

# CAPÍTULO IV

## 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO

### 4.1 Introducción

En este cuarto capítulo se realiza el Análisis Multivariado de las características investigadas y analizadas de manera individual en el capítulo previo, para obtener un conocimiento del comportamiento de las variables en conjunto de sus relaciones e interrelaciones; infiriendo de esta manera sus relaciones y los efectos que ejercen una sobre otras. Para ello utilizaremos las siguientes técnicas multivariadas: Análisis de Correlación, Distribuciones Conjunta, Tablas de Contingencia, la potencial “reducción” de datos mediante la aplicación de la técnica estadística denominado Componentes Principales y el comportamiento

lineal entre grupos de variables aplicando Correlación Canónica y Gráficos de Andrews.

## 4.2 DEFINICIONES BÁSICAS

A continuación se presenta algunas definiciones que son necesarias antes de aplicar la técnica multivariada Análisis de Correlación lineal.

### 4.2.1 Matriz de Datos

Sea  $\mathbf{X}$  una matriz con  $n$  filas y  $p$  columnas, donde  $n$  es igual al número de individuos o unidades de observación y  $p$  representa al número de variables o características y cada elemento  $x_{ij}$  es el valor o medida de la  $j$ -ésima observación del  $i$ -ésimo individuo, se la denomina *Matriz de Datos*.

La *Matriz de Datos* que se utiliza en la presente investigación consta de 146 filas (individuos) y 34 columnas (características) y está representada de la siguiente manera:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{np} \end{bmatrix} ; \mathbf{X} \in \mathbf{M}_{n \times p}$$

#### 4.2.2 Matriz de Varianzas y Covarianzas

Sean  $X_1, X_2, \dots, X_p$ ,  $p$  variables aleatorias observables que determinan el vector aleatorio  $p$ -variado  $\mathbf{X}^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ , y además,

$$\boldsymbol{\mu} = E[\mathbf{X}] = \begin{bmatrix} E[X_1] \\ E[X_2] \\ \vdots \\ E[X_p] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_p \end{bmatrix};$$

$$\boldsymbol{\mu}^T = [\mu_1 \ \mu_2 \ \dots \ \mu_p] = [E[X_1] \ E[X_2] \ \dots \ E[X_p]]$$

La matriz  $\Sigma_X$  de varianzas y covarianzas está definida por:

$$\Sigma_X = E[(\mathbf{X} - \boldsymbol{\mu})(\mathbf{X} - \boldsymbol{\mu})^T]$$

Donde  $\Sigma_X$  es una matriz cuadrada simétrica y por lo tanto, diagonalizable ortogonalmente.

$$\Sigma_X = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}; \sigma_{ij} = \sigma_{ji}, \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,p \\ j=1,2,\dots,p \end{matrix}$$

$\sigma_{ij}$  es la covarianza entre  $X_i$  y  $X_j$ , si  $i \neq j$ ; y,

$\sigma_{ij}$  es la varianza de la  $i$ -ésima variable  $X_i$ , si  $i=j$ , entonces  $\sigma_{ii} = \sigma_i^2$

### 4.2.3 Análisis de Correlación Lineal

Técnica estadística basada en la obtención del coeficiente de correlación  $\rho_{ij}$  y su respectiva interpretación;  $\rho_{ij}$  está definido en términos del cociente entre la covarianza  $\sigma_{ij}$  y el producto de las desviaciones estándar  $\sqrt{\sigma_{ii}} = \sigma_i$  y  $\sqrt{\sigma_{jj}} = \sigma_j$ , que determina la fuerza de asociación lineal entre las variables  $X_i$  y  $X_j$ .

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}; \text{ se puede probar que } -1 \leq \rho_{ij} \leq 1.$$

Un valor de  $\rho_{ij}$  cercano a 1 ó a -1, significa que existe “fuerte” relación lineal entre las variable  $X_i$  y  $X_j$ , mientras que un valor de  $\rho_{ij} = 0$ , indica que no existe relación lineal entre dichas variables; y, si  $\rho_{ij}$  es igual a 1 o -1 hay una relación lineal perfecta entre el par de variables. Si  $X_i$  y  $X_j$  tienen un coeficiente de correlación positivo, las variables están directamente relacionadas y si la correlación es negativa, están inversamente relacionadas, es decir que si una variable crece, la otra decrece.

