con empresas manufactureras de autopartes en México, pues éstas proveen a sus plantas ensambladoras de vehículos, para cumplir con las exigencias de la demanda del

mercado automotriz. Los proveedores de autopartes de primer nivel o tier 1 son el proveedor responsable de abastecer módulos o autopartes ya ensambladas directamente a la planta armadora. Por otro lado, los proveedores indirectos o de sub-nivel, también llamados tier n, son proveedores responsables de abastecer componentes, subensambles, servicios o materia prima al proveedor de primer nivel que conforma la cadena de suministro; un tier 2 provee a tier 1, tier 3 provee a tier 2, etc.

2.1.2. Calidad a proveedores

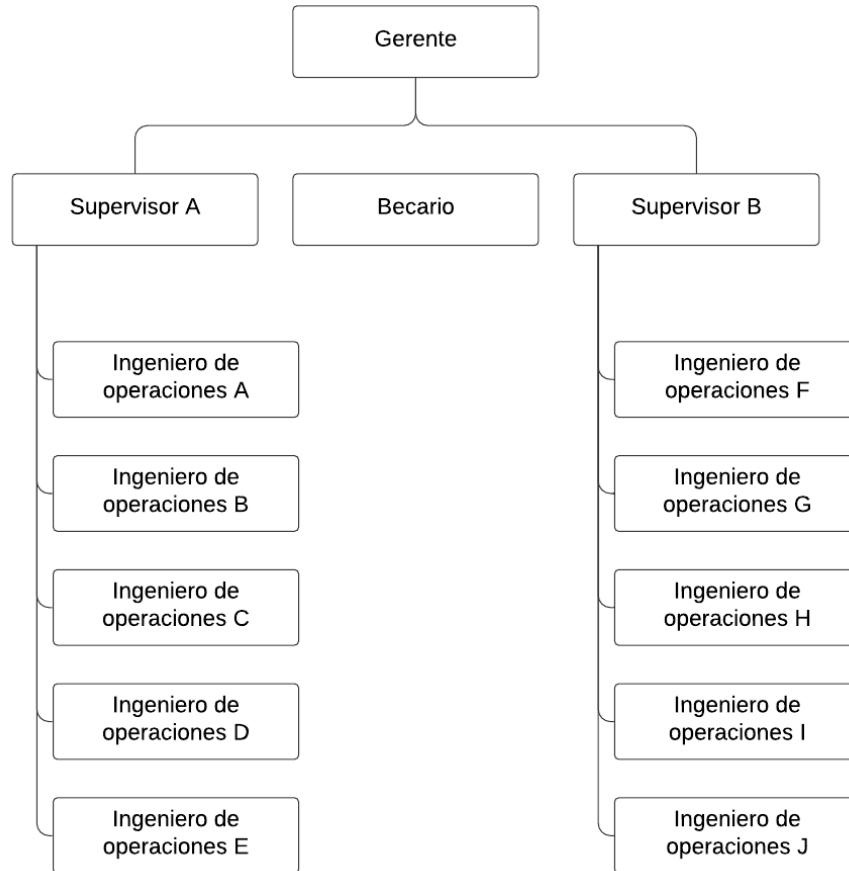
Dentro de la empresa armadora existe un departamento que se encarga de monitorear a los proveedores que tienen un contrato para manufacturar autopartes para la misma empresa armadora. De este modo se busca asegurar la calidad de las autopartes que llegan a la planta ensambladora y la puntual entrega de las mismas.

Además, *Calidad a proveedores*, le da un seguimiento a los problemas de calidad y garantías reclamadas por parte del cliente final; asimismo, trabaja en conjunto con el proveedor para eliminar fallas encontradas en los componentes defectuosos y en el sistema de producción correspondiente, también evita posibles retrasos de éstos en las entregas a la planta armadora; todo esto se monitorea a través de diferentes indicadores de desempeño (KPIs).

Los ingenieros que laboran en *Calidad a proveedores* serán denominados en este trabajo como *ingenieros de operaciones*, los cuales pueden tener distinta preparación entre las diferentes ramas de la ingeniería pero también cuentan con especializaciones en el análisis y mejora de procesos dentro de las plantas de producción automotriz.

Usualmente, en las empresas automotrices, *Calidad a proveedores* se encuentra dividida en familias de autopartes, es decir, se dividen de acuerdo con la función que tiene el componente en el automóvil, por ejemplo, existe el área de chasis, interiores, exteriores, electrónicos, arneses, tren motriz, entre otros. Esto hace que los ingenieros de operaciones pertenezcan a un solo equipo de trabajo que monitorea únicamente una familia de autopartes, y, a su vez, cada ingeniero de operaciones tiene asignado cierta cantidad de proveedores.

Para cada equipo de trabajo de las diferentes familias de autopartes, existen cuatro distintos roles representados en la figura 2.1. El ingeniero de operaciones responde a un supervisor, el cual responde, a su vez, a un gerente, siendo todos parte del mismo equipo de trabajo, el cual es apoyado por un becario. La cantidad de ingenieros de operaciones dentro de un equipo puede variar, pero estos cuatro roles siempre existen.



*Figura 2.1 Jerarquía organizacional del área Calidad a proveedores.
Elaboración propia.*

2.1.3. Becarios

Un becario es un estudiante universitario que entra a trabajar a una empresa con el fin de obtener experiencia en un área determinada que esté relacionada con el dominio de su carrera. En la mayoría de las veces, el estudiante está en sus últimos semestres de su carrera, por lo que trabaja al mismo tiempo que termina sus estudios. La contratación de becarios en México surge de la necesidad de que los egresados de educación superior tengan experiencia laboral en el área dónde sea de su interés desarrollarse profesionalmente; sin embargo, aún no existe un esquema de contratación que regule las condiciones laborales para los becarios. A pesar de que un becario no está contemplado en las empresas para recibir prestaciones, la Ley Federal del Trabajo establece que una relación laboral es “cualquiera que sea el acto que le dé origen, la prestación de un trabajo personal subordinado a una persona, mediante el pago de un salario”, por lo que un becario sí es un trabajador dentro del esquema legal en México.

Al becario se le considera como apoyo y aprendiz dentro de la empresa, formando parte de un programa denominado la mayoría de veces como *prácticas profesionales*. Dentro del programa de prácticas profesionales en las empresas, se establece previamente un mínimo de horas que el becario deberá cubrir para completar su periodo de becario, así como el horario que le deberá destinar a sus actividades y hacerle saber cuáles serán sus tareas a desarrollar. En muchos casos, es la universidad quien realiza la vinculación de estudiantes con las empresas, pero también existen varios programas en México, como ProMeritum o Be Wanted, destinados a enlazar a los mismos estudiantes de últimos semestres con empresas que buscan integrar becarios sin necesidad de que haya una solicitud por parte de la escuela. Así, los egresados pueden completar sus estudios teniendo una experiencia laboral entre 6 y 18 meses, lo que los ayuda a conseguir mejores oportunidades laborales.

En la empresa automotriz, los becarios generalmente se contratan cada seis meses, por lo que el proceso de selección se realiza dos veces al año. Al becario le piden destinar a sus actividades dentro de la empresa 30 horas a la semana con flexibilidad de horario, que el becario deberá acordar previamente con su jefe directo. Adicionalmente, el becario tiene derecho a hacer uso del comedor de la empresa y recibe un salario que es igual a todos los demás becarios sin importar el área en el que se desenvuelven.

En el área de *Calidad a proveedores* de la empresa bajo estudio, los becarios se encargan de analizar y facilitar la información necesaria para el equipo de trabajo y ahorrar tiempo a los ingenieros de operaciones. Todo esto se hace a través de distintos reportes diseñados y generados a diario por los mismos becarios. Estos reportes, en cada una de sus categorías, concentran una gran cantidad de información y gráficos relativos a temas como el avance en la aprobación y supervisión de proveedores, seguimiento en los problemas de calidad detectados, cambios en los procesos de producción de los proveedores, aprobación y recepción de embarques, entre otros. De este modo, la entrega en tiempo y forma de los reportes, con una estructura que permita una eficiente lectura e interpretación de la información, tiene un papel importante en los procesos de aseguramiento de la calidad de la empresa.

Asimismo, como ya se mencionó antes, los becarios representan, entre otras cosas, ideas frescas para llevar a cabo las actividades del área en donde están siendo contratados, pues sus mentes aún no tienen la *ceguera de taller* y su interés por aprender es igual o más grande que un trabajador nuevo, pero con experiencia en el área.

2.2. Introducción de nuevos trabajadores

La gestión de nuevos trabajadores cuando empiezan a laborar en una empresa es actualmente muy importante para las mismas, pues se busca que esta gestión sea estratégica y genere valor tanto para la empresa como para el nuevo trabajador, especialmente durante el periodo de tiempo llamado "inducción general".

La inducción (Almacenes EXITO, 2001) es el programa de recibimiento del nuevo empleado a la empresa, de manera general, la inducción es una oportunidad para transmitir información básica y coherente sobre la empresa, reafirmando con esto las bases de la cultura organizacional. Al programa de inducción también se le llama orientación, integración o socialización.

Bermúdez (2012) realizó una investigación acerca de la inducción de nuevos trabajadores a las empresas, y ha encontrado una constante: "las empresas alientan la rápida adopción de las normas por el personal nuevo para poder ser prontamente introducido a su puesto y se convierta en un elemento productivo de la fuerza laboral". Si bien, el propósito de la gestión del personal es aumentar la productividad laboral mediante el mejoramiento continuo del desempeño de los trabajadores, no se puede esperar que los nuevos trabajadores sean individuos "pasivos de adaptación" dado que ellos han sido contratados para contribuir a los objetivos de la organización a la que llegan.

La introducción de los nuevos trabajadores a las organizaciones es entonces muy importante para que estos tomen conciencia de lo que se espera de ellos, así como también que a corto, mediano y largo plazo se pueda observar y medir la manera en que han aportado a la empresa. Esto último se aborda en este trabajo en los siguientes apartados.

2.2.1. Productividad en las organizaciones

La productividad se define como la relación entre la producción total y los insumos totales; esto es, la relación entre los resultados logrados y los recursos consumidos; o la relación entre la efectividad con la cual se cumplen las metas de la organización y la eficiencia con que se consumen esos recursos en el transcurso de ese mismo cumplimiento (Bain, 1985).

En su sentido más amplio, la productividad comprende todos los recursos y sus costos, y como tal representa la mayor de las oportunidades para mejorar las utilidades en cualquier empresa de la que se esperen beneficios monetarios. La productividad laboral no sólo tiene una relación directa con las utilidades de la empresa, sino que

determina en gran medida los demás resultados estratégicos de la institución, y un elemento importante para lograr una productividad adecuada es el correcto desempeño de la fuerza laboral.

Dado que el desempeño de los becarios en general es menos físico y tangible, pocas son las organizaciones que se han puesto a cuantificar y más aún a medirlo. Según Bain (1985), para incitar la elevación de la productividad, un directivo debe afectar, cuando menos, uno de los siguientes factores:

- **Métodos y equipo:** consiste en mejorar la manera de llevar a cabo las actividades, incluyendo, de ser necesario, un cambio de equipos o herramientas. Es importante que el trabajador participe en el diagnóstico para conocer sus dolencias y reconocer cuáles podrían ser las prácticas a modificar en los procedimientos.
- **Utilización de la capacidad de los recursos:** se refiere a la eficiencia en el uso de los recursos disponibles, sean transportes, maquinaria, personal o incluso tiempo.
- **Niveles de desempeño:** algunas sugerencias son obtener el máximo beneficio de los conocimientos y de la experiencia adquiridos por los empleados de mayor antigüedad y establecer un espíritu de cooperación y de equipo entre todos los empleados.

Medir el desempeño de los trabajadores y evaluar el mismo permite estimular y retener a los trabajadores de alto rendimiento al mismo tiempo que ofrece oportunidades de progreso al resto de la fuerza laboral. Asimismo, y más importante, les da a los trabajadores la conciencia para tomar el control sobre su desarrollo y destino laboral.

En otras palabras, la medición de la productividad de los trabajadores no sólo es un indicador para la empresa del desempeño de su personal, también es de otra manera un indicador de qué tan motivados se encuentran sus trabajadores o incluso de qué tan bien introducidos fueron a su puesto en su llegada a la empresa, por lo que medir la productividad en la organización es sustancial.

2.2.2. Evaluación del desempeño

De igual modo, se puede considerar a la evaluación del desempeño de los trabajadores como una interacción continua entre el gerente líder y cada uno de sus colaboradores para medir estimular y mejorar el desempeño de su equipo de trabajo (Castillo, 2020). La evaluación de desempeño contiene tres elementos:

- **Medición de resultados:** esto corresponde a valorar qué tan cerca está la tarea realizada con la expectativa. Para los resultados recibidos se necesita un sistema claro acerca de qué se espera y cómo se espera para poder cuantificar si se ha logrado el objetivo o no con la actividad recibida. Cuando el trabajador comience a trabajar en la empresa el supervisor deberá acordar con él el objetivo contra el cual se comparan los resultados de desempeño.
- **Reconocimiento al desempeño sobresaliente:** es importante reconocer no sólo a los objetivos alcanzados sino a la proactividad y liderazgo que los trabajadores demuestran en el desarrollo de su trabajo, de este modo se promoverá el buen desempeño dentro de un mismo equipo de trabajo.
- **Suministro de apoyo para mejorar los desempeños deficientes:** la finalidad es que cuando se designen proyectos o tareas se pueda enfocar en que los trabajadores puedan utilizar más sus talentos y disminuir el trabajo que requieren habilidades que casi no poseen. Todo esto tomando en cuenta que las destrezas que se aprovechan son adicionales o complementarias a las aptitudes que les piden para cubrir la vacante que están desempeñando.

Una sugerencia para evaluar cuantitativamente el desempeño de una tarea, es utilizar la escala Likert. Ésta es una escala de medición con 5 categorías de respuesta que va desde *muy de acuerdo* a *muy en desacuerdo*, lo que la hace muy fácil de aplicar a la hora de dar una evaluación. El sujeto evaluador determinará el valor 5 para saber que está muy de acuerdo en cierta situación o disminuir la puntuación una unidad gradualmente hasta llegar al 1, que está muy en desacuerdo.

Con la escala Likert, antes de llevar a cabo la evaluación de desempeño, es importante asignar una ponderación adecuada referente al resultado esperado, y a cada una de las escalas intermedias. De este modo, al recibir las tareas, para el evaluador será de mucha facilidad guiarse por la rúbrica establecida. También se podrá considerar para el valor 5 en vez de una asignación *muy de acuerdo*, una tarea *completada*. Así también, para el valor de 1 la categoría *muy en desacuerdo* se podrá considerar como *omitido*, siempre refiriéndose a los rubros a considerar dentro del desarrollo de una tarea.

En conclusión, la integración del personal a la organización así como la evaluación de su desempeño es fundamental para que los nuevos trabajadores sepan cómo es la manera óptima para desempeñar sus actividades y puedan, además, desarrollar un sentimiento de pertenencia y compromiso con su trabajo.

2.3. Documentación de procesos

La documentación de procesos es la mejor manera de introducir a los trabajadores a sus actividades cuando son nuevos en un puesto, en este capítulo se despliega la metodología para poder explicar las actividades de cualquier trabajo a través de su documentación en diagramas de flujo.

Según Besterfield (2009), un proceso es la interacción de cierta combinación de personas, materiales, equipo, método, medición, así como del ambiente para producir un resultado, un producto, un servicio o una entrada a otro proceso. Además de tener entradas y salidas medibles, un proceso debe tener actividades de valor agregado y de repetibilidad. Debe ser efectivo, eficiente, estar bajo control y adaptable. Asimismo, debe apegarse a ciertas condiciones impuestas por políticas y restricciones o por reglamentos.

Documentar un proceso es discernir la manera en que una actividad se lleva a cabo en el presente, esto se hace con diferentes propósitos que van desde la comprensión, análisis y mejora del proceso hasta la creación y estandarización de uno nuevo. Es importante señalar que no se debe suponer el conocimiento de información previa, pues cualquiera debe poder manipular la información descrita en la documentación del proceso.

Antes de redactar una explicación de cómo se debe llevar a cabo un proceso, se deberá definir la actividad que se requiere documentar.

Los elementos que se deben incluir en la definición del proceso son:

- Identificación del proceso: cuál es el proceso, cuándo se lleva a cabo y por quién

Es importante establecer en qué proceso se trabajará para no dar pie a malos entendidos, sobre todo cuando existen procesos simultáneos o interdependientes dentro de una misma área. Especificar en qué momento comienza este proceso a lo largo de la jornada de trabajo y si es que necesita preparación previa es uno de los elementos que se debe incluir. También establecer quién será el responsable de dar comienzo al proceso y/o quien estará encargado de monitorearlo.

- Identificación de límites: inicio y fin del proceso

Estos límites facilitan el establecimiento de la propiedad del proceso, es decir el encargado del proceso sabrá exactamente cuándo comienzan y terminan sus responsabilidades.

- El alcance del documento

Se deberá incluir en qué área se lleva a cabo el proceso, pues muchos procesos tendrán requerimientos específicos como instalaciones especiales o ambientación. Se deberá también mencionar la importancia de su ejecución, esto con la finalidad de crear sentido de responsabilidad e identidad dentro del sistema de la organización.

- Determinación de los objetivos del proceso

Una responsabilidad clave del propietario de un proceso es determinar cuáles serán los indicadores del proceso que facilitarán al encargado a saber si el proceso cumple o no con los objetivos esperados. Cualesquiera que sean los objetivos de un proceso, todas las personas involucradas deben comprenderlos y dedicar sus esfuerzos a esos objetivos, una de las principales ventajas de establecer claramente los objetivos de un proceso es que todos trabajan con el mismo objetivo (Gitlow y Levine, 2004).

- Determinación de entradas y salidas

En la documentación del proceso, especificar qué elementos se necesitan para llevar a cabo el proceso es esencial para la persona que leerá el documento, pues con esto deberá tener claro dónde encontrar las entradas, ya sean materiales, bases de datos o personal. En caso de que las entradas sean las salidas de otro proceso, se deberá especificar.

