



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISION ORGANIZADORA
CONSEJO DE COMISIÓN ORGANIZADORA
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"



RESOLUCION DE CONSEJO DE COMISIÓN ORGANIZADORA
N° 051-2025-CCO-UNJ

Jaén, 31 de enero de 2025.

VISTOS:

El Oficio N° 092-2025-VPI-CO-UNJ, recepcionado con fecha 24 de enero de 2025, de la Vicepresidenta de Investigación, Oficio N° 12-2025-UNJ/VPI-DIITT, de fecha 23 de enero de 2025, del Director de la Dirección de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, Carta N° 08-2025/DACBYA-UNJ/RYLIS, de fecha 22 de enero de 2025, de la Dra. Rosario Yaquelin y Llauce Santamaria, Acuerdo N° 049-2025-SO-CCO-UNJ, de Sesión Ordinaria de Consejo de Comisión Organizadora N° 004-2025-SO-CCO-UNJ, de fecha 30 de enero de 2025, y;

CONSIDERANDO:

Que, mediante Artículo 18° de la Constitución Política del Perú establece "(...) que cada universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico. "Las universidades se rigen por sus propios estatutos en el marco de la Constitución y las Leyes";

Que, mediante Artículo 8° de la Ley Universitaria N° 30220 señala que "(...) la autonomía inherente a las universidades, se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución, la presente Ley y demás normativa aplicable"; esto implica la potestad auto determinativa para la creación de normas internas (estatuto y reglamentos) destinados a regular la institución universitaria, organizar sus sistema académico, económico y administrativo;

Que, mediante Artículo 29° de la Ley N° 30220-Ley Universitaria, establece que: "La Comisión Organizadora tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno que, de acuerdo a la Ley citada";

Que, el Sr. Presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, es el personero y representante legal de la Universidad conforme a lo dispuesto por la Ley Universitaria N° 30220, tiene a su cargo y a Dedicación Exclusiva la Dirección, Conducción y Gestión del Gobierno Universitario en todos sus ámbitos. Y de acuerdo al Numeral 6.1.5, literal d) de la Norma Técnica "Disposiciones para la constitución y funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de Constitución", aprobado mediante Resolución Viceministerial N° 244-2021-MINEDU, modificado por Resolución Viceministerial N° 055-2022-MINEDU, son funciones del Presidente de la Comisión Organizadora, Emitir resoluciones en los ámbitos de su competencia;

Que, mediante numeral 1.2.1. del Artículo 1° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, (en adelante TUO de la LPAG), señala que: "Los actos de administración interna de las entidades destinados a organizar o hacer funcionar sus propias actividades o servicios. Estos actos son



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISION ORGANIZADORA
CONSEJO DE COMISION ORGANIZADORA
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"



N° 051-2025-CCO-UNJ

31-ENERO-2025

regulados por cada entidad, con sujeción a las disposiciones del Título Preliminar de esta Ley, y de aquellas normas que expresamente así lo establezcan”;

Que, mediante numeral 1.1, establece sobre el Principio de Legalidad, del Artículo IV, del mismo cuerpo normativo, establece que: “Las autoridades administrativas deben actuar con respeto a la Constitución, a la Ley y al derecho, dentro de las facultades que le estén atribuidas y de acuerdo con los fines para los que les fueron conferidas”;

Que, mediante numeral 73.3 del artículo 73° del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General, señala: “Cada Entidad es competente para realizar tareas materiales necesarias para el eficiente cumplimiento de su misión y objetivos;

Que, mediante Carta N° 08-2025/DACBYA-UNJ/RYLIS, de fecha 22 de enero de 2025, la Dra. Rosario Yaquelin Yllauze Santamaria-Docente Ordinario Auxiliar A Tiempo Completo Adscrita al Departamento Académico de Ciencias Básicas y Aplicadas solicita al Director de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, la aprobación mediante acto resolutorio de la Monografía titulada “Pruebas Chi-Cuadrado”, a nombre de los siguientes docentes:

- Dra. Rosario Yaquelin Yllauze Santamaria
- Dra. Marcela Yvonne Saldaña Miranda
- Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Que, mediante Oficio N° 12-2025-UNJ/VPI-DIITT, de fecha 23 de enero de 2025, el Director de la Dirección de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica solicita a la Vicepresidenta de Investigación, tramitar la emisión del acto resolutorio de la Monografía, citada en el párrafo precedente;

Que, mediante Oficio N° 092-2025-VPI-CO-UNJ, recepcionado con fecha 24 de enero de 2025, la Vicepresidenta de Investigación remite al Presidente de la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Jaén, la solicitud presentada por el Dr. Juan Manuel Garay Román-Director de la Dirección de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, a fin de ser considerado en Sesión de Comisión Organizadora, para su posterior emisión de acto resolutorio, previa evaluación, a fin de oficializar la Monografía titulada “Pruebas Chi-Cuadrado”, presentado por los integrantes, que se detallan en el presente documento;

Que, el pleno del Consejo de Comisión Organizadora UNJ, en Sesión Ordinaria N° 004-2025-SO-CCO-UNJ, de fecha 30 de enero de 2025, emite el siguiente: Acuerdo N° 049-2025-SO-CCO-UNJ por UNANIMIDAD, APROBAR la Monografía titulada “Pruebas de Hipótesis Chi-Cuadrado”, el mismo que es presentado por los autores que se indican en la parte resolutoria;

En uso de las facultades y atribuciones conferidas por el Artículo 18°, de la Constitución Política del Perú, la Ley N° 30220-Ley Universitaria, a las “Disposiciones para la Constitución y funcionamiento de las Comisiones Organizadoras de las Universidades Públicas en proceso de



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Creada por Ley N° 29304
COMISION ORGANIZADORA
CONSEJO DE COMISIÓN ORGANIZADORA
"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"



N° 051-2025-CCO-UNJ

31-ENERO-2025

Constitución", aprobada mediante RVM N° 244-2021-MINEDU, modificada con RVM N° 055-2022-MINEDU y RVM N° 053-2023-MINEDU, el Estatuto de la Universidad Nacional de Jaén, aprobado mediante Resolución N° 304-2020-CO-UNJ, de fecha 29 de setiembre de 2020, y;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR la **MONOGRAFÍA** titulada **"PRUEBAS DE HIPÓTESIS CHI-CUADRADO"**, el mismo que en anexo forma parte integrante de la presente resolución, presentado por los siguientes autores, docentes de la Universidad Nacional de Jaén:

- Dra. Rosario Yaqueliny Llauce Santamaria
- Dra. Marcela Yvone Saldaña Miranda
- Mg. Mario Félix Olivera Aldana

ARTÍCULO SEGUNDO.- NOTIFICAR, a los autores y a las instancias correspondientes para su conocimiento y fines.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER LA PUBLICACIÓN en el Portal Web Institucional de la Universidad Nacional de Jaén www.unj.edu.pe

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE;


UNJ UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Abg. Braian Alejandro Max Zagarra
SECRETARIO GENERAL


UNJ UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
COMISION ORGANIZADORA

Dr. Severino Apolinar Risco Zapata
PRESIDENTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LEY DE CREACIÓN N° 29304 - RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 002-2018-SUNEDU/CD

PRESIDENCIA

UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN DOCUMENTARIA

HOJA DE TRÁMITE - 2025

REMITENTE: Ph. D. Mary Flor Césare Loral

ASUNTO: Se remite solicitud de emisión de acto resolutivo de la monografía "Pruebas Chi - Cuadrado"

TIPO DE DOCUMENTO: OFICIO N° 092-2025-UPJ-CD-UNJ

DERIVADO A:	ACCIÓN	FECHA	PROVEÍDO	FIRMA DEL RESPONSABLE
SG.	7	27-01-25	277	
		si es con	eficacia	
		porque	omitida?	
		porque	ya está en el	
			repositorio.	

