

## MEDICIÓN DEL SENTIDO DE PERTENENCIA A PARTIR DE UN DISEÑO FACTORIAL CON DOS FACTORES

### Measuring the sense of belonging from a two-factor factorial design

#### RESUMEN

En la universidad Tecnológica de Pereira, para conocer el sentido de pertenencia que tiene la comunidad universitaria con la institución, se aplica un diseño factorial con dos factores.

Se utiliza un cuestionario diseñado y aplicado por bienestar universitario a personas que integran los estamentos de la universidad, el cual contiene preguntas referentes a cuatro elementos que pueden influir en el sentido de pertenencia institucional.

En este artículo se prueban cinco personas de cada estamento con los criterios, y las 60 pruebas se corren de manera aleatoria, para identificar el efecto que tienen los estamentos y los criterios sobre el sentido de pertenencia.

**PALABRAS CLAVES:** Diseño con dos Factores, Diseño de Experimentos, Diseño Factorial, Sentido de Pertenencia.

#### ABSTRACT

*Pereira Technological University, to know the sense of belonging that has the university community with the institution, applying a factorial design with two factors.*

*It uses a questionnaire designed and implemented by university welfare to people who make up the estates of the university, which contains questions regarding four elements that can influence the institutional ownership.*

*This article tested five people from each estate with the criteria, and 60 tests were run at random, to identify the effect they have the estates and the criteria for the sense of belonging.*

**KEYWORDS:** *Design with two factors, Design of Experiments, Factorial Design, Sense of Belonging.*

**PAULA ANDREA RODAS RENDÓN**

Ingeniera Industrial Es.

Profesora Auxiliar

Universidad Tecnológica de Pereira  
parodas@utp.edu.co

**LUZ MARÍA OSPINA GUTIÉRREZ**

Ingeniera Industrial

Profesora Asistente

Universidad Tecnológica de Pereira  
lmaus@utp.edu.co

**ANGELA MARIA LANZAS DUQUE**

Ingeniera Industrial M. Sc.

Universidad Tecnológica de Pereira  
amlanzas@utp.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

Según una publicación realizada por el Proyecto DFID Colombia el sentido de pertenencia es: lo que usted y los demás hacen, el motor que lo impulsa a hacer algo, aplicar lo que sabe y mejorarlo, comprometerse poco a poco y superarse. El compromiso es confianza en sí mismo, con los demás y con la organización

Se estudian los factores que influyen en las respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia institucional utilizando análisis y diseño de experimentos con dos factores. Se eligen cuatro criterios que representan la institución, tres estamentos de la universidad y se corre un experimento factorial.

Se define un modelo con sus respectivos supuestos, se corre y se analizan los resultados obtenidos sobre los efectos que los factores considerados, pueden generar en el sentido de pertenencia así:

- ✓ Se hace un análisis de varianza para verificar la validez del modelo.

- ✓ Se validan los supuestos de igualdad de varianzas y de normalidad, para sustentar la validez del modelo
- ✓ Se utilizan las gráficas de factores vs residuos, para verificar la variabilidad.
- ✓ Se hacen comparaciones utilizando gráficas de efectos principales y de interacción
- ✓ Se realizan comparaciones de medias para identificar los estamentos y criterios que producen efectos significativos sobre el sentido de pertenencia.

## 2. DEFINICIONES

Las definiciones y términos básicos y generales, citadas en el presente artículo son las siguientes: [1,2,3]

**2.1 Variable respuesta.** A través de estas(s) variables(s) se conoce el efecto o los resultados de cada prueba experimental.

**2.2 Factores estudiados.** Son las variables que se investigan en el experimento para observar cómo afectan o influyen en la variable respuesta.