En cuanto a las salidas, conocerlas le ayudará al lector a identificar cómo y con qué concluirá el proceso que lleva a cabo; si es materia lo que sale, sabrá dónde deberá colocarla, si es información a quién deberá dirigirla.

Para documentar un proceso se pueden utilizar diversas herramientas dependiendo de qué es lo que se quiere describir o especificar del proceso en cuestión.

Al documentar un proceso se debe incluir una descripción detallada de todos los procesos que incluya la finalidad de cada uno de ellos, las funciones que lo integran, los objetivos y técnicas de control, los procedimientos, la delegación de autoridad y responsabilidad, formularios en vigor, descripción de los sistemas informáticos, especificaciones de cada producto, dibujos, diagramas, pautas de trabajo, etcétera (Fernández, 2003).

Los diagramas de flujo son comunes en varios dominios técnicos y se usan para poner en orden los pasos a seguir a las acciones a realizar, su principal ventaja es que tiene la capacidad de presentar información con gran claridad, además de que se necesitan relativamente pocos conocimientos previos para entender los procesos o el objeto de modelado (Juganaru, 2014).

Documentar un proceso usando un diagrama de flujo en lugar de usar descripciones escritas o verbales tiene varias ventajas, a continuación, se enlistan algunas (Gitlow, 2015):

- Un diagrama de flujo hace que sea más fácil entender un proceso para las personas que no están familiarizadas con él
- Permite a los empleados visualizar lo que realmente sucede en un proceso en lugar de lo que se supone que debe suceder.
- Funciona como una herramienta de comunicación, pues proporciona una manera fácil de transmitir ideas entre ingenieros, gerentes, proveedores y otros stakeholders del sistema interdependiente de la organización. Es una forma visual y concreta de representar un sistema complejo
- Un diagrama de flujo elimina los detalles innecesarios y descompone el sistema para que los diseñadores y otras personas obtengan una visión clara y sin obstáculos de lo que están creando
- Los diagramas de flujo se pueden utilizar en la formación de empleados nuevos y actuales.
- Se puede utilizar un diagrama de flujo para comparar el estado actual del proceso, el estado deseado del proceso y el estado futuro del proceso
- Un diagrama de flujo le ayuda a comprender qué datos se deben recopilar cuando se intenta medir y mejorar un proceso
- Un diagrama de flujo ayuda a identificar los puntos débiles de un proceso, es decir, los puntos del proceso que están causando problemas a las partes interesadas del proceso.

Adicionalmente, cuando se hace uso de un diagrama de flujo, existen algunas reglas que es importante respetar para que el proceso que se está documentando tenga facilidad de lectura y análisis. Las principales indicaciones propuestos por Juganaru (2014) son:

- Un diagrama se compone de bloques entre los cuales existen flechas que indican el sentido de lectura o de ejecución
- Un diagrama de flujo se lee de arriba hacia abajo
- Tanto al inicio como al final hay un solo bloque inicio y fin respectivamente
- Para las operaciones de entrada o de salida se utilizan los bloques con forma de paralelogramo
- Los bloques para hacer asignaciones son rectangulares o cuadrados
- Una decisión tomada con base en una expresión lógica se expresa con un bloque en forma de rombo

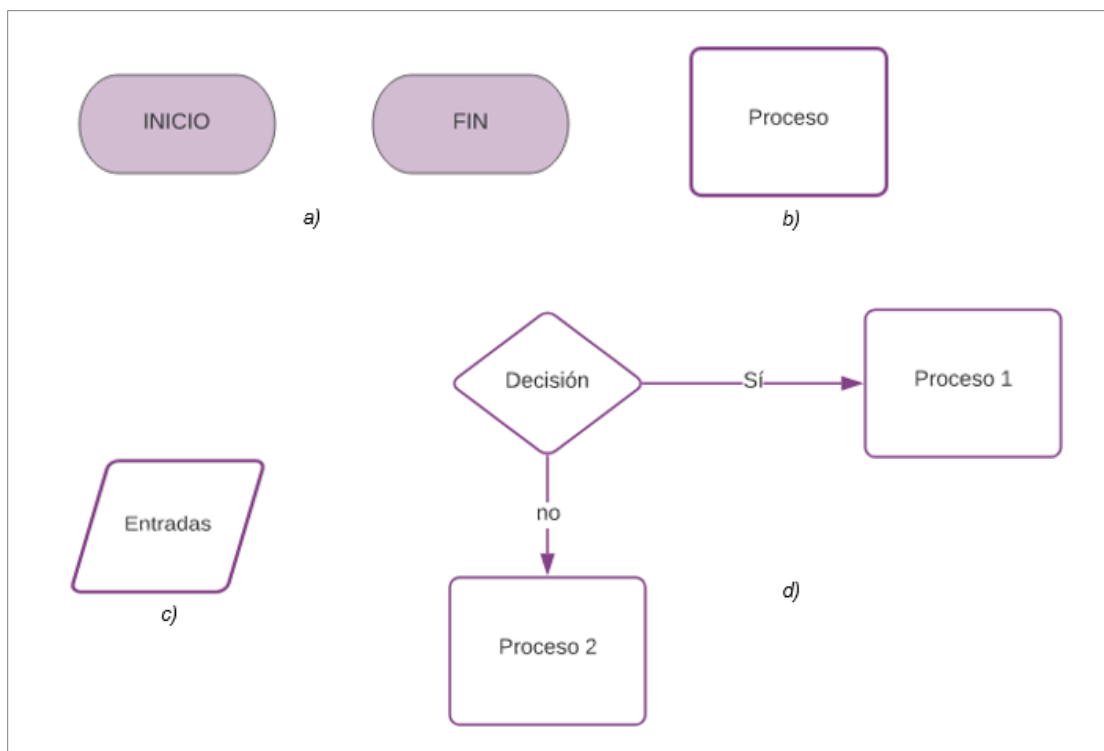


Figura 2.2 Elementos gráficos de un diagrama de flujo.

- a) *Bloques de inicio y fin del proceso. b) Bloque para indicar una operación o proceso.*
 c) *Bloque para indicar la entrada de material o información a un proceso.*
 d) *Esquema que ilustra el proceso de decisión en un diagrama de flujo.*

Elaboración propia.

Utilizar un diagrama de flujo que siga las reglas universalmente aceptadas logra que cualquier personal de la organización encuentre sencillo entender el proceso descrito y sobre todo seguirlo. Hacer un diagrama de flujo permite garantizar qué operaciones se realizan de manera homogénea en toda la organización y en todas sus áreas y centros.

Por lo tanto, la importancia de la documentación de un proceso se explica en que ayuda al diseño y al mantenimiento de los controles internos de la organización, esto significa que posibilita el entrenamiento a los nuevos trabajadores de la empresa y facilita las auditorías. Además, sin una adecuada documentación es casi imposible que la empresa obtenga establemente productos con idénticas características y dificulta mantener establemente la gestión (Fernández, 2003).

Así mismo, la documentación del proceso permite también facilitar la asignación de responsabilidades y el trabajo en equipo, se facilita enormemente la comunicación en la relación interpersonal, mejora la eficacia de la organización, es más fácil controlar el funcionamiento de toda la organización y facilita el crecimiento de la empresa (Pérez, 2009).

2.4. Diseño de experimentos

El diseño de experimentos, por sus siglas en inglés DOE (Design Of Experiment), es el diseño de un plan experimental detallado antes de realizar el experimento. Los diseños experimentales bien elegidos maximizan la cantidad de "información" que se pretende obtener de un experimento y permite tener una conclusión suficientemente sustentada.

La estructura del diseño experimental (Domínguez, 2016) consiste en reunir los factores del proceso para su estudio. Puede haber uno o más factores a considerar; además es común también tener una serie de factores no controlados. Un *factor* es una variable de interés controlada por el experimentador, de la que se desea estudiar sus efectos en una o varias respuestas. Esto quiere decir que, en la práctica, los factores deben y pueden ser modificados por el experimentador. Los factores pueden ser cualitativos o cuantitativos.

El tratamiento de un diseño experimental es la manera en que el experimentador elige estudiar el caso, y el resultado son diferentes combinaciones de los factores aplicados en el experimento.

El nivel del experimento es la modalidad específica de un factor, es decir que el experimento se llevará a cabo con variaciones de un mismo factor, teniendo tantas diferentes respuestas del proceso como niveles que se determinen.

El efecto principal de un factor indica la contribución que cada factor tiene sobre las variables respuesta. Ésta se mide evaluando el cambio que se produce en la respuesta al modificar los niveles del factor. Los efectos se pueden clasificar en efectos de localización (sobre la media de una variable respuesta) y efectos de dispersión (sobre la variabilidad de una variable respuesta). Si en el sistema experimental se tiene un factor que tenga efectos de localización, pero no de dispersión, se le llama factor de ajuste. Finalmente, la interacción de factores implica una relación o dependencia entre dos o más factores, considerando los efectos sobre las variables respuesta bajo estudio.

Comúnmente, existen durante el desarrollo del experimento ruidos circundantes al sistema experimental; el ruido se refleja en la respuesta variante de lo que se conoce como unidad experimental. Conceptualmente el ruido se compone de tres fuentes: el error experimental, el error de medición y el error ambiental.

El error experimental está presente en el experimento de manera natural; el error de medición se caracteriza y se acota mediante la evaluación del sistema de medición, si se ha validado el sistema de medición entonces el error de medición pasa a ser error experimental. Por último, el error ambiental se puede manejar acotando sus efectos no deseados, midiendo covariables ó utilizarlo para propósitos de robustificación.

Si los componentes del ruido ambiental no son sólo medios sino son manipulados durante el experimento para poder cuantificar sus efectos, se les estará dando un carácter de factores, así denominados “factores de ruido”. Las interacciones entre factores de control se consideran ya sea para entenderlas o para determinar la mejor combinación de niveles de los factores de control involucrados. Esto constituye una estrategia de robustificación.

Si bien se recomienda siempre planear un diseño de experimentos formal, en ocasiones las condiciones de la toma de datos y/o el análisis estadístico no siempre lo permiten.

2.5. Prueba de hipótesis

Una prueba de hipótesis es un procedimiento que conduce a la aceptación o rechazo de una hipótesis estadística (Díaz, 2019).

Una hipótesis estadística es una aseveración o conjetura relacionada con una o más variables. La veracidad o falsedad de una hipótesis estadística nunca es conocida con certeza, a menos que se analiza la población completa. Como esto no es común, se escoge una muestra aleatoria de la población que interese y se utiliza la información contenida en dicha muestra para decidir si es probable que la hipótesis sea verdadera o falsa. Es por eso que Llinás (2010), define a la hipótesis estadística como un conjunto de afirmaciones sobre uno o más parámetros de una o más poblaciones. Los datos de la población que sean inconsistentes con la hipótesis establecida conducen al rechazo de ésta.

Hay que resaltar que el hecho de aceptar una hipótesis estadística es el resultado de la carencia de datos para rechazarla, por lo que aceptarla no necesariamente implica que sea verdadera.

Las hipótesis estadísticas son de dos tipos, la hipótesis nula que se simboliza por H_0 es la hipótesis que se debe comprobar, es una afirmación que consiste en negar toda diferencia entre dos poblaciones, entre dos parámetros poblacionales o entre el valor verdadero de algún parámetro y su valor hipotético. Por otro lado, la hipótesis alternativa simbolizada por H_1 , se establece como el complemento de la hipótesis nula y representa la conclusión cuando H_0 se rechaza.

Al plantear una prueba de hipótesis se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La hipótesis nula H_0 siempre se refiere a un valor específico del parámetro de la población (por ejemplo, μ), no al estadístico muestral (como \bar{x}).

- b) La expresión de la hipótesis nula siempre contiene un signo igual respecto al valor especificado del parámetro poblacional. Por ejemplo, $H_0: \mu = 36$
- c) La expresión de la hipótesis alternativa nunca contiene un signo igual respecto al valor especificado de un parámetro de población. Por ejemplo, H_1 siempre debe ser de la forma $H_1: \mu \neq 36$, $H_1: \mu < 36$ ó $H_1: \mu > 36$.

Para determinar si se acepta o no la hipótesis nula planteada es necesario conocer qué estadístico de prueba se usará en el desarrollo de la prueba de hipótesis, así como cuáles serán los valores estadísticos que forman parte de la zona crítica, que son todos para los cuales H_0 será rechazada.

2.5.1. Tipos de pruebas de hipótesis

2.5.1.1. Prueba de hipótesis unilateral

Esta prueba también es llamada prueba de hipótesis direccional o de una cola; se emplea cuando se está interesado en determinar si el valor del estimador es mayor o menor que el valor del parámetro. En esta prueba no es de interés determinar si ambos valores son iguales o distintos, pues se sabe ya que son diferentes.

El valor de H_0 se aceptará cuando el valor del estadístico de prueba no cae en la zona crítica o de rechazo; en caso contrario la conclusión de esta prueba es que el valor del estimador es menor, o en su caso mayor, al estimado en las hipótesis planteadas.

Teniendo a θ_0 como valor estimado para θ , las posibles hipótesis a plantear cuando se analizan los datos de una población en una prueba unilateral son:

Caso 1:

La hipótesis nula sugiere que el estimador es igual a un valor asignado.

$$H_0: \theta = \theta_0$$

La hipótesis alternativa sugiere que el estimador es mayor al valor asignado.

$$H_1: \theta > \theta_0$$

Caso 2:

La hipótesis nula sugiere que el estimador es igual a un valor asignado.

$$H_0: \theta = \theta_0$$

La hipótesis alternativa sugiere que el estimador es menor al valor asignado.

$$H_1: \theta < \theta_0$$

Por otro lado, cuando se analizan los datos de dos poblaciones, se tienen dos parámetros diferentes θ_1 y θ_2 , por lo que en una prueba unilateral las hipótesis a plantear son:

Caso 1:

La hipótesis nula sugiere que el estimador de la muestra 1 es igual al estimador de la muestra 2.

$$H_0: \theta_1 = \theta_2$$

La hipótesis alternativa sugiere que el estimador de la muestra 1 es mayor al estimador de la muestra 2.

$$H_1: \theta_1 > \theta_2$$

Caso 2:

La hipótesis nula sugiere que el estimador de la muestra 1 es igual al estimador de la muestra 2.

$$H_0: \theta_1 = \theta_2$$

La hipótesis alternativa sugiere que el estimador de la muestra 1 es menor al estimador de la muestra 2.

$$H_1: \theta_1 < \theta_2$$

2.5.1.2. Prueba de hipótesis bilateral

Esta prueba también es llamada prueba de hipótesis no direccional o de dos colas. Se emplea cuando se está interesado en determinar si el valor del estimador es igual o diferente del valor del parámetro.

El valor de H_0 también se aceptará cuando el valor del estadístico de prueba no cae en la zona crítica, pero en caso de que lo haga, la conclusión de la prueba es que la muestra es diferente al parámetro estimado.

Las posibles hipótesis a plantear cuando se analizan los datos de una población en una prueba unilateral son:

La hipótesis nula sugiere que el estimador es igual a un valor asignado.

$$H_0: \theta = \theta_0$$

La hipótesis alternativa sugiere que el estimador es diferente del valor asignado.

$$H_1: \theta \neq \theta_0$$

Para el análisis de datos de dos poblaciones diferentes las posibles hipótesis a plantear son:

La hipótesis nula sugiere que el estimador de la muestra 1 es igual al estimador de la muestra 2.

$$H_0: \theta_1 = \theta_2$$

La hipótesis nula sugiere que el estimador de la muestra 1 es distinto al estimador de la muestra 2.

$$H_1: \theta_1 \neq \theta_2$$

2.5.2. Desarrollo de una prueba de hipótesis

El procedimiento para desarrollar una prueba de hipótesis es el siguiente:

1. Planteamiento de la prueba de hipótesis

Establecer cuáles serán las hipótesis a contrastar, así como el valor de significancia para llevar a cabo la prueba. Se definirá, además si será una prueba unilateral o bilateral.

2. Prueba de bondad de ajuste

Para elegir la prueba de hipótesis adecuada para los datos que se tienen, es importante no suponer que los datos siguen una distribución específica. El supuesto de normalidad, por ejemplo, es un requisito para utilizar alguna prueba de hipótesis paramétrica.

3. Prueba de igualdad de varianzas

Cuando la prueba de hipótesis se utilizará para comparar dos medias de poblaciones, es necesario realizar una prueba de igualdad de varianzas, pues el estadístico de contraste que se calcula varía ligeramente con base a si las varianzas de los dos grupos en estudio son conocidas, desconocidas pero iguales o desconocidas pero diferentes. La finalidad de saber si las varianzas son distintas o no es poder elegir mejor la prueba de hipótesis final.

4. Prueba de hipótesis

Posteriormente se procede a elegir la prueba de hipótesis a desarrollar. Las pruebas paramétricas son más potentes que las pruebas no paramétricas, pero exigen que se cumplan una serie de supuestos como la normalidad en la distribución de la variable, la homocedasticidad (igualdad de varianzas) y la independencia de las observaciones, requiriendo algunas pruebas que se cumplan todo el conjunto de supuestos o alguno de ellos (Moral, 2012).

5. Decisión

Se comparan los valores p obtenidos de los datos junto con el valor p crítico propio del estadístico, y se toma una decisión con base a cuál de los dos es mayor.

6. Conclusión

Se decide si la hipótesis nula se acepta o se rechaza.

2.5.3. Pruebas de hipótesis para comparación de medias

En las pruebas de hipótesis es común querer comparar la media poblacional para obtener conclusiones respecto a los datos obtenidos. Algunas de las razones para hacer comparación de medias en la estadística son:

- Comparar una media con respecto a un valor específico (Fallas, 2012)
- Comprobar si los valores de una característica que es posible cuantificar difieren al agruparlas en dos o más grupos (Moral, 2012)
- Analizar las diferencias entre las observaciones de un mismo individuo (datos dependientes)
- Definir un intervalo de valores tal que permita establecer cuáles son los valores mínimos y máximos aceptables para la diferencia entre las medias de dos poblaciones

Cuando, en vez de comparar si la media de cierta población corresponde a un valor predeterminado, se desea comparar si dos poblaciones son iguales, se debe realizar una prueba de igualdad de poblaciones. Esta consiste por un lado en una prueba de igualdad de medias y, por el otro, por una prueba de igualdad de varianzas. El procedimiento para desarrollar una prueba de hipótesis comparando dos medias se muestra en la figura 2.3.

