UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS BÁSICAS Y APLICADAS

INGENERÍA CIVIL

MONOGRAFÍA

PRUEBAS DE HIPÓTESIS T -STUDENT

Autores:

Dra. Rosario Yaqueliny Llauce Santamaria

Dra. Marcela Yvone Saldaña Miranda

Ing. Mario Félix Olivera Aldana

Ciclo Académico: 2024_II

Jaén – Perú, noviembre 2024

ÍNDICE

1. Introducción

La estadística juega un papel crucial en el análisis y la interpretación de los datos, y se emplea siempre que la información sea limitada o incompleta. en este sentido, la distribución de Student es un instrumento indispensable para estimar los parámetros poblacionales y realizar pruebas de hipótesis. ¿Por qué? Debido a que la distribución t se usa para tamaños de muestra pequeños o caso de que la desviación estándar poblacional sea desconocida.

Las pruebas de hipótesis t de Student se caracteriza por tener una diagonal considerablemente larga en comparación con la distribución normal debido a la mayor variabilidad y el mayor nivel de incertidumbre en las muestras respecto de la población. Ese rasgo le permitirá ajustar los análisis estadísticos y tomar decisiones más acertadas en relación con los datos limitados. La distribución t student es el recurso del que no se puede prescindir en estudios científicos en su ensayo, acerca al lector a los orígenes de las pruebas de hipótesis, su derivación y su implementación en la solución de problemas estadísticos. Además, revisamos la relación entre distribuciones, como la normal, y da ejemplos de su empleo en situaciones del mundo real que necesitan un poder de inferencia.

A nivel académico, la distribución es un magno recordatorio de que los conceptos que se originaban en la aplicación a cuestiones de bajo nivel, como la elaboración de la cerveza, se han convertido en un componente vital para la estadística moderna.

Los Autores

2. Objetivos

2.1 Objetivo General:

Evaluar la prueba t de Student y su aplicación al estudio de diferencias entre medias de muest ras pequeñas, con énfasis en su utilidad en estadística e ingeniería civil.

2.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Explicar los fundamentos teóricos de la prueba t de Student, teniendo en cuenta todos los aspectos obtenidos de la información recogida.
- ✓ Describir los procedimientos necesarios para realizar una prueba t de Student, desde l a formulación de la hipótesis y la elección del nivel de significancia hasta el cálculo d el valor t crítico
- ✓ Aplicar la prueba t-student a situaciones prácticas en ingeniería civil, resolviendo ejercicios con ejemplos reales para comparar medias y contrastar hipótesis.
- ✓ Interpretar los resultados obtenidos de la prueba t-student en los ejercicios resueltos, evaluando la significancia de los resultados.

3. Marco Teórico

Distribución t de student

La distribución t de Student es un modelo teórico que se emplea para estimar el valor promedio de una población que sigue una distribución normal, especialmente cuando el tamaño de la muestra es reducido y no se tiene conocimiento de la desviación típica (Rodó, 2024).

La distribución t de Student puede entenderse como una versión más adaptable de la distribución normal. Se emplea principalmente cuando buscamos estimar la media de una población utilizando una muestra pequeña y no conocemos la variabilidad de los datos, es decir, la desviación estándar.

4. Hipótesis

En la distribución t de Student existe 2 tipos de hipótesis, la primera llamada hipótesis nula (H_o), que es igual al valor de la media aritmética poblacional y la segunda que es la hipótesis alternativa (H_1), la cual es diferente del valor de la media aritmética poblacional (Armenta, 2020).

4.1 Grados de libertad

Los grados de libertad representan la cantidad de valores dentro de una muestra o prueba estadística que pueden variar o seleccionarse libremente. Están relacionados con el uso de la información de la muestra y determinan los datos que pueden cambiar sin afectar el cálculo de la prueba (Oré, 2015).

Por lo tanto, la flexibilidad de la distribución t proviene de sus grados de libertad; ya que, nos permiten ajustar la forma de la distribución para reflejar mejor la incertidumbre asociada con muestras pequeñas. Asimismo, se denota por la siguiente fórmula:

$$g.l = n - 1$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

4.2 Estadístico de prueba t

La prueba estadística t de Student se basa en el valor "t", que representa cuántas desviaciones estándar separan las medias de dos grupos. Mediante esta prueba, el investigador busca determinar, con un nivel específico de confianza, si la diferencia observada entre los medios de los grupos en la muestra es demasiado grande como para ser atribuida al azar (Turcios, 2015).

