

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

Escuela de Posgrado



Mapeo sistemático de la literatura sobre el proceso de construcción de software empleando DevOps

Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Maestro en Informática con mención en Ingeniería de Software que presenta:

Giusephy Hugo Valladares Peña

Asesor:

Eder Ramiro Quispe Vilchez

Lima, 2024

Informe de Similitud

Yo, **Eder Ramiro QUISPE VILCHEZ**, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada Mapeo sistemático de la literatura sobre el proceso de construcción de software empleando DevOps" de la autora **Giusephy Hugo Valladares Peña**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 24%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 1/08/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

San Miguel, 1 de Agosto de 2024.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: QUISPE VILCHEZ, Eder Ramiro	
DNI: 42264307	Firma 
ORCID: 0000-0003-1639-5134	

DEDICATORIA

A mis hijos Rodrigo y Gianella quienes son la fuerza y motivación para salir adelante y a mi esposa Mónica Ayllón por ser mi compañera que siempre me apoya en cada paso de mi vida.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme con la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad así mismo agradezco a mi familia que siempre está apoyándome, día a día.

Además, agradezco a mi asesor, Eder Quispe, por las enseñanzas y apoyo indiscutible, a lo largo de las asesorías para este trabajo de investigación.



RESUMEN

DevOps se define como un conjunto prácticas que aplican una cultura de colaboración entre el área de desarrollo y operaciones, para ello se forman equipos multidisciplinarios, cuyo objetivo es aportar valor añadido al producto software en el menor tiempo posible. Además, en DevOps se realizan procesos de desarrollo a partir de metodologías ágiles con fases iterativas que permiten una mejor calidad en los procesos de integración y entrega continua denominados CI/CD. Por este motivo nos vemos en la necesidad de enfocarnos en el proceso de construcción de software empleando DevOps. El objetivo del presente trabajo es identificar y clasificar las publicaciones sobre procesos de construcción de software empleando DevOps. Se presenta como resultado del trabajo realizado, que se han encontrado inicialmente 900 artículos de investigación, de los cuales al ser depurados utilizando los criterios de exclusión e inclusión, se han obtenido finalmente 110 artículos de investigación, de esta manera se presentan las estadísticas de artículos por año, país, tipo de publicación, procesos, practicas, herramientas y la calidad sobre procesos de construcción de software empleando DevOps y, por tanto, se puede concluir que el año 2022 se obtuvo la mayor cantidad de artículos sobre el tema en investigación con un porcentaje de 21.8%. Se puede comprobar que Estados Unidos y la India son los países con mayor cantidad de publicaciones con 11.8% y 9.1% respectivamente, seguidos de China y Brasil quienes presentan 8.2% y 7.3% respectivamente.

Palabras claves: DevOps, construcción de software, proceso de calidad, integración continua, entrega continua, despliegue continuo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	2
RESUMEN	3
ÍNDICE GENERAL	4
INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. DevOps	9
2.2. Entrega continua (<i>Continuous delivery</i> – CD).....	9
2.3. Integración continua (<i>Continuous Integration</i> - CI)	9
2.4 Implementación continua.....	10
2.5 Despliegue continuo	10
3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	11
4. MAPEO SISTEMÁTICO DE LA LITERATURA.....	12
4.1. Definición de las preguntas de investigación	12
4.2. Búsqueda de artículos primarios.....	15
4.3 Selección de artículos.....	15
4.3.1 Criterios de selección.....	16
4.3 Identificar palabras claves.....	17
4.5 Extraer data y mapear artículos	18
5 RESULTADOS DEL MAPEO SISTEMÁTICO.....	31
5.1 Preguntas bibliométricas.....	31
5.1 Preguntas de investigación	36
6 CONCLUSIONES	56

7 TRABAJO FUTURO	58
REFERENCIAS	59



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Identificación de conceptos</i>	13
Tabla 2 <i>Criterios de Inclusión</i>	16
Tabla 3 <i>Criterios de Exclusión</i>	16
Tabla 4 <i>Esquema de Clasificación</i>	17
Tabla 5 <i>Extracción de Base de Datos</i>	19
Tabla 6 <i>Estudios Primarios Seleccionados</i>	20
Tabla 7 <i>Formulario para la Extracción de Datos</i>	30
Tabla 8 <i>Relación de Artículos Publicados por Año</i>	31
Tabla 9 <i>Relación de Artículos por País de Procedencia</i>	32
Tabla 10 <i>Listado de Publicaciones por Tipo</i>	35
Tabla 11 <i>Procesos en DevOps</i>	36
Tabla 12 <i>Principios Usados en DevOps</i>	39
Tabla 13 <i>Herramientas de Desarrollo en DevOps</i>	41
Tabla 14 <i>Herramientas en Proceso CI/CD</i>	42
Tabla 15 <i>Herramientas de Control de Versiones en DevOps</i>	45
Tabla 16 <i>Herramientas de Calidad de Software</i>	47
Tabla 17 <i>Herramientas de Monitorización en DevOps</i>	49
Tabla 18 <i>Herramientas de Administración en DevOps</i>	51
Tabla 19 <i>Procesos de Calidad de Software en DevOps</i>	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diagrama de los principales procesos DevOps</i>	10
Figura 2 <i>El mapeo del Proceso Sistemático</i>	12
Figura 3 <i>Proceso de Búsqueda</i>	19
Figura 4 <i>Porcentaje de Artículos por Año de Publicación</i>	32
Figura 5 <i>Porcentaje de Artículos por País</i>	34
Figura 6 <i>Porcentaje de Artículos por Medio de Publicación</i>	35
Figura 7 <i>Cantidad de Referencias de Procesos en DevOps</i>	38
Figura 8 <i>Principios en DevOps</i>	40
Figura 9 <i>Cantidad de Herramientas de Desarrollo en DevOps</i>	42
Figura 10 <i>Cantidad de Herramientas en Proceso CI/CD en DevOps</i>	45
Figura 11 <i>Cantidad de Referencias de Herramientas de Control de Versiones en DevOps</i>	47
Figura 12 <i>Cantidad de Herramientas de Calidad en DevOps</i>	49
Figura 13 <i>Cantidad de Herramientas de Monitorización en DevOps</i>	51
Figura 14 <i>Cantidad de Herramientas de Administración en DevOps</i>	53
Figura 15 <i>Cantidad de Referencias de Procesos de Calidad del Software en DevOps</i>	55

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, DevOps se considera como un conjunto de prácticas que aplican una cultura de colaboración entre las áreas de desarrollo y operaciones (Syed, 2014), los cuales tienen como propósito principal alcanzar la entrega continua de software y, por tanto, estas áreas aportan el valor requerido por la organización en el menor tiempo posible (Kato et al., 2022). El valor entregado a la organización se aplica a la calidad de producto software, para lograr este objetivo, es muy importante que los equipos DevOps apliquen buenas prácticas en los procesos de desarrollo y calidad del software (Patel & Tyagi, 2022). En un mundo tan competitivo, es importante que se apliquen las mejores prácticas de calidad en el proceso de desarrollo de software empleando DevOps. De esta forma se fomenta la colaboración entre las áreas de desarrollo y operaciones, los cuales aplican a sus procesos la evaluación de calidad, para obtener un producto mínimo viable que aporte valor al usuario (Krief, 2019).

En los últimos años, han surgido marcos de trabajo ágiles, en el caso de DevOps no es la excepción, debido a que en DevOps se aplican dichos marcos de trabajo. El más utilizado es el marco de trabajo Scrum (Krief, 2019), en ese contexto DevOps se define como una cultura de trabajo, la cual usa de manera intensiva los marcos de trabajos ágiles (Krief, 2019), por lo tanto, se realiza el trabajo colaborativo de forma más rápida, para lo cual emplea herramientas para automatizar sus tareas (Azad & Hyrynsalmi, 2023). Entre los procesos más importantes tenemos los de integración continua (CI) y entrega continua (CD) (Krief, 2019). Estos procesos no están exentos de aplicar aseguramiento de la calidad en el ámbito del desarrollo de software.

Existe mucha información sobre DevOps; por lo que se requiere clasificar y publicar los datos actuales del tema en estudio (Pando & Dávila, 2022). Por tal motivo surge la necesidad de realizar este mapeo sistemático de la literatura, en consecuencia, el objetivo del presente trabajo es identificar los procesos de construcción de software que emplea DevOps y de esta manera orientar a los desarrolladores de software, analistas de operaciones y analistas de calidad en que procesos específicos de desarrollo de software se aplican técnicas empleando DevOps.

El presente trabajo está organizado en 6 secciones: en la sección 2 se presenta el marco teórico. Luego, en la sección 3; se muestra los trabajos relacionados sobre el proceso de construcción de software empleando DevOps; En la sección 4, se describe el mapeo sistemático de la literatura; en la sección 5, se presentan los resultados; En la sección 6, se dan las conclusiones y finalmente en la sección 7 se describen los trabajos futuros.

2. MARCO TEÓRICO

En la presente sección se presenta la definición de DevOps y los principales términos, tal como entrega continua, integración continua, implementación y despliegue continuos, para una mejor comprensión del tema en estudio.

2.1. DevOps

DevOps es un acrónimo de Desarrollo (Dev) y Operaciones (Ops) de sistemas y aplicaciones de tecnología de la información. El paradigma DevOps surgió como respuesta al creciente conocimiento que existe una brecha de 4C (comunicaciones, cooperación, cultura y colaboración) entre la función de desarrollo de TI y la función de operaciones de TI de una organización (Husssaini, 2014). DevOps es un nuevo paradigma de ingeniería de software que es adoptado por varias organizaciones de software para desarrollar software de calidad dentro del tiempo y el presupuesto estimado (Rafi et al., 2020).

2.2. Entrega continua (*Continuous delivery – CD*)

La entrega continua es una práctica de DevOps que consiste en que un desarrollador envía código al sistema de control de versiones, este código se somete automáticamente a una variedad de pruebas y, suponiendo que se superen las pruebas, se ponen en producción (Len Bass, 2017). La entrega continua requiere una colaboración confiable entre los equipos de desarrollo y operaciones de TI (Siebra et al., 2019).

2.3. Integración continua (*Continuous Integration- CI*)

La integración continua es una práctica de DevOps que consiste en automatizar las tareas de construcción de software tales como la compilación y las pruebas en desarrollo (Debroy et al., 2018), con CI la aplicación ha sido codificada, construida y probada a través de una canalización automatizada utilizando repositorios de código y sistemas de compilación y prueba (Donca et al., 2022). Integración continua es una metodología de desarrollo de software que requiere que el desarrollador integre su código con más frecuencia para tener ciclos de retroalimentación más rápidos y reducir la sobrecarga de trabajo de una integración mayor y pospuesta (Caprarelli et al., 2020).

2.4 Implementación continua

La implementación continua es el proceso de implementación en producción tan pronto como estén listos los cambios calificados en el código o la arquitectura de software y sin intervención humana (Donca et al., 2022). Se debe tener en cuenta que configurar la infraestructura para una implementación continua puede exigir un esfuerzo considerable (Alves & Rocha, 2023).

2.5 Despliegue continuo

El despliegue continuo es el paradigma que brinda a los desarrolladores accesos a sistemas que son similares a los utilizados en producción de forma automatizada, lo cual permite la ejecución de validaciones en ese ambiente de las funciones previstas y de esta forma reducir el riesgo (Mohammad et al., 2022).

En la [Figura 1](#) se puede apreciar la interacción de los principales procesos que son utilizados en DevOps.

Figura 1

Diagrama de los principales procesos DevOps



Nota. Procesos DevOps CI/CD. Tomado de (Bhadra et al., 2023)

3. TRABAJOS RELACIONADOS

Luego de revisar la literatura relevante, acerca de los procesos de construcción de software empleando DevOps, no se ha evidenciado la existencia de revisiones sistemáticas de la literatura o mapeos sistemáticos actualizados sobre procesos de construcción de software en DevOps. Sin embargo, se han encontrado algunas investigaciones publicadas recientemente que presentan estudios de caso y revisiones de la literatura acerca de la evaluación de la calidad en el desarrollo de software empleando DevOps y las cuales se enfocan en la calidad del producto software.

En (Kato et al., 2022), se presenta una revisión sistemática, en la cual se explica, que en proyectos DevOps se han venido utilizando métricas de calidad clásicas como proporción de errores y tasa de cobertura de prueba entre otras. Este artículo (Kato et al., 2022), explica cómo visualizar la calidad asegurada por el proceso de CI/CD, que es importante para DevOps y las ventajas de utilizar características de calidad como la mejora del proceso de software (*Software Process Improvement - SPI*), finalmente proponen un método de logro para el desarrollo rápido de productos de alta calidad.

En (Pando & Dávila, 2022), se presenta un mapeo sistemático, en el cual consolidan y clasifican la literatura sobre pruebas automatizadas de software indicando que estas pruebas automatizadas son la piedra angular para la fase de integración continua en DevOps. Dicho estudio (Pando & Dávila, 2022), representa un amplio trabajo en 6 bases de datos relevantes, en esta investigación se determina que los tipos de pruebas más reportados son las pruebas unitarias y de integración.

En (Patel & Tyagi, 2022) se señala sobre la importancia de las pruebas automatizadas que da lugar a pruebas continuas en DevOps. Este esquema (Patel & Tyagi, 2022), busca entregar software de alta calidad de forma rápida y lograr reducir los riesgos, aumentar la productividad y reducir los costos, por medio de herramientas automatizadas se puede automatizar todo el proceso de prueba y despliegue.

En (Cruzes et al., 2019) se demuestra que las pruebas se llevan a otro nivel de automatización en DevOps, pero aún se necesitan pruebas manuales, especialmente aquellas relacionadas al proceso del negocio. Para luego probar en el proceso CI/CD y que debe involucrar no solo al equipo de desarrollo sino también al equipo de operaciones y los clientes (Cruzes et al., 2019).

