

CAPITULO 5

5.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO /1/ /2/

5.1. Introducción

En el presente capítulo se realiza el análisis estadístico multivariado de los datos obtenidos en censo correspondientes a los 274 clientes del área de litografía de Artes Gráficas Senefelder de la ciudad de Guayaquil, en el periodo de Enero 2004 a Diciembre 2004.

Este análisis tiene como uno de sus objetivos, determinar si existe relación entre las variables de estudio, y además, de ser posible, resumir la gran cantidad de datos analizados mediante pocas variables.

5.2 Análisis de Correlación /1/

Esta técnica estadística está basada en el coeficiente de correlación r_{jk} , definido en términos del cociente entre la covarianza s_{jk} y el producto de varianzas s_{jj} y s_{kk} . El coeficiente de correlación proporciona una medida

de la asociación lineal entre dos variables. El coeficiente de correlación entre X_j y X_k se denota por r_{jk} y se define por:

$$r_{jk} = \frac{s_{jk}}{\sqrt{s_{jj} s_{kk}}}$$

En general, si dos variables se distribuyen de manera independiente, entonces $r_{jk} = 0$ y $r_{kj} = 0$.

Se tiene un arreglo de p filas y p columnas que agrupa todas las medidas de las relaciones de tipo lineal que existen entre las p variables investigadas, denominadas Matriz de Correlación (r).

$$r = \begin{bmatrix} \frac{s_{11}}{\sqrt{s_{11}\sqrt{s_{11}}} & \frac{s_{12}}{\sqrt{s_{11}\sqrt{s_{22}}} & \dots & \frac{s_{1p}}{\sqrt{s_{11}\sqrt{s_{pp}}} \\ \frac{s_{12}}{\sqrt{s_{11}\sqrt{s_{22}}} & \frac{s_{22}}{\sqrt{s_{22}\sqrt{s_{22}}} & \dots & \frac{s_{2p}}{\sqrt{s_{22}\sqrt{s_{pp}}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{s_{1p}}{\sqrt{s_{11}\sqrt{s_{pp}}} & \frac{s_{2p}}{\sqrt{s_{22}\sqrt{s_{pp}}} & \dots & \frac{s_{pp}}{\sqrt{s_{pp}\sqrt{s_{pp}}} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & r_{22} & \dots & r_{2p} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & \dots & r_{3p} \\ \cdot & \cdot & & \dots & \\ r_{p1} & r_{p2} & r_{p3} & \dots & r_{pp} \end{bmatrix}$$

Se puede demostrar que $-1 \leq r_{jk} \leq 1$ para toda $j \neq k$. Si $r_{jk} = 0$ significa que no existe relación lineal entre las variables X_j y X_k y si $|r_{jk}| = 1$ entonces existe una perfecta relación lineal. (**Ver en Anexo Matriz de correlación**)

5.3 Tablas de Contingencia /2/

Una Tabla de Contingencia es un arreglo bidimensional en la que se detallan los factores a ser analizados con igual o diferentes niveles de información que nos permitirá determinar si esos dos factores son independientes. Sea A un factor con r niveles y B un factor con c niveles, se define el modelo de la Tabla de Contingencia como:

Cuadro 5.3

TABLA DE CONTINGENCIA

		FACTOR B				
		Nivel 1	Nivel 2	...	Nivel c	$X_{.i}$
FACTOR A	Nivel 1	X_{11} E_{11}	X_{12} E_{12}	...	X_{1c} E_{1c}	$X_{1.}$
	Nivel 2	X_{21} E_{21}	X_{22} E_{22}	...	X_{2c} E_{2c}	$X_{2.}$
		⋮	⋮	⋱	⋮	⋮
	Nivel r	X_{r1} E_{r1}	X_{r2} E_{r2}	...	X_{rc} E_{rc}	$X_{r.}$
	$X_{.j}$	$X_{.1}$	$X_{.2}$...	$x_{.c}$	$X_{..} = n$

Donde:

n = es el número de observaciones

X_{ij} = es el número de valores observados que simultáneamente poseen la i -ésima característica del factor A y la característica j -ésima del factor B.

E_{ij} = es el número de observaciones esperadas con la i -ésima característica del factor A y la característica j -ésima del factor B y se lo obtiene:

$$E_{ij} = \frac{X_{i.} \cdot X_{.j}}{n} = \frac{\sum_{j=1}^c X_{ij} \sum_{i=1}^r X_{ij}}{n}$$

$X_{i.}$ = es el número de observaciones que poseen la característica i -ésima del factor A.