La prueba-t se realiza con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

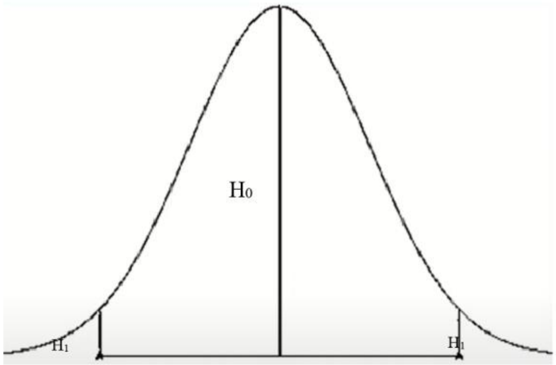
Donde:
$\bar{x}$ = media aritmética de la muestra.
μ = media de la población a analizar.
s = desviación estándar de la muestra.
n = tamaño de la muestra.

Importancia

La distribución t de Student es una herramienta clave para realizar pruebas de hipótesis y construír intervalos de confianza en situaciones con poca información. Su utilidad radica en su capacidad para manejar la incertidumbre, permitiendo estimaciones más cautelosas y confiables cuando las muestras son pequeñas o la varianza poblacional no es conocida (Rodó, 2024).

Figura 1.

Gráfica para una distribución t de student



Nota. Adaptado del canal todoparaestudiar [Ilustración], por Nerhi, Felipe (https://youtu.be/25HNTDuK9zA?t=544)

5. Desarrollo de Ejemplos

Ejemplo N°1

Un ingeniero civil desea estimar la resistencia a la compresión de un tipo de concreto en una obra, para lo cual se requiere una resistencia de 26MPa. Para esto, se toman 15 muestras de cilindros de concreto y se les aplica una fuerza axial hasta su falla para medir su resistencia. Obteniéndose una media de 25 MPa y una separación estándar de 2 MPa.

Determine si la media de resistencia calculada por el ingeniero es correcta, con un nivel de confianza del 95%.

<u>Solución:</u>

Paso 1: Definir las hipótesis

H_0: La resistencia del concreto es de 25MPa.

H_1: La resistencia del concreto es diferente de 25MPa.

Paso 2: Grados de libertad (g.l) y significancia (α)

$$g.l = n - 1 \rightarrow g.l = 15 - 1 = 14$$

$$niv.confianza = 1 - \alpha \rightarrow 0.95 = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 0.05$$

- Como en la gráfica se tienen 2 extremos con un nivel de significancia:

$$\boldsymbol{\frac{\alpha}{2} = \frac{0.05}{2} = 0.025}$$

Paso 3: Estadístico de prueba t.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{25 - 26}{\frac{2}{\sqrt{15}}}$$

$$t = -1.936$$

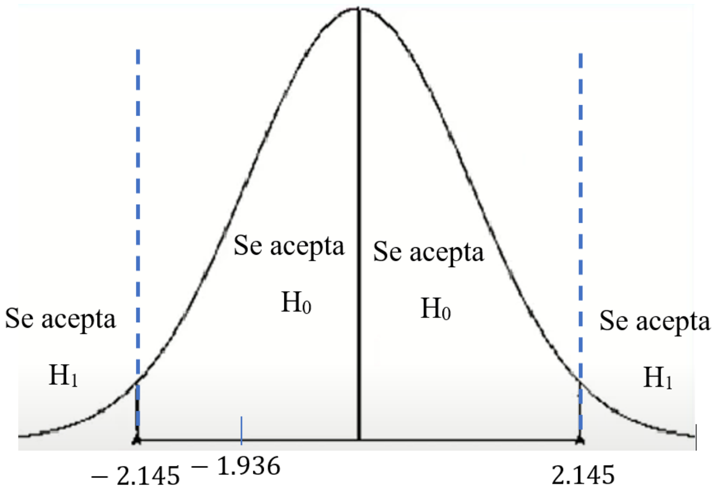
Paso 4: Evaluación

- Veamos en la tabla t de Student el valor que equivale a la intersección de los grados de libertad (g.l) con el nivel de significancia (α). En este caso es 14 y 0.025 respectivamente.

r \ α	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.01
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602

Con ello tenemos el valor $\alpha_{tabla} = 2.145$

Paso 5: Gráfica



- **Interpretación:** Se acepta la hipótesis nula, quiere decir que la resistencia calculada a partir de las 15 muestras de concreto si se puede generalizar a todo el concreto, siendo así la resistencia de 25MPa.