**2.3 Error aleatorio.** Es la variabilidad observada que no se puede explicar por los factores estudiados.

**2.4 Nivel.** Es el grado de intensidad de un factor. Son los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado.

**2.5 Tratamiento.** Un tratamiento es una combinación específica de niveles de un factor o de factores.

**2.6 Efecto.** Es el cambio observado en la variable respuesta de nivel en el factor

**2.7 Efecto principal o individual.** Es la respuesta promedio observada en el nivel alto de un factor menos la respuesta promedio en el nivel bajo.

**2.8 Efectos de interacción:** dos factores interactúan de manera significativa sobre la variable respuesta cuando el efecto de uno depende del nivel en que está el otro.

**2.9 Réplicas.** Repetición del experimento

### 3. DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Para aplicar el enfoque estadístico en el diseño y análisis del experimento es necesario definir lo que va a estudiarse, cómo van a recolectarse los datos y la forma en que se van a analizar. A continuación se define el procedimiento general para realizar un diseño de experimentos.

#### 3.1 Identificar y enunciar el problema.

La Universidad Tecnológica de Pereira, en sus procesos de mejoramiento continuo, requiere conocer y hacer el seguimiento al sentido de pertenencia que tiene la comunidad universitaria con la institución, debido que este valor contribuye significativamente al logro de resultados individuales e institucionales.

Una persona con sentido de pertenencia, puede tener un mayor grado de compromiso, afecto y motivación, lo cual incide en la realización de un trabajo altamente efectivo y eficiente, que al sumarse con el trabajo del equipo, le genera al sistema: desarrollo, calidad, productividad e innovación, lo que repercute en el fortalecimiento de la imagen institucional dando inicio al “*sentido de pertenencia*”.

#### 3.2 Elegir los factores y niveles.

Debido a que el sentido de pertenencia, es un atributo y carece de valor cuantitativo; para medirse, se requiere un mecanismo que refleje asertivamente la percepción de la comunidad universitaria y que pueda servir de base para la toma de decisiones con respecto al sentido de pertenencia.

Se plantean dos tipos de variables controlables que se utilizan para observar cómo afectan o influyen en la fracción de respuestas positivas asociadas con el sentido de pertenencia; estas son controlables porque se pueden definir acciones para cambiar y mejorar los resultados obtenidos.

**Factores.** Las variables o factores que se investigan en este experimento son:

- ✓ Los criterios utilizados para cuantificar el sentido de pertenencia
- ✓ Los estamentos internos de la universidad.

**Niveles.** Cada uno de estos factores tiene categorías o niveles que pueden afectar significativamente el sentido de pertenencia, como se define en el cuadro 1.

Factores	Niveles
<i>Criterios</i>	1. Identificar los objetivos. 2. Conocer las acciones de respaldo institucional. 3. Conocer la institución. 4. Comprender la importancia de sus roles en la universidad.
<i>Estamentos</i>	1. Docentes. 2. Administrativos. 3. Estudiantes

Cuadro 1. Factores y niveles

#### 3.3 Seleccionar la variable respuesta.

La variable respuesta seleccionada que proporciona información útil sobre la característica, *Sentido de Pertenencia*, corresponde a:

**“La fracción de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia institucional”**

Se pregunta:

*¿Qué efecto tienen los estamentos y los criterios sobre el sentido de pertenencia?*

*¿Existe algún estamento que tenga un mayor sentido de pertenencia institucional?*

Para dar respuesta a las preguntas, se comparan los criterios vs estamentos internos de la universidad, con el fin de saber si contribuyen en igual medida al sentido de pertenencia institucional o por el contrario, si son diferentes e insignificantes.