$X_{.j}$ = es el número de observaciones que poseen la característica j -ésima del factor B.

Con los valores calculados procedemos a postular el siguiente contraste de hipótesis:

H₀: El factor A y el factor B son independientes

Vs.

H₁: El factor A y el factor B no son independientes

siendo el estadístico de prueba utilizado

$$c^2 = \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^k (X_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij} \text{ el cual se puede probar que se}$$

distribuye según una variable Ji-Cuadrado con $(r-1) \times (c-1)$ grados de libertad, donde rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna con $(1-\alpha)100\%$ de confianza si:

$$c^2 > c_{\alpha(r-1)(c-1)}^2$$

**TABLA DE CONTINGENCIA
CONOCIMIENTO DEL PRODUCTO
VS
AMABILIDAD**

TABLA XXXIII
Tabla de contingencia y Prueba Chi Cuadrado
Atención en general del vendedor y Amabilidad

		AMABILIDAD DEL VENDEDOR			Total
		Pésima y Mala	Muy Buena Y Regular	Excelente	
CONOCIMIENTO DEL PRODUCTO	Pésima y Mala		1		1
	Regular y Muy Buena		133	4	137
	Excelente	2	13	121	136
Total		2	147	125	274

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	Sig. asintótica (bilateral)

Fuente: Determinación de los índices de satisfacción de los clientes del área de litografía de Senefelder.
Elaboración: Karen J. Quiñónez Mosquera.

H_0 : Conocimiento del producto y la Amabilidad del vendedor son independientes.

Vs.

H_1 : No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $\chi^2 = 207.18$

Grados de libertad 4

Valor p 0.000

El valor p de la prueba es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula el cual nos indica que el conocimiento del producto y la amabilidad del vendedor no son independientes a todo nivel de significancia estadística.

Véase Tabla XXXIII

**TABLA DE CONTINGENCIA
PRESENTACIÓN DEL VENDEDOR
VS
CONOCIMIENTO DEL PRODUCTO**

TABLA XXXIV
Tabla de contingencia y Prueba Chi Cuadrado
Presentación del Vendedor y Conocimiento del producto

		CONOCIMIENTO DEL PRODUCTO			Total
		Pésima y Mala	Regular Muy Buena	Excelente	
PRESENTACIÓN DEL VENDEDOR	Pésima y Mala		10		10
	Regular Muy Buena	1	142	22	165
	Excelente		1	98	99
Total		1	153	120	274

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)

Fuente: Determinación de los índices de satisfacción de los clientes del área de litografía de Senefelder.
Elaboración: Karen J. Quiñónez Mosquera.

H_0 : Conocimiento del producto y Presentación del Vendedor son independientes.

Vs.

H_1 : No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $\chi^2 = 162.31$

Grados de libertad 4

Valor p 0.000

El valor p de la prueba es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula el cual nos indica que el conocimiento del producto y la presentación del vendedor no son independientes a todo nivel de significancia estadística.

Véase Tabla XXXIV

**TABLA DE CONTINGENCIA
PRESENTACIÓN DEL VENDEDOR
VS
AMBILIDAD DEL VENDEDOR**

TABLA XXXV
Tabla de contingencia y Prueba Chi Cuadrado
Presentación del Vendedor y Amabilidad del vendedor

	AMABILIDAD DEL VENDEDOR			Total	
		Regular	Muy Buena		Excelente
PRESENTACIÓN DEL VENDEDOR	Regular		9	8	
	Muy Buena	1	145	20	142
	Excelente	1	6	92	84
Total		2	160	112	274

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	150,754	4	0,00

Fuente: Determinación de los índices de satisfacción de los clientes del área de litografía de Senefelder.
Elaboración: Karen J. Quiñónez Mosquera.

H_0 : Amabilidad del vendedor y Presentación del Vendedor son independientes.

Vs.

H_1 : No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $\chi^2 = 150.75$

Grados de libertad 4

Valor p 0.000

El valor p de la prueba es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula el cual nos indica que la amabilidad del vendedor y la presentación del vendedor no son independientes a todo nivel de significancia estadística.

Véase Tabla XXXV

**TABLA DE CONTINGENCIA
ATENCIÓN SERVICIO AL CLIENTE
VS
AMBILIDAD DEL VENDEDOR**

TABLA XXXVI
Tabla de contingencia y Prueba Chi Cuadrado
Atención Servicio al cliente y Amabilidad del vendedor

	AMABILIDAD DEL VENDEDOR			Total	
		Pésima y Mala	Regular y Muy buena		Excelente
ATENCIÓN SERVICIO AL CLIENTE	Pésima y Mala		5	3	8
	Regular y Muy Buena	1	126	35	162
	Excelente	1	23	80	104
Total		2	154	118	274

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	71,934	0,00

Fuente: Determinación de los índices de satisfacción de los clientes del área de litografía de Senefelder.