N° INDICACIONES

- | | | | |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1. ACCIONES NECESARIAS | 9. COORDINAR | 17. ATENDER REQUERIMIENTO | 25. PROYECTAR OFICIO |
| 2. ACOMP. ANTECEDENTES | 10. CONOCIMIENTO Y FINES | 18. MATRICULAR | 26. INFORMAR |
| 3. APROBADO | 11. DEVOLVER AL INTERESAD | 19. NOTIFICAR | 27. PROYECT.MEMO |
| 4. ATENDER SOLICITUD | 12. DAR OPINIÓN. | 20. EVALUAR DISPONIB. PSTAL | 28. PROJ.RESOLUCIÓN |
| 5. ARCHIVO | 13 PARA FIRMA | 21. PARA EVALUAR | 29. PROYECTAR RSPTA. |
| 6. ACTUAR EN EL ASUNTO | 14. REPRESENTAR | 22. PROYECTAR RSPTA. | 30 TENER PENDIENTE |
| 7. CITAR A SESIÓN | 15 HACER SEGUIMIENTO | 23. PROYECTAR RSPTA. | 31. FE DE ERRATAS |
| 8. DIFUSIÓN | 16 HABLAR CON SASUNTO | 24. REVISAR | 32 ATENDER |

OBSERVACIONES 844551

EXPEDIENTE N° 277





“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Jaén, 23 de enero del 2025.

OFICIO N.º 092-2025-VPI-CO-UNJ.

MAD N.º 844551

SEÑOR:

DR. SEVERINO APOLINAR RISCO ZAPATA.

PRESIDENTE DE LA COMISION ORGANIZADORA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN.

PRESENTE. –

ASUNTO : SE REMITE SOLICITUD DE EMISION DE ACTO RESOLUTIVO DE LA MONOGRAFIA “PRUEBAS CHI – CUADRADO”.

REFERENCIA: - OFICIO N°12-2025-UNJ/VPI-DIITT.

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente, y a la vez, en atención al documento de la referencia, se remite la solicitud presentada por el Dr. Juan Manuel Garay Román, director de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, para la emisión de acto resolutivo de Comisión Organizadora, que oficialice la monografía titulada **“PRUEBAS CHI – CUADRADO”** presentado por los siguientes integrantes:

- **Dra. Rosario Yaqueliny Llauce Santamaria.**
- **Dra. Marcela Yvone Saldaña Miranda.**
- **Mg. Mario Félix Olivera Aldana.**

En ese sentido, remito el presente con la finalidad de ser considerado en Sesión de Comisión Organizadora, para su posterior emisión de acto resolutivo, previa evaluación.

Sin otro particular, quedo de usted, reiterándole los sentimientos de estima y consideración personal.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
COMISION ORGANIZADORA



Ph. D. *Mary Flor Césaire Coral*
VICEPRESIDENTA DE INVESTIGACIÓN

C.c
Archivo
MFCC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
COMISION ORGANIZADORA
PRESIDENCIA

24 ENE 2025

Exp. N° **277** Folios: **-34-**

Hora: **09:30 a.m** Firmado: **MFCC**



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana".

EXP. N°: **00844408**

Jaén, 23 de enero del 2025.

OFICIO N°12-2025-UNJ/VPI-DIITT

SEÑORA

Dra. Mary Flor Cesare Coral

Vicepresidenta de Investigación de la Comisión Organizadora.

Universidad Nacional de Jaén.

Presente. –

ASUNTO : SOLICITO APROBACIÓN MEDIANTE LA RESOLUCIÓN DE LA SIGUIENTE LA MONOGRAFÍA "PRUEBAS CHI – CUADRADO".

REFERENCIA: CARTA N°08-2025/DACBYA-UNJ/ RYLLS.

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo; y al mismo tiempo solicitar respetuosamente por medio de su despacho tramitar la emisión del acto resolutivo de la Monografía Titulada **"PRUEBAS CHI – CUADRADO"**, del cual representan los siguientes integrantes:

- Dra. Rosario Yaquelyn Llauce Santamaria
- Dra. Marcela Yvone Saldaña Miranda
- Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para expresarle mis consideraciones más distinguidas.

Atentamente;



C.c. Archivo

UNJ UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Juan Manuel Garay Román
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN
Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CARTA N° 08 –2025/ DACBYA–UNJ/ /RYLLS

AL : **Dr. Juan Manuel Garay Román**
Director de Investigación, Innovación y Transferencia
Tecnológico - UNJ

DE : **Dra. Rosario Yaquelin y Llauce Santamaria**
Docente adscrita al Departamento Académico de Ciencias Básicas
y Aplicadas

ASUNTO : Solicito Aprobación mediante Resolución de la siguiente
monografía Titulada “Pruebas Chi - Cuadrado”

FECHA : 22 de enero del 2025

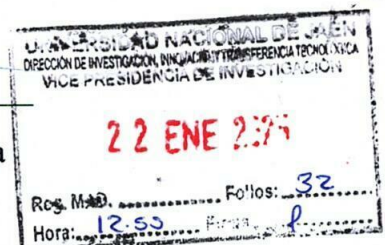
Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a su vez, solicitar a su digno despacho se tramite la resolución de Aprobación de la monografía Titulada “Pruebas Chi - Cuadrado”, a nombre de los docentes que a continuación detallo.

1. Dra. Rosario Yaquelin y Llauce Santamaria
2. Dra. Marcela Yvone Saldaña Miranda
3. Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Agradeciendo la atención que le brinde a presente, le reitero las muestras de nuestra mayor consideración y estima personal.

Atentamente,

Dra. Rosario Yaquelin y Llauce Santamaria
Docente UNJ



32



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA

La Ph. D. Mary Flor Cesare Coral, vicepresidenta de Investigación de la Universidad Nacional de Jaén.

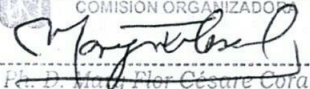
Hace constar:

Que la monografía titulada: **Monografía: Pruebas de Hipótesis Chi-Cuadrado, de autoría Llauce Santamaria, Rosario Yaqueliny, Saldaña Miranda, Marcela y Olivera Aldana, Mario Félix** ha sido satisfactoriamente depositado en el Repositorio Institucional – UNJ, tal como consta en la siguiente URL:

<https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/797>

A los 30 días del mes de diciembre del 2024, se expide la presente constancia a petición del interesado, para los fines que éste considere convenientes.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
COMISIÓN ORGANIZADA

Ph. D. Mary Flor Cesare Coral
VICEPRESIDENTA DE INVESTIGACIÓN



ANEXO N° 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-Sunedu/Cd
VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho

Constancia de reporte de similitud

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de
verificación de similitud al documento cuyo título es:

Monografía:

PRUEBAS DE HIPÓTESIS CHI-CUADRADO.

presentado por:

**Rosario Yaqueliney Llauce Santamaria- Marcela Yvone Saldaña Miranda y
Mario Félix Olivera Aldana.**


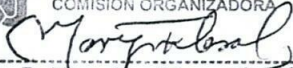
Según el Reglamento de Originalidad y/o Grado de Similitud de los Trabajos de
Investigación con Software Antiplagio de la Universidad Nacional de Jaén en su art.
14° Criterios de evaluación de la similitud, el trabajo Guía “**PRUEBAS DE HIPÓTESIS
CHI-CUADRADO**”, será evaluado de acuerdo a, trabajos de investigación de pre y
posgrado, libros, textos, material de enseñanza, artículos de la revista científica y otros
trabajos de investigación financiados. El resultado obtenido con el software evaluador de
similitud Turnitin es de 2% por el cual se otorga el calificativo de:

SIMILITUD ACEPTABLE

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software evaluador de similitud
Turnitin.