### 3.4 Formular el modelo del experimento factorial: modelo de los efectos

$$Y_{ij} = \mu_{ij} + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

$i = 1,2,3,4 \dots$  criterios

$j = 1,2,3 \dots$  estamentos

$k = 1,2,3,4,5 \dots$  réplicas

#### Parámetros:

$Y_{ij}$  = fracción de respuestas positivas

(variable de respuesta)

$\mu_{ij}$  = efecto promedio global

$\tau_i$  = efecto del nivel  $i$  – ésimo del factor criterios

$\beta_j$  = efecto del nivel  $j$  – ésimo del factor estamentos

$(\tau\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción entre  $\tau_i$  y  $\beta_j$

$\varepsilon_{ijk}$  = error aleatorio

#### Supuestos:

Los errores del modelo son variables aleatorias:

- ✓ Tienen distribución normal con media = 0 y varianza =  $\sigma^2$
- ✓ La varianza  $\sigma^2$  es constante para todos los niveles de los factores.

## 4. ELEGIR EL DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utiliza diseño factorial con dos factores y un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$  para comparar la fracción de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia institucional en los factores: criterios vs estamentos.

### 4.1 Población

La población objeto de estudio, constituida por docentes, administrativos y estudiantes de La Universidad Tecnológica de Pereira.

### 4.2 Unidad Experimental.

Las unidades experimentales, son las personas de las diferentes categorías del estamento interno de la universidad (docentes, administrativos y estudiantes) que fueron encuestadas sobre los cuatro criterios básicos para dar respuesta al sentido de pertenencia institucional.

### 4.3 Tamaño de la muestra ó número de réplicas: n

Para determinar el número de unidades experimentales se seleccionaron de manera aleatoria a 5 personas de cada estamento de la base de datos proporcionada por Bienestar Universitario.

### 4.4 Tabulación de datos.

Las encuestas fueron diseñadas por Bienestar Universitario con 20 preguntas referentes a los criterios definidos en el Cuadro 1, donde las 5 primeras preguntas están asociadas con el criterio 1, las tres siguientes con el criterio 2, las siguientes 4 con el criterio 3 y las últimas 8 con el criterio 4.

De igual forma, fueron aplicadas por Bienestar Universitario a 44 unidades experimentales, así: 15 docentes, 15 administrativos y 14 estudiantes.

Los resultados de las encuestas se encuentran en una base de datos, utilizada para seleccionar la muestra y extraer la información requerida para la realización de este experimento.

A cada persona encuestada, se le registra la fracción de respuestas positivas referentes a cada criterio y a favor del sentido de pertenencia institucional., datos presentados en el cuadro 2

Estamentos	Criterios			
	1	2	3	4
1. Docentes	1,00	0,33	0,75	1,00
	0,80	0,33	0,50	0,88
	0,80	0,67	0,75	1,00
	0,80	0,00	0,75	1,00
	0,80	0,67	0,50	1,00
2. Administrativos	0,40	0,00	0,50	1,00
	0,40	0,00	0,50	1,00
	1,00	0,67	0,75	1,00
	0,80	0,67	0,50	1,00
	0,80	0,00	0,50	1,00
3. Estudiantes	0,60	0,00	0,25	0,00
	0,40	0,67	0,25	1,00
	0,40	0,33	0,75	0,75
	0,60	0,67	0,00	1,00
	0,20	0,67	0,00	1,00

Cuadro 2. Valores  $Y_{ij}$ , fracción de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia.

Se utiliza el software estadístico Minitab, para introducir los datos registrados en el cuadro 2, como puede verse en el cuadro 3