Elaboración: Karen J. Quiñónez Mosquera.

H_0 : Amabilidad del vendedor y Atención Servicio al Cliente son independientes.

Vs.

H_1 : No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $\chi^2 = 71.93$

Grados de libertad 4

Valor p 0.000

El valor p de la prueba es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula el cual nos indica que la amabilidad del vendedor y la atención de servicio al cliente no son independientes a todo nivel de significancia estadística.

Véase Tabla XXXVI

**TABLA DE CONTINGENCIA
CONOCIMIENTO DEL PRODUCTO
VS
ATENCIÓN SERVICIO AL CLIENTE**

TABLA XXXVII
Tabla de contingencia y Prueba Chi Cuadrado
Atención Servicio al cliente y Conocimiento del producto.

	CONOCIMIENTO DEL PRODUCTO			Total	
	Pésima Y Regular	Regular Muy Buena	Excelente		
ATENCIÓN SERVICIO AL CLIENTE	Pésima y Mala		3	5	8
	Regular Muy Buena	1	121	40	162
	Excelente		18	86	104
Total		1	142	131	274

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado	
	Valor g Sig. asintótica (bilateral)

Fuente: Determinación de los índices de satisfacción de los clientes del área de litografía de Senefelder.
Elaboración: Karen J. Quiñónez Mosquera.

H_0 : Conocimiento del producto y Atención Servicio al Cliente son independientes.

Vs.

H_1 : No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $\chi^2 = 76.66$

Grados de libertad 4

Valor p 0.000

El valor p de la prueba es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula el cual nos indica que la conocimiento del producto y la atención de servicio al cliente no son independientes a todo nivel de significancia estadística.

Véase Tabla XXXVII

**TABLA DE CONTINGENCIA
PUNTUALIDAD EN RECIBOS
VS
ENTREGA PUNTUAL DE LA COTIZACIÓN**

TABLA XXXVIII
Tabla de contingencia y Prueba Chi Cuadrado
Entrega puntual cotización y puntualidad en recibos

	ENTREGA PUNTUAL COTIZACIÓN			Total	
		Pésima y Mala	Regular y Muy buena		Excelente
PUNTUALIDAD EN RECIBOS	Pésima y Mala	47	9	1	57
	Regular y Muy Buena	12	151	1	163
	Excelente	1	1	51	53
Total		60	161	53	274

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	398,33	4	0,00

Fuente: Determinación de los índices de satisfacción de los clientes del área de litografía de Senefelder.
Elaboración: Karen J. Quiñónez Mosquera.

H_0 : Puntualidad en Recibos y Entrega Puntual de la Cotización.

Vs.

H_1 : No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $\chi^2 = 398.33$

Grados de libertad 4

Valor p 0.000

El valor p de la prueba es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula el cual nos indica que la puntualidad en recibos y la entrega puntual de la cotización no son independientes a todo nivel de significancia estadística.

Véase Tabla XXXVIII

**TABLA DE CONTINGENCIA
PUNTUALIDAD EN DOCUMENTACIÓN
VS
ENTREGA PUNTUAL DE LA COTIZACIÓN**

TABLA XXXIX
Tabla de contingencia y Prueba Chi Cuadrado
Entrega puntual cotización y puntualidad en documentación

	ENTREGA PUNTUAL COTIZACIÓN			Total
		Pésima y Mala	Regular y Muy buena	
PUNTUALIDAD EN DOCUMENTACIÓN	Pésima y Mala	45	6	51
	Regular y Muy Buena	15	154	169
	Excelente		2	51
Total		60	162	52
			274	

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado		
	Valor	gl
Chi-cuadrado de Pearson	407,594	2
		Sig. asintótica (bilateral)
		0,00

Fuente: Determinación de los índices de satisfacción de los clientes del área de litografía de Senefelder.

Elaboración: Karen J. Quiñónez Mosquera.

H_0 : Puntualidad en documentación y Entrega Puntual de la Cotización.

Vs.

H_1 : No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $\chi^2 = 407.59$

Grados de libertad 4

Valor p 0.000

El valor p de la prueba es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula el cual nos indica que la puntualidad en documentación exigida por el cliente y la entrega puntual de la cotización no son independientes a todo nivel de significancia estadística.

Véase Tabla XXXIX