Ejemplo N° 2

Un ingeniero civil está evaluando el número promedio de grietas menores (fisuras no estructurales) que aparecen en muros de concreto de un conjunto residencial tras un año de construcción. Estudios previos indican que, en promedio, aparecen 5 fisuras menores por muro al cabo de un año. Para verificar si el nuevo lote cumple con esta media, el ingeniero toma una muestra de 20 muros y cuenta el número de fisuras en cada uno.

Fisuras	Cantidad de muros
3	7
4	6
5	2
6	3
7	2
Total	20

El ingeniero civil aplicará la prueba de hipótesis T de student para determinar que sus datos son significativos y para ello usará un nivel de confianza del 95%.

Solución:

Paso 1: Determinamos la hipótesis nula y la alternativa:

$$\mu = 4$$

$\boldsymbol{H_0 = \mu}$: El promedio fisuras menores por muro al cabo de un año es igual al promedio de los estudios previos.

$\boldsymbol{H_0 \neq \mu}$: El promedio fisuras menores por muro al cabo de un año es diferente al promedio de los estudios previos.

Paso 2: Determinamos el nivel de significancia:

Confiabilidad del 95%, es decir, 0.95.

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\frac{\alpha}{2} = 0.05$$

Paso 3: Luego el promedio y desviación estándar:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{n} \frac{fi * x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{3 \times 7 + 4 \times 6 + 5 \times 2 + 6 \times 3 + 7 \times 2}{20}$$

$$\bar{x} = 4.35$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{{x_i}^2 * fi - \bar{x}n^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{3^2 \times 7 + 4^2 \times 6 + 5^2 \times 2 + 6^2 \times 3 + 7^2 \times 2 - 20 \times 4.35^2}{20-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{1.92}$$

$$\sigma = 1.39$$

Paso 4: Aplicamos la fórmula para hallar T

$$T = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$T = \frac{4.35 - 4}{\frac{1.39}{\sqrt{20}}}$$

$$T = 1.13$$

Paso 5: Calculamos el grado de diferencia:

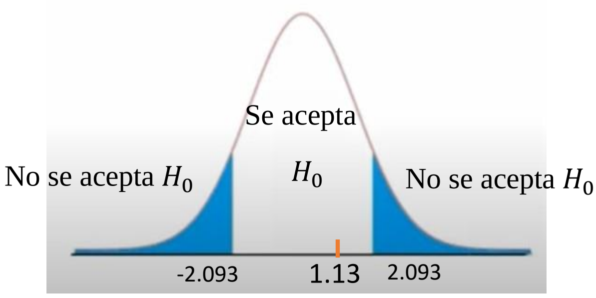
$$df = 20 - 1 = 19$$

Paso 6: Comparamos el valor obtenido con el de la tabla

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453

$T_c = 2.093$

Recordar que T es igual a 1.13. Entonces:



- Podemos concluir que se acepta la hipótesis nula. El promedio de fisuras menores por muro al cabo de un año es igual al promedio de los estudios previos.

Ejemplo N° 3

Un ingeniero civil desea estimar la profundidad de cimentación requerida para una estructura en una obra. Para ello, realiza 15 perforaciones de prueba en diferentes ubicaciones del sitio y mide la profundidad a la que el suelo es lo suficientemente estable. Se obtuvo una profundidad promedio de 8 metros y una desviación estándar de 1.5 metros.

El ingeniero quiere verificar si esta profundidad promedio de cimentación es adecuada, utilizando la distribución t de Student con un nivel de confianza del 80%:

<u>Solución:</u>

Paso 1: Definir la hipótesis.

Hipótesis nula H0: La profundidad promedio de cimentación es adecuada (8 metros).

Hipótesis alternativa H1: La profundidad promedio de cimentación es diferente de 8 metros.