OrdenEsti	OrdenCorrida	PtType	Bloques	CRITERIOS	ESTAMENTOS	FRACCIÓN	RESU
53	1	1	1	1	1	1,00	0,16
15	2	1	1	1	1	0,80	-0,04
38	3	1	1	1	1	0,80	-0,04
41	4	1	1	1	1	0,80	-0,04
4	5	1	1	1	1	0,80	-0,04
18	6	1	1	1	2	0,40	-0,28
54	7	1	1	1	2	0,40	-0,28
2	8	1	1	1	2	1,00	0,32
19	9	1	1	1	2	0,80	0,12
28	10	1	1	1	2	0,80	0,12
8	11	1	1	1	3	0,60	0,16
6	12	1	1	1	3	0,40	-0,04
49	13	1	1	1	3	0,40	-0,04
25	14	1	1	1	3	0,60	0,16
24	15	1	1	1	3	0,20	-0,24
32	16	1	1	2	1	0,33	-0,07
30	17	1	1	2	1	0,33	-0,07
58	18	1	1	2	1	0,67	0,27
59	19	1	1	2	1	0,00	-0,40
10	20	1	1	2	1	0,67	0,27
42	21	1	1	2	2	0,00	-0,27
40	22	1	1	2	2	0,00	-0,27
26	23	1	1	2	2	0,67	0,40
20	24	1	1	2	2	0,67	0,40
13	25	1	1	2	2	0,00	-0,27
12	26	1	1	2	3	0,00	-0,47
7	27	1	1	2	3	0,67	0,20
31	28	1	1	2	3	0,33	-0,14
22	29	1	1	2	3	0,67	0,20
51	30	1	1	2	3	0,67	0,20
1	31	1	1	3	1	0,75	0,10
16	32	1	1	3	1	0,50	-0,15
60	33	1	1	3	1	0,75	0,10
17	34	1	1	3	1	0,75	0,10
45	35	1	1	3	1	0,50	-0,15
46	36	1	1	3	2	0,50	-0,05
3	37	1	1	3	2	0,50	-0,05
43	38	1	1	3	2	0,75	0,20
5	39	1	1	3	2	0,50	-0,05
29	40	1	1	3	2	0,50	-0,05
23	41	1	1	3	3	0,25	0,00
14	42	1	1	3	3	0,25	0,00
39	43	1	1	3	3	0,75	0,50
56	44	1	1	3	3	0,00	-0,25
21	45	1	1	3	3	0,00	-0,25
37	46	1	1	4	1	1,00	0,02
36	47	1	1	4	1	0,88	-0,10
44	48	1	1	4	1	1,00	0,02
35	49	1	1	4	1	1,00	0,02
9	50	1	1	4	1	1,00	0,02
52	51	1	1	4	2	1,00	0,00
11	52	1	1	4	2	1,00	0,00
33	53	1	1	4	2	1,00	0,00
48	54	1	1	4	2	1,00	0,00
57	55	1	1	4	2	1,00	0,00
27	56	1	1	4	3	0,00	-0,75
55	57	1	1	4	3	1,00	0,25
34	58	1	1	4	3	0,75	0,00
50	59	1	1	4	3	1,00	0,25
47	60	1	1	4	3	1,00	0,25

Cuadro 3. Tabulación de datos en Minitab

## 5. PROCESO DE SOLUCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Plantear las hipótesis.

<b>Criterios.</b> $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$	Los criterios no generan ningún efecto sobre la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia.
$H_a: \tau_i \neq 0$	Para al menos uno de los criterios la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia es diferente.
<b>Estamentos</b> $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$	Los estamentos no generan ningún efecto sobre la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia.
$H_a: \beta_j \neq 0$	Para al menos uno de los estamentos la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia es diferente.
<b>Criterio-Estamento</b> $H_0: (\tau\beta)_{ij} = 0$	La interacción entre criterio y estamento no tiene efecto en la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia.

$H_a: (\tau\beta)_{ij} \neq 0$  Para al menos una de las interacciones entre criterio y estamento, la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia es diferente.

## 5.2. Análisis de resultados obtenidos por Minitab

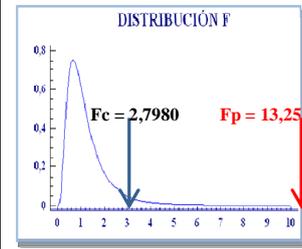
### 5.2.1 Análisis de Varianza

**Análisis de varianza para FRACCIÓN, utilizando SC ajustada para pruebas**

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
CRITERIOS	3	2,40863	2,40863	0,80288	13,25	0,000
ESTAMENTOS	2	0,58387	0,58387	0,29193	4,82	0,012
CRITERIOS*ESTAMENTOS	6	0,54846	0,54846	0,09141	1,51	0,196
Error	48	2,90828	2,90828	0,06059		
Total	59	6,44924				