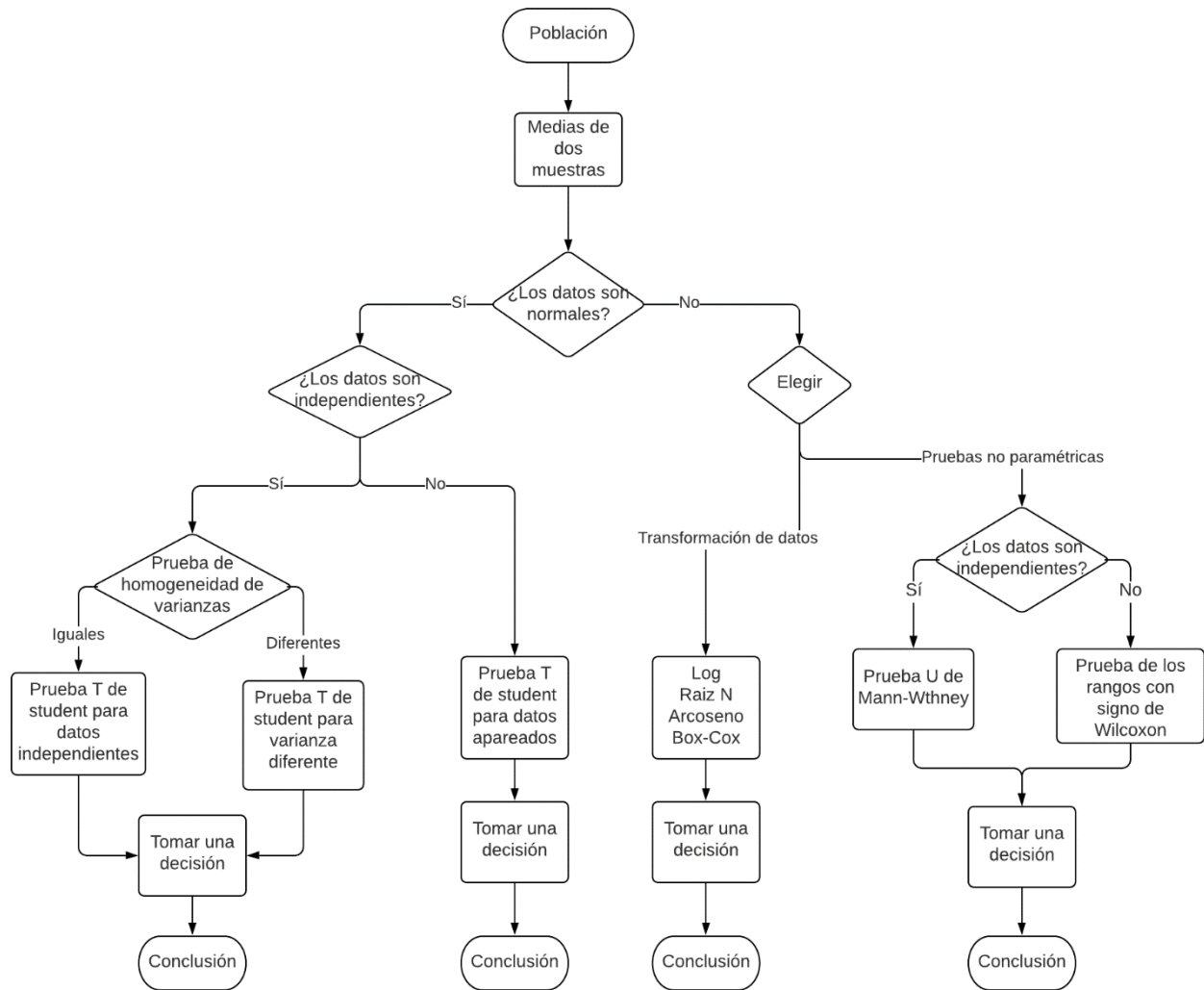


Figura 2.3 Comparación de medias. Elaborado a partir de Fallas (2012) y Moral (2012).

Para la prueba de comparación de medias, se debe primero revisar si los datos provienen de una distribución normal. Si no es el caso, se pueden usar la prueba U de Mann-Whitney para datos independientes y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para datos dependientes. Otra opción es aplicar una transformación que convierte los datos en normales. Por otro lado, si los datos muestran ser normales, se puede usar diferentes formas de la prueba t de Student, dependiendo de si son independientes u homoscedásticos (Fallas, 2012; Moral, 2012).

Capítulo III. Metodología

3.1. Problemática observada en nuevos becarios

En la introducción de nuevos becarios a la empresa automotriz dentro del área de *Calidad a proveedores*, se encuentra que estos becarios presentan varias dificultades al iniciar el trabajo de becarios dentro del área, lo que da como resultado un lento entendimiento y adaptación con las funciones para las que fueron contratados.

Al comenzar el periodo como becario del área *Calidad a proveedores*, lo primero que se sugiere es leer los manuales de procedimientos que deben seguir los ingenieros de operaciones. De esta forma, la empresa da por hecho de que el becario de manera autodidacta adquirirá los conocimientos suficientes para hacer su trabajo. Asimismo, en la práctica existe conocimiento no esencial para desempeñar las actividades durante la estancia de becario, pero igual de importante dentro de la práctica ingenieril, como por ejemplo, entender el papel del área *Calidad a proveedores* dentro de la empresa armadora o conocer los pasos de armado en un nuevo proyecto.

Lo cierto es que, aunque la empresa no considera necesario algunos conocimientos para el becario desde el principio, sí asigna de manera provisional a un mentor que deberá aclarar al nuevo becario sus dudas de las tareas o del área. El mentor puede ser un ingeniero de operaciones o incluso un becario veterano de la misma área, pues las tareas entre becarios de *Calidad a proveedores* no cambian mucho, aunque trabajen con equipos diferentes. Así, la experiencia profesional de un becario que ha trabajado por más de un periodo en *Calidad a proveedores* dentro de la empresa consiste no únicamente en conocimientos adquiridos a través de la manifestación de sus dudas e inquietudes, sino también en ayudar a nuevos becarios a adquirir los conocimientos necesarios para que lleven a cabo sus tareas, siendo esto último muy fácil ya que ellos mismos tuvieron los mismos apuros meses antes.

Como evidencia de que existe en los becarios una baja productividad durante los primeros meses de su estancia en la empresa, se realizó una encuesta con los becarios del área que trabajaron durante el segundo periodo 2019 y el primer periodo 2020.

La encuesta consistió en dos preguntas que se les hicieron a 11 ex-becarios. En estas se buscó que los becarios pudieran expresar de manera cuantitativa el número de semanas que tardaron en dominar el proceso de generación de reportes, incluyendo el tiempo que se dedicaron a aprender de quien pudiera apoyarlos, ya sea un ingeniero u otro becario con más experiencia. Así, la primera pregunta fue ¿cuánto tiempo tardaste en realizar correctamente tus reportes? Esta pregunta toma en cuenta el tiempo

durante el cual el becario requirió apoyo. La segunda pregunta corresponde a ¿cuánto tiempo tardaste en entender lo que representaban tus reportes? Esta pregunta representa la diferencia para los becarios entre saber desarrollar los reportes y conocer los procedimientos del área. Entender la teoría detrás de los reportes le permite al becario no solo comprender la importancia de sus propias tareas dentro de su equipo de trabajo, sino también le posibilita realizar mejoras en dichas tareas, específicamente en los reportes. Cabe mencionar que el punto de inicio, para ambas preguntas, se considera cuando el becario comenzó su estancia en *Calidad a proveedores*.

El resumen de los resultados de esta encuesta se puede ver en la tabla 3.1 y la figura 3.1.

Tabla 3.1 Resultados de la encuesta llevada a cabo a ex becarios de la empresa

Becario	¿Cuánto tiempo tardaste en realizar correctamente tus reportes? [semanas]	¿Cuánto tiempo tardaste en entender lo que representaba tu reporte? [semanas]
1	4	8
2	8	12
3	6	12
4	8	5
5	4	8
6	8	4
7	6	12
8	8	5
9	4	6
10	2	4
11	2	8
Promedio	5.45	7.63

La tabla 3.1 muestra un promedio en semanas como respuesta para cada pregunta. Se puede visualizar que para los 11 ex becarios que trabajaron durante el último año en el área, tomó más de un mes aprender a llevar a cabo los reportes correctamente. Es importante recalcar que este tiempo forma parte de los 5 meses del periodo completo

en que el becario labora en la empresa, por lo que prácticamente el 20% del tiempo no se aprovecha, pues se re-trabajan tareas que no fueron entendidas adecuadamente.

Por otro lado, en la figura 3.1 se puede observar que, aunque no para todos, lleva más tiempo entender las actividades asignadas que ejecutarlas, teniendo un promedio de 7.63 semanas para hacer y entender en qué consiste y cómo desempeñar el trabajo de becario de *Calidad a proveedores*.

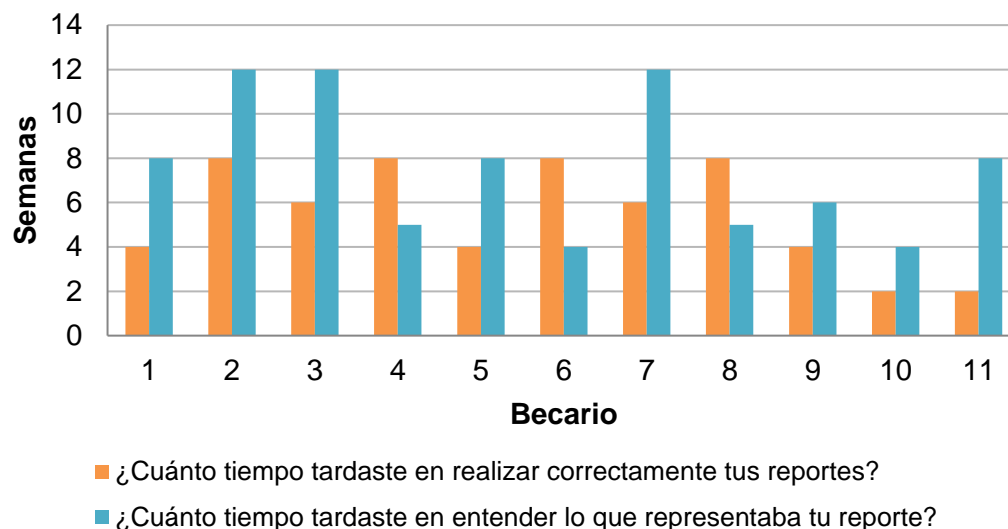


Figura 3.1 Resultados de la encuesta llevada a cabo a ex becarios del área Calidad a proveedores.

Para la empresa, el becario tiene una estancia de cinco meses, a lo que se llama un **periodo**, por lo que es de gran importancia que el trabajo que desarrolle el becario durante esos meses sea eficiente. En caso de que el becario quiera y sea aceptado un segundo periodo de estancia en la empresa, tiene la oportunidad de poder aplicar el conocimiento adquirido en su primer periodo y quizá colaborar en proyectos adicionales a sus actividades como becario. En caso contrario, cuando el becario no permanece un segundo periodo en la empresa, esta última deberá contratar a otro becario, teniendo así un proceso de selección por segunda vez en el año para la misma vacante. Esto último puede resultar muy poco práctico para el área, ya que implicaría tener a un becario que sólo desarrolle su trabajo a lo largo de cinco meses pero que requiere de al menos cuatro semanas de explicaciones y entregas incompletas o deficientes antes de poder desempeñarse eficazmente por el resto de su periodo, lo que equivale, en el mejor de los casos, al 20% de duración de su estancia.

En principio, el proceso de inducción del becario es difícil y tardado tanto para el estudiante como para la persona asignada de enseñarle a desarrollar sus tareas, pero, aunque se pueda pensar que estas dificultades siempre se tendrán al iniciar un nuevo empleo y más aún, siendo estudiantes con poca o nula experiencia laboral, todos estos

tropiezos se pueden evitar. Por esta razón la metodología empleada en el presente trabajo buscará una manera de poder disminuir los problemas de ejecución de reportes o, en el mejor caso, evitarlos.

Al iniciar el diagnóstico, se llevó a cabo el análisis de cuáles eran las dificultades más frecuentes que obstaculizan la productividad del becario sus primeras semanas. De este modo se podrá separar el origen de las causas y atacar una en particular. Después de entrevistas cortas con los 11 ex becarios que fueron partícipes en la encuesta de la figura 3.1, se clasificaron sus respuestas de acuerdo a la metodología de las 6 M's, la cual consiste en clasificar los problemas de acuerdo a los diferentes orígenes como material, método, medición, mano de obra, maquinaria y medio ambiente. Sin embargo, las respuestas obtenidas únicamente abarcaron 5 de las 6M's mencionadas, dejando fuera a maquinaria. Al momento de clasificar las respuestas se hizo un cambio en los nombres de dos M's para que sea más acorde al sistema corporativo. La descripción de cada M es la siguiente:

- Método
Cambiado por *proceso*, se refiere al proceso de inducción del becario
- Mano de obra
Cambiado por *personas*, se refiere a todos los individuos de los que depende el becario
- Material
Hace alusión a las herramientas de consulta con las que cuenta el becario
- Medio ambiente
Se refiere al área *Calidad a proveedores* o a la empresa misma
- Medición
Se refiere al tipo de medición que podrían indicarle al becario

El diagrama de Ishikawa de la figura 3.2 enumera los problemas a los que se enfrenta el becario al iniciar su periodo.

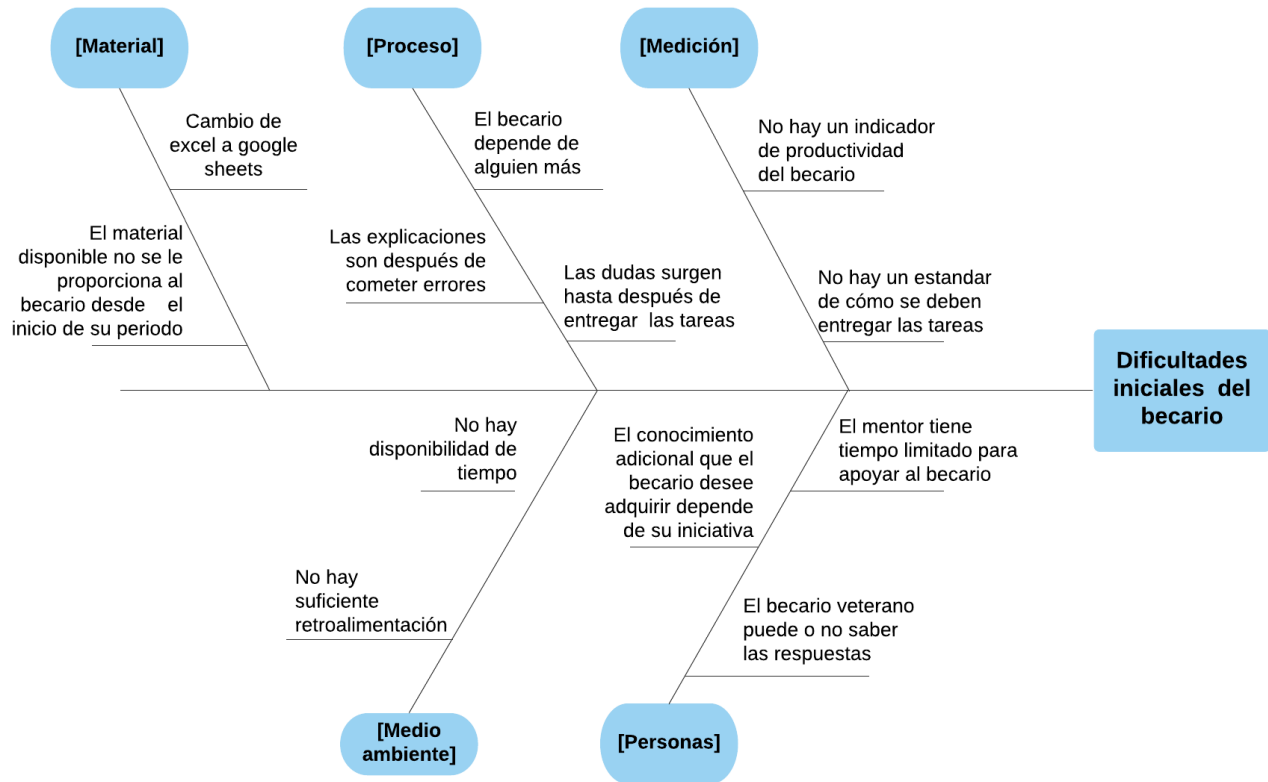


Figura 3.2 Dificultades más frecuentes encontradas en el inicio del periodo del becario. Elaboración propia.

Entre las dificultades que dependen de las personas o *mano de obra*, se encuentran que la enseñanza a los nuevos becarios está sujeta al tiempo que el mentor asignado le dedica al becario para explicar, así como a la cantidad de dudas que el becario desee externar durante el proceso de enseñanza. En caso de que su mentor sea un becario veterano, el becario nuevo dependerá de que el primero conozca las respuestas y de no ser así, dependen ambos de un ingeniero que pueda estar desocupado para atender las dudas. Adicionalmente, las dificultades originadas por el proceso o *método* de inducción o más bien la falta de éste, son que las primeras dudas que el nuevo becario tiene surgen justo después de cometer errores, por lo que las tareas la mayoría de veces requerirán un retrabajo. Esto se debe a que en la inducción se muestra cómo hacer las tareas, pero no se enseña qué es lo que se espera como documento de entrega.