Paso 2: Datos del problema:

- Tamaño de la muestra: n = 15
- La medida muestra es: $\bar{x} = 8\, metros$
- La S (desviación estándar): S = 1.5 metros
- Nivel de confianza (NC): 80%.
- μ = 8 metros (profundidad de referencia)

Paso 3: Grado de libertad (gl) y significancia (∝):

Grado de libertad:

$$\text{gl} = \text{n} - 1 \rightarrow 15 - 1 \qquad \text{gl} = 14$$

nivel de confianza:

$$\propto = 20\%$$

$$NC = 80\% \; - \; 100\% \; = \; 20\%$$

$$\frac{\propto}{2} = \frac{20\%}{2} = 0.10$$

Paso 4: Calculamos el error estándar y t.

Calculamos el E.E. (error estándar):

$$\mathrm{E.E.} = \frac{\mathrm{S}}{\sqrt{\mathrm{n}}}$$

Donde:

E.E. = (error y estándar)
S = (muestra)
n = (tamaño de la muestra)

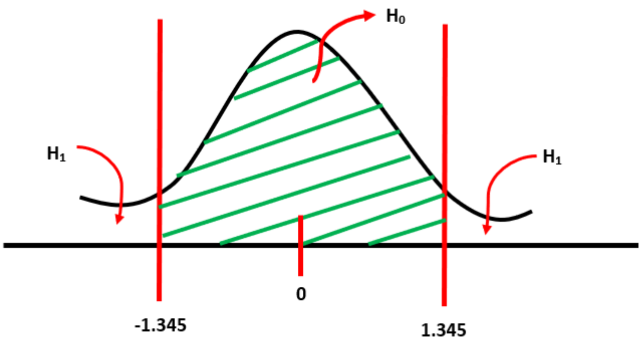
$$E.E. = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{1.5}{\sqrt{15}} = \frac{1.5}{3.87} = 0.38$$

Calculamos t:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{E.E.} = \frac{8-8}{0.38} = -\frac{0}{0.38} = 0$$

Paso 5: Evaluación

$g = 14$
$\propto = 0.10$
$\propto_{tabla} = 1.345$
$t = 0$
$H0 = 8$
$H1 = 8$



r \ α	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.

- **Interpretación:** Como el valor de t calculado cae dentro del intervalo de aceptación, no rechazamos la hipótesis nula, lo que indica que la profundidad promedio de cimentación de 8 metros es adecuada y cumple con el estándar esperado.

Ejemplo N° 4

Un ingeniero civil quiere verificar si la altura promedio de las columnas construidas en una obra cumple con el estándar requerido de 5 metros. Como no tiene información sobre la desviación estándar de la altura de todas las columnas de la obra, mide una muestra de 6 columnas con los siguientes resultados en metros:

4.8m	5.1m	5.0m	4.9m	5.2m	4.7

El ingeniero desea determinar, con un nivel de confianza del 95%, si la altura promedio de estas columnas cumple con el estándar de 5 metros

<u>Solución:</u>

Paso 1: Definir la hipótesis.

Hipótesis nula H0: La altura de promedio de las columnas es 5 metros

Hipótesis alternativa H1: La altura promedio de las columnas es diferente de 5 metros

Paso 2: Grado de libertad (gl) y significancia (∝):

Grado de libertad:

$$\text{gl} = \text{n} - 1 \rightarrow 6 - 1 \qquad \text{gl} = 5$$

nivel de confianza:

$$\propto = 5\%$$

$$NC = 95\% - 100\% = 5\%$$

$$\frac{\propto}{2} = \frac{5\%}{2} = 0.3$$

Paso 4: Calculamos la media, el error estándar, la desviación estándar y t:

Calculamos la media $\bar{x}$:

$$\bar{x} = \frac{4.8 + 5.1 + 5.0 + 4.9 + 5.2 + 4.7}{6} = 4.95\, metros$$

Calculamos el E.E. (error estándar):

$$\text{E. E.} = \frac{\text{S}}{\sqrt{\text{n}}}$$

Donde:

E.E. = (error y estándar)
S = (muestra)
n = (tamaño de la muestra)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x}\ )^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(4.8 - 4.95)^2 + (5.1 - 4.95)^2 + (5.0 - 4.95)^2 + (4.9 - 4.95)^2 + (5.2 - 4.95)^2 + (4.7 - 4.95)^2}{6 - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{0.175}{6 - 1}} = \sqrt{\frac{0.175}{5}} = \sqrt{0.035} = 0.187$$

$$E.E. = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0.187}{\sqrt{6}} = \frac{0.187}{2.45} = 0.08$$

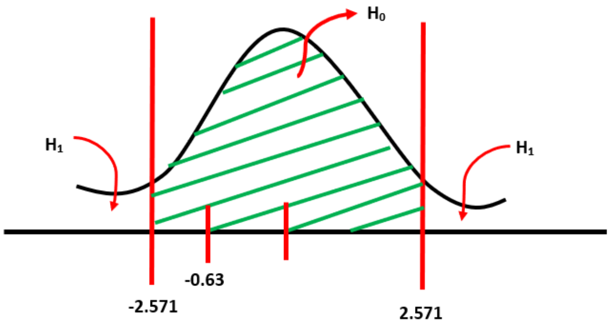
Calculamos t:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{E.E.} = \frac{4.95 - 5}{0.08} = -\frac{0.05}{0.08} = -0.63$$

Donde: $\bar{x}$ (media aritmética) = 4.95 metros, μ (media aritmética que se está estimando para la población) = 5 metros y n (tamaño de la muestra) = 6

Paso 5: Evaluación

$g = 5$
$\propto = 0.03$
$\propto_{tabla} = 2.571$
$t = -0{,}63$
$H0 = 5$
$H1 = 5$



r \ α	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.01
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365

- **Interpretación:** Como el valor de t cae dentro del intervalo de aceptación, no rechazamos la hipótesis nula, lo que indica que la altura promedio de las columnas cumple con el estándar de 5 metros.

Ejemplo N° 5

Un ingeniero civil afirma que el concreto utilizado en una construcción tiene una resistencia promedio de **35 MPa** (megapascales) después de 28 días de curado. Para mantener este promedio, el ingeniero verifica **20 muestras de concreto** cada mes. Si el valor t calculado cae entre **-t 0.05** y **+t 0.05**, el ingeniero se encuentra satisfecho con esta afirmación. ¿Qué conclusión debería sacar él de una muestra de 20 cubos de concreto cuya resistencia promedio fue?

33	**36**	**34**	**35**	**34**	**32**	**36**	**35**	**34**	**33**	**35**	**36**	**33**	**34**	**32**	**36**	**35**	**34**	**33**	**34**

Solución:

Paso 1: Datos

- Resistencia promedio esperada del concreto: 35 MPa
- Número de muestras probadas: 20 cubos de concreto
- Rango de aceptación: entre -t 0.05 y +t 0.05. Esto significa que, si el resultado del cálculo (llamado valor t) está dentro de este rango, el ingeniero puede sentirse confiado de que la resistencia es la esperada.

Paso 2: Calcular el promedio de las muestras

$$\text{Promedio} = \frac{33+36+34+35+34+32+36+35+34+33+35+36+33+34+32+36+35+34+33\ 34}{20}$$

$$\bar{x} = 34{,}2 \text{ Mpa}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x}\ )^2}{n-1}}$$

$$\text{Varianza } (s) = \sqrt{\frac{(33-34.2)^2+(36-34.2)^2+(34-34.2)^2+\cdots+(34-34.2)^2}{20-1}}$$

$$s = 1.2814465510343749 \approx 1{,}28 \text{ MPa}$$

Paso 3: Calcular el valor t de la muestra

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Sustituyendo los valores que tenemos:

- Promedio de la muestra = 34,2 MPa
- Resistencia esperada = 35 MPa
- Desviación estándar = 1,28 MPa
- Número de muestras = 20

$$t = \frac{34.2 - 35}{\frac{1.28}{\sqrt{20}}}$$

$$t = -2.7919297618084413 \approx -2{,}79$$

Paso 4: Comparar el valor t con el rango de aceptación

El rango de aceptación especificado en el problema es entre **-t 0.05** y **+t 0.05**.

Dado que el valor calculado, -2.79, **no está dentro del rango de aceptación** (-0.05 a +0.05), el ingeniero **no puede estar satisfecho** con la resistencia del concreto, ya que no cumple con la resistencia promedio esperada de 35 MPa.