Se define a  $\rho$  de la siguiente manera:

$$\rho = \begin{bmatrix} \frac{\sigma_{11}}{\sqrt{\sigma_1}\sqrt{\sigma_1}} & \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_1}\sqrt{\sigma_2}} & \cdots & \frac{\sigma_{1p}}{\sqrt{\sigma_1}\sqrt{\sigma_p}} \\ \frac{\sigma_{21}}{\sqrt{\sigma_2}\sqrt{\sigma_1}} & \frac{\sigma_{22}}{\sqrt{\sigma_2}\sqrt{\sigma_2}} & \cdots & \frac{\sigma_{2p}}{\sqrt{\sigma_2}\sqrt{\sigma_p}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\sigma_{p1}}{\sqrt{\sigma_p}\sqrt{\sigma_1}} & \frac{\sigma_{p2}}{\sqrt{\sigma_p}\sqrt{\sigma_2}} & \cdots & \frac{\sigma_{pp}}{\sqrt{\sigma_p}\sqrt{\sigma_p}} \end{bmatrix} = \left( \rho_{ij} \right) \in M_{p \times p}$$

Es decir:

$$\rho = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1p} \\ \rho_{21} & 1 & \cdots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ \rho_{p1} & \rho_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

#### 4.3 ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE CORRELACIÓN

Para este análisis se han seleccionados variables que son cuantitativas y cualitativas ordinales, en la que se han escogido treinta y cuatro variables de la cincuenta y tres variables estudiadas, por consiguiente la *Matriz de Datos* a utilizar para el Análisis de Correlación está integrada por 146 filas que son el número de entrevistados y 34 columnas es el número de variables. Las variables que integran esta matriz son las siguientes:

X<sub>1</sub>: Edad del Entrevistado.

X<sub>2</sub>: Mayor Grado Académico del Informante.

X<sub>3</sub>: Nivel de Educación que imparte el establecimiento.

X<sub>4</sub>: Proposición *“Apariencia del Establecimiento Educativo”*.

X<sub>5</sub>: Número de Baterías de Servicios Higiénicos que posee el Establecimiento Educativo.

X<sub>6</sub>: Número Promedio de Bancas por Aula.

X<sub>7</sub>: Proposición *“El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”*.

X<sub>8</sub>: Proposición *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades docentes”*.

X<sub>9</sub>: Proposición *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades administrativas”*.

X<sub>10</sub>: Área del edificio utilizado como patio de recreación en m<sup>2</sup>.

X<sub>11</sub>: Área para laboratorios, aulas y administración en m<sup>2</sup>.

X<sub>12</sub>: Número de Aulas del Establecimiento Educativo.

X<sub>13</sub>: Número de Profesores del Establecimiento Educativo.

X<sub>14</sub>: Número de Estudiantes en el Establecimiento Educativo.

X<sub>15</sub>: Visitas del supervisor del MEC.

X<sub>16</sub>: Pensión Promedio en dólares para la Educación Secundaria.

X<sub>17</sub>: Proposición *“El estado hace su mejor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciban educación de calidad”*.

X<sub>18</sub>: Proposición *“En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la deseable”*.

X<sub>19</sub>: Proposición *“En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable”*.

X<sub>20</sub>: Proposición *“En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal”*.

X<sub>21</sub>: Proposición *“La educación que se imparte en este establecimiento educativo es comparable con de las mejores instituciones del país”*

X<sub>22</sub>: Proposición *“El nivel de preparación con que cuenta los profesores de esta institución es el adecuado para formar a quienes en el futuro deben generar conocimiento en el país”*.

X<sub>23</sub>: Proposición *“Los profesores de este establecimiento cuenta con la formación adecuada para utilizar de la mejor manera el potencial del computador”*.

X<sub>24</sub>: Proposición *“La infraestructura de los planteles educativos influye en el nivel de aprendizaje de los estudiantes”*.

X<sub>25</sub>: Proposición *“El uso de laboratorios de Ciencias Naturales y Computación mejora la calidad de enseñanza a todos los niveles”*.

X<sub>26</sub>: Proposición *“La preparación que se imparte en el establecimiento educativo requiere el usos de bibliotecas publicas por parte de los estudiantes”*.

X<sub>27</sub>: Proposición *“Los denominados “Cybers” se han construido en un instrumento que ayuda a la preparación de los estudiantes que no disponen de computadora o servicio de Internet en casa”*.