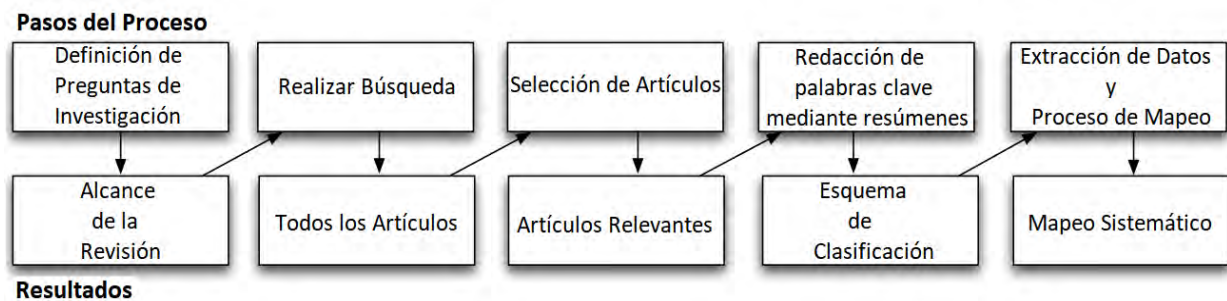
En (Krief, 2019), se explica que DevOps es un movimiento que se basa en tres ejes: (i) Primer eje, la cultura de la colaboración donde los equipos trabajan unidos para aportar valor en el menor tiempo posible;(ii) Segundo eje, Procesos que se enfocan en marcos de trabajo ágiles;(iii) Tercer eje, herramientas para automatizar tareas tanto en desarrollo y operaciones.

4. MAPEO SISTEMATICO DE LA LITERATURA

El mapeo sistemático de la literatura de acuerdo con (Petersen et al., 2008) brinda una estructura de reporte de investigación y resultados que nos muestran un resumen visual, lo que se puede denominar el mapa de los resultados. La presente investigación fue realizada conforme a la metodología propuesta por (Petersen et al., 2008), los cuales proponen un proceso para desarrollar mapeos sistemáticos aplicados en ingeniería de software. La metodología (Petersen et al., 2008), define 5 etapas, las cuales son presentadas en la [Figura 2](#).

Figura 2

El mapeo del Proceso Sistemático



Nota. "The Systematic Mapping Process". Tomado de (Petersen et al., 2008)

4.1. Definición de las preguntas de investigación

Para encontrar las preguntas de investigación, se ha empleado el método PICOC (población, intervención, comparación, resultado, contexto) definidos por Petticrew y Roberts en (Petticrew & Roberts, 2005) que son presentados en la [Tabla 1](#).

No se utilizará el concepto de comparación debido a que la finalidad del estudio no es comparar los procesos de construcción de software empleados en DevOps encontrados en los artículos de investigación.

Tabla 1

Identificación de conceptos

Concepto	Ámbito de investigación
Población	<i>Software process, quality process, software industry, software construction.</i>
Intervención	<i>Continuous delivery, development operations, software deployments, Continuous deployments, continuous integration, collaboration, agile processes, automatic tool.</i>
Comparación	-
Resultados	<i>quality, Continuous delivery, Continuous Integration, Continuous Deployment, collaboration, agile process, automatic tools</i>
Contexto	<i>DevOps</i>

Para luego plantear las siguientes preguntas de investigación:

P1: ¿Cómo ha evolucionado las publicaciones de los artículos en el tiempo sobre DevOps?

El principal objetivo de esta pregunta bibliométrica es verificar la tendencia de publicaciones por año sobre DevOps desde que apareció hasta la actualidad.

P2: ¿Cuáles son los países donde se han publicado los artículos?

El principal objetivo de esta pregunta bibliométrica es identificar las publicaciones sobre DevOps por país de procedencia.

P3: ¿En qué tipos de conferencias, revistas, *journal* y libros están publicados estos artículos que hemos identificado?

El principal objetivo de esta pregunta bibliométrica es determinar los tipos de publicaciones de los artículos identificados.

P4: ¿Cuáles son los procesos y principios más utilizados en desarrollo de software empleando DevOps?

El principal objetivo de esta pregunta de investigación es identificar y definir los principales procesos y principios que son utilizados en el desarrollo de software empleando DevOps.

P5: ¿Cuáles son las herramientas más utilizadas en cada proceso para la construcción de software en DevOps?

El principal objetivo de esta pregunta de investigación es identificar que herramientas son más utilizadas en cantidad de menciones por cada artículo de investigación encontrado, estas herramientas serán agrupadas por cada proceso de construcción de software.

P6: ¿Cuáles son los procesos de calidad utilizados en desarrollo de software empleando DevOps?

El principal objetivo de esta pregunta de investigación es identificar los procesos de calidad mencionados en cada artículo de investigación encontrado.

4.2. Búsqueda de artículos primarios

Para realizar esta etapa se determina una estrategia de búsqueda, para luego pasar a ejecutar la búsqueda en sí. Para establecer la estrategia de búsqueda, se determinó como punto de partida el ámbito de investigación definido en la [Tabla 1](#).

No se ha considerado el concepto “resultados” como termino de búsqueda, para evitar que solo ciertos tipos de procesos de construcción de software sean seleccionados para el caso de estudio. Se ha tomado en cuenta para su análisis, todos los casos de estudio encontrados que empleen DevOps y los artículos publicados en idioma inglés, español y portugués debido a que en la gran mayoría de base de datos se publican artículos de investigación en esos idiomas y no se quiere dejar de tomar en cuenta publicaciones sobre DevOps a nivel mundial en diferentes idiomas.

Se está considerando las publicaciones de los años mayores a 2008 debido a que “DevOps fue utilizado en la disciplina de la ingeniería de software, específicamente en el area de desarrollo de software, desde el año 2009” (Salih et al., 2023, p. 6702), por lo cual se debería encontrar mayor cantidad de artículos a partir de ese año.

Como cadena de búsqueda se tiene:

("software process" OR "quality process" OR "software industry" OR "software construction")

AND

("DevOps")

AND

("continuous delivery" OR "development operations" OR "software deployments" OR "continuous deployments" OR "continuous integration" OR "collaboration" OR "agile processes" OR "automatic tool")

AND

(publication year > 2008).

Se estableció buscar en las bases de datos Scopus, IEEE y Web of Science.

4.3 Selección de artículos

En esta parte se han definido los criterios de inclusión que en total son 5, como se muestra en la [Tabla 2](#) y los criterios de exclusión que en total son 4 como se puede observar en la [Tabla 3](#).

Tabla 2

Criterios de Inclusión

Criterios de inclusión
CI.1. Idioma: Inglés, Español, Portugués.
CI.2. Año de publicación mayor al 2008.
CI.3. Enfocado a DevOps.
CI.4. Contiene temas de construcción de software empleando DevOps.
CI.5. Artículos explican temas de procesos, calidad, seguridad y herramientas en DevOps.

Tabla 3

Criterios de Exclusión

Criterios de exclusión
CE.1. Proviene de los siguientes tipos de publicación: <i>post</i> , columna, páginas de internet, capítulos de libros, <i>review</i> .
CE.2. Artículos duplicados
CE.3. Si es un mapeo sistemático.
CE.4. No se tiene acceso al artículo.

4.3.1 Criterios de selección

Se han definido 4 fases como criterios de selección, las cuales son las siguientes:

Fase N1: En esta primera fase se aplicaron los siguientes criterios a los artículos encontrados al aplicar la cadena de búsqueda en las bases de datos:

CI.1 Artículos en idioma inglés, español y portugués.

CI.2 Año de publicación mayor al 2008.

CE.1 Proviene de *post*, columna, páginas de internet, capítulo de libros, *review*.

CE.2 Si es un mapeo sistemático.

Fase N2: En esta segunda fase se han leído títulos y el resumen de cada artículo que no se ha excluido de la fase N1, aplicando los criterios:

CI.3 Enfocado en DevOps.

CI.4 Contiene temas de construcción de software empleando DevOps.

Fase N3: En esta tercera fase se aplicó el criterio de exclusión a cada artículo que no se ha excluido de la fase N1 y la fase N2, aplicando lo siguiente:

CE.4 No se tiene acceso al artículo.

Fase N4: En esta cuarta fase se ha dado una lectura completa de los artículos seleccionados en las fases anteriores, aplicando lo siguiente:

CI.5 Artículos explican temas de procesos, calidad, seguridad y herramientas en DevOps.

4.3 Identificar palabras claves

En esta etapa realizamos un esquema de clasificación previo para obtener la información relevante de los artículos que son tomados en cuenta en la investigación como se muestra en la [Tabla 4](#). Para poder obtener este esquema de clasificación se ha explorado el contenido de los artículos y de esta forma buscar responder las preguntas de investigación planteadas.

Tabla 4

Esquema de Clasificación

Concepto	Términos
Procesos de desarrollo de software	Desarrollo de software, Integración continua, Entrega continua, Monitorización, Despliegue continuo, Seguridad en DevOps, Calidad de software.
Principios de desarrollo de software	Automatización, Colaboración, Cultura

	medición, intercambio.
Herramientas de desarrollo de software	Puppet, Apache Maven, Gradle, Rake.
Herramientas de procesos CI\CD	Jenkins, Docker, Kubernetes, Travis CI, Circle CI, Bambo, TeamCity, Hero, Buddy.
Herramientas de control de versiones	GitHub, Git, Chef, GitLab, Ansible, Vagrant, Terraform, Nexus
Herramientas de calidad de software	Selenium, Junit, Jmeter, Tricentis Tosca, IBM Rational, funcional tester.
Herramientas de monitorización	Nagios, Prometheus, Splunk, New Relic, Graylog, Archnic, Loggly, Cacti.
Herramientas de administración	JIRA, ZenHub, Agile Visualization, HubCare, Trello.
Tipo de publicación	Artículo de conferencia, Artículo de revista
Procesos de Calidad en DevOps	Desarrollo continuo, Pruebas continuas, Integración de pruebas, Monitoreo continuo, Test automation process Improvement.

4.5 Extraer data y mapear artículos

Teniendo el esquema de clasificación terminado, se ha recopilado la información relevante de cada artículo en una hoja de cálculo para poder registrar los datos. Se calcularon las frecuencias y se generaron los gráficos correspondientes. Finalmente se respondió las preguntas de investigación.

En la [Figura 3](#) se muestra el proceso de filtrado de búsqueda. El resumen de las frecuencias por cada fase de selección se muestra en la [Tabla 5](#).

Figura 3

Proceso de Búsqueda

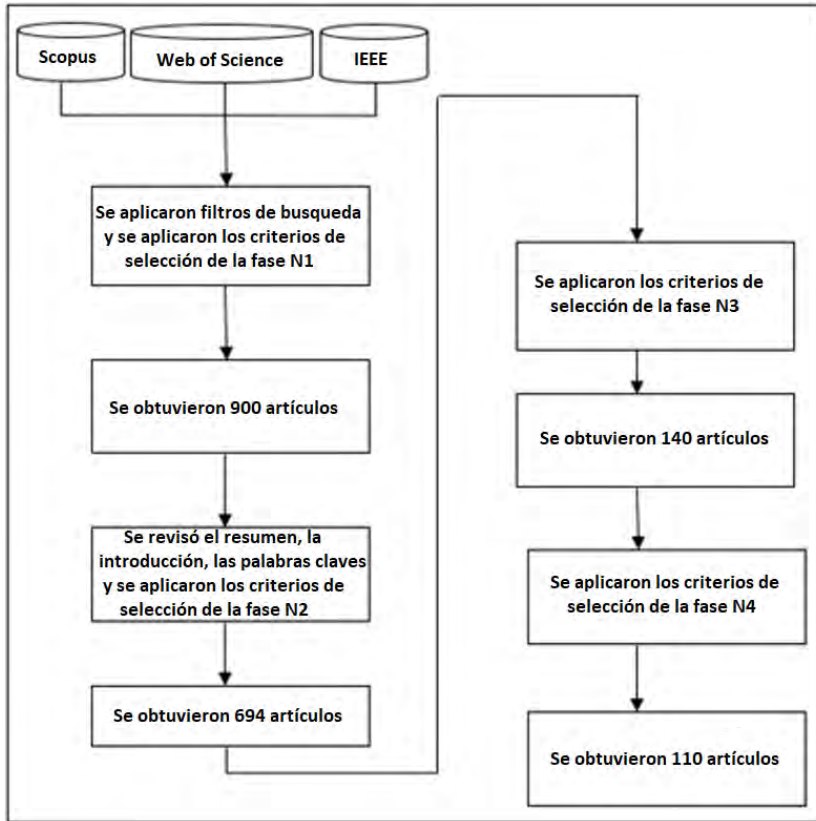


Tabla 5

Extracción de Base de Datos

Fase	Scopus	Web of Science	IEEE	Total, por nivel
N1	561	125	214	900
N2	391	101	202	694
N3	88	18	34	140
N4	60	17	33	110 (E.P.*)

Nota. * E.P. significa estudios primarios

A continuación, en la [Tabla 6](#) se listan los 110 artículos primarios encontrados.