6. Conclusiones

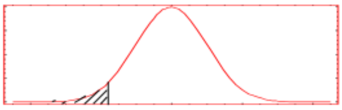
La prueba t de Student es una herramienta estadística que se utiliza para comparar las medias de dos conjuntos de datos y determinar si la diferencia entre ellos es estadísticamente significativa. De manera similar, es útil analizar si una diferencia observada entre una media de muestra y una media de población conocida o hipotética es estadísticamente significativa. La simplicidad y facilidad de cálculo lo convierten en una opción práctica para muchas aplicaciones, proporcionando mayor confianza a su uso.

Esta prueba tiene aplicaciones en campos como la investigación médica, la psicología, la economía y la educación. Por ejemplo, permite evaluar la eficacia de un tratamiento comparando los resultados obtenidos en un grupo experimental con los de un grupo control que no se sometió a la intervención. Además, es común en estudios experimentales, investigaciones de diferencias de género y análisis de encuestas, entre otros.

Gracias a su versatilidad, la prueba t de Student es válida en diversos campos de investigación. Su capacidad de aplicarse a muestras pequeñas aumenta su utilidad y lo convierte en una herramienta eficaz para estudios con recursos limitados.

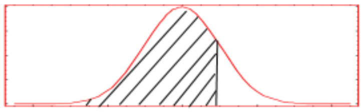
7. Tablas Estadísticos T – student

DISTRIBUCION T-STUDENT



G. de L.	Valores de Probabilidad: p													
n	**0.0005**	**0.005**	**0.01**	**0.02**	**0.025**	**0.03**	**0.04**	**0.05**	**0.06**	**0.08**	**0.1**	**0.15**	**0.2**	**0.25**
1	-636.6192	-63.6567	-31.8205	-15.8945	-12.7062	-10.5789	-7.9158	-6.3138	-5.2422	-3.8947	-3.0777	-1.9626	-1.3764	-1.0000
2	-31.5991	-9.9248	-6.9646	-4.8487	-4.3027	-3.8964	-3.3198	-2.9200	-2.6202	-2.1894	-1.8856	-1.3862	-1.0607	-0.8165
3	-12.9240	-5.8409	-4.5407	-3.4819	-3.1824	-2.9505	-2.6054	-2.3534	-2.1562	-1.8589	-1.6377	-1.2498	-0.9785	-0.7649
4	-8.6103	-4.6041	-3.7469	-2.9985	-2.7764	-2.6008	-2.3329	-2.1318	-1.9712	-1.7229	-1.5332	-1.1896	-0.9410	-0.7407
5	-6.8688	-4.0321	-3.3649	-2.7565	-2.5706	-2.4216	-2.1910	-2.0150	-1.8727	-1.6493	-1.4759	-1.1558	-0.9195	-0.7267
6	-5.9588	-3.7074	-3.1427	-2.6122	-2.4469	-2.3133	-2.1043	-1.9432	-1.8117	-1.6033	-1.4398	-1.1342	-0.9057	-0.7176
7	-5.4079	-3.4995	-2.9980	-2.5168	-2.3646	-2.2409	-2.0460	-1.8946	-1.7702	-1.5718	-1.4149	-1.1192	-0.8960	-0.7111
8	-5.0413	-3.3554	-2.8965	-2.4490	-2.3060	-2.1892	-2.0042	-1.8595	-1.7402	-1.5489	-1.3968	-1.1081	-0.8889	-0.7064