Se expide la presente constancia para los fines y usos pertinentes

Jaén, 11 de diciembre del 2024

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
COMISIÓN ORGANIZADORA

Ph. D. Mary Elor Césare Coral
VICEPRESIDENTA DE INVESTIGACIÓN



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho".

EXP. N°:

Jaén, 17 de diciembre del 2024.

CARTA N° 010-2024-UNJ/VPI-DIITT

SEÑORA:

Dra. Rosario Yaquelin Y Llauce Santamaría
Docente de la Universidad Nacional de Jaén.

Presente. –

ASUNTO: DARLE CONOCER LA CONFORMIDAD DE LA REVISIÓN DE LOS PARES EXTERNOS A LAS SIGUIENTES MONOGRAFÍAS.

Por medio de la presente, reciba un cordial saludo, y a la vez darle conocer la conformidad de la revisión de pares externos sobre las siguientes monografías titulada:

- **MONOGRAFÍA PRUEBAS DE HIPÓTESIS T- STUDENT**
- **MONOGRAFÍA REGRESIÓN LINEAL SIMPLE**
- **MONOGRAFÍA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES DE TIPO CONTINUO: DISTRIBUCIÓN NORMAL**
- **MONOGRAFÍA PRUEBAS CHI CUADRADO"**

Agradeciendo la atención que le brinde al presente, le reitero las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente;


Dr. Juan Manuel Garay
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

C.C Archivo

DECLARACIÓN JURADA DE CONFLICTO DE INTERESES

Yo, **LLAUCE SANTAMARIA ROSARIO YAQUELINY** con DNI N°: 43984456, docente de la Universidad Nacional de Jaén, categoría Auxiliar, con domicilio legal en calle San Martín s/n, distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca declaró bajo juramento que la información que proporciono en el presente documento es verdadera y me hago responsable de su validez:

Que los autores de la **monografía** titulada “**PRUEBAS CHI CUADRADO**” Son los docentes de la Universidad Nacional de Jaén:

- a. Llauce Santamaria, Rosario Yaquelinny
- b. Saldaña Miranda, Marcela Ivone
- c. Olivera Aldana, Mario Félix

Ser Autor(a) de la **monografía** titulada “**PRUEBAS CHI CUADRADO**” y, en consecuencia, no tengo ningún conflicto de intereses con los demás autores.

Se reconozca a los demás autores de la monografía para que puedan realizar el trámite de solicitar su resolución de reconocimiento de autoría del por parte de la UNJ.

Declaro que toda la información contenida en la presente declaración contiene todos los datos relevantes, es veraz y exacta; además, deberé contactar a Universidad Nacional de Jaén si surge un conflicto de intereses.

Jaén, 20 de enero de 2025.



.....
LLAUCE SANTAMARIA ROSARIO YAQUELINY
DNI 43984456

Huella



DECLARACIÓN JURADA DE CONFLICTO DE INTERESES

Yo, **SALDAÑA MIRANDA, MARCELA YVONE** con DNI N°: 18104355, docente de la Universidad Nacional de Jaén, categoría Asociado, con domicilio en Jr. Chinchaysuyo Nro. 306 Pueblo libre declaró bajo juramento que la información que proporciono en el presente documento es verdadera y me hago responsable de su validez:

Que los autores de la monografía titulado **“PRUEBAS CHI-CUADRADO”** son los docentes de la Universidad Nacional de Jaén:

- a. Llauce Santamaria, Rosario Yaquelin
- b. Saldaña Miranda, Marcela Ivone
- c. Olivera Aldana, Mario Félix

Ser Autor(a) de la **monografía** titulado **“PRUEBAS CHI-CUADRADO”** y, en consecuencia, no tengo ningún conflicto de intereses con los demás autores.

Se reconozca a los demás autores de la monografía para que puedan realizar el trámite de solicitar su resolución de reconocimiento de autoría del por parte de la UNJ.

Declaro que toda la información contenida en la presente declaración contiene todos los datos relevantes, es veraz y exacta; además, deberé contactar a Universidad Nacional de Jaén si surge un conflicto de intereses.

Jaén, 20 de enero de 2025.

Huella



.....

SALDAÑA MIRANDA, MARCELA YVONE
DNI 18104355



DECLARACIÓN JURADA DE CONFLICTO DE INTERESES

Yo, **OLIVERA ALDANA MARIO FÉLIX** con DNI N°: 17801976, docente de la Universidad Nacional de Jaén, categoría Asociado, con domicilio legal en calle Cesar Vallejo N°460, distrito de Jaén, Provincia de Jaén, departamento de Cajamarca declaró bajo juramento que la información que proporciono en el presente documento es verdadera y me hago responsable de su validez:

Que los autores de la monografía titulada **“PRUEBAS CHI CUADRADO”** son los docentes de la Universidad Nacional de Jaén:

- a. Llauce Santamaria, Rosario Yaquelin y
- b. Saldaña Miranda, Marcela Ivone
- c. Olivera Aldana, Mario Félix

Ser Autor(a) de la **monografía** titulada **“PRUEBAS CHI CUADRADO”** y, en consecuencia, no tengo ningún conflicto de intereses con los demás autores.

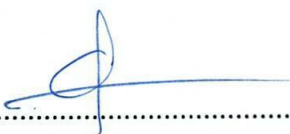
Se reconozca a los demás autores de la monografía para que puedan realizar el trámite de solicitar su resolución de reconocimiento de autoría del por parte de la UNJ.

Declaro que toda la información contenida en la presente declaración contiene todos los datos relevantes, es veraz y exacta; además, deberé contactar a Universidad Nacional de Jaén si surge un conflicto de intereses.

Jaén, 20 de enero de 2025.

Huella



.....


OLIVERA ALDANA MARIO FÉLIX
DNI 17801976

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS BÁSICAS Y
APLICADAS

INGENERÍA CIVIL

MONOGRAFÍA

PRUEBAS DE HIPÓTESIS CHI-CUADRADO

Autores:

Dra. Rosario Yaquelin Y Llauce Santamaria

Dra. Marcela Yvone Saldaña Miranda

Mg. Mario Félix Olivera Aldana

Ciclo Académico: 2024_II

Jaén – Perú, noviembre 2024

R
M

Contenido

1. Introducción	2
2. Marco Teórico	3
2.1. Definición	3
2.2. Historia	3
2.3. Características.....	4
3. Ejercicios.....	8
4. Referencias Bibliográficas	23
5. Anexos	24

R
M

1. Introducción

En el campo de la estadística inferencial, las distribuciones de probabilidad continua son una herramienta clave que sustenta tanto el análisis de datos como la toma de decisiones. Una de las distribuciones más comunes en pruebas estadísticas es la distribución Chi Cuadrado. Esta distribución, actúa de forma especial en contextos donde se requiere evaluar la variabilidad de los datos o la relación entre variables categóricas. Asimismo, se usa para comprobar hipótesis sobre si ciertos datos son como se esperaba.