X<sub>28</sub>: Proposición *“El desempeño del estudiante que posee computadora propia es mejor que el desempeño del estudiante que no la posee”*.

X<sub>29</sub>: Proposición *“Al inicio del año escolar, se presenta una lista de libros y otros materiales didácticos que son adquiridos en su totalidad por los estudiantes”*

X<sub>30</sub>: Proposición *“La sociedad civil, también contribuye con el mejoramiento de la educación en el país, al margen de que el estado por la educación debe hacer”*

X<sub>31</sub>: Proposición *“El comité de padres de familia es un apoyo fundamental para las actividades del establecimiento”*.

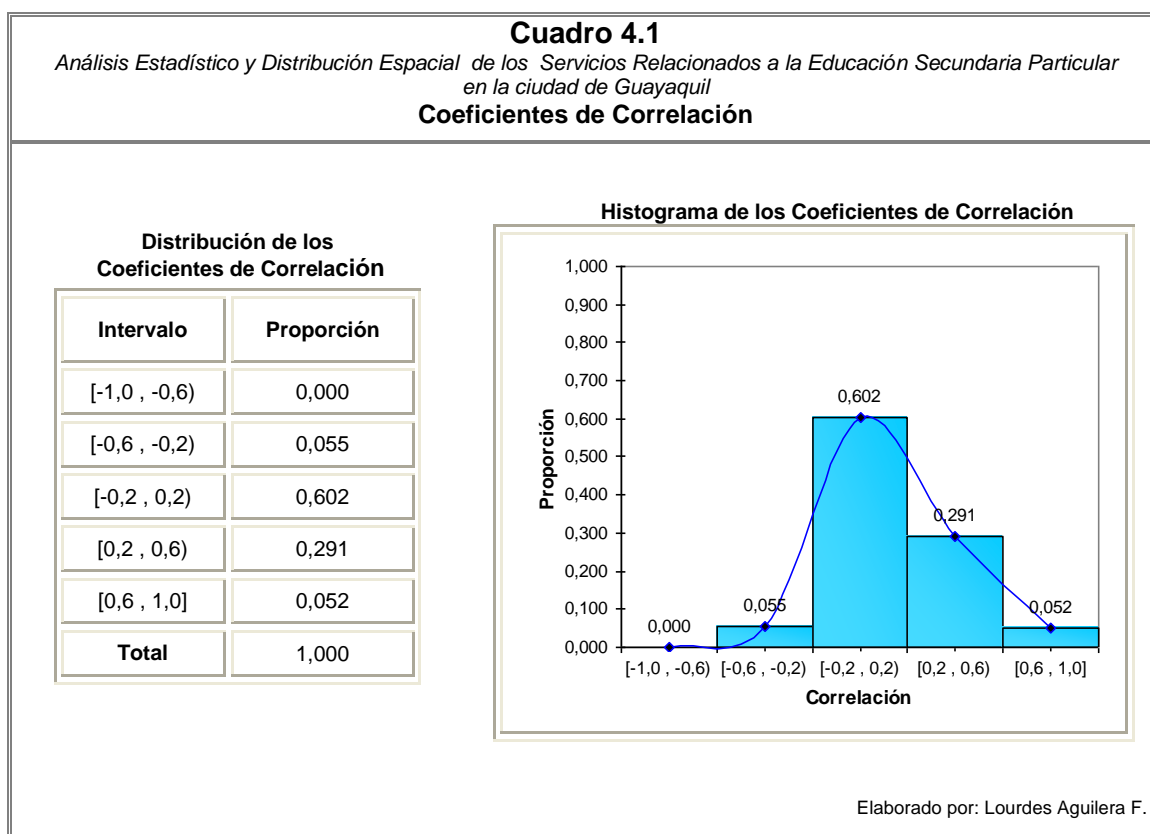
X<sub>32</sub>: Proposición *“En términos generales, existe satisfacción por parte de los padres de familia con respecto de la enseñanza que se imparte en este plantel”*.

X<sub>33</sub>: Proposición *“La alimentación de los estudiantes de este plantel es un factor que afecta el rendimiento educativo”*.

X<sub>34</sub>: Proposición *“La actividad deportiva de los estudiantes es privilegiada en esta institución”*.