Esto a la vez origina que el becario tarde, como ya se vio, más de un mes haciendo bien su trabajo. Por otro lado, el becario podrá también tener problemas al no conocer del todo la herramienta de Google sheets. Esto se puede suponer que podría formar parte de los filtros que tiene el área al contratar a los becarios, pero hasta el momento no lo es. En contraste, el hecho de que el becario tenga una serie de problemas que lo retrasen en su adaptación de las actividades afecta al equipo dentro del que

desempeña sus actividades, porque el análisis de los entregables que tiene el becario no puede suceder de manera pronta a su ingreso y mucho menos se puede esperar una mejora en los mismos ya que la eficiencia del becario no es alta en sus primeros meses de trabajo.

En conclusión, el becario debe ser más productivo y puede llegar a serlo si se le proporciona una correcta introducción que le evite o minimice re trabajar sus primeras tareas. Como primera idea para poder mejorar la productividad del becario, se buscó enlistar todas las opciones a través de las cuales el becario podrá adquirir la información necesaria para hacer su trabajo, sin depender del tiempo de otra persona. Se consideraron:

- La creación de un curso de inducción para becarios de calidad impartido por ingenieros
- La creación de un curso de inducción para becarios de calidad impartido por becarios
- La recopilación de presentaciones, instructivos y manuales técnicos del área
- La programación de entrevistas con jefes de distintos equipos del área
- Desarrollo de mini tutoriales en video con explicaciones de los ingenieros
- La creación de un manual dirigido al becario de *Calidad a proveedores*

Las primeras dos ideas que involucran la creación de cursos para becarios se descartaron, pues en el área ya se imparten cursos de instrucciones de procedimientos o en el uso de portales que tiene la empresa. Estos cursos se imparten dos veces al año y se sugiere a los becarios asistir, porque los instructores son los ingenieros de operaciones experimentados a quienes la empresa pide que los impartan. Cabe mencionar que estos cursos son creados y dirigidos para capacitar a proveedores, no obstante, abordan temas de interés de los becarios como garantías, corridas de prueba de producción, procedimiento de aprobación de autopartes y más. Además, se comienza desde un nivel básico y algunos de los cursos incluyen el desarrollo de ejercicios prácticos. Finalmente, para estos cursos ya existe una inversión económica por parte de la empresa automotriz, pues adicional a que los proveedores hallen una capacitación valiosa para desarrollar buenas prácticas cliente - proveedor, también tienen la oportunidad de almorzar y comer en el corporativo durante los días del curso y tener objetos de regalo con la marca como cuadernos o plumas. En conclusión, dado que ya existe un curso donde se explica y practica los temas importantes del área *Calidad a proveedores*, debería ser obligación del becario atenderlos y no se debería desarrollar uno nuevo.

La tercera idea, la recopilación de presentaciones, instructivos, manuales de procedimientos del área, es útil, ya que nunca está de más consultar en una fuente documentada de la empresa algún asunto. La idea se rescata para que, al inicio del

periodo del becario, éste pueda saber que existen estos recursos y dónde podrá consultarlos en caso de no tener a alguien de apoyo en ese momento. El material que se buscaría recopilar son las presentaciones de los cursos dirigidos a proveedores de los que se habló anteriormente, manuales de procedimientos de la empresa que se tengan de manera digital y algunos links que dirijan a instructivos de los sistemas de la empresa.

La cuarta idea que se trata de entrevistarse con diferentes jefes dentro del área de proveedores no sólo es interesante, sino favorable para crear en el becario un contexto de la empresa; sin embargo, encontrar un espacio donde los gerentes estén desocupados al mismo tiempo es difícil, por lo que esta idea se dejará como propuesta a futuro para la empresa.

La quinta idea es una idea igual de útil que las entrevistas, con la diferencia de que no sólo se debería tener una plática que describa las tareas, sino que involucra el desarrollo de un guión para no olvidar algún punto importante de la teoría y los tutoriales queden lo más completo posible. Asimismo también involucran la grabación y edición de los videos así como posiblemente un permiso de imagen.

Por último, la sexta idea, que es la creación de un manual dirigido al becario de *Calidad a proveedores*, es conveniente debido a que como ya se mencionó, actualmente el nuevo becario no sólo depende de alguien más, sino también del tiempo disponible que esa persona tenga, aunado a que, en los periodos de teletrabajo, o home office, un manual es un recurso individual y práctico donde se puede consultar lo que se necesite.

Se optó entonces por desarrollar un manual que le permita al nuevo becario entender cómo ejecutar sus actividades, identificar qué necesita para desempeñar esas tareas de una manera óptima, entender el porqué de las mismas y la forma en que éstas encajan dentro de su equipo de trabajo. Cabe mencionar que el manual se centra en las tareas del becario, no en los procesos de la empresa. Se buscará mejorar la ejecución de reportes, pues éstos representan un elemento importante para que el ingeniero de operaciones pueda tomar decisiones adecuadas. Por otro lado, tener un manual le permitirá al becario consultar lo que necesite en el momento que lo requiera, guardando las dudas específicas para sus mentores. Es importante no perder de vista que la persona que leerá el manual será un aprendiz del sistema de trabajo y que probablemente no tenga conocimientos previos en el área donde se desempeñará, en este caso, *Calidad a proveedores*.

3.2. Descripción de reportes

Para introducir el proceso de elaboración del manual, a continuación, se describen tres reportes que los becarios de *Calidad a proveedores* ejecutan por igual, es decir, que los nueve equipos de trabajo de la empresa ocupan. A cada reporte se le ha nombrado conforme la función principal de su elaboración.

3.2.1. Reporte de aprobaciones

Este reporte enlista cuáles son los documentos a revisar, aprobar o devolver de una autoparte en específico. La aprobación o rechazo de dichos documentos está a cargo del ingeniero de operaciones asignado y esta decisión la toma considerando el desempeño del proveedor durante la producción de la autoparte en cuestión. Adicionalmente, este reporte indica cuál es el modelo de automóvil para el cual la autoparte es producida, el año modelo, la planta de ensamble a la que debe ser enviada y el estatus en el que actualmente se encuentra este proceso de aprobación.

Por otro lado, el reporte de aprobaciones es uno de los varios indicadores de avance del trabajo de los ingenieros de operaciones. En un documento descargado por el becario se despliegan las tareas a realizar durante el mes en curso y conforme dichas tareas se completan por los ingenieros, el sistema las reconoce como finalizadas, de modo que en el reporte de aprobaciones debe visualizarse el porcentaje de avance por cada ingeniero de operaciones.

El reporte final, al desarrollarse en un libro de Google Sheets, debe incluir una hoja de datos para cada ingeniero de operaciones, así como la separación por tipo de documentos a aprobar, la fecha límite de cada tarea, y como se indicó anteriormente, mostrar el porcentaje de avance de los ingenieros de operaciones. Cabe mencionar que la fecha límite para la aprobación o rechazo de documentos no siempre es al concluir del mes, sino puede ser cualquier día en el transcurso de éste. Esto representa un problema de retraso para el becario pues la base de datos inicial de donde se descargan las tareas no incluye la fecha límite, ésta debe ser consultada desde una base de datos diferente.

El trabajo del becario al desarrollar este reporte no sólo es facilitar la información al ingeniero de operaciones, sino ayudarlo a no tener retrasos en la revisión para la aprobación o rechazo de documentos al finalizar el mes. De modo que el reporte de aprobaciones es una guía de actividades urgentes por realizar para el ingeniero de operaciones.

3.2.2. Reporte de anomalías

Este reporte es un registro de todas anomalías que se detectan en las autopartes producidas. Cuando se encuentra un defecto, se inicia un proceso de seguimiento para su futura detección y control. Este monitoreo está a cargo tanto del ingeniero de operaciones de la empresa automotriz, como del ingeniero de operaciones del proveedor, pero es responsabilidad de este último proponer, ejecutar y documentar el seguimiento que le dé su empresa a la anomalía encontrada.

La descarga inicial de este reporte incluye entre otras cosas la fecha de detección del defecto, la fecha en que el proveedor ha ejecutado acciones correctivas, la fecha en que se finalizó el análisis para encontrar la causa raíz del incidente, la propuesta de acciones preventivas y la fecha de finalización del incidente, teniendo para todas las etapas mencionadas un color asignado de estatus.

El reporte final debe incluir los nuevos incidentes para cada proveedor, su estatus y el avance que ha desarrollado éste. Se debe hacer la separación de incidentes por ingeniero de operaciones de la empresa automotriz para que pueda supervisarlos y aprobarlos, operaciones de agregar la cantidad de días que esto tarda, pues el tiempo es también un indicador de desempeño del proveedor mismo y afecta la opinión que tiene la empresa automotriz del proveedor manufacturero.

El trabajo del becario al desarrollar el reporte de anomalías es ayudarles a los ingenieros de operaciones de su equipo de trabajo a visualizar qué incidentes no se han cerrado y cuáles son los proveedores o autopartes que tienen más incidentes, así como su origen.

3.2.3. Reporte de embarques

El reporte de embarques monitorea el incumplimiento logístico que tienen los proveedores hacia las plantas de ensamble de la empresa cuando las autopartes que producen no llegan en tiempo o en número conforme a lo acordado. El trabajo del becario inicia en la recolección de datos de entregas de la cantidad de autopartes recibida contra la cantidad esperada, desarrollando así un reporte por cada planta de ensamble que incluye el nombre del proveedor, las autopartes recibidas, la cantidad de piezas por debajo de la esperada y el ingeniero de operaciones a cargo de monitorear los respectivos contratiempos.

3.3. Elaboración del Manual del becario

Para el diseño del manual se buscó antes conocer de manera integral el proceso general de elaboración de reportes, así como su justificación teórica para cada uno. El proceso para la elaboración del *Manual del becario* es el mostrado en la figura 3.3.

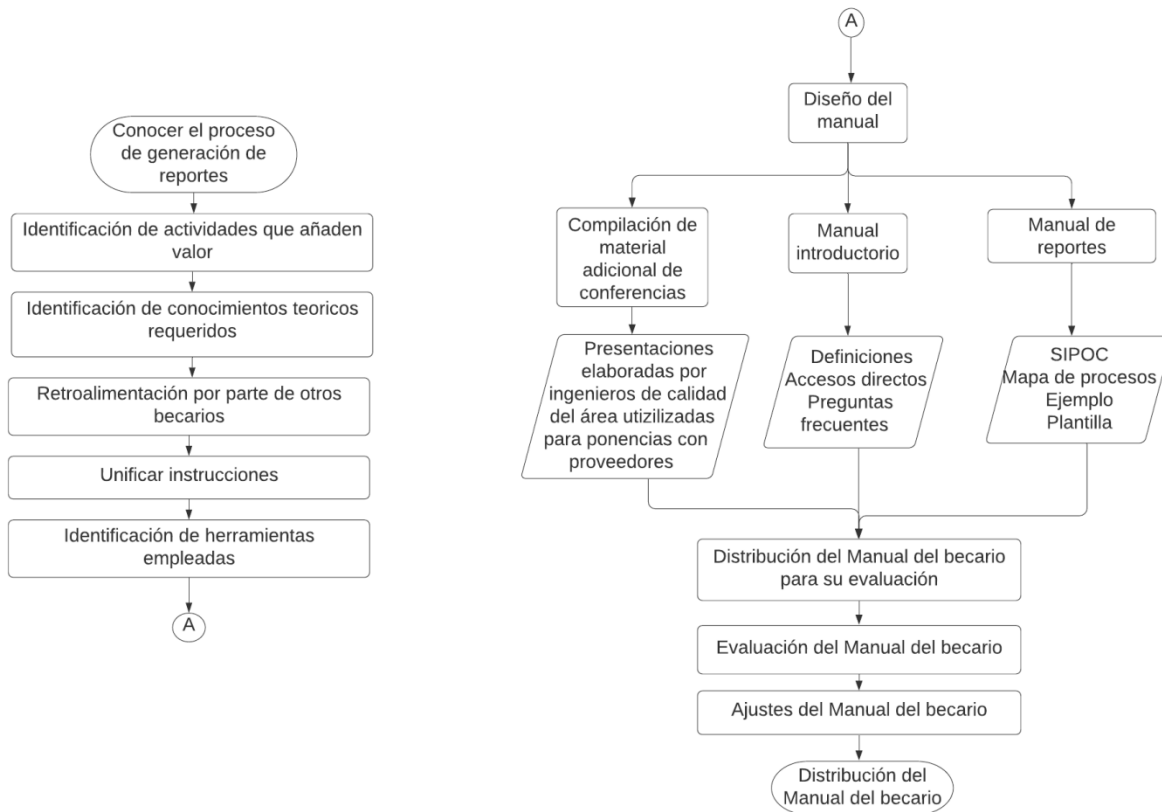


Figura 3.3 Metodología para la elaboración del Manual del becario y su evaluación.
Elaboración propia.

Para la elaboración del *Manual del becario* se entendió, mejoró, estandarizó y validó el proceso de generación de reportes, como lo muestra la figura 3.3. Asimismo, se puede observar que el *Manual del becario* no consta únicamente de instrucciones de ejecución, sino también de material teórico de apoyo y procedimientos. A continuación, se explican a mayor detalle los pasos seguidos para la elaboración del manual.

3.3.1. Conocer el proceso de generación de reportes

El primer paso para la creación del manual de apoyo es conocer de manera integral cuál es el proceso que debe llevarse a cabo para generar los tres tipos de reportes que el becario debe aprender a desarrollar.

Las actividades que le permitirán al becario conocer el proceso son:

- Identificar de qué base de datos se deberá descargar la información para el reporte y los accesos para el ingreso a ésta
- Describir los filtros que se deberán aplicar para la obtención de información
- Establecer el programa donde se deberá desarrollar el reporte
- Definir cuál es el proceso para llevarlo a cabo
- Identificar qué indicadores de desempeño monitorea
- Registrar qué reporte se hace para cada indicador, cada cuándo, con qué herramienta, de quien depende y a quién se dirige el trabajo

Una vez que se recopiló esta información se puede pasar a la siguiente actividad.

3.3.2. Identificación de elementos que añaden valor

Si bien hay algunas equivocaciones del becario que no repercuten en la utilidad del proceso, hay otros elementos que son información vital para los ingenieros de proceso y que son justamente la razón de ser de cada reporte. Estos elementos son los elementos que agregan valor al reporte. La actividad de identificación de los elementos que añaden valor se debe hacer para cada tipo de reporte. De esta forma, el nuevo becario podrá proponer una mejora para los reportes que se le enseñará a ejecutar y podrá reconocer los cambios en el proceso de monitoreo si es que se llega a presentar alguno en la empresa.

A continuación, se enlistan los elementos más importantes a considerar en el desarrollo de cada reporte:

Reporte de aprobaciones

- Hoja exclusiva para cada ingeniero de operaciones
- Identificar el nombre del proveedor
- Facilidad de identificación de tipo de documento a validar
- Destacar la fecha límite para entrega en el sistema

Reporte de anomalías

- Hoja exclusiva para cada ingeniero de operaciones
- Identificación de nombre de proveedor
- Identificación de fechas faltantes de registrar por proveedor
- Días de retraso cuando aplique

Reporte de embarques

- Hoja resumen de estatus de entregas
- Hoja exclusiva para cada planta de ensamble de la empresa
- Facilidad visual para identificar proveedores con problemas
- Uso de gráficos
- Identificación del número de parte

3.3.3. Identificación de conocimientos teóricos requeridos

Para desarrollar los reportes y demás actividades de las que el becario está a cargo, es necesario introducirlo a las funciones y procedimientos del área de *Calidad a proveedores*. Esto le ayudará a que pueda comprender las principales responsabilidades y retos con las que se trabaja.

Aunque se podría desglosar una lista de términos y procedimientos necesarios para entender cada tipo de reporte, sólo se hará la mención de cada concepto, pues entender al área como un todo le permitirá al becario entender su papel dentro del equipo de trabajo.

Algunos términos especializados y/o conceptos que se trabajan dentro del área de *Calidad a proveedores* son los siguientes:

- Internal Balanced Scorecard: se refiere a la evaluación interna que monitorea el desarrollo del trabajo de los ingenieros de operaciones.
- Production Part Approval Process (PPAP): es el procedimiento para aprobar la calidad de un proceso de producción de una autoparte en específico.
- Global Issue Management (GIM): es el sistema web de la empresa automotriz que le permite al ingeniero de operaciones y al ingeniero de calidad del proveedor automotriz darle seguimiento y una solución en conjunto a un problema de calidad detectado en cualquier parte de la cadena de suministro de la autoparte.
- Embarques: se refiere al envío de autopartes por parte del proveedor a la planta ensambladora correspondiente de acuerdo a las cantidades y en fechas acordadas.
- Forever requirement (FR): documenta un cambio cuando el proceso de producción de autopartes del proveedor debe cambiar por alguna circunstancia.
- Change notice (CN): es la solicitud de un cambio en el diseño por parte de la empresa automotriz hacia el proveedor.
- Interim Authorization Approval (IAA): es la autorización eventual para embarque de autopartes cuando no tienen el PPAP aprobado.

3.3.4. Retroalimentación por parte de otros becarios

La retroalimentación por parte de otros becarios acerca del proceso de generación de reportes, se refiere a verificar los indicadores de desempeño que monitorean otros becarios, también de *Calidad a proveedores*, pero que laboran con equipos de trabajo diferentes.

Asimismo, también se debe comparar el proceso de los mismos becarios para llevar a cabo la generación de reportes, cuáles son los elementos que añaden valor a sus reportes y si es que conocen métodos diferentes para acceder a las bases de datos de la empresa. Por último, también se compartió el proceso propio de generación de reportes.

El objetivo de esta etapa es definir cuál es el mejor proceso para desarrollar los reportes, pues algo que podría ser muy sencillo para los becarios con experiencia, podría ser complicado para los nuevos becarios.

3.3.5. Unificar instrucciones

Después de reconocer similitudes y diferencias en los indicadores monitoreados y los procesos para desarrollar los reportes, se deberán identificar buenas prácticas en los procesos compartidos. A pesar de ser pocas, si existieron variaciones; sin embargo, de esta etapa se pudo concluir que lo ideal para el desarrollo del *Manual del becario* era incluir los tres tipos de reportes mencionados anteriormente, reporte de aprobaciones, reporte de anomalías y reporte de embarques.