En Ingeniería Civil, la distribución Chi-cuadrado juega un papel importante en el análisis de datos y en la evaluación de la calidad, siendo una herramienta clave para respaldar la toma de decisiones fundamentadas a través de pruebas de Hipótesis. De hecho, este tipo de distribución se emplea para analizar la independencia de factores que podrían influir en la resistencia de materiales de construcción o para examinar datos de encuestas sobre satisfacción de usuarios en infraestructuras. Además, es valioso para validar modelos estadísticos en la estimación de cargas, el análisis de fallos y el deterioro de pavimentos.

Los Autores

2. Marco Teórico

2.1. Definición

Es un caso particular de la distribución gamma, caracterizado por tener un único parámetro, n , conocido como "grados de libertad".

De acuerdo con Moya y Saravia (2016, p. En el contexto de esta explicación (607), se considera la función como un grupo de variables aleatorias independientes, identificadas como Z_1, Z_2, Z_n , que se distribuyen normalmente. Cada una de estas variables posee una media de 0 y una varianza de 1. En contraste, la variable aleatoria $X^2 = Z_1^2 + Z_2^2 + \dots + Z_n^2$ Puede interpretarse como una variable Chi-cuadrado con (n) grados de libertad, siempre que su función de densidad esté definida de la siguiente forma.

$$f_{x^2}(x) = f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2^{\frac{n}{2}} \Gamma(\frac{n}{2})} x^{\frac{n}{2}-1} e^{-\frac{x}{2}}, & 0 < x < \infty \\ 0, & \text{en otros casos} \end{cases}$$

Donde Γ es la función gamma y "n" es un entero positivo.

Además $Z_1^2 \geq 0$; solo se tendrá probabilidades positivas $P[X \geq x]$

2.2. Historia

La aparición de la estadística moderna, con su uso en el análisis experimental, estuvo íntimamente vinculada con el progreso de la teoría de probabilidades. Personajes como Francis Galton y Karl Pearson destacaron en esta área. Específicamente, Pearson publicó en 1892 su libro "La gramática de la ciencia", un trabajo esencial en el campo de la filosofía científica. En este estudio, introdujo el test de Chi-cuadrado, un instrumento estadístico de gran importancia.

Pearson entendió que, al realizar experimentos con resultados aleatorios, los científicos suelen fundamentarse en modelos teóricos que deberían acercarse a los resultados previstos. No obstante, en la práctica, los hallazgos empíricos frecuentemente no concuerdan con las proyecciones del modelo, lo que suponía un enorme reto para los científicos de la ciencia. Así, desarrolló el método de Chi-cuadrado para medir la concordancia entre los datos y las distribuciones teóricas. Este método permite contrastar la homogeneidad entre varias muestras y determinar la independencia entre variables. Pearson formalizó este método en su famoso artículo sobre la distribución Chi-cuadrado, publicado en la primavera de 1900,

marcando el inicio de un seno trascendental para el avance de la estadística. La prueba toma su nombre de la letra griega ji (χ), usada para representar su resultado.

2.3. Características

- **Parámetros de la Distribución: Grados de Libertad**

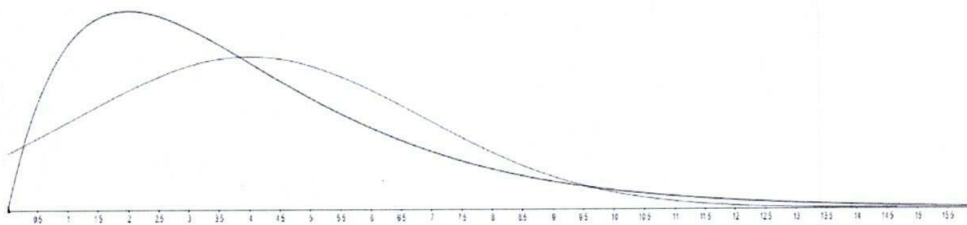
La distribución Chi-cuadrado se define por un único parámetro, conocido como los grados de libertad, que determinan su forma y comportamiento (n). Este parámetro es crucial, ya que define la forma de la curva de la distribución. Los grados de libertad representan, en términos esenciales, la cantidad de variables independientes que participan en la suma de cuadrados que da lugar a la distribución Chi-cuadrado. Según Walpole, Myers, Myers y Ye (2012), "el valor de n determina la forma de distribución Chi-cuadrado".

- **Distribución de Formas: Con cola derecha, asimétrica.**

Se observa una asimetría positiva en la distribución Chi-cuadrado, marcada por una cola derecha más larga que la izquierda. Su forma varía en función de los grados de libertad con valores bajos de n , mostrando un sesgo pronunciado hacia la derecha, mientras que, con valores elevados, a medida que los grados de libertad se incrementan, la distribución Chi-cuadrada se torna más uniforme y se asemeja a una distribución normal. Esto demuestra cómo esto afecta su estructura y características estadísticas (Devore, 2012).

Figura 1

Forma de la Distribución: Asimétrica, con Cola Derecha



Nota: Elaboración gráfica propia utilizando el programa GeoGebra

- **El promedio y la variabilidad de la distribución.**

Las siguientes son las medias y varianza de una variable aleatoria que sigue una distribución cuadrada de Chi con n grados de libertad:

$$\mu = E(X^2) = n$$

$$\sigma^2 = Var(X^2) = 2n$$

Esto significa que el promedio se alinea con la cantidad de grados de libertad, mientras que la varianza es el doble de ese valor. Para concluir, los dos momentos estadísticos se vinculan con la cantidad de grados de libertad.

Las distribuciones Chi-cuadradas constituyen una familia de distribuciones continuas con asimetría y una expansión hacia la derecha. Sin embargo, conforme se incrementan los grados de libertad n, la distribución del Chi cuadrado suele aproximarse a una distribución normal. Por lo tanto, en contextos reales donde n es considerable (es decir, n supera los 30), se puede determinar la probabilidad vinculada a la Chi cuadrado mediante estimaciones normales (Moya & Saravia, 2016, p. 608). Esto simplifica el estudio e interpretación de la información en entornos estadísticos.

Aplicaciones útiles

- Analiza la eficacia del ajuste

La finalidad del test de bondad de ajuste es comprobar si una variable aleatoria se rige por una distribución de probabilidad específica, comparando los datos recolectados con una distribución teórica o previamente establecida. Resulta beneficioso comprobar que la información de una muestra coincide con una distribución estimada, lo que facilita la evaluación de las suposiciones asociadas a estas.

Para su aplicación, resulta crucial clasificar los datos obtenidos, lo que simplificará la creación de un marco sólido para evaluar la validez de las hipótesis propuestas. Miguel Quintero y Miguel Durán, 2004).

Tabla 1

" Modelo de cómo repartir los datos de una prueba de ajuste de bondad. "

Categoría	1	2	3	...	k	
Frecuencia observada	Obs1	Obs2	Obs3		Obsk	n

Fuente: Elaboración propia

Se presupone que se conocen las probabilidades p_{i0} , de que un suceso se incorpore a la categoría i .