9	-4.7809	-3.2498	-2.8214	-2.3984	-2.2622	-2.1504	-1.9727	-1.8331	-1.7176	-1.5315	-1.3830	-1.0997	-0.8834	-0.7027
10	-4.5869	-3.1693	-2.7638	-2.3593	-2.2281	-2.1202	-1.9481	-1.8125	-1.6998	-1.5179	-1.3722	-1.0931	-0.8791	-0.6998
11	-4.4370	-3.1058	-2.7181	-2.3281	-2.2010	-2.0961	-1.9284	-1.7959	-1.6856	-1.5069	-1.3634	-1.0877	-0.8755	-0.6974
12	-4.3178	-3.0545	-2.6810	-2.3027	-2.1788	-2.0764	-1.9123	-1.7823	-1.6739	-1.4979	-1.3562	-1.0832	-0.8726	-0.6955
13	-4.2208	-3.0123	-2.6503	-2.2816	-2.1604	-2.0600	-1.8989	-1.7709	-1.6641	-1.4903	-1.3502	-1.0795	-0.8702	-0.6938
14	-4.1405	-2.9768	-2.6245	-2.2638	-2.1448	-2.0462	-1.8875	-1.7613	-1.6558	-1.4839	-1.3450	-1.0763	-0.8681	-0.6924
15	-4.0728	-2.9467	-2.6025	-2.2485	-2.1314	-2.0343	-1.8777	-1.7531	-1.6487	-1.4784	-1.3406	-1.0735	-0.8662	-0.6912
16	-4.0150	-2.9208	-2.5835	-2.2354	-2.1199	-2.0240	-1.8693	-1.7459	-1.6425	-1.4736	-1.3368	-1.0711	-0.8647	-0.6901
17	-3.9651	-2.8982	-2.5669	-2.2238	-2.1098	-2.0150	-1.8619	-1.7396	-1.6370	-1.4694	-1.3334	-1.0690	-0.8633	-0.6892
18	-3.9216	-2.8784	-2.5524	-2.2137	-2.1009	-2.0071	-1.8553	-1.7341	-1.6322	-1.4656	-1.3304	-1.0672	-0.8620	-0.6884
19	-3.8834	-2.8609	-2.5395	-2.2047	-2.0930	-2.0000	-1.8495	-1.7291	-1.6280	-1.4623	-1.3277	-1.0655	-0.8610	-0.6876
20	-3.8495	-2.8453	-2.5280	-2.1967	-2.0860	-1.9937	-1.8443	-1.7247	-1.6242	-1.4593	-1.3253	-1.0640	-0.8600	-0.6870
21	-3.8193	-2.8314	-2.5176	-2.1894	-2.0796	-1.9880	-1.8397	-1.7207	-1.6207	-1.4567	-1.3232	-1.0627	-0.8591	-0.6864
22	-3.7921	-2.8188	-2.5083	-2.1829	-2.0739	-1.9829	-1.8354	-1.7171	-1.6176	-1.4542	-1.3212	-1.0614	-0.8583	-0.6858
23	-3.7676	-2.8073	-2.4999	-2.1770	-2.0687	-1.9782	-1.8316	-1.7139	-1.6148	-1.4520	-1.3195	-1.0603	-0.8575	-0.6853
24	-3.7454	-2.7969	-2.4922	-2.1715	-2.0639	-1.9740	-1.8281	-1.7109	-1.6122	-1.4500	-1.3178	-1.0593	-0.8569	-0.6848
25	-3.7251	-2.7874	-2.4851	-2.1666	-2.0595	-1.9701	-1.8248	-1.7081	-1.6098	-1.4482	-1.3163	-1.0584	-0.8562	-0.6844
26	-3.7066	-2.7787	-2.4786	-2.1620	-2.0555	-1.9665	-1.8219	-1.7056	-1.6076	-1.4464	-1.3150	-1.0575	-0.8557	-0.6840
27	-3.3688	-2.6151	-2.3561	-2.0751	-1.9788	-1.8977	-1.7648	-1.6569	-1.5653	-1.4133	-1.2883	-1.0407	-0.8445	-0.6764
28	-3.6739	-2.7633	-2.4671	-2.1539	-2.0484	-1.9601	-1.8166	-1.7011	-1.6037	-1.4434	-1.3125	-1.0560	-0.8546	-0.6834
29	-3.6594	-2.7564	-2.4620	-2.1503	-2.0452	-1.9573	-1.8142	-1.6991	-1.6020	-1.4421	-1.3114	-1.0553	-0.8542	-0.6830
30	-3.6460	-2.7500	-2.4573	-2.1470	-2.0423	-1.9546	-1.8120	-1.6973	-1.6004	-1.4408	-1.3104	-1.0547	-0.8538	-0.6828