Posteriormente se estableció un proceso para la generación de cada tipo de reporte, además de diseñar una plantilla en Google Sheets que ayude a generar el reporte de manera más rápida.

3.3.6. Identificación de las herramientas empleadas

Las herramientas empleadas para desarrollar el *Manual del becario* deberán ser de Google suite, de manera específica para el desarrollo de reportes generados se hará en uso de Google Sheets, pues el uso de la plataforma Google Suite es un requerimiento inicial de la empresa.

Para compartir los reportes con el equipo de ingenieros deberá ser vía Google Drive, ya que adjuntar el archivo vía email requeriría la descarga del reporte como un archivo .xlsx y es lo que se desea evitar, pues la empresa no tiene contemplado tener el futuro la paquetería necesaria para abrir documentos con esta extensión.

La herramienta empleada para el mapeo de procesos es Lucidchart, un programa en línea especializado para el diseño, análisis y documentación de procesos. La selección del programa es dejada a la consideración del becario y la elección de Lucidchart se debe a su amplia variedad de plantillas en diferentes tipos de diagramas ingenieriles, su facilidad de uso, no se requiere de su instalación de un programa, ya que se trabaja totalmente en línea y además es una plataforma que permite el trabajo colaborativo dentro de la misma.

3.3.7. Limitaciones encontradas para el becario

- Se encontró que la información descargada desde las bases de datos de la empresa y que es necesaria para que el becario desarrolle los reportes, es actualizada únicamente una vez al día. Esto no permite tener un panorama particular del desempeño ya sea del ingeniero de operaciones o de los proveedores a cierta hora del día, es decir, que todos los avances realizados a lo largo de una jornada, se vería reflejado en el sistema hasta el día siguiente.
- La generación de reportes debe ser en Google sheets, esto es debido a que la empresa atravesará un cambio de licencias de cómputo durante el 2020, dando terminada su adquisición de Microsoft Office, lo que desarrollar los reportes con esta paquetería no es viable pues los trabajadores de la empresa tendrían que buscar otras alternativas para poder abrirlos y de ser necesario editarlos.
- La descarga de datos desde los sistemas de la empresa está limitada a descargar la información en formato xlsx, la extensión que corresponde a un archivo de Microsoft Excel. Antes de pedirle a sus trabajadores que dejen de usar paquetes de Office, los sistemas deben de dejar de exportar en esta extensión.

3.4. Diseño del Manual del becario

Para comenzar la creación del *Manual del becario*, se propuso que el desarrollo del mismo se preparara y almacenara de manera digital. Se separó en dos partes el contenido de este manual. La primera parte consiste de un Manual introductorio que incluiría los conocimientos teóricos propios del área de *Calidad a proveedores* con los que el becario se comunicará a lo largo de su estancia, y la segunda parte corresponde a un Manual de reportes donde se explica de manera detallada cómo generar cada tipo de reporte en la plataforma Google sheets, así como un link de acceso a la plantilla y un ejemplo de cómo queda el reporte final.

3.4.1. Manual introductorio

Se comienza con el análisis de los conceptos incluidos en los reportes, así se concluye que el contenido del Manual introductorio deberá tener la división del contenido en temas. Los apartados del manual teórico o manual introductorio son:

- Definiciones dentro de cada tema

Con el conjunto de conceptos enlistados en el apartado *identificación de conocimientos teóricos requeridos*, se buscó para cada uno una fuente especializada de información, donde se pueda tener explicaciones generales (documentación de procesos si es que existe, material desarrollado por trabajadores del área, entrevistas a supervisores).

- Accesos directos a bases de datos importantes

Es posible que los accesos a algunas bases de datos de la empresa deban ser solicitados al comenzar su estadía en la empresa, por lo que tener una idea clara de qué pedir y a qué área es de mucha ayuda.

- Links que dirigen a sitios web oficiales de la empresa donde se puede consultar más información

Adicional a las bases de datos, también existe contenido de interés en las plataformas o sitios web privados de la empresa, por lo que se hizo un compendio de links y se agregaron en cada apartado de acuerdo al tema que se explicaba en el manual.

- Recopilación de material desarrollado por algunos ingenieros de operaciones

También se compilaron presentaciones que se utilizan para dar cursos de *Calidad a proveedores* dirigidos a proveedores mismos, por lo que en dichas presentaciones incluye información importante y clara acerca de los procedimientos de la empresa. Cabe mencionar que estas presentaciones no se comparten con los proveedores, son de uso interno de la empresa.

3.4.2. Manual de reportes

La división del contenido es para cada uno de los tres tipos de reportes que se le pide desarrollar al becario de *Calidad a proveedores*, es decir, los mismos descritos en el apartado 3.2 *Descripción de reportes*. El contenido del *Manual de reportes* es:

- Mapa de proceso

Es la descripción del proceso para la creación de un reporte específico, desde la copia de la plantilla existente, hasta compartir el reporte generado con el gerente, supervisor e ingenieros de operaciones.

- Ejemplo del reporte

Se agrega un reporte generado en Google Sheets donde se muestra cómo debe quedar el reporte final correspondiente.

- Plantilla para crear el reporte

Diseñada en Google Sheets con la finalidad de que ayude a generar el reporte de manera más rápida.

3.5. Evaluación del Manual del becario

Al concluir el diseño de los manuales y la compilación de material de apoyo, se buscó distribuir el *Manual del becario* con los nuevos becarios y evaluar el mismo con ayuda y retroalimentación de becarios novatos; sin embargo, debido a un recorte realizado por la empresa, en el área de *Calidad a proveedores* se contrataron únicamente dos becarios durante el último periodo de 2020, por lo que se decidió evaluar la eficiencia del *Manual del becario* con un experimento con ayuda de 33 becarios novatos hipotéticos que, aunque no están contratados en la empresa, tienen un perfil típico que corresponde al buscado.

3.5.1. Definición del experimento

Este experimento busca probar que los becarios tienen un mejor y más rápido desempeño desarrollando uno de los reportes requeridos, cuando tienen un manual de soporte auxiliándolos. Se decidió utilizar como referencia de mejora el reporte de anomalías pues este reporte representa para los becarios una dificultad intermedia, tanto en cuanto al desarrollo del reporte mismo, como en cuanto a la facilidad para descargar la información que se requiere para elaborarlo.

Para verificar la hipótesis, se consideró como variable de estudio:

X_1 : tener un manual o no (discreto)

La velocidad del internet con el que cuenten los becarios haciendo home office no será considerada como una variable de estudio, pero sí como una variable de ruido, pues no

es el objetivo buscar la manera de controlar o determinar cuál es la velocidad de internet requerida por el becario para poder cumplir su trabajo.

La variable de salida del experimento es:

Y: tiempo de ejecución del reporte [s] (continuo)

Por las características del estudio, no es posible desarrollar un diseño de experimentos completo, dado que el experimento a ejecutar es unifactorial.

3.5.1.1. *Sujetos*

Los 33 sujetos que participaron en el experimento como becarios novatos hipotéticos, asumieron el rol de becarios, hipotéticamente recién contratados en el área de calidad. Para este experimento se dividieron en dos grupos:

- Sin manual, 16 becarios que desarrollarán un reporte de anomalías con ayuda únicamente de un diagrama de flujo y un ejemplo en imagen de cómo debería quedar el reporte.
- Con manual, 17 becarios que desarrollarían un reporte de anomalías con ayuda de:
 - Manual de procesos
 - Diagrama SIPOC y diagrama de flujo
 - Plantilla creada en Google Sheets para este tipo de reporte

3.5.1.2. *Consideraciones*

- Para elegir a los becarios hipotéticos se buscó que fueran sujetos que estudiaran alguna rama de la ingeniería, pues son los estudiantes de estas carreras los que son buscados para ser parte del equipo de becarios en el área *Calidad a proveedores* de la empresa
- Ningún sujeto repitió el experimento
- Ningún sujeto formó parte de ambos grupos
- Los sujetos podían o no conocer la herramienta Google sheets
- No se buscó que los sujetos estuvieran interesados en el área *Calidad a proveedores* o en la industria automotriz
- La división de los sujetos en los dos grupos fue de manera aleatoria

3.5.2. **Desarrollo del experimento**

Después de confirmar a los 33 sujetos participantes en el experimento, se les explicó de manera escrita en qué consistía su participación y cuáles eran los entregables que debían remitir.

3.5.3. Descripción del experimento

A continuación, se muestra cada documento que se les hizo llegar a los sujetos participantes del experimento dependiendo de si formaban parte del grupo donde simulaban ser becarios con manual o simulaban ser becarios sin manual.

3.5.3.1. Muestra A: grupo con manual

Descripción del caso:

Eres el becario de calidad de una empresa que fabrica audífonos y requieres realizar un reporte que muestre los defectos de calidad que han tenido los proveedores de dicha empresa. Para desarrollar este reporte necesitas bajar datos históricos del sistema de la empresa y consultar el manual para realizar reportes.

Objetivo:

Tomar el tiempo que tardas en realizar un reporte de defectos de calidad en Google sheets siguiendo las instrucciones dadas en un diagrama de flujo y utilizando la plantilla "reporte defectos_alumnos" compartida con Google sheets. No descargues esta plantilla, *no funcionará en Excel*. Por favor, crea una copia de dicha plantilla para tu uso personal (la plantilla no tiene permisos de edición).

Descripción de la tarea:

- Leer detenidamente el Manual para generación de reportes de defectos de calidad adjuntado.
- Comenzar la toma de tiempos a partir de la descarga de información (documento "Defectos de calidad del área C_2") y continuar con el desarrollo del reporte en Google Sheets
- Capturar los tiempos empleados en la siguiente tabla:

	Actividad	Tiempo [s]
1	Descargar la información	
2	Copiar y Pegarla en una hoja de Google sheets	
3	Revisar formatos y/o gráficos correspondientes	
4	Compartir el documento	
	Tiempo total	
	Comentarios:	

- Compartir el documento del reporte generado y la tabla de tiempos vía Google drive al responsable

Para realizar esta tarea, se cuenta con:

- Hoja de datos de defectos "Defectos de calidad del área C_2"

- Manual para generación de reportes de defectos de calidad
- Plantilla “reporte defectos_alumnos” en Google sheets

Entregables:

- Documento en Google sheets donde se visualice el reporte con 11 pestañas (datos descargados y pestañas por “SOE”)
- Tabla con captura de tiempos en [s].

3.5.3.2. *Muestra B: grupo sin manual*

Descripción del caso:

Eres el becario de calidad de una empresa que fabrica audífonos y requieres realizar un reporte que muestre los defectos de calidad que han tenido los proveedores de dicha empresa. Para desarrollar este reporte necesitas bajar datos históricos del sistema de la empresa.

Objetivo:

Tomar el tiempo que tardas en realizar un reporte de defectos de calidad en Google sheets siguiendo las instrucciones dadas en un diagrama de flujo.

Descripción de la tarea:

- Leer detenidamente las instrucciones dadas en el diagrama de flujo
- Comenzar la toma de tiempos a partir de la descarga de información (documento “Defectos de calidad del área C”) y continuar con el desarrollo del reporte en Google Sheets
- La actividad 4 “Filtrar, crear y copiar ...” se repite 10 veces, capturar en la tabla sólo el mayor tiempo empleado (por ejemplo, si de las 10 veces me tardé más la segunda vez que lo hice, entonces capturar únicamente los segundos de la segunda vez)
- Capturar los tiempos empleados en la siguiente tabla:

	Actividad	Tiempo [s]
1	Descargar la información	
2	Copiar y pegarla en una hoja de Google sheets	
3	Hacer formatos y/o gráficos correspondientes	
4	Filtrar en la hoja original el contenido de un “SOE”	
	Crear una pestaña en sheets para ese ingeniero y llamarla “SOE #x”	

	Copiar información correspondiente y pegarla en la pestaña creada	
5	Compartir el documento	
	Tiempo total	
	Comentarios:	

- Compartir el documento del reporte generado y la tabla de tiempos vía Google drive al responsable

Para realizar esta tarea, se cuenta con:

- Hoja de datos de defectos “Defectos de calidad del área C” en formato .xlsx
- Flujo de proceso para generar el reporte de la hoja de datos
- Imagen como ejemplo del reporte final

Entregables:

- Documento en Google sheets donde se visualice el reporte con 11 pestañas (datos descargados y pestañas por “SOE”)
- Tabla con captura de tiempos en [s]

Posteriormente se les brindó a los sujetos un tiempo de una semana para compartir vía Google drive los entregables solicitados, que son el reporte generado y el registro de los tiempos de ejecución.

3.5.4. Metodología para el análisis de datos

Para determinar si efectivamente el manual fue de ayuda para los hipotéticos nuevos becarios del área a ejecutar el reporte de una manera más eficiente, se desarrollará una prueba de hipótesis comparando las medias de tiempo en segundos que les tomó a ambas muestras del experimento generar el reporte.

El procedimiento a llevarla a cabo es el siguiente:

1. Planteamiento de la prueba de hipótesis
2. Prueba de normalidad
3. Prueba de igualdad de varianzas
4. Prueba de hipótesis
5. Decisión

6. Conclusión

3.5.4.1. Planteamiento de la prueba de hipótesis

La variable de salida que se mide es el tiempo de ejecución del reporte en segundos, por lo que se desarrollará una prueba de medias de dos muestras independientes.

Considerando a la

- Muestra A como el grupo que tienen el manual de ayuda y
- Muestra B como el grupo que no tiene manual

La hipótesis planteada es:

$H_0: \mu_A \leq \mu_B$ La media del grupo con manual es menor a la media del grupo sin manual.

$H_a: \mu_A > \mu_B$ La media del grupo con manual es mayor a la media del grupo sin manual.

El nivel de significancia utilizado es de $\alpha = 5\%$

3.5.4.2. Prueba de normalidad de datos

La prueba de normalidad de datos siempre es necesaria realizarla antes de desarrollar una prueba de hipótesis, pues es de ayuda al elegir la prueba de hipótesis que mejor conviene para los datos. En este caso se utilizará la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS), donde las hipótesis a contrastar son:

H_0 : Los datos analizados siguen una distribución normal.

H_a : Los datos analizados no siguen una distribución normal.

El estadístico de contraste es:

$$D = \sup_{1 \leq i \leq n} \left| \hat{F}_n(x_i) - F_0(x_i) \right|$$

donde:

- x_i es el i -ésimo valor observado en la muestra (cuyos valores se han ordenado previamente de menor a mayor)
- $\hat{F}_n(x_i)$ Es un estimador de la probabilidad de observar valores menores o iguales que x_i .
- $F_0(x_i)$ es la probabilidad de observar valores menores o iguales que x_i cuando H_0 es cierta.

El cálculo del estadístico D se calculan D+ y D-, siendo D el *valor máximo* entre dichos valores.

$$D^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ \frac{i}{n} - F_0(x_i) \right\} ;$$

$$D^- = \max_{1 \leq i \leq n} \left\{ F_0(x_i) - \frac{i-1}{n} \right\}$$

Para el cálculo del estadístico D_α , se usa la expresión:

$$D_\alpha = \frac{C_\alpha}{k(n)}$$

donde

- C_α es un valor determinado para la distribución que se desea probar el ajuste, en este caso la distribución normal.
- $K(n)$ es un valor a calcular que también depende de la distribución deseada

Para tomar la decisión, se considerará:

- Si $D \leq D_\alpha \Rightarrow$ Aceptar H_0 , los datos siguen una distribución normal
- Si $D > D_\alpha \Rightarrow$ Rechazar H_0 , los datos no siguen una distribución normal

3.5.4.3. Prueba de igualdad de varianzas

Para la selección del tipo de prueba de hipótesis se deberá previamente hacer una prueba de igualdad de varianzas. Las consideraciones a tomar en cuenta son que se tienen dos muestras de datos normales e independientes, donde el tamaño de muestra no es el mismo. Se usará la prueba Levene para determinar si se puede asumir la igualdad en las varianzas, la prueba de Levene ofrece una alternativa robusta pues es poco sensible a la desviación de la normalidad. Eso significa que será menos probable que rechace una verdadera hipótesis de igualdad de varianzas sólo porque las distribuciones de las poblaciones muestreadas no son normales (Correa, 2006).

El procedimiento a desarrollar para esta prueba es:

1. Determinar la media de cada muestra
2. Calcular los datos previos necesarios para calcular el estadístico de contraste
3. Calcular valor de contraste W
4. Calcular el valor crítico
5. Decisión

El estadístico de contraste es:

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2}$$

Para determinar el valor crítico se tomará en cuenta:

- α : el valor de significancia determinado por el experimentador
- k : la cantidad de muestras involucradas en la prueba
- N : el tamaño de la población

Para tomar la decisión, se considerará:

- Si $W \leq F_{\alpha, k-1, N-k} \Rightarrow$ Aceptar H_0 , las varianzas de las muestras son iguales
- Si $W > F_{\alpha, k-1, N-k} \Rightarrow$ Rechazar H_0 , las varianzas de las muestras no son iguales

3.5.4.4. Prueba de hipótesis

Para elegir la prueba de hipótesis adecuada para los datos del experimento se debe considerar los resultados obtenidos en la prueba de normalidad y la prueba de igualdad de varianzas. La prueba paramétrica que tiene el supuesto de normalidad y que puede comparar dos medias independientes es la prueba t.

Para la prueba t, el estadístico de contraste es:

$$T = \frac{(y_1 - y_2) - 0}{\hat{\sigma}_{y_1 - y_2}};$$

Donde $\hat{\sigma}_{y_1 - y_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\hat{\sigma}_1^2 + (n_2 - 1)\hat{\sigma}_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$

- Y_1 y Y_2 : medias de las muestras 1 y 2
- $\hat{\sigma}_1^2$ y $\hat{\sigma}_2^2$: varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2
- n_1 y n_2 : tamaño de las muestras 1 y 2

Para buscar el valor crítico se considera:

- α : el valor de significancia determinado por el experimentador
- ν : grados de libertad $\nu = n_1 + n_2 - 2$

Para tomar la decisión, se considerará:

- Si $T \leq t_{1-\alpha/2, \nu} \Rightarrow$ Aceptar H_0
- Si $T > t_{1-\alpha/2, \nu} \Rightarrow$ Rechazar H_0

Habiendo ejecutado el experimento y tomado datos de los tiempos de ejecución de los becarios hipotéticos, se procederá describir los resultados obtenidos para su posterior análisis.