Se sostiene que es necesario conocer las probabilidades p_{i0} de ser clasificado en la categoría i .

Las siguientes son las hipótesis a examinar:

H_0 : $p_1 = p_{10}, p_2 = p_{20} = \dots p_k = p_{k0}$, lo que señala que la información se ajusta a la distribución prevista.

H_1 : al menos una de las probabilidades p_i se diferencia de la probabilidad proporcionada p_{i0} .

La estadística de prueba se manifiesta de la siguiente manera:

$$\sum_{i=1}^k \frac{(Obs_i - np_{i0})^2}{np_{i0}}$$

donde p_{i0} simboliza la proporción prevista en la categoría i , Obs_i La frecuencia detectada en una categoría señala la cantidad de veces que ocurre un suceso o valor particular en una muestra o experimento. El valor auténtico registrado en la información se alinea con la categoría i y n simboliza el tamaño de la muestra. La distribución de la estadística experimental se realiza siguiendo una distribución Chi-Cuadrado con $k-1$ grados de libertad.

Libertad donde se halla, siendo "k" la cantidad de categorías. Si el valor del test estadístico excede a $X_{1-\alpha}^2$, se procede a descartar la hipótesis nula.

▪ **Evaluación de autonomía de las variables categóricas**

El análisis de la independencia de variables categóricas tiene como objetivo determinar si existe una relación estadísticamente significativa entre dos variables categóricas. La hipótesis nula sostiene que las variables son autónomas, mientras que la hipótesis alternativa propone que tienen una relación. Esta valoración se fundamenta en una distribución de Chi cuadrado, y se elimina la hipótesis nula cuando el valor obtenido supera el crítico. Así, se analiza la potencial correlación entre las variables categóricas A y B, sugiriendo hipótesis establecidas para el análisis.

Las siguientes son las hipótesis propuestas:

R
J
W

Hipótesis nula (H_0): No se observa una relación estadísticamente relevante entre las variables A y B, lo que indica que son autónomas.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe un vínculo estadísticamente relevante entre las variables A y B.

Se emplea el test de Chi cuadrado para valorar hipótesis, proporcionando un enfoque estructurado para examinar la conexión entre variables categóricas y tomar decisiones fundamentadas en datos (Montgomery D., Runger G. & Hubele N., 2021).

$$X^2 = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^r \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

O_{ij} representa la frecuencia detectada en la celda situada en la fila i , columna j , mientras que $E_{ij} = \frac{R_i C_j}{n}$ representa la frecuencia prevista para la celda (i, j) .

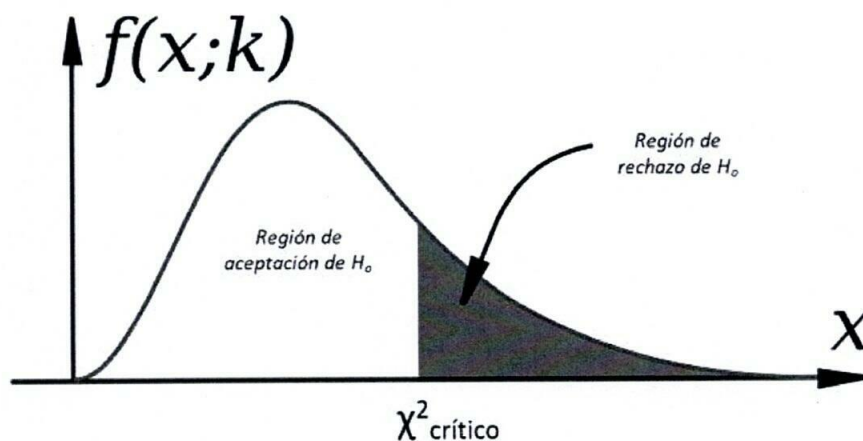
La prueba estadística se rige por una distribución de Chi-Cuadrado con grados de libertad de $(r - 1)(c - 1)$.

- Nivel de significancia

El nivel de significancia, conocido también como nivel alfa, es el punto de corte que establece si un hallazgo es estadísticamente relevante. Si el valor de significancia es inferior a este umbral, se considera el resultado como significativo. (Cognos A., 2021).

Figura 2

Pruebas de hipótesis mediante chi cuadrado



Nota: Adaptado de Lifeder. (s.f.). *Chi cuadrada: Qué es, cómo se calcula y ejemplos.* (2016)

3. Ejercicios

EJERCICIO N° 01

Si se tiene tres tipos de materiales de construcción: Material A, Material B y Material C. Cada material ha sido sometido a tres tratamientos diferentes: Tratamiento 1, Tratamiento 2 y Tratamiento 3. El número de muestras que presentaron resistencia alta o baja se encuentra registrado en la siguiente tabla:

Paso 1: Recopilamos Datos

Tabla 2

"Distribución de resistencia de materiales de construcción según tratamiento y tipo de material"

Material / Tratamiento	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	TOTAL
Material A	20	30	25	75
Material B	15	35	20	60
Material C	25	30	20	75
TOTAL	60	95	65	215

Fuente: *Elaboración propia*

Paso 2: Formulamos las Hipótesis

- Hipótesis Nula (H_0): El tipo de tratamiento no afecta la resistencia del material (las variables son independientes).

- Hipótesis Alternativa (H_1): El tipo de tratamiento sí afecta la resistencia del material (las variables están relacionadas).

Paso 3: Calculamos las frecuencias esperadas

Calculamos la frecuencia esperada usando la fórmula:

$$E_{\{ij\}} = \frac{\text{total de la } i * \text{total de la columna } j}{\text{total general}}$$

Donde:

- $E_{(ij)}$ es frecuencia esperada para la celda en la fila i y columna j .

Calculamos las frecuencias esperadas para cada combinación:

- Material A y Tratamiento 1: $\frac{(75 \cdot 60)}{220} = 20.45$

- Material A y Tratamiento 2: $\frac{(75 \cdot 95)}{220} = 32.39$

- Material A y Tratamiento 3: $\frac{(75 \cdot 65)}{220} = 22.16$

- Material B y Tratamiento 1: $\frac{(70 \cdot 60)}{220} = 19.09$

- Material B y Tratamiento 2: $\frac{(70 \cdot 95)}{220} = 30.23$

- Material B y Tratamiento 3: $\frac{(70 \cdot 95)}{220} = 20.68$

- Material C y Tratamiento 1: $\frac{(75 \cdot 60)}{220} = 20.45$

- Material C y Tratamiento 2: $\frac{(75 \cdot 95)}{220} = 32.39$

- Material C y Tratamiento 3: $\frac{(75 \cdot 65)}{220} = 22.16$

Paso 4: Calculamos el chi-cuadrado

Usa la fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

donde:

- O representa el valor observado.

- E representa el valor esperado.