Tabla 6

Estudios Primarios Seleccionados

Ref.	Título de la publicación	Autor	Fuente
[1]	<i>Multicriteria decision-making taxonomy for DevOps challenging factors using analytical hierarchy process.</i>	Khan A.A.; Shameem M.	Scopus
[2]	<i>Readiness model for DevOps implementation in software organizations.</i>	Rafi S.; Yu W.; Akbar M.A.; Mahmood S.; Alsanad A.; Gumaei A.	Scopus
[3]	<i>Selection of DevOps best test practices: A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS analysis”.</i>	Rafi S., Akbar M.A.; Mahmood S.; Alsanad A.; Alothaim A.	Scopus
[4]	<i>Predictive maintenance of infrastructure code using “fluid” datasets: An exploratory study on Ansible defect proneness.</i>	Quattrocchi G.; Tamburri D.A..	Scopus
[5]	<i>DevOps: Is there a gap between education and industry?</i>	Sánchez-Cifo M.Á.; Bermejo P.; Navarro E.	Scopus
[6]	<i>Characterizing DevOps culture: A systematic literature review.</i>	Sánchez-Gordón M.; Colomo-Palacios R.	Scopus
[7]	<i>Omniscient DevOps analytics,</i>	Tamburri D.A.; Di Nucci D.; Di Giacomo L.; Palomba F.	Scopus
[8]	<i>PSP-CI: A Tool for Collecting Developer’s Data with Continuous Integration</i>	Pando B., Ojeda	Scopus
[9]	<i>Agile requirements validation in Brazilian software development companies: A survey</i>	Cursino R.; Farias J.; Lancaster M.; Santos W.	Scopus

[10]	<i>Smart Measurements and Analysis for Software Quality Enhancement.</i>	Dahab S.; Maag S.; Mallouli W.; Cavalli A.	Scopus
[11]	<i>Excellence in Exploratory Testing: Success Factors in Large-Scale Industry Projects.</i>	Mårtensson T.; Martini A.; Ståhl D.; Bosch J.	Scopus
[12]	<i>Fallacies and Pitfalls on the Road to DevOps: A Longitudinal Industrial Study.</i>	Caprarelli A.; Di Nitto E.; Tamburri D.A..	Scopus
[13]	<i>From DevOps to DevDataOps: Data Management in DevOps Processes.</i>	Capizzi A.; Distefano S.; Mazzara M	Scopus
[14]	<i>ART for Agile: Autonomous Real-Time Testing in the Product Development Cycle.</i>	Fehlmann T.; Kranich E.	Scopus
[15]	<i>Developing a Critical Success Factor Model for DevOps.</i>	Azad N.	Scopus
[16]	<i>Assuring the Evolvability of Legacy Systems in DevOps Transformation/Adoption: Insights of an Experience Report.</i>	Alves Á.; Rocha C.	Scopus
[17]	<i>BizDevOps: Because DevOps is not the end of the story.</i>	Gruhn V.; Schäfer C..	Scopus
[18]	<i>Modeling DevOps deployment choices using process architecture design dimensions.</i>	Babar Z.; Lapouchnian A.; Yu E.	Scopus
[19]	<i>On the impact of mixing responsibilities between Devs and Ops.</i>	Nybom K.; Smeds J.; Porres I.	Scopus
[20]	<i>Agile testing on an online betting application.</i>	Gouveia N.	Scopus
[21]	<i>Agile development offers the chance to establish automated quality.</i>	Kösling M.; Poth A.	Scopus
[22]	<i>Tool Infrastructure with a Focus on DevOps Culture.</i>	Akman S.; Aksuyek E.B.; Kaynak O.	Scopus
[23]	<i>A systematic mapping study on Microservices.</i>	Hamzehloui M.S. Sahibuddin S.; Salah K.	Scopus

[24]	<i>A knowledge management-driven and DevOps-based method for situational method engineering.</i>	Dehghani R.; Ramsin R.	Scopus
[25]	<i>The organization of software teams in the quest for continuous delivery: A grounded theory approach.</i>	Leite L.; Pinto G.; Kon F.; Meirelles P.	Scopus
[26]	<i>DevOps critical success factors — A systematic literature Review.</i>	. Azad N.; Hyrynsalmi S.	Scopus
[27]	<i>Academic quality management in teacher education: A Singapore Perspective.</i>	Chong S.	Scopus
[28]	<i>How well do test case prioritization techniques support statistical fault localization.</i>	Jiang B.; Zhang Z.; Tse T.H.; Chen T.Y.	Scopus
[29]	<i>Software Engineering Education: Converging with the Startup Industry.</i>	Devadiga N.M.	Scopus
[30]	<i>CoSDEES: A framework for developing CSD environments for educational settings.</i>	Arora R.; Goel S.; Mittal R.K.	Scopus
[31]	<i>Supporting collaborative software development in academic learning environment: A collaborative pair and quadruple programming-based approach.</i>	Arora R.; Goel S.; Mittal R.K.	Scopus
[32]	<i>Rational of Study: Speed up Production Development by DevOps Culture.</i>	Sadewa R.; Lubis M.; Fakhurroja H.	Scopus
[33]	<i>DevOps Education: An Interview Study of Challenges and Recommendations.</i>	Fernandes M.; Ferino S.; Fernandes A.; Kulesza U.; Aranha E.; Treude C.	Scopus
[34]	<i>Continuous scrum: A framework to enhance scrum with DevOps.</i>	Samarawickrama S.S.; Perera I.	Scopus
[35]	<i>COCOA: Cold Start Aware Capacity Planning for Function-as-a-Service</i>	Gias A.U.; Casale G.	Scopus

	<i>Platforms.</i>		
[36]	<i>"The Advent of Data Science Platforms".</i>	Philemotte C.	Scopus
[37]	<i>Improving software quality as customers perceive it.</i>	Hackbarth R.; Mockus A.; Palframan J.; Sethi R.	Scopus
[38]	<i>Improving la redoute's CI/CD pipeline and DevOps processes by applying machine learning techniques.</i>	Nogueira A.F.; Ribeiro J.C.B.; Zenha-Rela M.; Craske A.	Scopus
[39]	<i>Software Engineering Process and Methodology in Blockchain-Oriented Software Development: A Systematic Study</i>	Faruk M.J.H.; Subramanian S.; Shahriar H.; Valero M.; Li X.; Tasnim M.	Scopus
[40]	<i>Security practices in DevOps.</i>	Ur Rahman A.A.; Williams L.	Scopus
[41]	<i>The Intersection of Continuous Deployment and Architecting Process: Practitioners' Perspectives.</i>	Shahin M.; Babar M.A.; Zhu L.	Scopus
[42]	<i>Adopting continuous delivery and deployment: Impacts on team structures, collaboration, and responsibilities.</i>	Shahin M.; Zahedi M.; Ali Babar M.; Zhu L.	Scopus
[43]	<i>Specification in continuous software development.</i>	Theunissen T.; Van Heesch U.	Scopus
[44]	<i>Poster: Exploration of academic and industrial evidence about architectural tactics and patterns in microservices.</i>	Osses F.; Márquez G.; Astudillo H.	Scopus
[45]	<i>Revisiting continuous deployment maturity: A two-year perspective.</i>	Mäkinen S.; Puonti M.; Lehtonen T.; Mikkonen T.; Kilamo T.; Männistö T.	Scopus

[46]	<i>Modern code review benefits-primary findings of a systematic literature review.</i>	Nazir S. ; Fatima N. ; Chuprat S.	Scopus
[47]	<i>DevOps in an ISO 13485 regulated environment: A multivocal literature review.</i>	Lie M.F.; Sanchez-Gordon M.; Colomo-Palacios R.	Scopus
[48]	<i>DevOpsML: Towards modeling DevOps processes and platforms.</i>	Colantoni A.; Berardinelli L.; Wimmer M.	Scopus
[49]	<i>Challenges and Recommendations in DevOps Education: A Systematic Literature Review.</i>	Fernandes M.; Ferino S.; Kulesza U.; Aranha E.	Scopus
[50]	<i>Assessing the Maturity of DevOps Practices in Software Industry: An Empirical Study of HELENA2 Dataset.</i>	Kumar A.; Nadeem M.; Shameem M.	Scopus
[51]	<i>Toward Effective and Efficient DevOps using Blockchain.</i>	Akbar M.A.; Mahmood S.; Siemon D.	Scopus
[52]	<i>The State of Test Automation in DevOps: A Systematic Literature Review.</i>	Patel A.R.; Tyagi S.	Scopus
[53]	<i>An approach to build consistent software architecture diagrams using DevOps system descriptors.</i>	Nicacio J.; Petrillo F.	Scopus
[54]	<i>Survey on State of DevOps in China [DevOps]</i>	Liu B.-H.; Zhang H.; Dong L.-M.	Scopus
[55]	<i>Evaluating Granularity of Microservices-oriented System Based on Bounded Context.</i>	Zhong C.-X. ; Li S.-S. ; Zhang H. ; Zhang C.	Scopus
[56]	<i>A study on the most prominent areas of research in microservices</i>	Hamzehlou M.S. Sahibuddin S.; Ashabi A.	Scopus
[57]	<i>DevOps model in practice: Applying a novel reference model to support and encourage the adoption of</i>	Pardo C.; Guerrero J.; Suescún E.	Scopus

	<i>DevOps in a software development company as case study.</i>		
	<i>Implementing a Microservices Architecture for Predicting the Opinion of Twitter Users on COVID Vaccines.</i>	Guerdoux G.; Audeh B.; Tiffet T.; Bousquet C.	Scopus
[58]			
[59]	<i>A research on DevOps maturity models.</i>	Zarour M.; Alhammad N.; Alenezi M.; Alsarayrah K.	Scopus
	<i>25th European Conference on Systems, Software and Services Process Improvement, EuroSPI 2018.</i>	Michener J. R. ; Clager A. T	Scopus
[60]			
[61]	<i>Multicriteria based Decision Makin of DevOps Data Quality Assessment Challenges Using Fuzzy TOPSIS.</i>	Saima Rafi, Wu Yu; Muhammad Azeem Akbar; Ahmed Alsanad; Abdu Gumaei	IEEE
	<i>Prioritization Based Taxonomy of DevOps Security Challenges Using PROMETHEE.</i>	Saima Rafi; Wu Yu; Muhammad Azeem Akbar; Ahmed Alsanad; Abdu Gumaei	IEEE
[62]			
[63]	<i>Prioritization Based Taxonomy of DevOps Challenges Using Fuzzy AHP Analysis.</i>	Muhammad A. A.; Naveed W.; Mahmood S.; Alsanad A.A.; Ahme	IEEE
	<i>Software Engineering Education Meets DevOps: an Experience Report.</i>	Paez N.; De la Fuente H.	IEEE
[64]			
[65]	<i>Reinforcing DevOps approach with security and risk management: An experience of implementing it in a data center of a Mexican organization.</i>	Diaz O.	IEEE
	<i>Identifying Activities for Enhancing Software Quality in DevOps Settings.</i>	María Fernanda Domínguez	IEEE
[66]			

[67]	<i>Implementation of Azure DevOps to automate the processes of the ISO/IEC 29110 standard a case study.</i>	García J.; Minero J.; Lara E,	IEEE
[68]	<i>Measurement Based Performance Evaluation of DevOps.</i>	Pooja	IEEE
[69]	<i>Mitigating an Oxymoron: Compliance in a DevOps environments.</i>	Michener J. R. ; Clager A. T.	IEEE
[70]	<i>DevOps based migration aspects from Legacy Version Control System to Advanced Distributed VCS for deploying Micro-services.</i>	Singh V.; Singh A.; Alok Aggarwal A.; Aggarwal S.	IEEE
[71]	<i>Applying the DevOps methodology for a more efficient process of teaching-learning computer programming.</i>	Vicente A.; João Cunha	IEEE
[72]	<i>Agile and Touchless Automation in the software industry.</i>	Sriraman G.; Sehar S.; Suganya E	IEEE
[73]	<i>Towards Development of a Novel DevOps Platform for Ultra-Large-Scale Commercial Applications: Part 1- System Design.</i>	Chen M.	IEEE
[74]	<i>Towards Development of a Novel DevOps Platform for Ultra-Large-Scale Commercial Applications: Part 2-Key Technologies and Applications.</i>	Chen M.	IEEE
[75]	<i>DevOps: A Historical Review and Future Works.</i>	Manyank	IEEE
[76]	<i>Towards a Domain-Specific Language for Provisioning Multiple Cloud Testing Environments for Mobile Applications.</i>	Sergio David Romero Maldonado; José Joaquín Bocanegra García	IEEE
[77]	<i>Productivity and process improvement using 'Scaled Agile'</i>	Jitesh R. Neve; Kamini Godbole; Rajeshwari Neve	IEEE

	<i>approaches: An emphasized analysis.</i>		
[78]	<i>DevOps in Pakistani Software Industry.</i>	Muhammad	IEEE
[79]	<i>Understanding Execution Environment of File-Manipulation Scripts by Extracting Pre-Conditions.</i>	Rodney Rodriguez; Xiaoyin Wang	IEEE
[80]	<i>DevOps in Regulated Software Development: Case Medical Devices.</i>	Teemu Laukkarinen; Kati Kuusinen; Tommi Mikkonen	IEEE
[81]	<i>Qualifying Software Engineers Undergraduates in DevOps - Challenges of Introducing Technical and Non-technical Concepts in a Project-oriented Course.</i>	Isaque Alves; Carla Rocha	IEEE
[82]	<i>Test Automation Process Improvement in a DevOps Team: Experience Report.</i>	Yuqing Wang; Maaret Pyhäjärvi; Mika V. Mäntylä	IEEE
[83]	<i>Improving Business deliveries using Continuous Integration and Continuous Delivery using Jenkins and an Advanced Version control system for Microservices-based system.</i>	Amarjeet Singh; Vinay Singh; Alok Aggarwal; Shalini Aggarwal	IEEE
[84]	<i>Tool support for traceability management of software artefacts with DevOps practices.</i>	S. Palihawadana	IEEE
[85]	<i>The End of the Manufacturing-Line Analogy.</i>	Mik Kersten	IEEE
[86]	<i>Recent Progress in Software Security.</i>	Edward Amoroso	IEEE
[87]	<i>DevOps-RAF: An assessment framework to measure DevOps readiness in software organizations.</i>	Lilianny Marrero	IEEE

[88]	<i>DevOps Research-Based Teaching Using Qualitative Research and Inter-Coder Agreement.</i>	Jorge E. Pérez; Angel González-Prieto	IEEE
[89]	<i>A Theory of Organizational Structures for Development and Infrastructure Professionals.</i>	Leonardo Leite; Nelson Lago, Claudia Melo; Fabio Kon; Paulo Meirelles	IEEE
[90]	<i>CMMI Guided Process Improvement for DevOps Projects: An Exploratory Case Study.</i>	Guoping Rong; He Zhang; Dong Shao	IEEE
[91]	<i>DevOps Education: An Interview Study of Challenges and Recommendations.</i>	Marcelo Fernandez	IEEE
[92]	<i>IT troubleshooting with drift analysis in the DevOps era.</i>	F. J. Meng; M. N. Wegman; J. M. Xu; X. Zhang; P. Chen; G. Chafle	IEEE
[93]	<i>Poster: Exploration of Academic and Industrial Evidence about Architectural Tactics and Patterns in Microservices".</i>	Felipe Osses; Gastón Márquez; Hernán Astudillo	IEEE
[94]	<i>DevOps.</i>	Christof Ebert; Gorca Gallardo; Josune Hernantes; Nicolas Serrano	Web of science
[95]	<i>Identifying correlations of findings for building process improvement packages using graph clustering.</i>	Choi Su-Jin; Kim Dae-Kyoo; Park Sooyong	Web of science
[96]	<i>A guidance to implement or reinforce a DevOps approach in organizations: A case study.</i>	Munoz Mirna; Rodriguez Mario Negrete	Web of science
[97]	<i>Detection of microservice-based software anomalies based on OpenTracing in cloud.</i>	Khanahmadi Mohammad ; Shameli-Sendi Alireza ; Jabbarifar ; Masoume ; Fournier ; Quentin ; Dagenais ; Michel.	Web of science