DISTRIBUCION T-STUDENT



G. de L.	Valores de Probabilidad: p													
n	**0.75**	**0.8**	**0.85**	**0.9**	**0.92**	**0.94**	**0.95**	**0.96**	**0.97**	**0.975**	**0.98**	**0.99**	**0.995**	**0.9995**
1	1.000	1.376	1.963	3.078	3.895	5.242	6.314	7.916	10.579	12.706	15.895	31.821	63.657	636.619
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.189	2.620	2.920	3.320	3.896	4.303	4.849	6.965	9.925	31.599
3	0.765	0.978	1.250	1.638	1.859	2.156	2.353	2.605	2.951	3.182	3.482	4.541	5.841	12.924
4	0.741	0.941	1.190	1.533	1.723	1.971	2.132	2.333	2.601	2.776	2.999	3.747	4.604	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	1.649	1.873	2.015	2.191	2.422	2.571	2.757	3.365	4.032	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.603	1.812	1.943	2.104	2.313	2.447	2.612	3.143	3.707	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.572	1.770	1.895	2.046	2.241	2.365	2.517	2.998	3.499	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.549	1.740	1.860	2.004	2.189	2.306	2.449	2.896	3.355	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.532	1.718	1.833	1.973	2.150	2.262	2.398	2.821	3.250	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.518	1.700	1.812	1.948	2.120	2.228	2.359	2.764	3.169	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.507	1.686	1.796	1.928	2.096	2.201	2.328	2.718	3.106	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.498	1.674	1.782	1.912	2.076	2.179	2.303	2.681	3.055	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.490	1.664	1.771	1.899	2.060	2.160	2.282	2.650	3.012	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.484	1.656	1.761	1.887	2.046	2.145	2.264	2.624	2.977	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.478	1.649	1.753	1.878	2.034	2.131	2.249	2.602	2.947	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.474	1.642	1.746	1.869	2.024	2.120	2.235	2.583	2.921	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.469	1.637	1.740	1.862	2.015	2.110	2.224	2.567	2.898	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.466	1.632	1.734	1.855	2.007	2.101	2.214	2.552	2.878	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.462	1.628	1.729	1.850	2.000	2.093	2.205	2.539	2.861	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.459	1.624	1.725	1.844	1.994	2.086	2.197	2.528	2.845	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.457	1.621	1.721	1.840	1.988	2.080	2.189	2.518	2.831	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.454	1.618	1.717	1.835	1.983	2.074	2.183	2.508	2.819	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.452	1.615	1.714	1.832	1.978	2.069	2.177	2.500	2.807	3.768
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.450	1.612	1.711	1.828	1.974	2.064	2.172	2.492	2.797	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.448	1.610	1.708	1.825	1.970	2.060	2.167	2.485	2.787	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.446	1.608	1.706	1.822	1.967	2.056	2.162	2.479	2.779	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.445	1.606	1.703	1.819	1.963	2.052	2.158	2.473	2.771	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.443	1.604	1.701	1.817	1.960	2.048	2.154	2.467	2.763	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.442	1.602	1.699	1.814	1.957	2.045	2.150	2.462	2.756	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.441	1.600	1.697	1.812	1.955	2.042	2.147	2.457	2.750	3.646

8. Bibliografía

1. Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2009). Introduction to probability and statistics (13. ed., international student ed). Brooks/Cole, Cengage Learning.
2. Ross, S. M. (2014). Introduction to probability and statistics for engineers and scientists (5. ed). Elsevier, Acad. Press.
3. Sánchez, N. A. (2017). Análisis de problemas en estadística y probabilidad en libros de texto de segundo año de educación secundaria. Revista científica, 3(30), 181. https://doi.org/10.14483/23448350.11948
4. Soto, G. (2011). El teorema de Bayes. Revista de Educación Matemática, 26(3), Article 3. https://doi.org/10.33044/revem.10213
5. Triola, M. F. (Ed.). (2009). Estadística (10. ed). Pearson Educación.
6. Ávila Acosta, Roberto1997 “Estadística elemental”. Editorial Estudios y Ediciones. Lima.
7. Moya Calderón, Rufino1991.” Estadística Descriptiva Conceptos y aplicaciones”.
8. Primera Edición. Edit, San Marcos lima, Perú.
9. García Ore, Celestino 2011,” Estadística Descriptiva y Probabilidades para ingenieros”.
10. Edit. MACRO EIRL. Lima-Perú.
11. Córdova Zamora, Manuel 2009.” Estadística Descriptiva e inferencial” Tercera edic. Edit. Moshera R.L. Lima -Perú