Calculamos χ^2 para cada celda y sumamos los resultados:

- Material A y Tratamiento 1: $\frac{(20 \cdot 32.39)^2}{32.39} = 0.01$

- Material A y Tratamiento 2: $\frac{(30 \cdot 32.39)^2}{32.39} = 0.18$

- Material A y Tratamiento 3: $\frac{(30 \cdot 22.16)^2}{22.16} = 0.36$

- Material B y Tratamiento 1: $\frac{(15 \cdot 19.09)^2}{19.09} = 0.88$

- Material B y Tratamiento 2: $\frac{(35 \cdot 30.23)^2}{30.23} = 0.76$

- Material B y Tratamiento 3: $\frac{(20 \cdot 20.68)^2}{20.68} = 0.02$

- Material C y Tratamiento 1: $\frac{(25 \cdot 20.45)^2}{20.45} = 1.02$

- Material C y Tratamiento 2: $\frac{(30 \cdot 32.39)^2}{32.39} = 0.18$

- Material C y Tratamiento 3: $\frac{(20 \cdot 22.16)^2}{22.16} = 0.21$

$$\sum x^2 = 3.62$$

Paso 5: Determinamos los Grados de Libertad y Comparamos con el Valor Crítico en la tabla estadístico Chi - cuadrado

- Grados de libertad (n): $(n - 1)(m - 1) = (3 - 1)(3 - 1) = 4$.

- Valor crítico de χ^2 : Supongamos un nivel de significancia de 0.05. El valor crítico de χ^2 para 4 grados de libertad al 5% de significancia es 9.488.

v	α									
	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1	1.074	1.323	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.827
2	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.21	10.597	13.815
3	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.266
4	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.86	18.466
5	6.064	6.626	7.289	9.236	11.07	12.832	13.388	15.086	16.75	20.515
6	7.231	7.841	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	22.457
7	8.383	9.037	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	24.321

8	9.524	10.219	11.03	13.362	15.507	17.535	18.168	20.09	21.955	26.124
9	10.656	11.389	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	27.877
10	11.781	12.549	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	29.588

Paso 6: Interpretación

Dado que el valor calculado $\chi^2 = 3.62$ es menor al valor crítico 9.488, no se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: No hay suficiente evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el tipo de tratamiento afecta la resistencia del material. En otras palabras, los datos sugieren que la resistencia es independiente del tratamiento aplicado.

EJERCICIO N° 02

Paso 1: Recopilamos Datos

Tenemos datos sobre el número de fallas en varios tramos de pavimento, clasificados en diferentes categorías según la cantidad de fallas registradas en cada tramo. Las categorías pueden ser: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto.

La tabla de frecuencias observadas y las frecuencias esperadas es la siguiente:

Tabla 3

"Distribución del análisis de fallas en pavimentos"

Categoría de Falla	Observado (O)	Esperado (E)
Muy Bajo	12	10
Bajo	15	20
Medio	30	25
Alto	20	25
Muy Alto	10	7

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Formulamos las Hipótesis

- Hipótesis Nula (H_0): Las fallas observadas en los pavimentos siguen la distribución teórica esperada.

- Hipótesis Alternativa (H_1): Las fallas observadas en los pavimentos no siguen la distribución teórica esperada.

Paso 3: Calculamos el chi-cuadrado

Usamos la fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

donde:

- O representa los valores observados.
- E representa los valores esperados según el modelo teórico.

Calculemos χ^2 para cada categoría:

- Muy Bajo: $\frac{(12-10)^2}{10} = 0.4$

- Bajo: $\frac{(15-20)^2}{20} = 1.25$

- Medio: $\frac{(30-25)^2}{25} = 1$

- Alto: $\frac{(20-25)^2}{25} = 1$

- Muy Alto: $\frac{(10-7)^2}{7} = 1.29$

$$\sum \chi^2 = 4.94$$

Paso 4: Determinamos los Grados de Libertad y Comparamos con el Valor Crítico

- Grados de libertad (n): se calcula con la fórmula: $(k - 1) = 5 - 1 = 4$
- Valor crítico de χ^2 : Imaginemos un nivel de significancia del 5%. Para 4 grados de libertad, el valor crítico de la prueba chi-cuadrado con un nivel de significancia del 5% es de 9.488.

v	α									
	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1	1.074	1.323	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.827
2	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.21	10.597	13.815
3	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.266
4	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.86	18.466
5	6.064	6.626	7.289	9.236	11.07	12.832	13.388	15.086	16.75	20.515
6	7.231	7.841	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	22.457
7	8.383	9.037	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	24.321
8	9.524	10.219	11.03	13.362	15.507	17.535	18.168	20.09	21.955	26.124
9	10.656	11.389	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	27.877
10	11.781	12.549	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	29.588

Paso 5: Conclusión

Debido a que el valor calculado de χ^2 , que es de 4.94, resultó ser inferior al valor crítico de 9.488, decidimos no rechazar la hipótesis nula.

Conclusión: La evidencia estadística disponible actualmente no respalda la afirmación de que las fallas observadas en el pavimento siguen la distribución teórica. Esto indica que el modelo teórico es apto para explicar las deficiencias notadas en el pavimento.

EJERCICIO N° 03

Encuesta de Satisfacción de Usuarios

Objetivo: Evaluar si existe una relación significativa entre la frecuencia de uso de una infraestructura y el nivel de satisfacción de los usuarios.

Paso 1: Recopilamos Datos

La tabla de contingencia es la siguiente:

Tabla 4

"Distribución de la satisfacción de usuarios"

Frecuencia / Satisfacción	Alta	Media	Baja	Total
Diaria	40	30	20	90
Semanal	25	35	15	75
Mensual	15	25	10	50
Total	80	90	45	215

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Formulamos las Hipótesis

Hipótesis Nula (H_0): La frecuencia de uso de la infraestructura y el nivel de satisfacción son independientes.

- Hipótesis Alternativa (H_1): La frecuencia de uso de la infraestructura y el nivel de satisfacción están relacionados.

Paso 3: Calculamos las Frecuencias Esperadas

Usamos la fórmula:

$$E_{\{ij\}} = \frac{\text{total de la } i * \text{total de la columna } j}{\text{total general}}$$

Calculamos las frecuencias esperadas:

1. Frecuencia Diaria - Alta: $\frac{(90 \cdot 80)}{215} = 33.72$
2. Frecuencia Diaria - Media: $\frac{(90 \cdot 90)}{215} = 37.74$
3. Frecuencia Diaria - Baja: $\frac{(90 \cdot 45)}{215} = 18.72$
4. Frecuencia Semanal - Alta: $\frac{(75 \cdot 80)}{215} = 28.02$
5. Frecuencia Semanal - Media: $\frac{(75 \cdot 80)}{215} = 31.63$
6. Frecuencia Semanal - Baja: $\frac{(75 \cdot 45)}{215} = 15.70$
7. Frecuencia Mensual - Alta: $\frac{(50 \cdot 80)}{215} = 18.60$
8. Frecuencia Mensual - Media: $\frac{(50 \cdot 90)}{215} = 20.93$
9. Frecuencia Mensual - Baja: $\frac{(50 \cdot 45)}{215} = 10.47$

Paso 4: Calculamos el chi-cuadrado

Usamos la fórmula:

$$x^2 = \frac{(O - E)^2}{E}$$

Calculamos χ^2 para cada celda:

1. **Diaria - Alta:** $\frac{(40 \cdot 33.72)^2}{33.72} = 1.10$
2. **Diaria - Media:** $\frac{(30 \cdot 37.77)^2}{37.74} = 1.51$
3. **Diaria - Baja:** $\frac{(20 \cdot 18.72)^2}{18.72} = 0.07$
4. **Semanal - Alta:** $\frac{(25 \cdot 28.02)^2}{28.02} = 0.32$
5. **Semanal - Media:** $\frac{(35 \cdot 31.63)^2}{31.63} = 0.34$
6. **Semanal - Baja:** $\frac{(15 \cdot 15.70)^2}{15.70} = 0.03$

$$7. \text{ Mensual - Alta: } \frac{(15 \cdot 18.60)^2}{18.60} = 0.69$$

$$8. \text{ Mensual - Media: } \frac{(25 \cdot 20.93)^2}{20.93} = 0.91$$

$$9. \text{ Mensual - Baja: } \frac{(10 \cdot 10.47)^2}{10.47} = 0.02$$

Sumamos los valores:

$$\chi^2 = 1.10 + 1.51 + 0.07 + 0.32 + 0.34 + 0.03 + 0.69 + 0.91 + 0.02 \\ = 4.89$$

Paso 5: Establecemos los Niveles de Libertad y los cotejamos con el Valor Crítico.