[98]	<i>Exploring the intersection between software industry and Software Engineering education - A systematic mapping of Software Engineering Trends.</i>	Cico, Orges; Jaccheri, Letizia; Anh Nguyen-Duc; Zhang, He	Web of science
[99]	<i>Large scale quality transformation in hybrid development organizations - A case study.</i>	Pradhan Satya; Nanniyur Venky	Web of science
[100]	<i>Modelling collaborative product development using axiomatic design principles: application to software industry.</i>	Arsenyan Jbid; Buyukozkan, Gulcin	Web of science
[101]	<i>Development of an interprofessional lean facilitator assessment scale.</i>	Bravo-Sanchez, Cindy; Dorazio, Vincent; Denmark, Robert; Heuer, Albert J.; Parrott, J. Scott	Web of science
[102]	<i>Information Flow in Software Testing - An Interview Study With Embedded Software Engineering Practitioners.</i>	Strandberg, Per Erik; Enoiu, Eduard Paul; Afzal, Wasif; Sundmark, Daniel; Feldt, Robert	Web of science
[103]	<i>Governing Software Process Improvements in Globally Distributed Product Development.</i>	Ramasubbu Narayan	Web of science
[104]	<i>Uncovering the Benefits and Challenges of Continuous Integration Practices.</i>	Elazhary, Omar; Werner, Colin; Li, Ze Shi; Lowlind, Derek; Ernst, Neil A.; Storey, Margaret-Anne	Web of science
[105]	<i>Decision-Making Taxonomy of DevOps Success Factors Using Preference Ranking Organization Method of Enrichment Evaluation.</i>	Rafi, Saima; Akbar, Muhammad Azeem; AlSanad, Abeer Abdulaziz; AlSuwaidan, Lulwah; Abdulaziz AL-ALShaikh, Halah; AlSagri, Hatoon S.	Web of science
[106]	<i>Traceability Establishment and Visualization of Software Artefacts in DevOps Practice: A Survey.</i>	Meedeniya, D. A.; Rubasinghe, I. D.; Perera, I	Web of science

[107]	<i>Implementation of DevOps based Hybrid Model for Project Management and Deployment using Jenkins Automation Tool with plugins.</i>	Narang, Poonam; Mittal, Pooja	Web of science
[108]	<i>Factor Prioritization for Effectively Implementing DevOps in Software Development Organizations: A SWOT-AHP Approach.</i>	Noorani, Noor Mohammed; Zamani, Abu Taha; Alenezi, Mamdouh; Shameem, Mohammad; Singh, Priyanka	Web of science
[109]	<i>SAT-Analyser Traceability Management Tool Support for DevOps.</i>	Rubasinghe, Iresha; Meedeniya, Dulani; Perera, Indika	Web of science
[110]	<i>DevOps process model adoption in Saudi Arabia: An empirical study.</i>	Zarour, Mohammad; Alhammad, Norah; Alenezi, Mamdouh; Alsarayrah, Khalid	Web of science

Con la finalidad de dar respuestas a las preguntas bibliométricas y las preguntas de investigación, se creó un formulario para la extracción de los datos, este se encuentra en la [Tabla 7](#).

Tabla 7

Formulario para la Extracción de Datos

Dato	Pregunta bibliométrica	Pregunta de investigación
Título del artículo	-	-
Autor	-	-
Año de publicación	P1	
País de origen de la publicación	P2	
Tipo de publicación	P3	
Procesos y principios DevOps		P4

Herramientas por proceso DevOps	P5
Procesos de Calidad en DevOps	P6

5 RESULTADOS DEL MAPEO SISTEMÁTICO

5.1 Preguntas bibliométricas

Para cada pregunta bibliométrica definida, se muestran los resultados encontrados:

P1: ¿Cómo ha evolucionado las publicaciones de los artículos en el tiempo?

Como se puede apreciar en la [Figura 4](#), existen en el universo encontrado más documentos de investigación en el año 2022 con un 21.8% y según la gráfica se puede observar un aumento progresivo en cada año sobre la cantidad de publicaciones sobre DevOps, el detalle de los artículos publicados por año se muestra en la [Tabla 8](#).

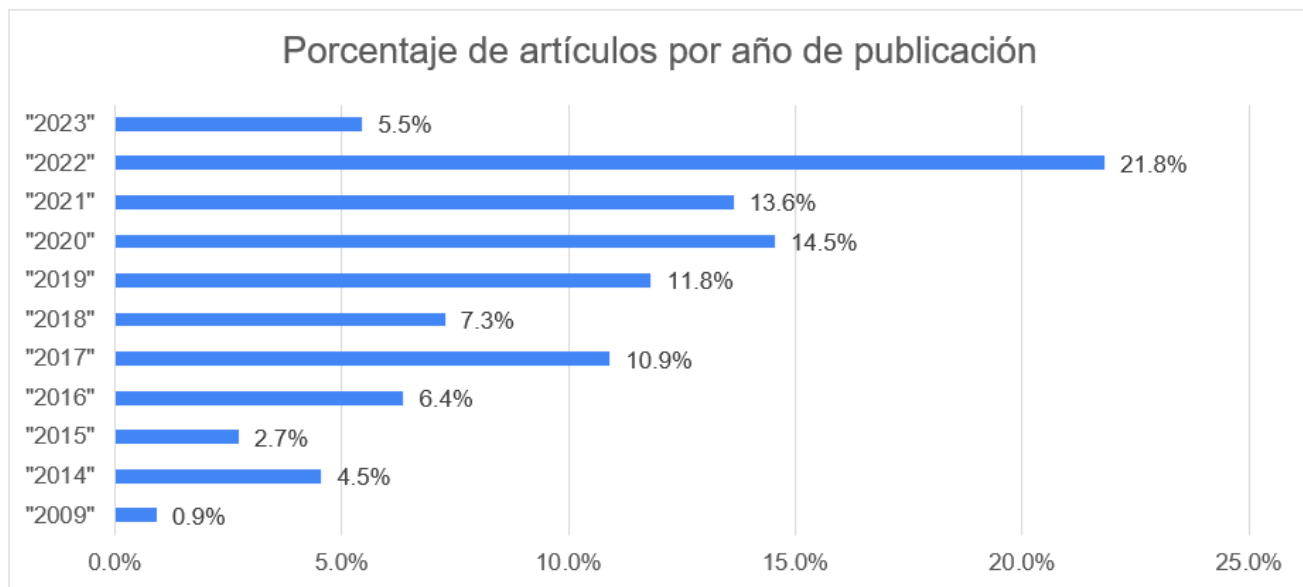
Tabla 8

Relación de Artículos Publicados por Año

Año	Publicaciones
2009	[28]
2014	[27], [30], [94], [100], [103]
2015	[17], [18], [95]
2016	[19], [20], [37], [40], [41], [69], [90]
2017	[21], [22], [29], [34], [42], [43], [65], [77], [80], [84], [85], [92]
2018	[6], [31], [38], [44], [60], [86], [93], [101]
2019	[7], [8], [9], [10], [11], [23], [45], [54], [55], [56], [59], [102], [106]
2020	[1], [12], [13], [35], [36], [46], [47], [48], [49], [61], [62], [63], [68], [78], [82], [110]
2021	[2], [14], [25], [66], [70], [75], [79], [81], [87], [88], [96], [98], [99], [104], [109]
2022	[3], [4], [15], [32], [33], [39], [50], [51], [52], [53], [57], [58], [64], [67], [71], [72], [73], [74], [76], [83], [91], [105], [107], [108]
2023	[5], [16], [24], [26], [89], [97]

Figura 4

Porcentaje de Artículos por Año de Publicación



P2: ¿Cuáles son los países donde se han publicado los artículos?

Como se puede apreciar en la [Figura 5](#), Estados Unidos y la India presentan 11.8 % y 9.1% respectivamente de un total de 110 estudios primarios, seguidos de China con 8.2%, Brasil con 7.3% y Finlandia con 6.4%. En el comparativo de investigación por país, de estos resultados los países mencionados están a la vanguardia en tecnología de la información con relación a publicaciones sobre DevOps. En la [Tabla 9](#) se puede observar el detalle de cada artículo encontrado por país.

Tabla 9

Relación de Artículos por País de Procedencia

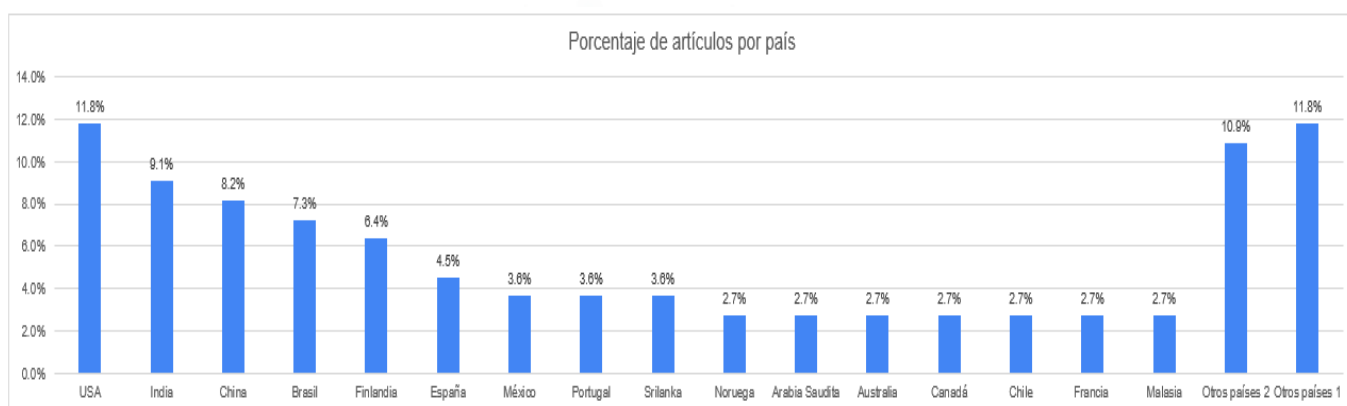
País	Publicaciones
Estados Unidos	[29], [37], [41], [40], [69], [79], [83], [85], [86], [91], [99], [101], [103]
India	[1], [30], [31], [68], [70], [72], [75], [77], [107], [108]
China	[2], [54], [55], [61], [62], [73], [74], [90], [92]
Brasil	[9], [16], [2], [33], [49], [50], [81], [89]
Finlandia	[3], [15], [19], [26], [45], [51], [82]
España	[5], [11], [60], [88], [105]
México	[65], [66], [67], [96]

Portugal	[10], [20], [38], [71]
Sri Lanka	[34], [84], [106], [109]
Noruega	[6], [47], [98]
Arabia Saudita	[59], [63], [110]
Australia	[28], [41], [42]
Canadá	[18], [53], [104]
Chile	[44], [87], [93]
Francia	[12], [13], [58]
Malasia	[23], [46], [56]
Alemania	[17], [21]
Argentina	[64], [80]
Colombia	[57], [76]
Holanda	[7], [43]
Irán	[24], [97]
Turquía	[22], [100]
Austria	[48]
Bélgica	[36]
Corea	[95]
Indonesia	[32]
Japón	[94]
Pakistán	[78]
Perú	[8]
Reino Unido	[35]
Rusia	[52]
Singapur	[31]
Eslovaquia	[11]
Suecia	[102]
Suiza	[14]

Para una mejor comprensión y visualización de los datos de los artículos por países, se han agrupado en otros países 1 (países que tienen 1 solo artículo) los cuales son: Austria, Bélgica, Corea, Indonesia, Japón, Pakistán, Perú, Reino Unido, Rusia, Singapur, Eslovaquia, Suecia y Suiza, el listado anterior hace un total de 11.8%, luego para los países que tienen 2 artículos se agrupado en otros países 2, los cuales son: Alemania, Argentina, Colombia, Holanda, Irán, Turquía, los cuales hacen un total de 10.9% del total.

Figura 5

Porcentaje de Artículos por País



P3: ¿En qué tipos de publicaciones están estos artículos que se han identificado?

Del universo de 110 estudios primarios existen 2 tipos encontrados que son de interés para esta investigación: artículos de revistas (*Journal Article*) y artículos de conferencias (*Conference paper*). En la [Figura 6](#), se muestra que existen en el universo encontrado más documentos de tipo artículos de conferencia con un 71.65% (71 documentos) y para el tipo artículo de revistas tiene un 39.35% (39 documentos). En la [Tabla 10](#) se realiza un listado detallado de las referencias de los artículos agrupados por cada tipo.

