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 ρ_{jk}, definido en términos del cociente entre la covarianza σ_{jk} y el producto de varianzas σ_{jj} y σ_{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 ρ_{jk} y se define por:

$$\rho_{jk} = \frac{\sigma_{jk}}{\sqrt{\sigma_{jj}\ \sigma_{kk}}}$$

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

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 (ρ).

$$\rho = \begin{bmatrix} \frac{\sigma_{11}}{\sqrt{\sigma_{11}}\sqrt{\sigma_{11}}} & \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11}}\sqrt{\sigma_{22}}} & \cdots & \frac{\sigma_{1p}}{\sqrt{\sigma_{11}}\sqrt{\sigma_{pp}}} \\ \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11}}\sqrt{\sigma_{22}}} & \frac{\sigma_{22}}{\sqrt{\sigma_{22}}\sqrt{\sigma_{22}}} & \cdots & \frac{\sigma_{2p}}{\sqrt{\sigma_{22}}\sqrt{\sigma_{pp}}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\sigma_{1p}}{\sqrt{\sigma_{11}}\sqrt{\sigma_{pp}}} & \frac{\sigma_{2p}}{\sqrt{\sigma_{22}}\sqrt{\sigma_{pp}}} & \cdots & \frac{\sigma_{pp}}{\sqrt{\sigma_{pp}}\sqrt{\sigma_{pp}}} \end{bmatrix}$$

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

Se puede demostrar que $-1 \le \rho_{jk} \le 1 \quad para \quad toda \quad j \ne k.$ Si $\rho_{jk} = 0$ significa que no existe relación lineal entre las variables X_j y X_k y si $\left|\rho_{jk}\right| = 1$ 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:

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

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

$X_{\cdot j}$ = 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:

H_0: El factor A y el factor B son independientes

Vs.

H_1: El factor A y el factor B no son independientes

siendo el estadístico de prueba utilizado

$\chi^2 = \sum_{i=1}^{h} \sum_{j=1}^{k} (X_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij}$ el cual se puede probar que se distribuye según una variable Ji-Cuadrado con (r-1)x(c-1) grados de libertad, donde rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna con (1-α)100% de confianza si:

$$\chi^2 > \chi^2_{\alpha(r-1)(c-1)}.$$

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	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 la Amabilidad del vendedor son independientes.

Vs.

H_1: No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $?^2$ = 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 Malar	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 (bilatera

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 $?^2 = 162.31$

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	150,75	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 $?^2$ =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	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	71,93	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 Atención Servicio al Cliente son independientes.

Vs.

H_1: No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $?^2$ =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	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 Atención Servicio al Cliente son independientes.

Vs.

H_1: No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $?^2$ =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 $?^2$ =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	Excelente	
PUNTUALIDAD EN DOCUMENTACIÓN	Pésima y Mala	45	6		51
	Regular y Muy Buena	15	154	1	169
	Excelente		2	51	53
Total		60	162	52	274

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	407,59	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 documentación y Entrega Puntual de la Cotización.

Vs.

H_1: No es verdad H_0

Valor del estadístico de prueba $?^2$ =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