S = 0,246149 R-cuad. = 54,91% R-cuad.(ajustado) = 44,57%

#### Criterios

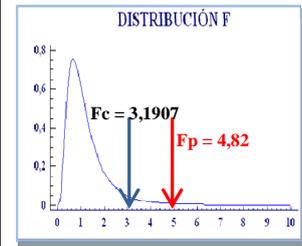


#### Regla de Rechazo.

**1. Valor de P**  
(P = 0,000) es  $\leq$  que ( $\alpha = 0,05$ )  
Hay evidencia para rechazar la Hipótesis nula.  
**2. Valor Crítico**  
Fc ( $\alpha = 0,05$ ; 3 numerador; 48 denominador)  
Fc = 2,7980 Fp = 13,25  
Fp es  $>$  que Fc  
Hay evidencia para rechazar la Hipótesis nula.

Se observa que para al menos uno de los criterios, la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia, es diferente y es altamente significativo.

#### Estamentos



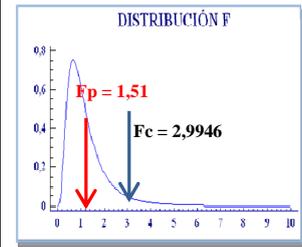
#### Regla de Rechazo.

**1. Valor de P**  
(P = 0,012) es  $\leq$  que ( $\alpha = 0,05$ )  
Hay evidencia para rechazar la Hipótesis nula.  
**2. Valor Crítico**  
Fc ( $\alpha = 0,05$ ; 2 numerador; 48 denominador)  
Fc = 3,1907 Fp = 4,82  
Fp es  $>$  que Fc  
Hay evidencia para rechazar la Hipótesis nula.

Con lo anterior se puede concluir que para al menos uno de los estamentos, la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia, es diferente.

#### Interacción:

#### Criterios-Estamentos



#### Regla de Rechazo.

**1. Valor de P**  
(P = 0,196) no es  $\leq$  que ( $\alpha = 0,05$ )  
No hay evidencia para rechazar la Hipótesis nula.  
**2. Valor Crítico**  
Fc ( $\alpha = 0,05$ ; 6 numerador; 48 denominador)  
Fc = 2,9946 Fp = 1,51  
Fp no es  $>$  que Fc  
No hay evidencia para rechazar la Hipótesis nula.

Se aprecia que la fracción promedio de respuestas positivas

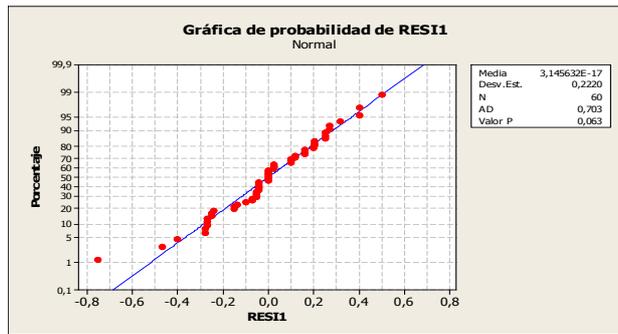
favor del sentido de pertenencia es igual para la interacción entre criterio y estamento.

**5.2.2 Verificación de supuestos: Normalidad**

**Normalidad: Anderson Darling**

$H_0$ : Los residuos proceden de una distribución normal

$H_a$ : Los residuos no proceden de una distribución normal



**Regla de rechazo: Valor de P**

(P= 0,063) es > que  $(\alpha = 0,05)$

No hay evidencia para rechazar la hipótesis nula.