Figura 6

Porcentaje de Artículos por Medio de Publicación

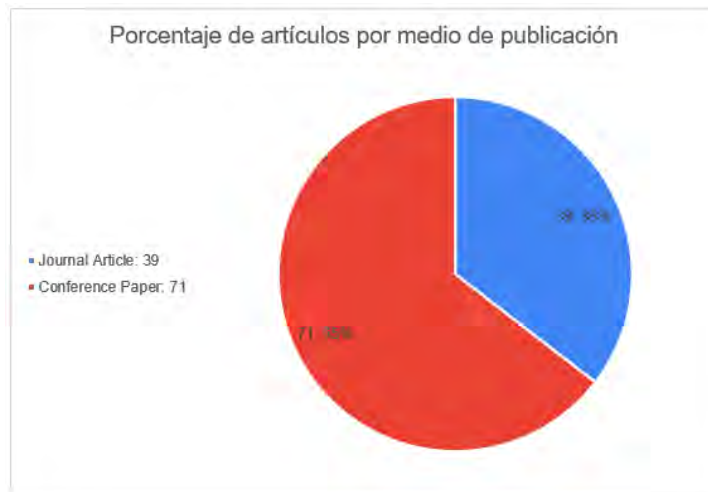


Tabla 10

Listado de Publicaciones por Tipo

Tipo de publicación	Publicaciones
Conference paper	[2], [3], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [28], [29],[30], [31], [32], [33], [34], [35], [38], [39], [40], [41], [42],[43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], [53],[58], [60], [64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80], [81], [82], [83], [84], [87], [90], [91], [93]
Journal Article	[1], [4], [5], [24], [25], [26], [27], [36], [37], [54], [55], [56], [57], [59], [61], [62], [63], [85], [86], [88], [89], [92], [94], [95], [96], [97], [98], [99], [100], [101], [102], [103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110]

5.1 Preguntas de investigación

P4: ¿Cuáles son los procesos y principios más utilizados en desarrollo de software empleando DevOps?

Los procesos encontrados en los 110 estudios primarios son Desarrollo de software, Integración continua, entrega continua, Monitorización, Despliegue continuo, seguridad en DevOps y Calidad de Software, en la [Tabla 11](#) se puede observar el detalle de los artículos de investigación que hacen referencia a estos procesos y en la [Figura 7](#) se puede observar las estadísticas de las menciones de cada proceso en los 110 estudios primarios.

Tabla 11

Procesos en DevOps

Procesos de DevOps	Descripción	Artículos
Desarrollo de software	Es la fase de construcción de software que estará preparado para ser convertido en una versión funcional cuando se ponga en la fase de puesta en producción. (Sánchez & Colomo, 2018)	[1], [2], [3], [4], [5], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [30], [31], [32], [34], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [51], [53], [54], [56], [57], [59], [61], [62], [63], [64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [93], [94], [95], [96], [97], [98], [99], [100], [102], [103], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110]
Integración continua	Es la fase en la cual los desarrolladores comparten en un	[2], [5], [8], [10], [11], [12], [13], [14], [16], [18], [20], [21], [22], [25], [26], [28], [30], [31], [33], [34], [39], [41], [42], [46], [47],

	<p>repositorio central de forma periódica, para lograr esto se realizan pruebas y versiones automatizadas (Donca et al., 2022).</p>	<p>[48], [51], [54], [56], [57], [59], [61], [62], [63], [64], [65], [66], [67], [68], [70], [72], [73], [74], [75], [76], [78], [79], [80], [81], [82], [83], [84], [87], [88], [90], [91], [94], [96], [99], [102], [104], [106], [107], [108], [109], [110]</p>
Entrega continua	<p>Es la fase en la cual los desarrolladores comparten los cambios en un repositorio central de forma periódica (Len Bass, 2017).</p>	<p>[1], [2], [5], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [21], [24], [25], [26], [33], [34], [39], [40], [41], [42], [45], [47], [48], [49], [51], [53], [54], [56], [57], [59], [61], [62], [63], [68], [72], [73], [74], [75], [76], [78], [80], [81], [82], [83], [85], [86], [88], [89], [90], [91], [94], [96], [97], [98], [99], [105], [106], [107], [108], [109], [110]</p>
Monitorización	<p>Es la fase de prevención y detección que permite observar y comprender en qué estado se encuentra un sistema, desde una aplicación simple hasta una infraestructura compleja. (Babar et al., 2015).</p>	<p>[1], [10], [11], [12], [13], [14], [16], [18], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [30], [32], [33], [36], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [45], [48], [51], [54], [55], [56], [57], [59], [61], [62], [70], [72], [73], [75], [81], [82], [83], [85], [87], [89], [90], [91], [94], [95], [96], [97], [100], [103], [104], [105], [106], [107], [108], [110]</p>
Despliegue continuo	<p>Es la fase de puesta en producción de forma automatizada del software que ha pasado la fase de pruebas. (Mohammad et al., 2022).</p>	<p>[1], [2], [5], [6], [10], [11], [12], [13], [16], [18], [21], [23], [26], [32], [33], [40], [41], [42], [45], [47], [51], [54], [57], [61], [62], [64], [65], [66], [68], [72], [73], [74], [75], [80], [81], [82], [83], [84], [87], [91], [94], [96], [104], [105], [106], [107], [108], [110]</p>
Seguridad en DevOps	<p>Es la fase de integrar las pruebas de seguridad en cada etapa del desarrollo del software. (Sánchez et al., 2023).</p>	<p>[1], [13], [14], [23], [26], [32], [39], [40], [41], [42], [43], [45], [47], [48], [51], [53], [54], [55], [56], [57], [61], [62], [65], [66], [69], [71], [72], [73], [74], [75], [80], [81], [82], [83], [85], [86], [87], [89], [90], [96], [98], [99], [100], [104], [105], [106], [108], [110]</p>

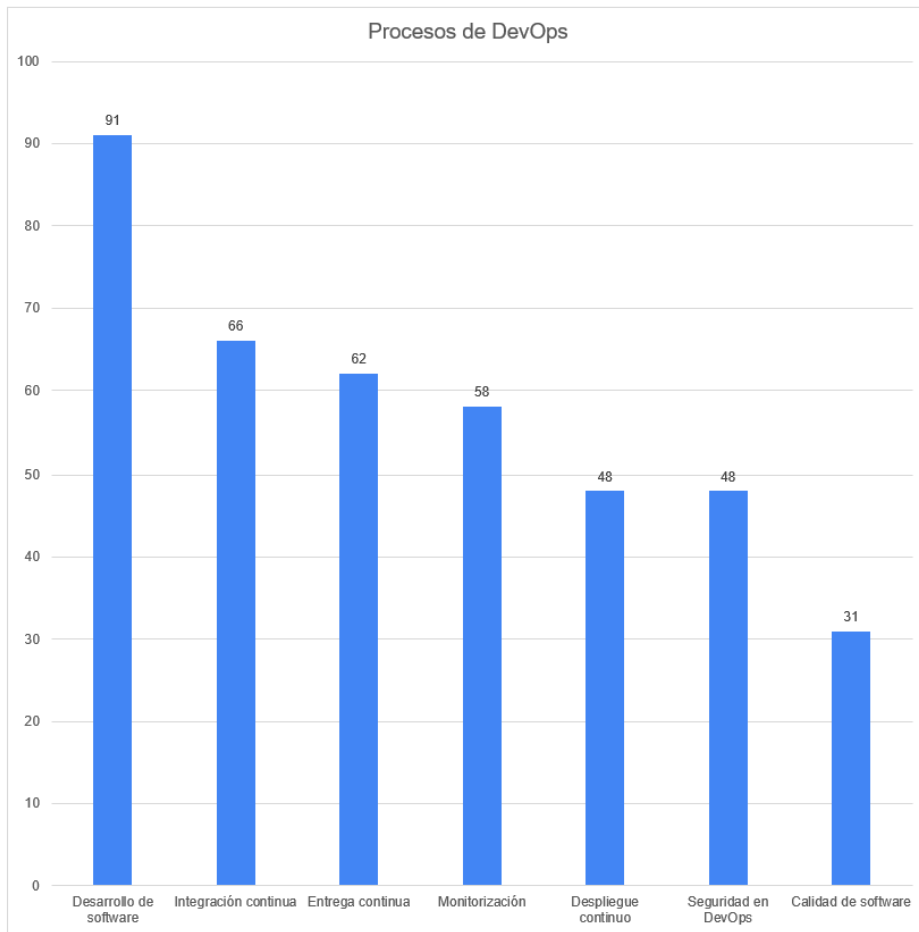
Calidad de software

Es la fase donde se realiza la integración de control de calidad en todo el ciclo del software (Kato et al., 2022).

[1], [2], [3], [4], [7], [11], [12], [13], [14], [17], [26], [37], [38], [39], [46], [51], [55], [56], [66], [76], [82], [89], [94], [99], [100], [104], [105], [106], [107], [108], [110]

Figura 7

Cantidad de Referencias de Procesos en DevOps



En la [Tabla 12](#) se muestran los principios utilizados en el desarrollo de software empleando DevOps y en la [Figura 8](#) las estadísticas de las menciones de dichos principios en los 110 estudios primarios.

Tabla 12

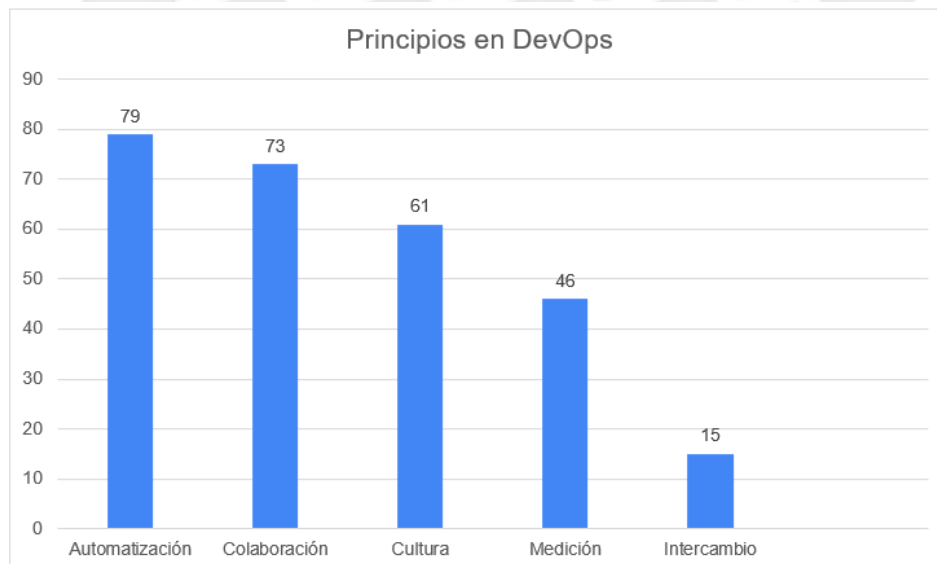
Principios Usados en DevOps

Principios en DevOps	Descripción	Artículos
Automatización	Automatizar todos los pasos de Desarrollo y operación hacia una entrega rápida y retroalimentación de los usuarios. (Sánchez & Colomo, 2018)	[3], [4], [5], [6], [7], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [25], [26], [29], [32], [33], [34], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [45], [47], [48], [51], [53], [54], [56], [57], [59], [61], [62], [63], [64], [65], [66], [67], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [94], [96], [99], [100], [102], [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110].
Colaboración	DevOps se define como un proceso de software que enfatiza la colaboración dentro y entre los equipos involucrados en el proceso de desarrollo de software. (Rafi et al., 2020)	[1], [2], [5], [6], [7], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [18], [19], [24], [25], [26], [27], [30], [31], [32], [33], [34], [37], [39], [40], [41], [42], [43], [45], [46], [47], [48], [51], [53], [54], [57], [59], [61], [62], [63], [65], [66], [67], [70], [73], [74], [75], [77], [81], [83], [84], [85], [87], [88], [89], [90], [91], [94], [96], [98], [99], [100], [101], [102], [103], [105], [106], [107], [108], [109], [110].
Cultura	Responsabilidad conjunta para la entrega de software de alta calidad. (Sánchez & Colomo, 2018)	[1], [2], [5], [6], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [18], [19], [24], [25], [26], [27], [32], [33], [39], [40], [41], [42], [43], [45], [46], [47], [51], [54], [56], [57], [59], [62], [63], [66], [67], [70],

		[73], [74], [75], [77], [81], [82], [87], [88], [89]. [90], [91], [94], [96], [99], [100], [101], [103] [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110].
Medición	Todo el proceso debe cuantificarse, para comprender la capacidad de entrega y establecer objetivos para mejorar el proceso. (Sánchez & Colomo, 2018)	[2], [4], [6], [8], [10], [12], [13], [14], [18], [19], [20], [26], [27], [34], [37], [38], [43], [45], [47], [51], [57], [59], [61], [62], [63], [66], [68], [73], [75], [76], [77], [81], [82], [87], [88], [90], [91], [95], [96], [99], [100], [103], [105], [107], [108], [110].
Intercambio	Es crucial compartir el conocimiento gracias a las herramientas. (Sánchez & Colomo, 2018)	[1], [6], [10], [11], [12], [13], [14], [16], [20], [25], [46], [71], [97], [102], [103].

Figura 8

Principios en DevOps



P5: ¿Cuáles son las herramientas más utilizadas en cada proceso para la construcción de software en DevOps?

Las herramientas más utilizadas en cada proceso para la construcción de software en DevOps de

un universo de 110 estudios primarios son las siguientes:

En el proceso de desarrollo de software se encontró que la herramienta con mayor uso es Puppet con una cantidad de 19 menciones en los estudios primarios obtenidos, seguida de Apache Maven con 10 menciones como se muestra en la [Tabla 13](#).