Capítulo IV Resultados

Cada uno de los 33 sujetos o becarios hipotéticos desarrolló el experimento desde su casa, con su propio equipo de cómputo. Cabe mencionar que los resultados compartidos por los sujetos no únicamente consistían en la tabla de tiempos llenada por ellos mismos, sino también con la entrega del reporte desarrollado para su posterior análisis y evaluación de la ayuda del manual.

Cuando se obtuvieron los 33 reportes desarrollados con su respectiva tabla de tiempos se procedió con la recopilación de resultados separándolos según el caso que hubieran desarrollado (con o sin manual de apoyo).

Para los resultados del experimento y el posterior análisis de datos se tomará en cuenta como variable de salida al tiempo de ejecución del reporte, capturado en segundos. A partir de este capítulo se considerará como

- Muestra A al grupo de alumnos que tiene el manual de ayuda y
- Muestra B al grupo de alumnos que no tiene manual

4.1 Resultados del experimento

Los resultados de los tiempos de ejecución del reporte de anomalías para cada muestra se muestran en las tablas 4.1 y 4.2. donde, además, se incluye la distribución de los tiempos de ejecución totales en las tareas que cada grupo debía realizar dependiendo en el grupo en que se encontrara (grupo con o sin manual).

4.1.1 Muestra A: grupo con manual

El grupo con manual contaba con 17 sujetos y debían realizar tres actividades antes de compartir el documento y la tabla de tiempos. Una diferencia entre ambos grupos, incluida en el *Manual del becario*, es que el grupo con manual contaba también con una plantilla desarrollada en Google sheets para desarrollar los gráficos y formatos necesarios.

De este modo, el grupo de sujetos con manual debía ejecutar su reporte de anomalías descargando la información de un documento base, trasladar esa información a la plantilla mencionada, revisar varios formatos y gráficos que la plantilla genera y cuando concluyeran que todo estaba correcto y en orden, compartir el documento, es decir, el reporte. El manual no incluía qué hacer en caso de que la plantilla no funcionara bien; sin embargo, ningún sujeto informó de tener algún problema con la misma.

Tabla 4.1 Resultados de tiempos de ejecución del manual del de la muestra A en segundos

Actividad/ Becarios	Descargar la información	Trasladar a Google Sheets	Revisar formatos	Compartir el documento	Tiempo total [s]
Sujeto 1	9.35	58.81	122.83	13.92	204.91
Sujeto 2	21	515	33	261	830
Sujeto 3	5.93	64.67	21.57	26.36	118.53
Sujeto 4	13.62	24.14	58.5	14.09	110.35
Sujeto 5	60	120	180	60	420
Sujeto 6	25	30	120	15	190
Sujeto 7	7.96	11.59	68.64	35.24	123.43
Sujeto 8	41	157	110	21	329
Sujeto 9	12	60	38	10	120
Sujeto 10	5.12	24.36	3.16	5.32	37.96
Sujeto 11	36	145	123	67	371
Sujeto 12	24	161	84	100	369
Sujeto 13	32.8	52.56	82.25	55.17	222.78
Sujeto 14	25.37	195.73	63.95	134.95	420
Sujeto 15	72	30	350	420	872
Sujeto 16	94	76	254	36	460
Sujeto 17	10	50	100	30	190

4.1.2 Muestra B: grupo sin manual

El grupo sin manual contaba con 16 sujetos y debía llevar a cabo cuatro actividades diferentes antes de compartir el documento; sin embargo, la cuarta actividad debía repetirse diez veces, pues el reporte debe dividir la información de acuerdo con el ingeniero de operaciones a quien correspondía. Así, por ejemplo, si hay diez ingenieros en el equipo, se deben realizar diez pestañas en el documento y a todas aplicarles el formato correspondiente. Este grupo no cuenta con manual ni plantilla.

Tabla 4.2 Resultados de tiempos de ejecución del manual del grupo sin manual en segundos

Actividad/ Becarios	Descargar la información	Trasladar a Google Sheets	Formatos	División de datos por ingeniero	Compartir el documento	Tiempo total [s]
Sujeto 1	15.45	26.68	52.04	95	173	189.17
Sujeto 2	6.87	15.25	472.63	363	33.5	857.75
Sujeto 3	3.89	43.66	1117.53	27.7	20.23	1192.78
Sujeto 4	34	7	720	900	180	1661
Sujeto 5	31.92	19.54	260.77	113	155.63	425.23
Sujeto 6	21	60	946	28	60	1055
Sujeto 7	20	35	1130	30	5	1215
Sujeto 8	17	16	660	1046	10	1739
Sujeto 9	42	46	1113	130	107	1331
Sujeto 10	20.16	33.76	540.5	50.35	40.5	644.77
Sujeto 11	20.16	42.36	64.68	612.43	210.25	739.63
Sujeto 12	28	19	651	44	35	742
Sujeto 13	39.12	26.28	378.1	21	77.39	47.28
Sujeto 14	12.96	26.74	510	75	5.06	624.7
Sujeto 15	7.13	10.08	571.5	42.77	102.16	631.48
Sujeto 16	14.68	80.46	2134.2	972	180	3201.34

4.1.3 Resumen estadístico

Después de la captura de datos, se procede a realizar la revisión de los parámetros estadísticos, la cual ayuda a tener una primera idea de las diferencias o similitudes entre ambas muestras. Para las muestras A y B, el resumen se muestra en la tabla 4.3.

Los datos estadísticos para cada muestra se obtuvieron del programa Microsoft Excel, con la opción de *Estadística descriptiva* desde el menú *Análisis de datos*.

Tabla 4.3 Resultados descriptivos de los grupos con manual y sin manual

<i>Muestra A: grupo con manual</i>		<i>Muestra B: grupo sin manual</i>	
Media	317.00	Media	1132.59
Error típico	57.80	Error típico	183.81
Mediana	222.78	Mediana	920.57
Moda	190.00	Moda	-
Desviación estándar	238.30	Desviación estándar	735.26
Varianza de la muestra	56785.05	Varianza de la muestra	540602.74
Curtosis	1.37	Curtosis	5.39
Coefficiente de asimetría	1.32	Coefficiente de asimetría	2.08
Rango	834.04	Rango	3019.17
Mínimo	37.96	Mínimo	362.17
Máximo	872.00	Máximo	3381.34
Suma	5388.96	Suma	18121.37
Cuenta	17.00	Cuenta	16.00

Se puede observar que la media de la muestra A es mucho menor que la mediana de la muestra B. Por otro lado, llama la atención el valor de la curtosis, ya que una muestra presenta un valor muy bajo y la otra muestra un valor muy alto si se toma como el valor igual a tres como el ideal, más adelante se llevará a cabo una prueba de normalidad para ambas pruebas de datos. Adicionalmente, se observa que se tiene, una mayor desviación en los datos de la muestra B, así como también un valor mayor en el coeficiente de asimetría en la misma muestra.

Asimismo, se observa que el valor de la mediana de la muestra A, con manual, es de 222.78 segundos, lo que equivale a 3.71 minutos, mientras que el valor mínimo de la muestra B, sin manual, es de 920.57 segundos o 15.34 minutos.

4.1.4 Análisis gráfico

El análisis gráfico de los tiempos registrados puede aportar una idea visual de los resultados del experimento, por lo que se procedió a desarrollar un gráfico de caja y bigote para ambas muestras (figura 4.1).

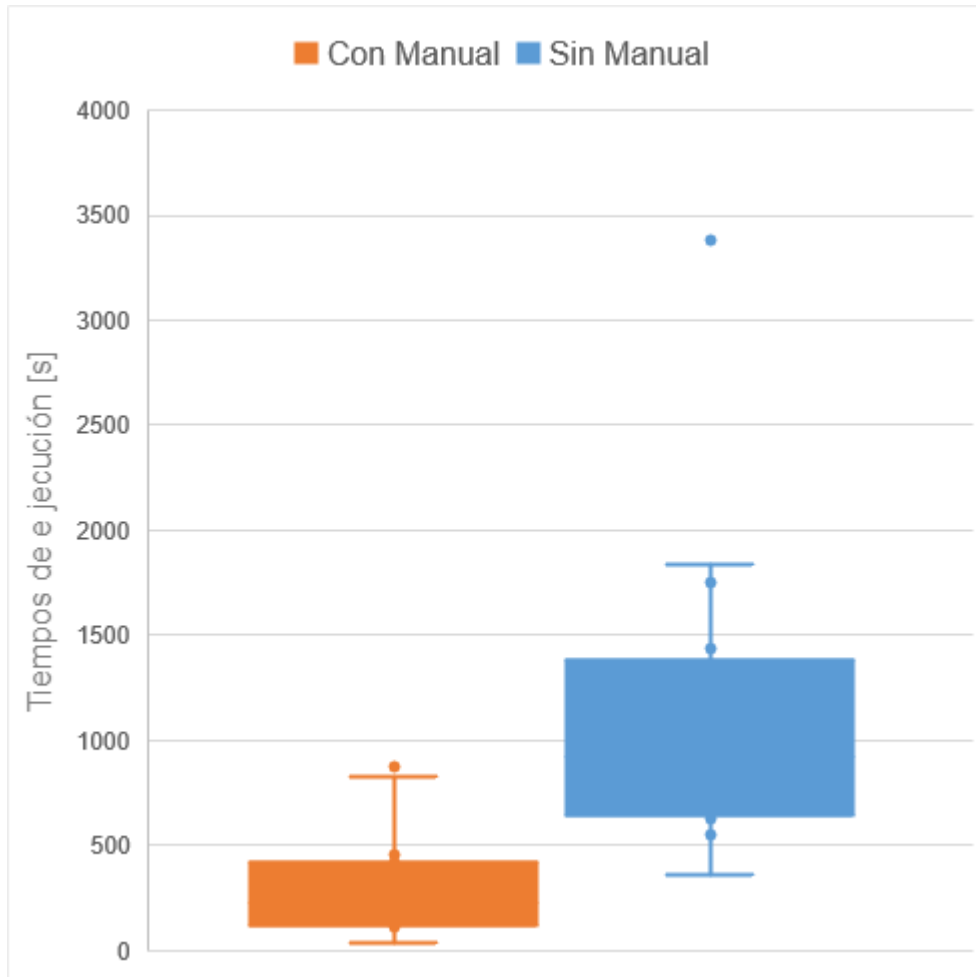


Figura 4.1 Diagrama de caja y bigote de los resultados de tiempo de ejecución.

En la figura 4.1 se muestran los diagramas de caja y bigote de los resultados de tiempos de ambas muestras, donde se muestra más notorio el contraste en ambas muestras del rango de datos, la longitud del intervalo que abarcan y la diferencia entre los valores centrales en ambas muestras. El diagrama también hace notar un valor atípico para la muestra B, el grupo que no tiene manual (3381 segundos).

4.2 Evaluación del experimento

Para evaluar la calidad del reporte generado en ambos grupos, con manual y sin manual, se determinó una calificación basada en la escala Likert para cada caso de estudio. Las descripciones de la evaluación utilizada para cada grupo se describen en los siguientes apartados.

4.2.1 Muestra A: grupo con manual

La escala de evaluación para el grupo con manual se muestra en la figura 4.5; contiene 5 rubros a calificar con diferente ponderación. La suma de puntos en estos rubros dará un puntaje máximo de 11.

Tabla 4.5 Escala Likert para evaluar a los reportes del grupo con manual

Actividad	Rúbrica	Puntaje máximo
1. Realizar la copia de la plantilla correctamente	Sí: 5 puntos; no: 0 puntos	5
2. Pegar correctamente la información	Sí: 1 punto; no: 0 puntos	1
3. La primera pestaña del reporte "raw data" tiene los formatos correctos	Sí: 1 punto; no: 0 puntos	1
4. Los formatos y/o gráficos correspondientes se ejecutaron en todas las pestañas	Sí en todas las pestañas: 2 puntos Sí, sólo en la pestaña resumen: 1 punto No, en ninguna pestaña: 0 puntos	2
5. Uniformidad en el reporte	Sí, en las 10 pestañas de SOEs es uniforme: 5 puntos No, sólo es uniforme en 5 pestañas de SOEs: 2.5 puntos No, no es uniforme en ninguna pestaña de SOEs o dichas pestañas no existen: 0 puntos	1
6. Nombrar correctamente el reporte	Sí: 1 punto; no: 0 puntos	1
TOTAL		11

Los resultados, obtenidos de la evaluación de los 17 reportes del grupo A, se concentran en la tabla 4.6, teniendo un mínimo de 2 puntos y un máximo de 11, con una mediana de 11.

Tabla 4.6 Resultados de la evaluación de reportes del grupo con manual

	Realizar la copia de la plantilla	Pegar la información	Raw data	Formatos	Uniformidad	Nombre	Puntaje obtenido
Sujeto 1	0	1	0	0	0	1	2
Sujeto 2	5	0	1	2	0.8	1	9.8
Sujeto 3	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 4	0	1	0	0	0	1	2
Sujeto 5	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 6	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 7	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 8	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 9	0	1	0	2	0	1	4
Sujeto 10	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 11	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 12	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 13	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 14	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 15	5	1	1	2	1	0	10
Sujeto 16	5	1	1	2	1	1	11
Sujeto 17	5	1	1	2	1	0	10

4.2.2 Muestra B: grupo sin manual

La escala de evaluación para el grupo sin manual se muestra en la figura 4.7; contiene 6 rubros a calificar con diferente ponderación. La suma de puntos en estos rubros también dará un puntaje máximo de 11.

Tabla 4.7 Escala Likert para evaluar a los reportes del grupo sin manual

Actividad	Rúbrica	Puntaje máximo
1. Hacer uso del formato condicional	Sí: 1 punto; no: 0 puntos	1
2. Ordenar alfabéticamente proveedores	Sí: 1 punto; no: 0 puntos	1
3. Agregar color para fechas faltantes (2 columnas)	Sí en dos columnas: 2 puntos Sí en una columna: 1 punto No, en ninguna columna: 0 puntos	2
4. Eliminar cancelados	Sí: 1 punto; no: 0 puntos	1
5. Tener uniformidad con las pestañas SOEs	Sí, en las 10 pestañas de SOEs es uniforme: 5 puntos No, sólo es uniforme en 5 pestañas de SOEs: 2.5 puntos No, no es uniforme en ninguna pestaña de SOEs o dichas pestañas no existen: 0 puntos	5
6. Nombrar correctamente el reporte	Sí: 1 punto; no: 0 puntos	1
TOTAL		11

Los resultados, obtenidos de la evaluación de los 16 reportes del grupo B, se concentran en la tabla 4.8, teniendo un mínimo de 2 puntos y un máximo de 11, pero con una mediana de 9.5.

Tabla 4.8 Resultados de la evaluación de reportes del grupo sin manual

	Realizar la copia de la plantilla	Pegar la información	Raw data	Formatos	Uniformidad	Nombre	Puntaje obtenido
Sujeto 1	0	1	0	0	1	0	2
Sujeto 2	1	0	2	1	5	0	9
Sujeto 3	1	1	0.5	1	3.5	0	7
Sujeto 4	1	1	0.5	1	3.5	1	8
Sujeto 5	1	1	1	1	4	1	9
Sujeto 6	1	1	2	1	5	1	11
Sujeto 7	1	1	2	1	5	1	11
Sujeto 8	1	0.8	2	0	4	0	7.8
Sujeto 9	1	1	2	1	4	1	10
Sujeto 10	0	1	2	1	4	1	9
Sujeto 11	0	1	0	1	0.2	1	3.2
Sujeto 12	1	1	2	1	5	0	10
Sujeto 13	1	1	2	1	5	1	11
Sujeto 14	1	1	1.5	1	4.5	1	10
Sujeto 15	1	1	2	1	5	1	11
Sujeto 16	1	1	2	0	5	1	10

Analizando en las tablas 4.6 y 4.8 el puntaje obtenido (última columna), se puede observar que la evaluación del grupo con manual aparentemente tuvo un mejor desempeño que el grupo sin manual. Además, se puede afirmar que el grupo sin manual tiene puntajes variables pero el grupo con manual tiene sólo puntajes extremos, por lo que se procedió a revisar con mayor detenimiento el manual elaborado por los bajos puntajes, para categorizar los errores y realizar modificaciones en el manual de instrucciones que les permitan a los becarios evitar los errores que los becarios hipotéticos con puntajes más bajos cometieron.

Para el caso de los reportes con puntajes intermedios se concluyó que las carencias encontradas se podían modificar, por lo que no sería necesario rehacer el reporte desde cero. El tiempo estimado para hacer las correcciones necesarias depende de cada becario y su habilidad en la plataforma Google Sheets, pero se estima que no sería mayor a la media de tiempo de ejecución del reporte que es 317 y 1133 segundos respectivamente para el grupo con y sin manual.

4.3 Análisis de datos

Para determinar si efectivamente el manual le ayudó a los hipotéticos nuevos becarios del área a ejecutar el reporte de una manera más eficiente, se desarrolló una prueba de hipótesis comparando las medias del tiempo en segundos que les tomó a ambas muestras del experimento generar el reporte.

4.3.1 Planteamiento de la prueba de hipótesis

La variable de salida que se mide es el tiempo de ejecución del reporte en segundos, por lo que se desarrollará una prueba de medias de dos muestras independientes.

Considerando a la

- Muestra A como el grupo que tienen el manual de ayuda y
- Muestra B como el grupo que no tiene manual

La hipótesis planteada es:

$H_0: \mu_A \leq \mu_B$ La media del grupo con manual es menor a la media del grupo sin manual.

$H_a: \mu_A > \mu_B$ La media del grupo con manual es mayor a la media del grupo sin manual.

El nivel de significancia utilizado es de $\alpha = 5\%$

4.3.2 Prueba de normalidad de datos KS

Para esta prueba se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS), donde las hipótesis a contrastar son:

H_0 : Los datos analizados siguen una distribución normal.

H_a : Los datos analizados no siguen una distribución normal.