A continuación se analizan las relaciones lineales “fuertes” y “débiles” entre las variables del estudio, en donde, se consideran con relación lineal “débil” a las variables cuyos coeficientes de correlaciones en valor absoluto estén entre 0,0 y 0,1 y con relación lineal “fuerte” a las que posean un coeficiente de correlación con valor absoluto mayor que 0,6. Como podemos apreciar en el Cuadro 4.1.



Considerando lo mencionado anteriormente, se tiene que el 60,2% de los coeficientes de correlación entre las variables analizadas tienen una correlación “débil”; mientras que el 5,2 % de los coeficientes tienen

valores absoluto mayores a 0,60, esto revela, que tienen una “fuerte” correlación lineal entre estas variable. Es importante explicar que las correlaciones de las variables consigo mismas no se las consideró debido a que siempre tomarán el valor uno.

#### 4.3.1 Acerca de los Coeficientes de la Matriz de Correlación

En la Tabla 4.1 se presenta las variables que tienen coeficientes de correlación lineal fuerte con valores mayores 0,60, y en la Tabla 4.2 se muestra correlaciones entre 0,50 y 0,60. En el Anexo 7 se presenta la *Matriz de Correlación* de las 34 variables que utilizan para este análisis.

La relación lineal más fuerte, se presenta entre las variables “*El área del edificio (m<sup>2</sup>) utilizado para laboratorios aulas y administración*” y “*El área del edificio (m<sup>2</sup>) utilizado para patio de recreación*”, la misma que tienen un coeficiente positivo muy cercano a 1, es decir que, hay casi una perfecta correlación lineal entre éstas, lo que indica, conforme es más grande el área que se utiliza para docencia y administración también será más amplio el área que se utiliza para actividades recreativas; (Véase en la Tabla 4.1).

**Tabla 4.1**  
*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*  
**Pares de Variables con Coeficientes de Correlación mayor 0,60**

Variable i	Variable j	Coeficiente de Correlación
Área para laboratorios, aulas y administración.	Área del edificio utilizado como patio de recreación	0,927
La ventilación para actividades docentes	La ventilación para actividades administrativas	0,921
Área para laboratorios, aulas y administración	Número de Estudiantes en el Establecimiento	0,894
Número de aulas en el Establecimiento	Número de estudiantes en el Establecimiento	0,892
Área para laboratorios, aulas y administración	Número de aulas en el Establecimiento	0,875
Número de Profesores en el establecimiento educativo	Número de Estudiantes en el Establecimiento	0,874
Área del edificio utilizado como patio de recreación.	Número de Estudiantes en el Establecimiento	0,872
Área del edificio utilizado como patio de recreación.	Número de aulas en el Establecimiento	0,867
El estado de la baterías sanitarias	La ventilación para actividades docentes	0,826
Apariencia del Establecimiento	La ventilación para actividades administrativas	0,796
El estado de la baterías sanitarias	La ventilación para actividades administrativas	0,787
Apariencia del Establecimiento	El estado de la baterías sanitarias	0,775
Apariencia del Establecimiento	La ventilación para actividades docentes	0,763
Número de Bancas	Número de aulas en el Establecimiento	0,747
Número de profesores en el Establecimiento Educativo	Área del edificio utilizado como patio de recreación.	0,745
Número de profesores en el Establecimiento Educativo	Número de aulas en el Establecimiento	0,738
Número de profesores en el Establecimiento Educativo	Área para laboratorios, aulas y administración	0,737
Número de Bancas	Número de estudiantes en el Establecimiento	0,728
Número de baterías de servicios higiénicos	Número de profesores en el Establecimiento Educativo	0,725
Número de baterías de servicios higiénicos	Número de estudiantes en el Establecimiento	0,722
Número de Bancas	Área para laboratorios, aulas y administración	0,715
Número de de baterías de servicios higiénicos	Área para laboratorios, aulas y administración	0,703
Formación de los profesores es el adecuado para utilizar el potencial del computador	Nivel de preparación de los profesores	0,692
Número de baterías de servicios higiénicos	Número de aulas en el Establecimiento	0,683
Número de baterías de servicios higiénicos	Área del edificio utilizado como patio de recreación.	0,663
Número Promedio de Bancas	Área del edificio utilizado como patio de recreación.	0,663
Número Promedio de Bancas	Número de profesores en el Establecimiento Educativo	0,645
Formación de los profesores es el adecuado para utilizar el potencial del computador	Satisfacción de Padres de Familia	0,601

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

El coeficiente de correlación entre las proposiciones *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades docentes”* y *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades administrativas”* es 0,921, lo que significa, que también estas proposiciones tienen una “fuerte” relación lineal e indica que entre más aceptable sea la proposición expuesta a los rectores o vicerrectores acerca de la ventilación docente más aceptable será también la proposición sobre ventilación para actividades administrativas. Esta información se ilustra en la Tabla 4.1.