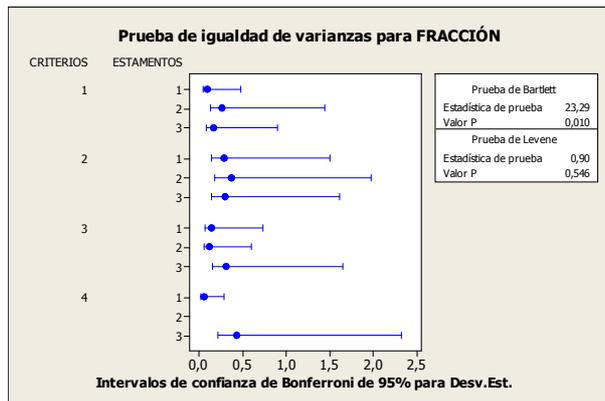
Se observa que los residuos (errores) proceden de una distribución normal.

**5.2.3 Verificación de supuestos: Igualdad de varianzas**

**Prueba de varianzas iguales: RESI1 vs. Criterios, Estamentos**

$H_0$ : Las varianzas de los errores son iguales.

$H_a$ : Las varianzas de los errores no son iguales



**Regla de rechazo: Valor de P**

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0,90.

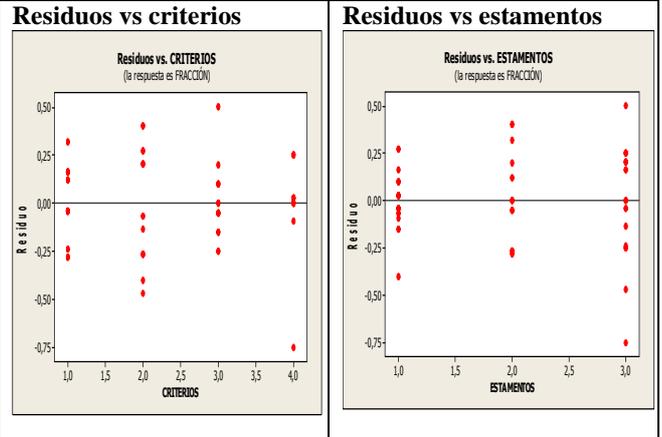
valor p = 0,546

(P= 0,546) es > que  $(\alpha = 0,05)$

No hay evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Se observa que las varianzas de los errores son iguales.

**5.2.4 Gráficas factores vs residuos**



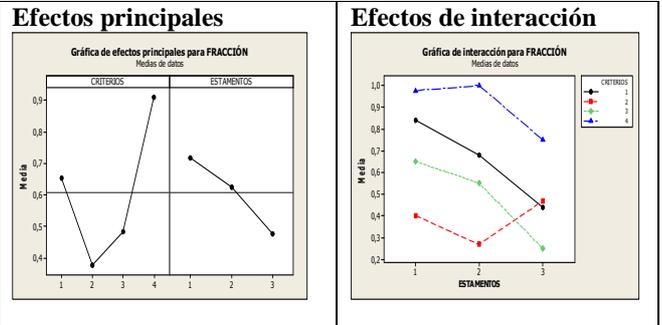
Los supuestos de varianzas iguales y de normalidad se cumplen.

Las gráficas de los residuos vs cada factor muestran poca variabilidad, la amplitud de la dispersión de los puntos en el nivel 4 de criterios y en nivel 3 de estamentos son distantes, para los otros niveles la amplitud tiende a ser similar.

El modelo definido en (1) tiene validez.

**6. COMPARACIONES**

**6.1 Gráficas: efectos principales y de interacción**



En los efectos principales, se observa que el criterio 4 y el estamento 1 tienen una aceptación positiva, a su vez en los efectos de interacción la combinación óptima corresponde al criterio 4 y estamento 1 lo que contribuye a generar efectos significativos en la fracción promedio de respuestas positivas a favor del sentido de pertenencia institucional.

**6.2 Comparaciones entre pares de medias.**

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95,0% Variable de respuesta FRACCIÓN

Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de CRITERIOS