- Grados de independencia (n): $(3-1)(3-1) = 4$
- El valor crítico de χ^2 al 5% de significancia con 4 grados de libertad es 9.488.

v	α									
	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1	1.074	1.323	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.827
2	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.21	10.597	13.815
3	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.266
4	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.86	18.466
5	6.064	6.626	7.289	9.236	11.07	12.832	13.388	15.086	16.75	20.515
6	7.231	7.841	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	22.457
7	8.383	9.037	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	24.321
8	9.524	10.219	11.03	13.362	15.507	17.535	18.168	20.09	21.955	26.124
9	10.656	11.389	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	27.877
10	11.781	12.549	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	29.588

Paso 6: Interpretación

Como el valor de $\chi = 4.89$ es menor al valor crítico de 9.488, no se puede rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que no existe suficiente evidencia para concluir que exista una relación entre la frecuencia de uso de la infraestructura y el nivel de satisfacción.

EJERCICIO N° 04

Paso 1: Recopilamos Datos

La tabla de observados y esperados es la siguiente:

Tabla 5

"Distribución de la estimación de cargas en estructuras"

Intervalo de Carga (kN)	Observado (O)	Esperado (E)
0-10	18	20
10-20	22	25
20-30	25	30
30-40	20	15
40-50	15	10

Fuente: *Elaboración propia*

Paso 2: Formulamos las Hipótesis

La hipótesis nula (H_0) establece que las cargas observadas siguen la distribución teórica de cargas esperadas. La hipótesis alternativa (H_A) es que las cargas observadas no siguen la distribución teórica.

H_0 : Las cargas observadas siguen el modelo teórico de distribución.

H_A : Las cargas observadas no siguen el modelo teórico de distribución.

Paso 3: Calculamos las Frecuencias Esperadas

Ya tenemos las frecuencias esperadas (E) para cada intervalo de carga, proporcionadas directamente en la tabla:

$$E_{0-10} = 20$$

$$E_{10-20} = 25$$

$$E_{20-30} = 30$$

$$E_{30-40} = 15$$

$$E_{40-50} = 10$$

Paso 4: Calculamos el chi-cuadrado

Para calcular el valor de χ^2 , usamos la fórmula general:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Donde:

- O son las frecuencias observadas en cada intervalo.
- E son las frecuencias esperadas en cada intervalo.

Ahora calculamos χ^2 para cada intervalo:

1. Intervalo 0-10: $\frac{(18*20)^2}{20} = 0.20$

2. Intervalo 10-20: $\frac{(22*30)^2}{30} = 0.365$

3. Intervalo 20-30: $\frac{(25*30)^2}{30} = 0.83$

4. Intervalo 30-40: $\frac{(20*15)^2}{15} = 1.67$

5. Intervalo 40-50: $\frac{(15*10)^2}{10} = 2.5$

Paso 5: Sumar los Valores de Chi-Cuadrado

$$\chi^2 = 0.20 + 0.36 + 0.83 + 1.67 + 2.50 = 5.56$$

Paso 6: Determinamos Grados de Libertad y el Valor Crítico

- Los grados de libertad (n) se calculan con la fórmula: : $(k - 1)$
- En este caso, tenemos 5 intervalos de carga, por lo que los grados de libertad son:

$$gl = 5 - 1 = 4$$

El valor crítico de χ^2 para un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$) y 4 grados de libertad es 9.488. Este valor se obtiene de la tabla de distribución de χ^2 .

v	α									
	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1	1.074	1.323	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.827
2	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.21	10.597	13.815
3	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.266
4	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.86	18.466
5	6.064	6.626	7.289	9.236	11.07	12.832	13.388	15.086	16.75	20.515
6	7.231	7.841	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	22.457
7	8.383	9.037	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	24.321
8	9.524	10.219	11.03	13.362	15.507	17.535	18.168	20.09	21.955	26.124
9	10.656	11.389	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	27.877
10	11.781	12.549	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	29.588

Paso 7: Comparación del Valor χ^2 con el Valor Crítico

$\chi^2 = 5.56,$

Valor crítico = 9.488

Como $\chi^2 = 5.56$ es menor que 9.488, no rechazamos la hipótesis nula.

Paso 8: Interpretación

Dado que el valor calculado de χ^2 (5.56) es menor que el valor crítico (9.488), no contamos con suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula. Esto indica que las cargas observadas se ajustan al modelo teórico de distribución planteado.

EJERCICIO 5:

Análisis de la Degradación de Materiales

Objetivo: Examinar si la degradación de un material depende de condiciones ambientales como humedad y temperatura.

Paso 1: Recopilamos Datos

La tabla de contingencia es la siguiente:

Tabla 6

"Distribución del análisis de la degradación de materiales"

Humedad / Temperatura	Baja	Media	Alta	Total
Baja	30	25	20	75
Media	20	30	25	75
Alta	15	20	30	65
Total	65	75	75	215

Fuente: *Elaboración propia*

Paso 2: Calculamos las Frecuencias Esperadas

Usamos la fórmula:

$$x^2 = \frac{\text{total de la } i * \text{total de la columna } j}{\text{total general}}$$

Calculamos las frecuencias esperadas para cada celda:

1. **Baja - Baja:** $\frac{(75*65)}{215} = 22.73$
2. **Baja - Media:** $\frac{(75*75)}{215} = 26.39$
3. **Baja - Alta:** $\frac{(75*75)}{215} = 26.39$
4. **Media - Baja:** $\frac{(75*65)}{215} = 22.73$
5. **Media - Media:** $\frac{(75*75)}{215} = 26.39$
6. **Media - Alta:** $\frac{(75*75)}{215} = 26.39$
7. **Alta - Baja:** $\frac{(65*65)}{215} = 19.30$
8. **Alta - Media:** $\frac{(65*75)}{215} = 22.73$
9. **Alta - Alta:** $\frac{(65*75)}{215} = 22.73$

Paso 3: Calculamos el chi-cuadrado

Usamos la fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Calculamos χ^2 para cada celda:

1. **Baja - Baja:** $\frac{(30*22.73)^2}{22.73} = 2.30$
2. **Baja - Media:** $\frac{(25*26.39)^2}{26.39} = 0.07$
3. **Baja - Alta:** $\frac{(20*26.39)^2}{26.39} = 1.53$
4. **Media - Baja:** $\frac{(20*22.73)^2}{22.73} = 0.33$
5. **Media - Media:** $\frac{(30*26.39)^2}{26.39} = 0.48$
6. **Media - Alta:** $\frac{(25*26.39)^2}{26.39} = 0.07$
7. **Alta - Baja:** $\frac{(15*19.30)^2}{19.30} = 0.99$
8. **Alta - Media:** $\frac{(20*22.73)^2}{22.73} = 0.33$
9. **Alta - Alta:** $\frac{(30*22.73)^2}{22.73} = 2.30$