Tabla 13

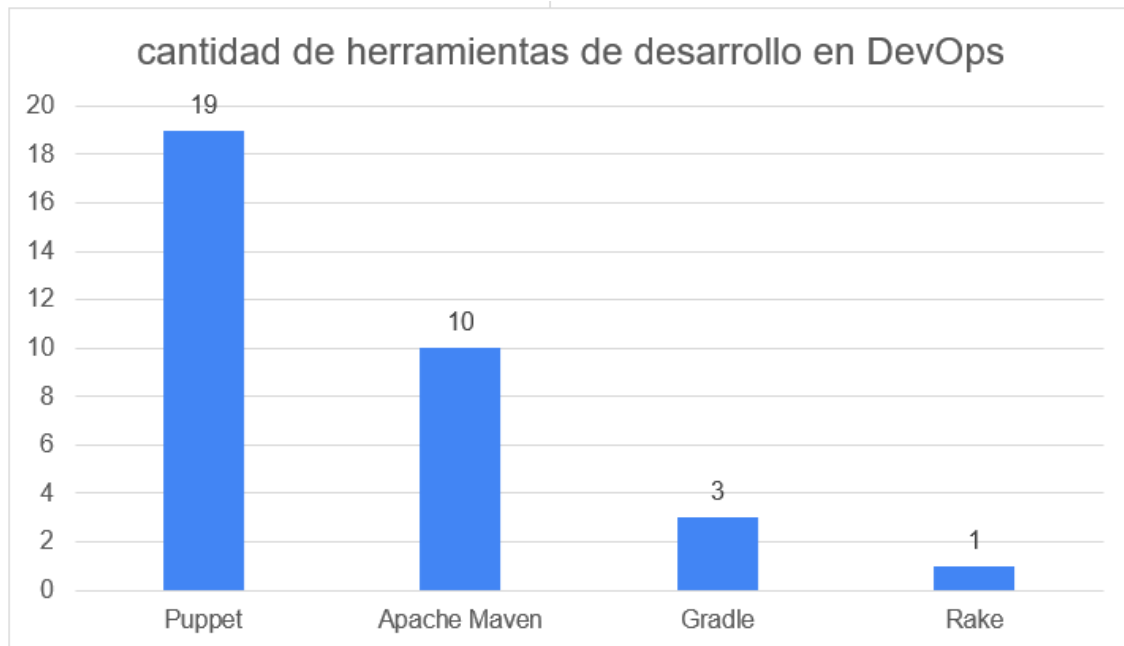
Herramientas de Desarrollo en DevOps

Herramientas de Desarrollo en DevOps	Descripción	Artículos
Puppet	Herramienta para la gestión de configuración de código abierto. (Ebert et al.,2014)	[4], [10], [11], [12], [13], [14], [19], [38], [53], [67], [77], [80], [84], [86], [94], [95], [99], [101], [102]
Apache Maven	Sirve para estandarizar la configuración de un proyecto a lo largo de su ciclo de vida. (Ebert et al.,2014)	[4], [10], [11], [12], [13], [34], [48], [73], [99], [109]
Gradle	Sirve para automatizar la compilación de código abierto de una forma muy flexible. (Combemale & Wimmer, 2020)	[12], [13], [99]
Rake	Es una herramienta de compilación para tareas de varios tipos. (Ebert et al.,2014)	[94]

En la [Figura 9](#) se puede visualizar las estadísticas de las menciones de las herramientas de desarrollo en DevOps.

Figura 9

Cantidad de Herramientas de Desarrollo en DevOps



En el proceso de CI/CD se ha encontrado mayor cantidad de referencias con respecto a la herramienta Jenkins con un total de 31 publicaciones, luego se tiene a la herramienta Docker con 29 publicaciones y en la tercera posición se tiene a la herramienta Kubernetes con 19 publicaciones. En la [Tabla 14](#) se muestra una descripción breve de cada herramienta y el detalle de los artículos que mencionan las herramientas en el proceso CI/CD.

Tabla 14

Herramientas en Proceso CI/CD

Herramientas en proceso	Descripción	Artículos
CI/CD		
Jenkins	Se define como un servidor de código abierto para la integración continua, tiene como principal uso el compilar, probar proyectos de	[4], [8], [11], [12], [13], [14], [16], [18], [22], [33], [34], [38], [48], [49], [54], [71], [73], [75], [77], [79], [80], [85], [86], [87],

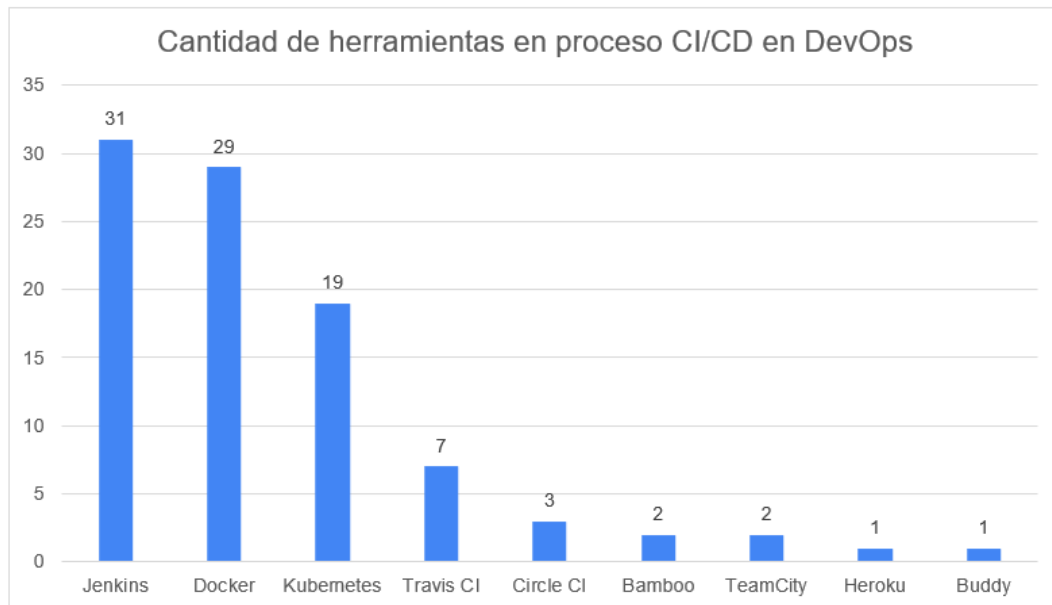
	software y mantener una versión más estable del código disponible sin ningún conflicto. (Narang & Mittal, 2022).	[88], [89], [92], [96], [99], [107], [109].
Docker	Se define como una plataforma de software que deja desarrollar, testear y poner en producción aplicaciones de forma rápida. (Laukkarinen et al., 2017).	[4], [10], [11], [12], [13], [16], [21], [23], [25], [32], [33], [35], [47], [49], [53], [56], [63], [69], [71], [79], [80], [83], [84], [85], [86], [89], [96], [99], [109].
Kubernetes	Se define como una plataforma portable y extensible de código abierto para la administración de carga de trabajo y servicios en contenedores. (Nicacio & Petrillo, 2022).	[4], [11], [12], [13], [21], [33], [47], [53], [69], [71], [75], [83], [84], [86], [88], [94], [96], [108], [109].
Travis CI	Se define como un servicio alojado de integración continua, empleado para programar y realizar pruebas proyectos de software que se encuentran alojados en GitHub. (Rubasinghe et al., 2021).	[13], [16], [33], [84], [96], [106], [109]
Circle CI	Se define como una plataforma de integración continua y entrega continua empleado en el proceso de desarrollo de software. (Alves & Rocha, 2021).	[33], [86], [96]
Bamboo	Se define como herramienta de CI y CD que unifica en solo flujo de trabajo compilaciones, pruebas y	[94], [107]

	versiones de forma automática. (Ebert et al.,2014).	
TeamCity	Es una herramienta basada en java que se aplica en CI y CD para Ingenieros y Desarrolladores. (Ebert et al.,2014).	[94], [107]
Heroku	Se define como plataforma de servicios en la nube basada en contenedores, maneja servidores y sus configuraciones. (Sujatha et al., 2022)	[81]
Buddy	Plataforma CI y CD en la nube, esta herramienta ayuda a los arquitectos de software a tomar decisiones durante el desarrollo de software. (Jasser, 2019).	[11]

En la [Figura 10](#) se muestra la cantidad de referencias de las herramientas en el proceso CI/CD.

Figura 10

Cantidad de Herramientas en Proceso CI/CD en DevOps



Para el control de versiones observamos a GitHub con 21 referencias, seguida de Git con 17 publicaciones y Chef con 11 referencias de los estudios primarios como se muestra en la [Figura 11](#). En la [Tabla 15](#) se presenta el detalle de las publicaciones que hacen referencia a las herramientas de control de versiones.

Tabla 15

Herramientas de Control de Versiones en DevOps

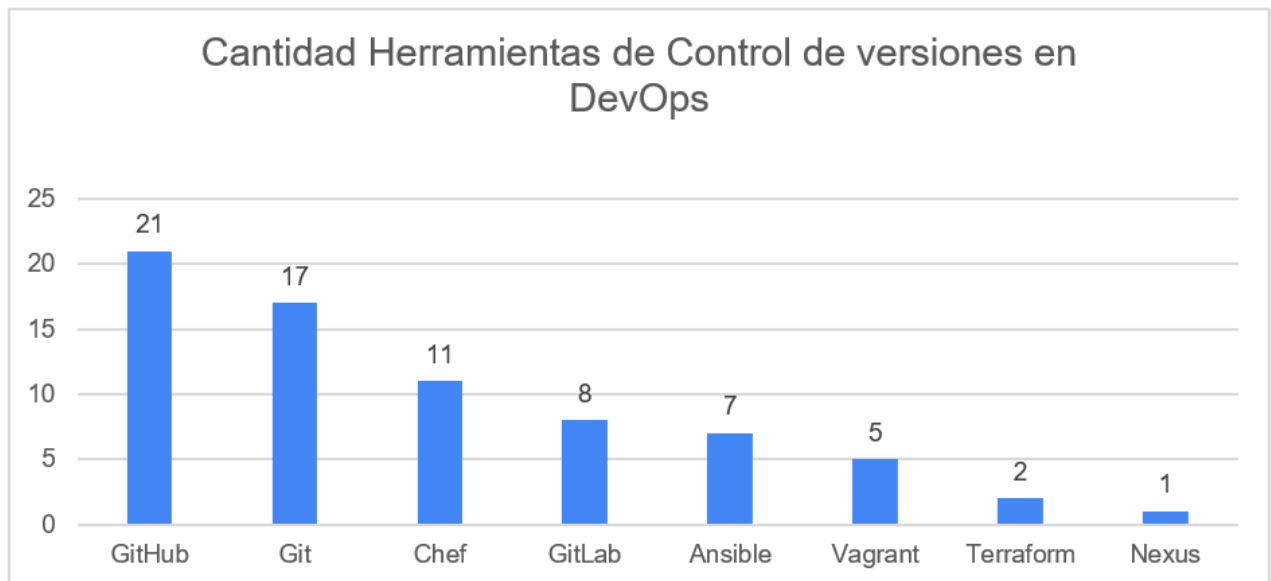
Herramientas de control de versiones en DevOps	Descripción	Artículos
GitHub	Herramienta para Ingenieros de Software que sirve para alojar el código a desarrollar en repositorios y subirlos a la nube, para gestionar el control de versiones del producto software. (Quattrocchi, 2022).	[4], [5], [7], [10], [11], [13], [14], [18], [33], [35], [46], [71], [73], [83], [84], [86], [89], [92], [96], [107], [109].
Git	Es un sistema de control de versiones distribuidos, se realizan copias del software lo	[5], [8], [26], [34], [47], [48], [72], [75], [79], [80], [81], [85], [86], [88], [92], [107], [109].

	<p>cual permite trabajar sin conexión de forma fácil. (Sánchez et al., 2023).</p>	
Chef	<p>Herramienta que es una plataforma de automatización que proporcionan la utilización de código que reemplaza los scripts de shell, no modulares para automatizar la configuración en los servidores (Siebra et al., 2019).</p>	<p>[4], [10], [13], [18], [53], [75], [80], [86], [94], [99], [101].</p>
GitLab	<p>Herramienta que es utilizada para realizar proyectos de data Science y machine learning y automatizar los lanzamientos a producción. (Narang & Mittal, 2022).</p>	<p>[16], [69], [79], [81], [84], [86], [92], [107].</p>
Ansible	<p>Herramienta que es usada para automatizar, se realiza con archivos de configuración nombrados Playbooks. (Narang & Mittal, 2022).</p>	<p>[4], [11], [12], [13], [53], [99], [107].</p>
Vagrant	<p>Es un software que sirve para configurar una instancia de una máquina virtual dedicada con un archivo de configuración. (Siebra et al., 2019).</p>	<p>[10], [11], [12], [13], [86].</p>
Terraform	<p>Herramienta que permite crear, modificar las versiones de la infraestructura en forma segura y eficiente. (Nicacio & Petrillo, 2022).</p>	<p>[4], [53].</p>
Nexus	<p>Herramienta que sirve como gestor de repositorio para</p>	<p>[48]</p>

evitar la dependencia y
 controlar las librerías propias
 de la empresa.
 (Colantoni et al., 2020)

Figura 11

Cantidad de Referencias de Herramientas de Control de Versiones en DevOps



Para el proceso de calidad de software se ha encontrado la herramienta Selenium con 8 referencias, seguidas de Junit y Jmeter con 6 y 5 referencias respectivamente como muestra la [Figura 12](#). En la [Tabla 16](#) se lista el detalle de los documentos que hacen referencia a las herramientas de calidad de software.