4.3.2.1 Muestra A: grupo con manual

La tabla 4.9 muestra el desarrollo de la prueba de normalidad KS para los becarios hipotéticos que elaboraron el reporte con el manual.

Tabla 4.9 Desarrollo de la prueba de normalidad KS para el grupo con manual

i	xi	pi	zi	Fo	D+	D-
1	37.96	0.0588	-1.171	0.1208	-0.062	0.1208
2	110.35	0.1176	-0.8672	0.1929	-0.0753	0.1341
3	118.53	0.1765	-0.8329	0.2025	-0.026	0.0848
4	120	0.2353	-0.8267	0.2042	0.0311	0.0277
5	123.43	0.2941	-0.8123	0.2083	0.0858	-0.027
6	190	0.3529	-0.5329	0.297	0.0559	0.0029
7	190	0.4118	-0.5329	0.297	0.1147	-0.0559
8	204.91	0.4706	-0.4704	0.319	0.1515	-0.0927
9	222.78	0.5294	-0.3954	0.3463	0.1831	-0.1243
10	329	0.5882	0.0504	0.5201	0.0682	-0.0093
11	369	0.6471	0.2182	0.5864	0.0607	-0.0019
12	371	0.7059	0.2266	0.5896	0.1162	-0.0574
13	420	0.7647	0.4322	0.6672	0.0975	-0.0387
14	420	0.8235	0.4322	0.6672	0.1563	-0.0975
15	460	0.8824	0.6001	0.7258	0.1566	-0.0977
16	830	0.9412	2.1528	0.9843	-0.0432	0.102
17	872	1	2.329	0.9901	0.0099	0.0489

El valor de $D = \max \{D^+, D^-\}$ obtenido en los datos es $D = 0.183130$, indicado en la tabla 4.9 con color amarillo.

Para $\alpha = 0.05$, $C_\alpha = 0.895$

Dado $n = 17$ se calcula $k(n) = \sqrt{n} - 0.01 + \frac{0.085}{\sqrt{n}}$, por lo tanto, $k(n) = 4.3192$

Teniendo como resultado $D_\alpha = 0.207211$

- Decisión

Se puede observar que $0.18313 \leq 0.207211$ por lo que $D \leq D_\alpha$ se cumple, entonces H_0 se acepta.

- Conclusión

Se concluye que no hay evidencia estadística para suponer que los datos de la muestra A no siguen una distribución normal.

4.3.2.2 Muestra B: grupo sin manual

El desarrollo de la prueba KS para los becarios hipotéticos que hicieron el reporte sin manual es mostrado en la tabla 4.10.

Tabla 4.10 Desarrollo de la prueba de normalidad KS para el grupo sin manual

i	Xi	Pi	Zi	Fo	D+	D-
1	362.17	0.0625	-1.0478	0.1474	-0.0849	0.1474
2	554.19	0.125	-0.7867	0.2157	-0.0907	0.1532
3	580.86	0.1875	-0.7504	0.2265	-0.039	0.1015
4	629.76	0.25	-0.6839	0.247	0.003	0.0595
5	685.27	0.3125	-0.6084	0.2715	0.041	0.0215
6	733.64	0.375	-0.5426	0.2937	0.0813	-0.0188
7	777	0.4375	-0.4836	0.3143	0.1232	-0.0607
8	891.25	0.5	-0.3282	0.3714	0.1286	-0.0661
9	949.88	0.5625	-0.2485	0.4019	0.1606	-0.0981
10	1115	0.625	-0.0239	0.4905	0.1345	-0.072
11	1213.01	0.6875	0.1094	0.5436	0.1439	-0.0814
12	1220	0.75	0.1189	0.5473	0.2027	-0.1402
13	1438	0.8125	0.4154	0.6611	0.1514	-0.0889
14	1749	0.875	0.8384	0.7991	0.0759	-0.0134
15	1841	0.9375	0.9635	0.8323	0.1052	-0.0427
16	3381.34	1	3.0585	0.9989	0.0011	0.0614

El valor de $D = \max \{D^+, D^-\}$ obtenido en los datos es $D = 0.202668$, indicado en la tabla 4.10 con color amarillo.

Para $\alpha = 0.05$, $C_\alpha = 0.895$

$$k(n) = \sqrt{n} - 0.01 + \frac{0.085}{\sqrt{n}}, \text{ dado } n = 16, k(n) = 4.2025$$

$$D_\alpha = 0.212968$$

- Decisión

Se observa que $0.202668 < 0.212968$, por lo que se cumple que $D \leq D_\alpha$. Por lo tanto, se acepta H_0 y se concluye que no hay evidencia estadística para suponer los datos de la muestra B, grupo de alumnos sin manual, no siguen una distribución normal.

- Conclusión

Para ambas muestras de datos, no hay evidencia estadística que rechace la hipótesis nula.

4.3.3 Prueba de igualdad de varianzas

Para la prueba de igualdad de varianzas de llevará a cabo la prueba de Levene, pues como se mencionó anteriormente, ofrece una alternativa robusta pues es poco sensible a la desviación de la normalidad. El desarrollo de la prueba es:

- Determinar la media de cada muestra:

$$n_A = 17 \quad \bar{x}_A = 316.997647 \text{ s}$$

$$n_B = 16 \quad \bar{x}_B = 1132.58563 \text{ s}$$

$$k = 2, N = 33$$

- Calcular los datos previos para el estadístico de contraste.

i	X_{iA}	$Z_{ijA} = x_{iA} - \bar{x}_A $
1	37.96	279
2	110.35	206.6
3	118.53	198.5
4	120	197
5	123.43	193.6
6	190	127
7	204.91	112.1
8	222.78	94.2
9	329	12
10	369	52
11	371	54
12	420	103
13	420	103
14	460	143
15	830	513
16	872	555
17	190	942.6

	X_{iB}	$Z_{ijB} = x_{iB} - \bar{x}_B $
	362.17	770.4
	554.19	578.4
	580.86	551.7
	629.76	502.8
	685.27	447.3
	733.64	398.9
	777	355.6
	891.25	241.3
	949.88	182.7
	1115	17.6
	1213.01	80.4
	1220	87.4
	1438	305.4
	1749	616.4
	1841	708.4
	3381.34	2248.8

- Determinar la media de las diferencias encontradas en el paso 2 para cada muestra, así como el promedio de estas medias.

Promedio de Z_{ij}

Para la muestra A:	180.6
Para la muestra B:	505.9
Promedio de $Z_{ij}(\bar{Z})$	343.2

- Multiplicar el cuadrado de la diferencia entre los valores calculados del paso tres, el promedio de estos valores y el tamaño de la respectiva muestra. Posteriormente, sumarlo.

$n_i (Z_i - \bar{Z})$	resultado
$17 \times (180.6 - 343.2)^2$	449636.0748
$16 \times (505.9 - 343.2)^2$	423186.8939
$\sum_{i=1}^k n_i (Z_i - \bar{Z})^2$	872822.9687

- Calcular la diferencia $(Z_{ij} - \bar{Z})$ y elevarla al cuadrado. Posteriormente, sumarlo.

Z_{ijA}	$(Z_{ijA} - \bar{Z})^2$
279.037647	9691.850632
206.647647	678.9775247
198.467647	319.5941789
196.997647	269.1961192
193.567647	168.4076466
126.997647	2872.188514
112.087647	4692.633995
94.217647	7460.261068
12.002353	28421.94639
52.002353	16534.89864
54.002353	16024.54626
103.002353	6019.912769
103.002353	6019.912769
143.002353	1412.865023
513.002353	110497.6734
555.002353	140184.2732
126.997647	2872.188514

Z_{ijB}	$(Z_{ijB} - \bar{Z})^2$
770.41563	69992.57431
578.39563	5262.210827
551.72563	2104.157586
502.82563	9.174250355
447.31563	3426.803106
398.94563	11429.51343
355.58563	22580.74306
241.33563	69970.24978
182.70563	104425.2132
17.58563	238406.5211
80.42437	180990.8232
87.41437	175092.1696
305.41437	40176.25874
616.41437	12223.47767
708.41437	41030.48777
2248.75437	3037699.844

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{Z}_{ij} - Z_i)^2 = 4368961.548$$

- Calcular el valor W

$$W = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2}$$

$$W = \frac{(33 - 2) (872822.9687)}{(2 - 1)(4368961.548)}$$

$$W = 6.193122035$$

- Determinar el valor crítico

Considerando el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y los valores para $k = 2$ y $N = 33$, el valor F de tablas es $F_{0.05,1,31} = 0.01840$.

- Decisión

Se observa que $6.19312 > 0.01840$, por lo que $W \leq F_{\alpha, k-1, N-k}$ no se cumple.

- Conclusión

La hipótesis nula se rechaza. Por lo tanto, las varianzas de las dos muestras de datos no son iguales.

4.3.4 Prueba de hipótesis

Para elegir la prueba de hipótesis adecuada para los datos del experimento se debe considerar los resultados obtenidos anteriormente, es decir, ambas muestras de datos se pueden considerar como provenientes de una distribución normal y las varianzas no son iguales.

La prueba paramétrica que puede comparar dos medias independientes y que conlleva el supuesto de normalidad de datos es la prueba t.

Recordando las hipótesis planteadas:

$H_0: \mu_A \leq \mu_B$	La media del grupo con manual es menor a la media del grupo sin manual.
$H_a: \mu_A > \mu_B$	La media del grupo con manual es mayor a la media del grupo sin manual.

- Calcular el estadístico de prueba T

$$T = \frac{(y_1 - y_2) - 0}{\hat{s}_{y_1 - y_2}};$$

Donde:

$$Y_1 = 316.9976471$$

$$Y_2 = 1132.585625$$

$$Y_2 = 316.9976471$$

$$\hat{S}_1^2 = 3224541948$$

$$\hat{S}_2^2 = 292251326099$$

$$n_1 = 17$$

$$n_2 = 16$$

$$\hat{s}_{y_1 - y_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\hat{S}_1^2 + (n_2 - 1)\hat{S}_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{(17 - 1)(3224541948) + (16 - 1)(292251326099)}{17 + 16 - 2} \left(\frac{1}{17} + \frac{1}{16} \right)}$$

$$\hat{s}_{y_1 - y_2} = 131751.702$$

$$T = \frac{(y_1 - y_2) - 0}{\hat{s}_{y_1 - y_2}} = -0.00619$$

- Calcular el valor crítico t

Considerando el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y los grados de libertad $\nu = n_1 + n_2 - 2 = 31$, el valor t de tablas es $t_{0.05, 31} = 1.699$

- Decisión

Se observa que $-0.00619 < 1.699$, por lo que $T \leq t_{0.05, 31}$ se cumple. Por lo que la hipótesis nula se acepta y es correcto asumir $H_0: \mu_A \leq \mu_B$

- Conclusión

Se puede afirmar que la media de la población de estudiantes que tuvieron la ayuda del *Manual del becario* es significativamente menor a la media de la población de estudiantes que no tuvo apoyo del manual.

La media del tiempo de ejecución del *reporte de anomalías* con ayuda del *Manual del becario* fue 3.5 veces menor a la media del grupo que no tuvo manual, a pesar de que sólo se utilizó el reporte de anomalías y no los tres reportes. Se espera que el comportamiento de los becarios al desarrollar los otros dos reportes no sea distinto, pues el primero tiene una dificultad intermedia lo que involucra que el tiempo demás que puedan invertir ejecutando un segundo reporte se compense con el tiempo de sobra que se tenga ejecutando el tercer reporte. Así pues, es acertado pensar que en la práctica real, el *Manual del becario* elaborado en el presente trabajo sí es de ayuda para una mejor adaptación del becario y un aumento en su productividad en el transcurso de su estancia en la empresa.

4.4 Análisis de resultados del experimento

Al finalizar la captura de tiempos que se les solicitaba a ambos grupos de sujetos, se les pidió también agregar comentarios acerca de si el experimento había sido claro, dificultoso o si tenían sugerencias. Como resultado, los 32 sujetos agregaron de 1 a 3 comentarios cada uno, por lo que se obtuvo un total de 55 comentarios.

Analizando dichos comentarios, se encontró la posibilidad de clasificarlos en 6 categorías:

- *Excel VS Sheets*: Comentarios que hablan de las diferencias y dificultades entre los programas de cómputo utilizados, es decir, Excel y Google Sheets
- *Conflictos*: Comentarios especificando qué instrucciones no eran suficientemente claras
- *Internet*: Comentarios haciendo alusión a un problema de baja velocidad de internet
- *Claridad*: Comentarios que mencionan que las instrucciones son claras
- *Sugerencias*: Comentarios con sugerencias para agregar o modificar el manual
- *Otros*: Comentarios que no pertenecen a una categoría en específico

La clasificación de los comentarios obtenidos en el desarrollo del experimento por parte de los 33 becarios hipotéticos es mostrada en las tablas 4.11 y 4.12.

Tabla 4.11 Clasificación de comentarios del experimento del grupo con manual

CATEGORÍA	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa acumulada
Claridad	6	0.25
Conflictos	3	0.125
Excel VS Sheets	1	0.0417
Internet	7	0.2917
Otros	1	0.0417
Sugerencias	6	0.25
TOTAL	24	1

Para el grupo experimental que contaba con el manual de apoyo, como muestra la tabla 4.11, se obtuvieron 24 comentarios lo que equivale en promedio a 1.4 comentarios por sujeto.

Tabla 4.12 Clasificación de comentarios del experimento del grupo sin manual

CATEGORÍA	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa acumulada
Claridad	4	0.129
Conflictos	14	0.451
Excel VS Sheets	8	0.258
Internet	1	0.032
Otros	3	0.096
Sugerencias	1	0.032
TOTAL	31	1

Por otro lado, para el grupo experimental que no contaba con el manual, como muestra la tabla 4.12, se obtuvieron 31 comentarios, lo que equivale en promedio a 1.93 comentarios por sujeto. La distribución porcentual de dichos comentarios por categoría se puede visualizar en las figuras 4.2 y 4.3.

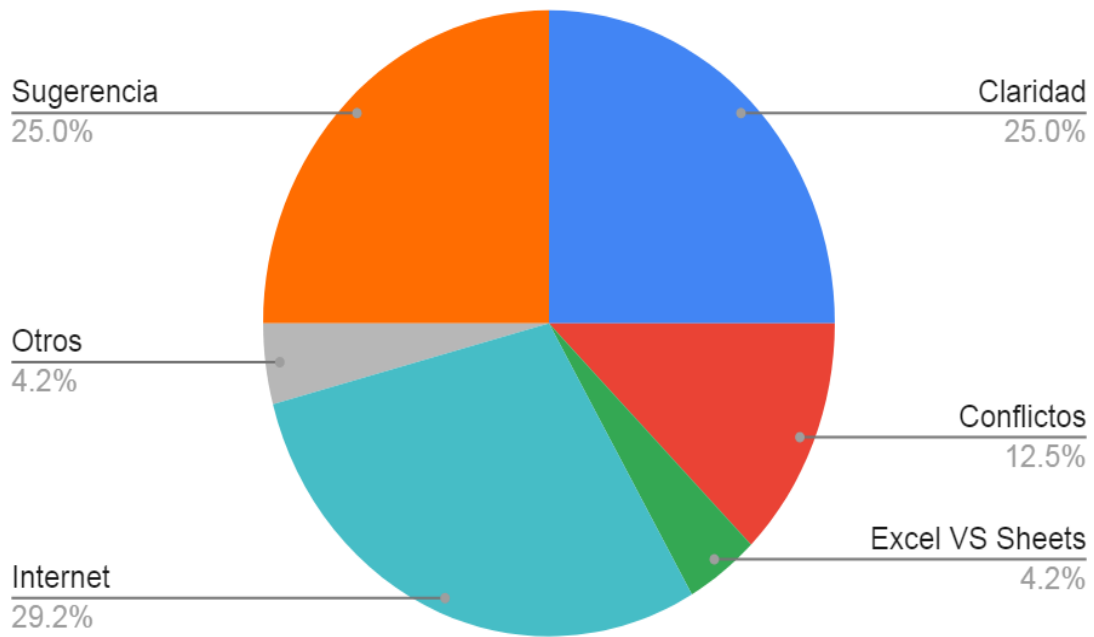


Figura 4.2 Clasificación de comentarios del experimento del grupo con manual.

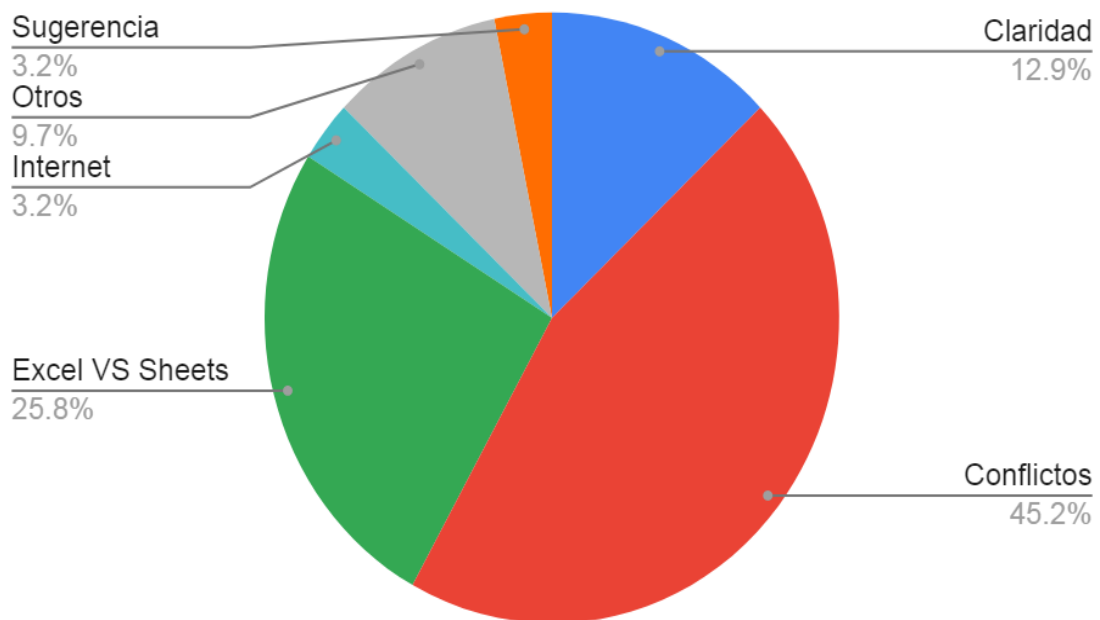


Figura 4.3 Clasificación de comentarios del experimento del grupo sin manual.