Sumamos los valores:

$$\begin{aligned}\chi^2 &= 2.30 + 0.07 + 1.53 + 0.33 + 0.48 + 0.07 + 0.99 + 0.34 + 2.30 \\ &= 8.31\end{aligned}$$

Paso 4: Determinamos los grados de libertad y compramos con el valor crítico

Grados de libertad (n): $(3 - 1)(3 - 1) = 4$

Valor crítico de χ^2 con 4 grados de libertad al 5% de significancia es 9.488.

v	α									
	0.3	0.25	0.2	0.1	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1	1.074	1.323	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.827
2	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.21	10.597	13.815
3	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.266
4	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.86	18.466
5	6.064	6.626	7.289	9.236	11.07	12.832	13.388	15.086	16.75	20.515
6	7.231	7.841	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	22.457
7	8.383	9.037	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	24.321
8	9.524	10.219	11.03	13.362	15.507	17.535	18.168	20.09	21.955	26.124
9	10.656	11.389	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	27.877
10	11.781	12.549	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	29.588

Paso 5: Interpretación

Dado que $\chi^2 = 8.31$ es menor que el valor crítico 9.488, **no rechazamos la hipótesis nula**. Esto significa que no hay evidencia suficiente para afirmar que la degradación del material depende de las condiciones ambientales (humedad y temperatura).

4. Referencias Bibliográficas

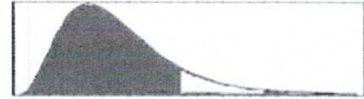
1. Devore, J. L. (2009). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Cengage Learning Editores.
2. AVILA ACOSTA, ROBERTO. Estadística Elemental Lima: Estudios y Ediciones R. A.
3. CÓRDOVA ZAMORA, MANUEL. Estadística Inferencial Lima: Editorial MOSHERA S.R.L.
4. Fernández, H., Guijarro, M., Rojo, J. L., & Sanz, J. A. (1995). Ejercicios de cálculos de probabilidades. Ariel, S.A.
<https://www5.uva.es/tono/estadisticaII/EJERCICIOS%20DE%20CALCULO%20DE%20PROBABILIDAD.pdf>
5. "Probability and Statistics for Engineering and the Sciences" de Jay L. Devore.
6. "Applied Probability and Statistics for Engineers" de Charles S. Tapiero.

R
J
M

5. Anexos

Tabla Estadístico χ^2

DISTRIBUCION CHI-CUADRADA



G. de L.	Valores de la Probabilidad: p																		
	0.001	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995	0.999
1	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	0.064	0.148	0.275	0.455	0.708	1.074	1.642	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879	10.828
2	0.002	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	0.446	0.713	1.022	1.386	1.833	2.408	3.219	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597	13.816
3	0.024	0.072	0.115	0.216	0.362	0.584	1.005	1.424	1.899	2.366	2.946	3.665	4.642	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838	16.266
4	0.091	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.649	2.195	2.753	3.357	4.045	4.878	5.989	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860	18.467
5	0.210	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.343	3.000	3.655	4.351	5.132	6.064	7.289	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750	20.515
6	0.381	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	3.070	3.828	4.570	5.348	6.211	7.231	8.558	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548	22.458
7	0.568	0.989	1.239	1.890	2.187	2.833	3.822	4.671	5.493	6.346	7.283	8.383	9.803	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278	24.322
8	0.857	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	4.564	5.527	6.423	7.344	8.351	9.524	11.030	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955	26.124
9	1.152	1.735	2.088	2.700	3.325	4.188	5.390	6.393	7.357	8.343	9.414	10.656	12.242	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589	27.877
10	1.479	2.156	2.558	3.247	3.940	4.895	6.179	7.267	8.295	9.342	10.473	11.781	13.442	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188	29.588
11	1.834	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	6.989	8.148	9.237	10.341	11.530	12.899	14.631	17.275	19.675	21.920	24.725	26.757	31.264
12	2.214	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	7.807	9.034	10.182	11.340	12.584	14.011	15.812	18.549	21.028	23.337	26.217	28.300	32.909
13	2.617	3.565	4.107	5.009	5.892	7.042	8.634	9.926	11.129	12.340	13.638	15.119	16.985	19.812	22.362	24.738	27.688	29.819	34.528
14	3.041	4.075	4.680	5.629	6.571	7.790	9.487	10.821	12.078	13.339	14.685	16.222	18.151	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319	36.123
15	3.483	4.601	5.229	6.262	7.261	8.547	10.307	11.721	13.030	14.339	15.733	17.322	19.311	22.307	24.998	27.488	30.578	32.801	37.697
16	3.942	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	11.152	12.624	13.983	15.338	16.780	18.418	20.485	23.542	26.298	28.845	32.000	34.267	39.252
17	4.416	5.697	6.408	7.564	8.672	10.085	12.002	13.531	14.937	16.338	17.824	19.511	21.815	24.769	27.587	30.191	33.409	35.718	40.790
18	4.905	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	12.857	14.440	15.893	17.338	18.868	20.801	22.780	25.989	28.859	31.526	34.805	37.156	42.312
19	5.407	6.844	7.633	8.907	10.117	11.651	13.716	15.352	16.850	18.338	19.910	21.899	23.900	27.204	30.144	32.852	36.191	38.582	43.820
20	5.921	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	14.578	16.266	17.809	19.337	20.951	22.775	25.038	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997	45.315
21	6.447	8.034	8.897	10.283	11.591	13.240	15.445	17.182	18.768	20.337	21.991	23.858	26.171	29.615	32.671	35.479	38.932	41.401	46.797
22	6.983	8.643	9.542	10.982	12.338	14.041	16.314	18.101	19.729	21.337	23.031	24.939	27.301	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796	48.268
23	7.529	9.260	10.196	11.889	13.091	14.848	17.187	19.021	20.890	22.337	24.069	26.018	28.429	32.007	35.172	38.076	41.638	44.181	49.728
24	8.085	9.888	10.856	12.401	13.848	15.659	18.082	19.943	21.852	23.337	25.108	27.096	29.553	33.196	36.415	39.384	42.980	45.559	51.179
25	8.649	10.520	11.524	13.120	14.611	16.473	18.940	20.887	22.816	24.337	26.143	28.172	30.675	34.382	37.652	40.646	44.314	46.928	52.620
26	9.222	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	19.820	21.792	23.579	25.336	27.179	29.246	31.795	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290	54.062
27	9.803	11.808	12.879	14.573	16.151	18.114	20.703	22.719	24.544	26.336	28.214	30.319	32.912	36.741	40.113	43.195	46.963	49.645	55.476
28	10.391	12.461	13.565	15.308	16.928	18.839	21.588	23.647	25.509	27.336	29.249	31.391	34.027	37.916	41.337	44.481	48.278	50.993	56.892
29	10.986	13.121	14.256	16.047	17.708	19.768	22.475	24.577	26.475	28.336	30.283	32.461	35.139	39.087	42.557	45.722	49.588	52.338	58.301
30	11.588	13.787	14.953	16.791	18.493	20.599	23.384	25.508	27.442	29.336	31.316	33.530	36.250	40.256	43.773	46.979	50.862	53.672	59.703

Handwritten signature and initials in blue ink.