Tabla 16

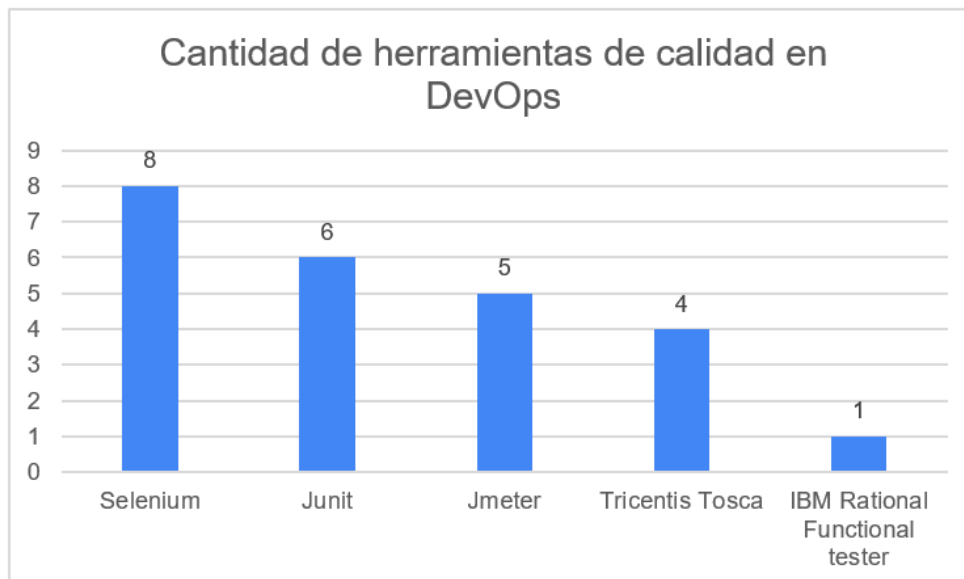
Herramientas de Calidad de Software

Herramientas de calidad de software	Descripción	Artículos
Selenium	Herramienta para la automatización de pruebas de navegadores web es de	[10], [12], [13], [34], [73], [86], [107], [109].

	código abierto. (Narang & Mittal, 2022).	
Junit	Herramienta que se utiliza como marco para pruebas unitarias de proyectos en código Java. (Rubasinghe et al., 2021).	[12], [13], [14], [28], [34], [109].
Jmeter	Herramienta de código abierto para realizar las pruebas del rendimiento de aplicaciones y páginas web. (Kösling & Poth, 2017).	[12], [13], [21], [86], [107].
Tricentis Tosca	Herramienta utilizada para automatizar las pruebas de rendimiento. (Pradhan & Nanniyur, 2021).	[4], [12], [13], [99].
IBM Rational functional tester	Herramienta automatizada para realizar las pruebas funcionales y las pruebas de regresión. (Siebra et al., 2019)	[10].

Figura 12

Cantidad de Herramientas de Calidad en DevOps



Para el proceso de monitorización en DevOps se ha encontrado a la herramienta Nagios con 5 referencias en los estudios primarios, seguida de Prometheus y New Relic con 4 y 3 referencias respectivamente como se muestra en la [Figura 13](#) y en la [Tabla 17](#) se lista el detalle de los documentos que hacen referencia a las herramientas de monitorización.

Tabla 17

Herramientas de Monitorización en DevOps

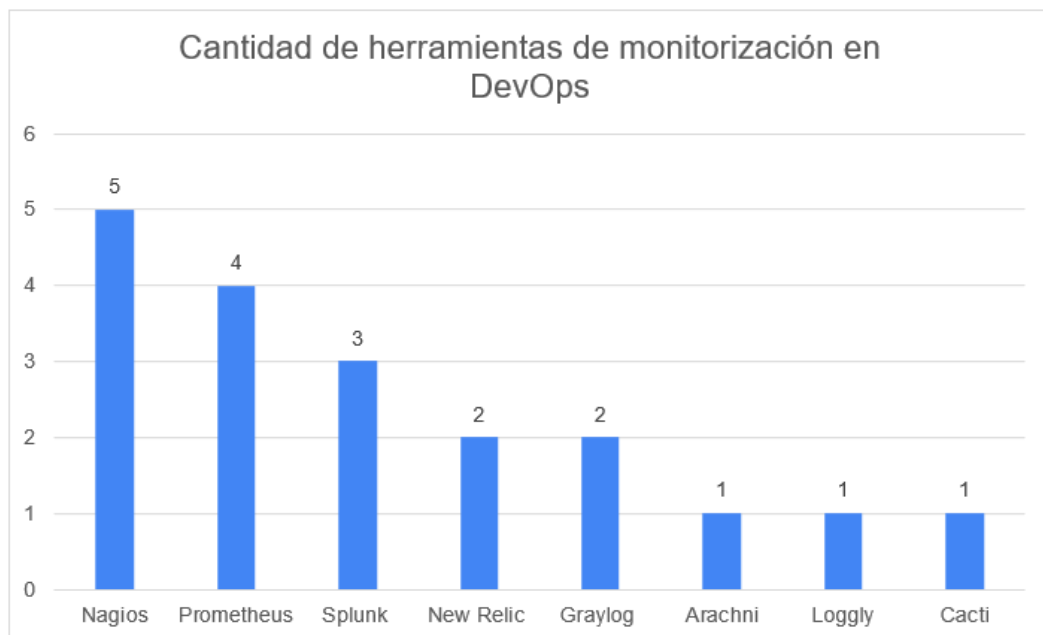
Herramientas de monitorización	Descripción	Artículos
Nagios	Sistema de monitorización de código abierto utilizado para redes, sirve para monitorear hardware y software. (Narang & Mittal, 2022).	[12], [13], [86], [99], [107].
Prometheus	Herramienta para recopilar métricas de una	[11], [12], [13], [86].

	infraestructura y sus aplicaciones. (Bogner et al., 2019).	
Splunk	Sistema de gestión de información y eventos de seguridad automática de última generación sobre sistemas de seguridad modulares que presenta detección eficiente actividades de procesos. (Babar et al., 2015).	[11], [18], [96].
New Relic	Brinda informes acerca del rendimiento de la infraestructura, recursos en nube, aplicaciones y contenedores. (Ebert et al.,2014).	[19], [94].
Graylog	Plataforma de gestión de registros, procesando registros de diferentes fuentes tal como aplicaciones, servicios en la nube y servidores. (Ebert et al.,2014).	[81], [94].
Arachni	Herramienta para monitorear tareas de operación. (Alves & Rocha, 2021).	[81].
Loggly	Herramienta para ordenar registros producidos en un servidor web. (Ebert et al.,2014).	[94].
Cacti	Es una herramienta de soluciones basados en	[94].

gráficos, monitoreo de redes
y obtención de datos.
(Ebert et al.,2014).

Figura 13

Cantidad de Herramientas de Monitorización en DevOps



Para la administración de las actividades en DevOps se encuentra a la herramienta Jira con 4 referencias, se puede observar en la [Figura 14](#) que todas las demás tienen 1 referencia y en la [Tabla 18](#) se lista el detalle de los documentos que hacen referencia a las herramientas de administración en DevOps.

Tabla 18

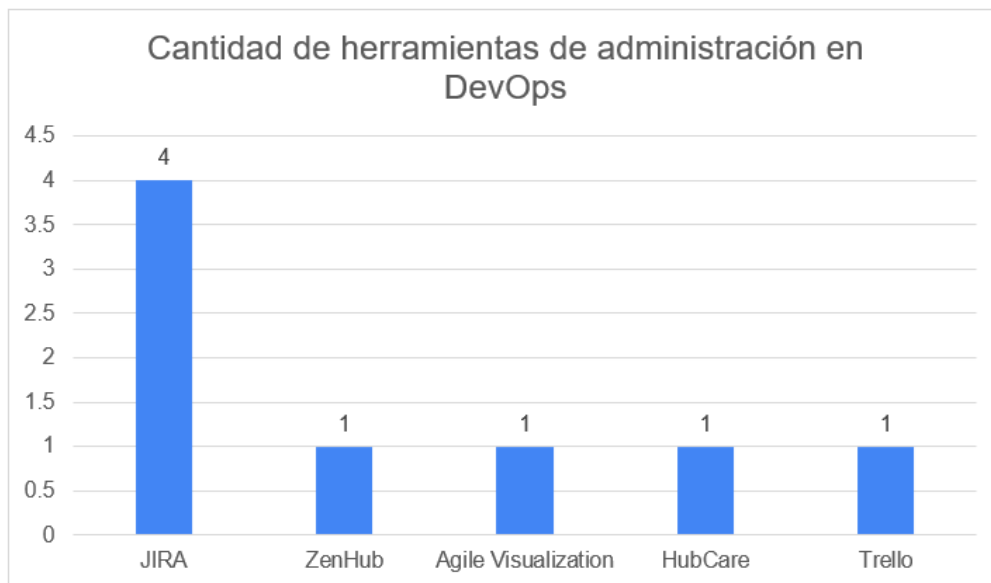
Herramientas de Administración en DevOps

Herramientas de administración	Descripción	Artículos
JIRA	Es una aplicación web utilizado en el area de gestión de proyectos, tareas y errores.	[34], [85], [96], [109].

	(Muñoz & Negrete, 2021).	
ZenHub	Plataforma de gestión de proyectos que se integra de forma nativa en la interfaz de GitHub. (Alves & Rocha, 2021).	[81].
Agile Visualization	Promueve el uso entornos de desarrollo interactivo para reducir el tiempo de creación de una visualización ejemplo Roassal y Pharo. (Alves & Rocha, 2021).	[81].
HubCare	Es un proyecto de código abierto para la gestión de un repositorio. (Alves & Rocha, 2021).	[81].
Trello	Es una herramienta visual, el cual proporciona la gestión de cualquier tipo de proyecto y flujo de trabajo. (Alves & Rocha, 2021).	[109]

Figura 14

Cantidad de Herramientas de Administración en DevOps



P6: ¿Cuáles son los procesos de calidad utilizados en desarrollo de software empleando DevOps?

Los procesos de desarrollo de software en DevOps en el cual se utiliza calidad de software se presentan en la [Tabla 19](#). En la [Figura 15](#) se muestra la cantidad de referencias de los procesos de calidad.

Tabla 19

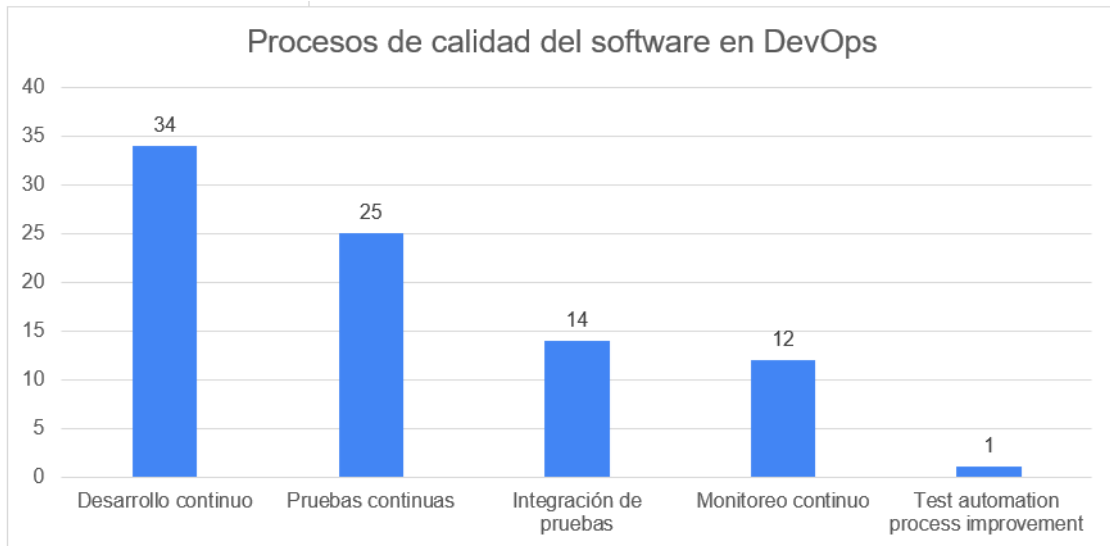
Procesos de Calidad de Software en DevOps

Procesos de calidad del software en DevOps	Descripción	Artículos
Desarrollo continuo	Este proceso corresponde al proceso que comienza en la codificación y finaliza en la entrega del producto del cliente, a lo largo de este	[2], [3], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [24], [26], [32], [34], [36], [43], [51], [56], [61], [63], [67], [68], [69], [80], [82], [84], [87], [88], [90], [91], [92], [99], [100], [104], [105], [108].

	<p>proceso se implementa pruebas automatizadas. (Akbar et al., 2022).</p>	
Pruebas continuas	<p>Es el proceso de agregar comentarios automatizados en las diferentes fases del ciclo de vida del desarrollo de software. (Vicente & Cunha, 2022).</p>	<p>[2], [3], [5], [12], [13], [14], [16], [24], [26], [38], [41], [54], [57], [62], [68], [71], [75], [82], [98], [105], [106], [107],[108], [109], [110].</p>
Integración de pruebas	<p>Es el proceso que se ejecuta en el proceso de desarrollo de software una vez que se han sido aprobadas las pruebas unitarias y lo que quiere probar es que funcionan correctamente juntos al ser probados en forma grupal. (Domínguez & García, 2021).</p>	<p>[3], [11], [12], [20], [66], [67], [68], [70], [72], [73], [74], [75], [76], [78].</p>
Monitoreo continuo	<p>Proceso para identificar y resolver problemas que se puedan presentar en la fase de pruebas. (Vicente & Cunha, 2022).</p>	<p>[1], [7], [12], [13], [16], [24], [25], [26], [41], [57], [107], [110].</p>
Test automation process Improvement	<p>Proceso para enfrentar el desarrollo de software iterativo, las pruebas continuas y la entrega. (Wang et al., 2020).</p>	<p>[82].</p>

Figura 15

Cantidad de Referencias de Procesos de Calidad del Software en DevOps



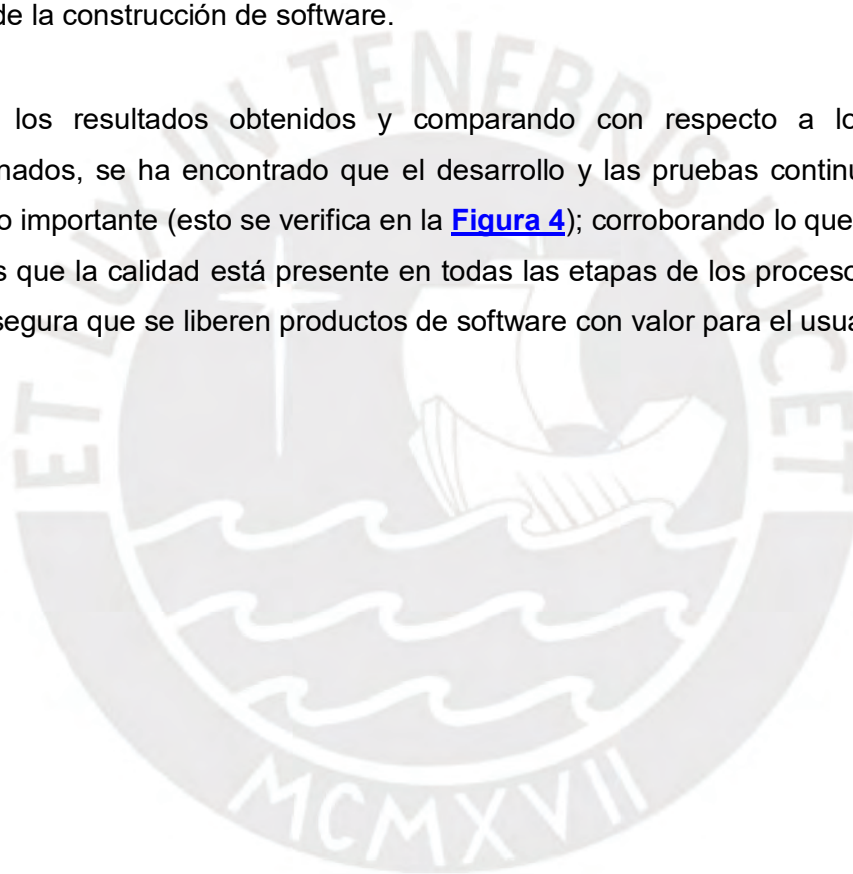
6 CONCLUSIONES

Se tienen las siguientes conclusiones:

- En la actualidad el proceso de desarrollo en DevOps es muy importante debido a que los procesos de integración y entrega continua CI/CD requieren la evaluación de calidad, tal como indican los autores, en la medida de lo posible se deben automatizar las pruebas en procesos tediosos y repetitivos.
- Se han encontrado múltiples herramientas tal como Selenium, Junit, Jmeter, Tricentis Tosca, Functional tester, las cuales permiten automatizar las pruebas, de esta manera se realiza un trabajo más rápido en la evaluación de calidad del proceso de construcción de software.
- Se puede verificar que Estados Unidos (11.8%), India (9.1%) están a la cabeza de la lista en cantidad de investigaciones sobre calidad en DevOps seguidas de China con 8.2% y Brasil con 7.3%, lo cual nos muestra que estos son los países referentes en publicaciones sobre DevOps.
- Los artículos de investigación sobre el tema en investigación tienen como tipo principal conferencia *paper* con un 71.65%.
- Se puede verificar que los procesos más importantes en DevOps son la integración continua, entrega y despliegue continuos. Además de estos procesos se debe tener en cuenta la calidad en el proceso de construcción del software, para poder obtener un producto sin fallas en producción. Por otra parte, se debe tener en cuenta la seguridad en DevOps, debido al peligro de un ataque informático, para lo cual es necesario aplicar DevSecOps.
- El principal principio es la automatización, el cual automatiza los procesos de desarrollo y operaciones de esta forma agilizar la puesta en producción del software.
- Las principales herramientas que se utilizan en DevOps sirven para automatizar los procesos y de esta manera minimizar los errores cometidos si estos fueran ejecutados de manera manual, en el proceso de desarrollo tenemos a Puppet como la más referenciada, en el proceso CI/CD tenemos la herramienta Jenkins, en el proceso de control de versiones la más referenciada es GitHub, en el monitoreo

tenemos a la herramienta Nagios, finalmente en el proceso de administración en DevOps tenemos al Jira como el más representativo.

- La calidad está presente en todos los procesos de construcción de software empleando DevOps, de esta forma se puede asegurar la calidad del producto y del proceso de software, empleando herramientas automatizadas como Selenium y Junit que son las más usadas.
- La seguridad en DevOps es un tema muy importante debido a que es la fase en la cual se integra la calidad del software desde el punto de vista de la seguridad a cada etapa de la construcción de software.
- Según los resultados obtenidos y comparando con respecto a los trabajos relacionados, se ha encontrado que el desarrollo y las pruebas continuas son un aspecto importante (esto se verifica en la [Figura 4](#)); corroborando lo que indican los autores que la calidad está presente en todas las etapas de los procesos DevOps, esto asegura que se liberen productos de software con valor para el usuario.



7 TRABAJO FUTURO

Como trabajo futuro, se propone desarrollar un estudio que evalúe la calidad del producto software en DevOps y de esta forma lograr abarcar más aspectos del desarrollo de software en la cultura DevOps. Así mismo, investigar sobre la seguridad en DevOps con DevSecOps por ser un tema de mucha importancia para las organizaciones que usan tecnologías de información.



REFERENCIAS

- Azad, N., & Hyrynsalmi, S. (2019). DevOps Critical success factors – A systematic literature review. Scopus/Journal. <https://doi.org/10.1007/10.1016/j.infsof.2023.107150>.
- Cruzes, D., Melsnes, K., & Marczak, S. (2019). Testing in a DevOps Era: Perceptions of Testers in Norwegian Organisations. Scopus/Conference Paper, vol. 11622, pp. 442–455. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24305-0_33.
- Donca Ionut-Catalin, Stan Ovidiu Petru, Misaros Marius, Gota Dan, Miclea Liviu, (2022). Method for Continuous Integration and Deployment Using a Pipeline Generator for Agile Software Projects. Scopus/Conference Paper, vol. 22, no. 12. <https://doi.org/10.1145/10.3390/s22124637>
- Kato, D., Shimizu, A., & Ishikawa H. (2022). Quality Classification for Testing Work in Devops. Scopus/Conference Paper, pp. 156 -162. <https://doi.org/10.1145/3508397.3564840>
- Len, B. (2017). The Software Architect and Devops. Scopus/Article/Journal, vol 35, no 1. <https://doi.org/10.1109/MS.2017.4541051>
- Krief, M. (2019). Learning DevOps. Libro, ISBN 9781838642730, Pages 504.
- Pando, B., & Davila, A. (2022). Software testing in the Devops Context: A Systematic Mapping Study. Scopus/Article/Journal, vol. 8, no. 8, pp. 658–684. <https://doi.org/10.1134/S0361768822080175>
- Patel, A., & Tyagi, S. (2022). The State of Test Automation in Devops. Scopus/Conference Paper, pp. 689–695. <https://doi.org/978-145039675-2>
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic Mapping Studies in Software Engineering. Scopus/Conference Paper. <https://doi.org/110.14236/ewic/ease2008.8>
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). Systematic Reviews in the Social Sciences: A practical Guide. Scopus/Book. <https://doi.org/10.1002/9780470754887>

- Syed, W. (2014). Strengthening harmonization of Development (Dev) and Operations (Ops) silos in IT environment through Systems approach. Scopus/Conference Paper. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2014.6957687>
- Theunissen, T., Van Heesch, U., (2017), Specification in Continuous Software Development. Scopus/Conference Paper. <https://doi.org/10.1145/3147704.3147709>.
- Vidroha, D., Seneca, M., & Lance, B. (2018). Building Lean Continuous Integration and Delivery Pipelines by Applying DevOps Principles: A Case Study at Varidesk. Scopus/Conference Paper, pp. 851 – 856. <https://doi.org/10.1145/3236024.3275528>.
- Alves, A., & Rocha, C. (2023). Assuring the Evolvability of Legacy Systems in DevOps Transformation / Adoption: Insights of an Experience Report. Scopus/Conference Paper. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25648-6_3.
- Zarour, M., Alhammad, N., Alenezi, M., & Alsarayrah, K. (2020). DevOps Process Model Adoption in Saudi Arabia: an Empirical Study. Web of Science/Artículo de investigación. <https://doi.org/10.5455/jcit.71-1580581874>.
- Elazhary, O., Werner C., Shi Li, Z., Lowlind, D., Ernst, N., & Storey, M. (2021). Uncovering the Benefits and Challenges of Continuous Integration Practices. Web of Sciences/Artículo de investigación. <https://doi.org/10.1109/TSE.2021.3064953>.
- Narang, P., & Mittal, P. (2022). Implementation of DevOps based Hybrid Model for Project Management and Deployment using Jenkins Automation Tool with Plugins. Web of Sciences/Artículo de investigación. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.8.31>.

- Fernandes, M., Ferino, S., Fernandes, A., Kulesza, U., Aranha, E., & Treude, C. (2022). DevOps Education: An Interview Study of Challenges and Recommendations. IEEE/Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1145/3510456.3514152>.
- Marrero, L., & Astudillo, H. (2021). DevOps-RAF: An assessment framework to measure DevOps readiness in software organizations. IEEE/Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1109/SCCC54552.2021.9650363>.
- Alves, A., & Rocha, C. (2021). Qualifying Software Engineers Undergraduates in DevOps – Challenges of Introducing Technical and Non-technical Concepts in a Project-oriented Course. IEEE/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1109/ICSE-SEET52601.2021.00024>.
- Chen, A., Li, M., Tong, J., & Yu, K. (2022). Towards Development of a Novel DevOps Platform for Ultra-Large-Scale Commercial Applications: Part 2- Key Technologies and Applications. IEEE/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1109/ICCC56324.2022.10065915>.
- Domínguez, M., & García, G. (2021). Identifying Activities for Enhancing Software Quality in DevOps Settings. IEEE/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1109/CIMPS54606.2021.9652761>.
- Rafi, S., Yu, W., Akbar, M., Mahmood, S., Alsanad, A., & Gumaei, A. (2020). Readiness model for DevOps implementation in software organizations. Scopus/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1002/smr.2323>
- Rafi, S., Azeem, M., Mahmood, S., Alsanad, A., & Alothaim, A. (2022). Selection of DevOps best test practices: A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS analysis. Scopus/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1002/smr.2448>.
- Sanchez, M., & Colomo, R. (2018). Characterizing DevOps Culture: A Systematic Literature Review. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-00623-5_1.

- Azad, N. (2022). Developing a Critical Success Factor Model for DevOps. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-21388-5_53.
- Ebert, C., Gallardo, G., Hernantes, J., & Serrano, N. (2014). DevOps. Web of Science/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1109/MS.2016.68>.
- Jasser, S. (2019). Constraining the Implementation Through Architectural Security Rules: An Expert Study. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-35333-9_21.
- Sujatha, C., Gudipalli, A., Pushyami, B., Karthik, N., & Sanjana, B. (2022). Loan Prediction Using Machine Learning and Its Deployment on Web Application. IEEE/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1109/i-PACT52855.2021.9696448>.
- Combemale, B., & Wimmer, M. (2020). Towards a Model-Based DevOps for Cyber-Physical Systems. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-39306-9_6.
- Laukkarinen, T., Kuusinen, K., & Mikkonen, T. (2017). DevOps in Regulated Software Development: Case Medical Devices. IEEE/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1109/ICSE-NIER.2017.20>.
- Nicacio, J., & Petrillo, F. (2022). An Approach to Build Consistent Software Architecture Diagrams Using DevOps System Descriptors. Scopus/Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1145/3550356.3561567>.
- Rubasinghe, I., Meedeniya, D., & Perera, I. (2021). SAT-Analyser Traceability Management Tool Support for DevOps. Web of Sciences/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.3745/JIPS.04.0225>.
- Quattrocchi, G., & Tamburri, D. (2022). Predictive maintenance of infrastructure code using “fluid” datasets: An exploratory study on Ansible defect. proneness. Scopus/Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1002/smr.2480>.

- Sánchez, M., & Colomo, R. (2018). Characterizing DevOps Culture: A Systematic Literature Review. Scopus/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1002/smr.2534>.
- Sánchez, M., Bermejo, P., & Navarro, E. (2023). DevOps: Is there a gap between education and industry? Scopus/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1002/smr.2534>.
- Siebra, C., Lacerda, R., Cerqueira, I., Quintino, J., Florentín, F., Da Silva, F., & Santos, A. (2019). Empowering Continuous Delivery in Software Development: The DevOps Strategy. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-29157-0_11.
- Colantoni, A., Berardinelli, L., & Wimmer, M. (2020). DevOpsML: Towards Modeling DevOps Processes and Platforms. Scopus/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1145/3417990.3420203>.
- Kösling, M., & Poth, A. (2017). Agile Development Offers the Chance to Establish Automated Quality Procedures. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_40.
- Pradhan, S., & Nanniyur, V. (2021). Large scale quality transformation in hybrid development organizations – A case study. Web of Science/ Artículo de investigación.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110836>.
- Bogner, J., Schlinger, S., Wagner, S., & Zimmermann, A. (2019). EA Modular Approach to calculate Service-Based Maintainability Metrics from Runtime Data of Microservices. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-35333-9_34.
- Babar, Z., Lapouchnian, A., & Yu, E. (2015). Modeling DevOps Deployment Choices Using Process Architecture Design Dimensions. Scopus/ Artículo de investigación.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-25897-3_21.

- Muñoz, M., & Negrete, M. (2021). A guidance to implement or reinforce a DevOps approach in Organizations: A case study. Web of Sciences/Artículo de investigación. <https://doi.org/10.1002/smr.2342>.
- Wang, Y., Pyhäjärvi, M., & Mäntylä, M. (2020). Test Automation Process Improvement in a DevOps Team: Experience Report. IEEE/ Artículo de investigación. <https://doi.org/10.1109/ICSTW50294.2020.00057>.
- Vicente, A., & Cunha, J. (2022). Applying the DevOps methodology for a more efficient process of teaching-learning computer programming. IEEE/ Artículo de investigación. <https://doi.org/10.1109/EAEEL.E54893.2022.9820399>.
- Akbar, M., Mahmood, S., Siemon, D., & Riaz, M. (2022). Toward Effective and Efficient DevOps using Blockchain. Scopus/ Artículo de investigación. <https://doi.org/10.1145/3530019.3531344>.
- Salih, A., Syed-Mohamad, S., Keikhosrokiani, P., & Samsudin, N. (2023). Adopting DevOps practices: an enhanced unified theory of acceptance and use of technology framework. Scopus/ Artículo de revista. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i6.pp6701-6717>
- Bhadra, S., Das, B., Silva, P., Nagaraju, V., & Fiondella, L. (2023). A Stochastic Petri Net Model of Continuous Integration and Continuous Delivery. IEEE/ Artículo de investigación. <https://doi.org/10.1109/RAMS51473.2023.10088212>.
- Caprarelli, A., Di Nitto, E., Siemon, D., & Tamburri, D. (2020). Fallacies and Pitfalls on the Road to DevOps: A longitudinal Industrial Study. Scopus/ Artículo de investigación. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39306-9_15.