Con la figura 4.3 **sin manual** se puede observar que la categoría *Conflictos* representa más de la tercera parte de los comentarios obtenidos en este grupo. Dado que el grupo sin manual únicamente tenía como apoyo un flujo de proceso para generar el reporte y una imagen como ejemplo del reporte final, la categoría “conflictos” hace alusión a las dudas y complicaciones que tendría un becario real aun después de tener explicaciones empíricas de cómo desarrollar un reporte.

También es muy clara la relevancia que tiene el conocimiento previo del becario real de la herramienta Google Sheets, pues como se mencionó anteriormente, no se buscó que los becarios hipotéticos conocieran esta herramienta, pero sí es requisito de la empresa que los reportes se desarrollen en ella.

Por otro lado, con la figura 4.4 **con manual** se observa que una cuarta parte de los comentarios mencionan la claridad de las instrucciones, mientras que otra cuarta parte enlistan sugerencias, pero la mayor frecuencia de comentarios fue acerca de la velocidad de internet que se tenía, mencionando que los tiempos de espera eran mayormente debidos a esperar a que se llevara a cabo la descarga o simplemente mencionando que un sujeto con poca velocidad de internet se tardaría haciendo los reportes debido a los documentos .xlsx que se proporcionan como fuente de datos. Comparando las frecuencias de clase de comentarios entre los dos grupos de sujetos, se puede destacar que para la categoría de “Internet” fue más recurrente tener estos comentarios en el grupo con manual. Esto se debe a que el grupo sin manual tenía más conflictos de otra especie, sin importar tanto el internet que el sujeto tuvo para trabajar. Esta categoría es importante porque, aunque sólo algunos sujetos la mencionan, la velocidad del internet no es evaluada en el experimento ni tomada en cuenta a la hora de desarrollar el trabajo cotidiano de los becarios ya sea en el corporativo o desde su casa.

De manera similar, la diferencia en la cantidad de sugerencias recibidas entre ambos grupos es muy grande, ya que el grupo sin manual dio una sugerencia, el grupo con manual sugirió 6, esto se debe a que mientras el grupo sin manual se preocupa por desarrollar correctamente el reporte, *el grupo con manual desarrolla satisfactoriamente el reporte y más aún, aporta recomendaciones para el proceso de generación del mismo.*

Esto último es una evidencia clara que muestra la necesidad de tener un *Manual del becario en Calidad a proveedores.*

4.5 Beneficios observados

Después de concluir el análisis de resultados del experimento, se destacaron las diferencias entre los dos grupos de alumnos que participaron en el experimento. Aquí se pudieron observar dos beneficios importantes que brindaría el *Manual del becario* como material de apoyo al becario de *Calidad a proveedores*.

1. La disminución de horas invertidas en el desarrollo de reportes como parte de las actividades diarias.
2. La disminución de errores en la manipulación y entrega de los mismos reportes, siendo la evaluación de escala Likert propuesta el indicador de esta mejora durante el mismo experimento.

Para el primer beneficio, la cuantificación de horas empleadas para llevar a cabo los reportes en cada grupo del experimento se puede resumir la tabla 4.13.

Tabla 4.13 Comparación de resultados entre los dos grupos de becarios hipotéticos

	Becario sin manual	Becario con manual
Reportes generados a la semana	6	6
Tiempo empleado por reporte	18.87min	5.18min
Horas invertidas a la semana	1.887hrs	0.518hrs

En la comparación de resultados de becarios hipotéticos mostrada en la tabla 4.13, se puede apreciar que el becario, al contar con un manual, tiene más tiempo disponible en su estancia para dedicarse a otro tipo de actividades y no únicamente en la generación de reportes. Esto, además de hacer el trabajo más eficiente, puede repercutir en un mayor aprendizaje y aprovechamiento de la estancia de becario.

Por otro lado, la cuantificación de la disminución de errores se puede observar en los resultados de la evaluación descrita en la sección 4.2 *Evaluación del experimento*, del presente trabajo, donde se hizo uso de una escala de evaluación para ambos grupos.

La figura 4.4 presenta el gráfico de dispersión para el puntaje obtenido y el tiempo de elaboración del reporte. Los puntos naranjos corresponden a los becarios que tuvieron a su disposición el manual, mientras que los puntos azules son de los becarios que trabajaron sin el manual.

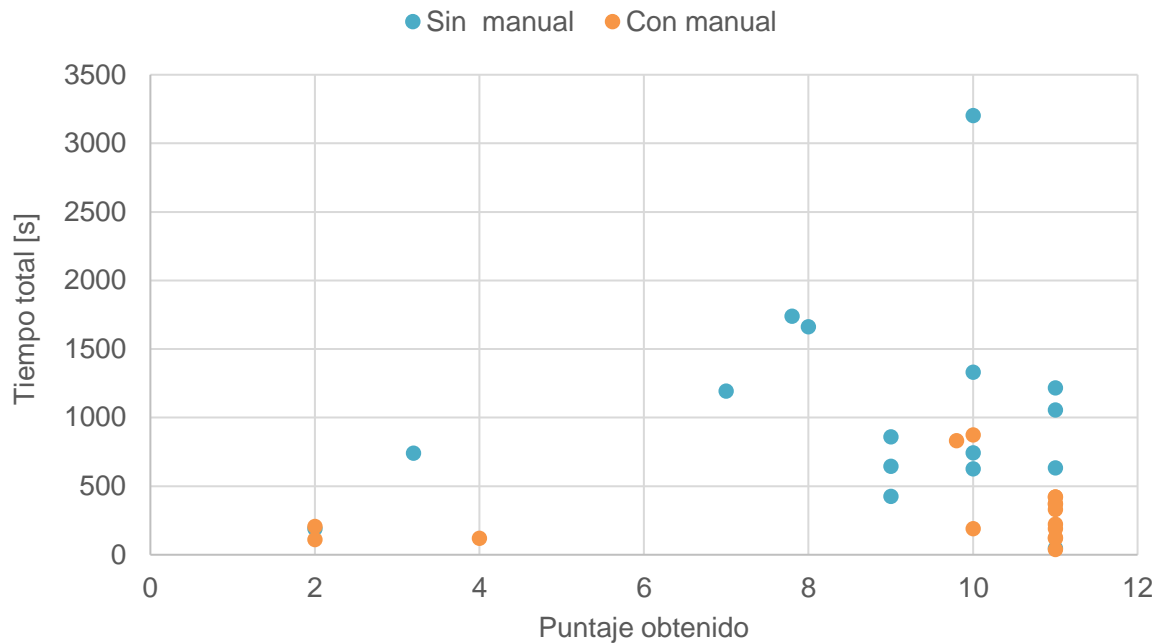


Figura 4.4 Evaluación de los 33 reportes generados por los dos grupos de becarios hipotéticos.

En figura 4.4 se puede apreciar que, de los 33 reportes generados en el experimento, son 5 los que se tendrían que volver a hacer (retrabajo, pues no cubren los requisitos mínimos para que el reporte se considere completo, dando como resultado un puntaje menor a 7).

En el caso de estos 5 reportes en específico, se apreció la incorrecta aplicación de formatos de los datos en las hojas específicas para cada ingeniero de operaciones. Asimismo, para los reportes que generaban los formatos desde la propia plantilla, se encontró que la generación de la copia de la plantilla no había sido llevada a cabo correctamente, lo que la fuente principal se atribuye a una falta de atención, pues el procedimiento se describía en el manual.

En dicha evaluación se consideran 6 rubros a calificar con diferente ponderación, así, la suma de puntos obtenidos en cada rubro da un puntaje resultante, teniendo como mínimo 0 y máximo 11 para ambos casos. Cabe mencionar que el 11 es el mejor puntaje que el reporte desarrollado puede obtener.

El mayor beneficio obtenido del experimento son las sugerencias que los becarios hipotéticos aportaron para mejorar el manual, particularmente en la plantilla.

4.6 Propuesta final del manual

Con ayuda de los comentarios de sugerencias se hizo una modificación en los manuales de reportes, particularmente en las plantillas de Google Sheets donde se ampliaron los rangos de filas para los formatos condicionales.

También se incluye una sección para especificar cuáles son los conocimientos requeridos para el uso de Google Sheets, esperando que al becario se le facilite la transición del uso de programas.

Adicionalmente, se puede agregar un apartado de requisitos con los que deberá contar el becario como velocidad del internet y espacio disponible en el disco duro de la computadora en la que se planea realizar las actividades del becario el tiempo que la empresa considere mantener el home office, esto con el objetivo de que la empresa pueda considerar prestar una computadora portátil a sus becarios de *Calidad a proveedores* durante el tiempo de su estancia.

Por último, el contenido final de los reportes se dividió en un Manual introductorio o teórico y un manual de reportes.

4.6.1 Manual introductorio

El manual introductorio, al área *Calidad a proveedores*, tiene como contenido:

- I. Definiciones
- II. Accesos directos a bases de datos importantes
- III. Además de incluir qué accesos pedir cuando comienzan la estadía de becarios, este apartado también contiene los links a la página de internet para cada base de datos importante, se menciona cuáles son los accesos previos con los que el becario debe contar para poder bajar la información requerida.
- IV. Preguntas frecuentes en cada división con su respectiva respuesta
- V. Se hizo también una lista de posibles dudas para posteriormente agregar explicaciones adicionales.
- VI. Hipervínculos que dirigen a sitios web oficiales de la empresa donde se puede consultar más información
- VII. Compilación de material desarrollado por algunos ingenieros de operaciones

4.6.2 Manual de reportes

La división del contenido es en los tres tipos de reportes que todos los equipos de trabajo piden a los becarios de *Calidad a proveedores*. El contenido del *Manual de reportes* es:

I. SIPOC

Herramienta que especifica los pasos para navegar en un sistema específico de la empresa. Resume el procedimiento desde la descarga de información necesaria de una base de datos específica, hasta el uso de esta información en la plantilla creada para generar el reporte. Los elementos descritos son:

- Supplier: base de datos a emplear
- Inputs: código de acceso a la respectiva base de datos, generalmente el ID del gerente
- Process: descripción general del proceso de movimientos que se deben hacer dentro del sistema para descargar los datos requeridos
- Outputs: documento que contiene la información descargada
- Customer: hipervínculo que conduce a la plantilla diseñada en Google Sheets donde deberá ser empleada la información obtenida

II. Mapa de proceso

Es la descripción del proceso para la creación de un reporte específico, desde la copia de la plantilla existente, hasta compartir el reporte generado con el gerente, supervisor e ingenieros de operaciones.

III. Ejemplo del reporte

Se agrega un reporte generado en Google Sheets donde se muestra cómo debe quedar el reporte final.

IV. Plantilla para crear el reporte

Diseñada en Google Sheets con la finalidad de que ayude a generar el reporte de manera más rápida.

V. Breviario de Google Sheets

El breviario de Google sheets no es más que una sugerencia de temas a revisar en la página web de *Google for education*, pues ahí se encontrará información actualizada acerca de cómo manejar la plataforma de Google sheets. Se recomienda hacer la búsqueda en el idioma en que se tenga la plataforma de Google suite, pues en el caso

de las fórmulas, el programa reconocerá únicamente la nomenclatura en el idioma predeterminado por la empresa.

- ¿Qué es Hojas de cálculo de Google?
- ¿Cómo acceder a Hojas de cálculo de Google?
- ¿Cómo crear una hoja de cálculo de Google?
- ¿Cómo ordenar y organizar datos?
- ¿Cómo filtrar datos?
- ¿Cómo editar una hoja de cálculo de Google?
- ¿Cómo crear gráficos?
- ¿Cómo crear tablas pivote (tablas dinámicas)?
- ¿Cómo utilizar formato condicional?
- ¿Cómo compartir una hoja de cálculo de Google?
- Fórmulas más utilizadas: *vlookup*, *importrange*

Así queda completo en *Manual del becario* que se compartiría a la empresa para hacer uso de los becarios de *Calidad a proveedores* de la misma. Se tiene un contenido de 18 y 19 páginas respectivamente para el Manual teórico y Manual de reportes.

Por cuestiones de confidencialidad con la empresa, los manuales no se pueden mostrar en el presente trabajo, pero se exhorta a la empresa a motivar el uso y mejora de los mismos.

Conclusiones y recomendaciones

Llevar a cabo un análisis de las actividades del becario dentro del área *Calidad a proveedores* dentro de una empresa automotriz contribuyó al objetivo de este trabajo, el cual fue desarrollar material de apoyo para los becarios del área de *Calidad a proveedores* para la mayor productividad en sus tareas. Durante dicho análisis se desarrolló una propuesta de estandarización de tareas y se describió el proceso mejorado en un manual de usuario.

El *Manual del becario*, desarrollado en este trabajo, es una herramienta que ayuda al becario de *Calidad a proveedores* de una empresa automotriz a introducirlo al área y a mostrarle cómo ejecutar los reportes que forman parte de sus actividades con el objetivo de que el becario pueda dedicarles menos tiempo a dichos reportes y pueda desenvolverse en otro tipo de proyectos dentro de su estancia en la empresa.

Además, se llevó a cabo una evaluación del *Manual del becario* con ayuda de un estudio experimental, el cual contrastó el desempeño de hipotéticos nuevos becarios de *Calidad a proveedores* cuando no se tiene el manual de apoyo (situación actual de la empresa) contra cuando sí se tiene. Adicionalmente, se obtuvo retroalimentación del manual con el estudio experimental realizado, para que el nuevo becario real de la empresa automotriz pueda beneficiarse de este trabajo.

A pesar de que el manual fue evaluado con becarios hipotéticos, se puede esperar que el comportamiento de los becarios reales no sea distinto del mostrado en el experimento porque los becarios hipotéticos, además de haber participado de manera aleatoria, ellos cumplen con el perfil que la empresa busca al contratar becarios para el área *Calidad a proveedores*.

La conclusión de la mejora lograda con el apoyo del *Manual del becario* desarrollado se observa en los resultados de la comparación de grupos con manual y sin manual. Estos arrojaron que un becario con ayuda del *Manual del becario* puede hacer sus primeros reportes 4 veces más rápido y 1.15 veces mejor que un becario sin manual. Asimismo, en este trabajo también se expuso la importancia que se tiene de describir el por qué y cómo de las actividades del becario y se exhorta a tomar al becario en cuenta para proponer soluciones y desarrollar proyectos dentro de la empresa, además de ejecutar sus tareas propias.

Las recomendaciones que se extienden a la empresa automotriz son:

- Hacer uso del *Manual del becario* desarrollado en el presente trabajo para la introducción a nuevos becarios y a nuevos ingenieros de operaciones que deseen entender las actividades que el becario puede desarrollar durante su estancia
- Modificar, de ser necesario, el *Manual del becario*, que se entregó en formato PDF y en formato editable a la empresa automotriz
- Ampliar los temas abordados en el manual teórico
- Extender la realización de manuales en otras áreas, una iniciativa de becarios para becarios, ya que son los becarios mismos los que mejor reconocen las carencias y necesidades para desarrollar su trabajo cuando entran a trabajar en la empresa
- Motivar al becario a trabajar en diferentes actividades dentro del día al día de *Calidad a proveedores*

Bibliografía

- Almacenes ÉXITO (2001). Normalización del proceso de inducción general. Documento interno de trabajo. Vicepresidencia de Gestión Humana. Envigado, Colombia: Grupo Éxito.
- Bain, D. (1985). Productividad: La solución a los problemas de la empresa. USA: McGraw-Hill.
- Bermúdez, H. (julio 2012). ¿Socialización o individuación? Dos enfoques para examinar la inducción de los nuevos trabajadores. Cuadernos de administración, Vol. 28 No. 48, pp.133-144.
- Besterfield, D. (2009). Control de calidad. USA: Pearson Education.
- Castillo, J. (2020) Gestión humana integral. México: ECOE Ediciones.
- Correa, J., Iral, R., Rojas, L. (junio 2006). Estudio de potencia de pruebas de homogeneidad de varianza. Revista Colombiana de Estadística, Vol. 29 No. 1., pp. 57 - 76.
- Díaz, M. (2019). Estadística inferencial aplicada. Colombia: Universidad del Norte.
- Domínguez, J., Castaño, E. (2016). Diseño de experimentos: Estrategias y análisis en ciencias e ingeniería. México: Alfaomega.
- Fallas, J. (2021). Prueba de hipótesis, rechazar o no H_0 . 4 enero 2021, de Universidad para la Cooperación Internacional Sitio web: https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/prueba_hipotesis_2012.pdf
- Fernández, M. (2003). El control, fundamento de la gestión por procesos. España: ESIC Editorial.
- Gitlow, H., Levine, D. (2004). Six Sigma for Green Belts and Champions: Foundations, DMAIC, Tools, Cases, and Certification. USA: Pearson Education.
- Gitlow, H., Melnyck, R., Levine, D. (2015). A Guide to Six Sigma and Process Improvement for Practitioners and Students. USA: Pearson Education.
- Gómez, F., ETAL. (2018). Análisis de una cadena de suministro de autopartes. INNOVA Research Journal 2018, Vol 3, No. 10.1, 123-134.
- Juganaru, M. (2014). Introducción a la Programación. México: Grupo Editorial Patria.
- Llinás, H. (2010). Estadística inferencial. Colombia: Ediciones Uninorte.
- Moral, I. (2012). Comparación de medias. 4 enero 2021, de Revista SEDEN Sitio web: <https://www.revistaseden.org/files/12-cap%2012.pdf>
- Pérez, J. (2009). Gestión por Procesos. España: ESIC Editorial.
- Sahu, P. K., Pal, S. R., & Das, A. K. (2015). Estimation and inferential statistics. Springer.