Las variables Área para laboratorios, aulas y administración, Área para patio de recreación, Número de Aulas en el Establecimiento y Número de Profesores, presenta coeficientes de correlaciones “altamente significativo”, que están entre 0,80 y 0,90 (Tabla 4.1) con la variable Número de Estudiantes, lo que nos muestra, que de acuerdo al Número de estudiantes que posean los establecimientos educativos también será Área para la docencia, el Área para el patio , es el Número aulas que posee el plantel y también es el Número de profesores para dictar clases a los estudiantes .

Otras proposiciones que tienen una correlación lineal “fuerte” (Véase en el Tabla 4.1), son “*El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes*” y “*La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades docentes*”, en donde su coeficiente entre estas dos proposiciones es 0,826, lo que significa, que entre mas de acuerdo están los entrevistados con el estado de la baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes, también estarán más de acuerdo con la ventilación con que cuenta el establecimiento para actividades docentes.

<b>Tabla 4.2</b> <i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i> <b>Pares de Variables con Coeficientes de Correlación ente 0,50 y 0,60</b>		
Variable i	Variable j	Coeficiente de Correlación
Pensión Promedio en dólares	La ventilación para actividades docentes	0,599
Número de Bancas	Número de de baterías de servicios higiénicos	0,595
Pensión Promedio en dólares	Área para laboratorios, aulas y administración	0,576
Pensión Promedio en dólares	Número de profesores en el Establecimiento Educativo	0,575
Pensión Promedio en dólares	La ventilación para actividades administrativas	0,573
Nivel de preparación de los profesores	Satisfacción de los padres de familia	0,565
Calidad de la Educación Privada es la deseable	La actividad deportiva de los estudiantes	0,564
Pensión Promedio en dólares	Área del edificio utilizado como patio de recreación.	0,561
Pensión Promedio en dólares	Número de aulas en el Establecimiento	0,560
Pensión Promedio en dólares	Apariencia del Establecimiento	0,551
Calidad de la Educación Privada es la deseable	Los Cybers-instrumento de ayuda	0,527
Pensión Promedio en dólares	Número de estudiantes en el Establecimiento Educativo	0,520

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

En la Tabla 4.2 podemos apreciar que la variable Pensión Promedio en dólares tiene un coeficiente de correlación muy cercano a 0,60 con la proposición *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades docentes”*, lo que nos muestra, que existe correlación lineal entre estas variables.

La característica Pensión Promedio en dólares presenta coeficientes de correlación lineal “considerables” con las variables siguientes: Área para laboratorios, aulas y administración, Número de Profesores en el Establecimiento Educativo, Área del edificio utilizado como patio de recreación, Número de aulas en el Establecimiento, Número de Estudiantes en el Establecimiento, *“La ventilación para actividades administrativas”* y *“Apariencia del establecimiento”*, lo que implica, la característica Pensión promedio tiene una dependencia lineal con las variables propiamente dichas.

El coeficiente de correlación para las proposiciones *“En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable”* y *“Los denominados “Cybers” se han construido en un instrumento que ayuda a la preparación de los estudiantes que no disponen de computadora o servicio de Internet en casa”* es 0,520 y nos muestra, que existe correlación lineal entre estas proposiciones.

#### 4.4. ANÁLISIS BIVARIADO

El análisis bivariado, es una técnica estadística que permite analizar la distribución conjunta entre dos variables aleatorias discretas, también como sus distribuciones marginales y condicionales.

Una tabla bivariada, es un arreglo ordenado de  $n$  filas y  $m$  columnas, donde las filas corresponden a los valores que toma la variable aleatoria discreta  $X$  y las columnas a los valores que toma una variable aleatoria discreta  $Y$ . El objetivo principal de esta técnica es analizar la distribución conjunta entre ambas variables aleatorias, es decir:

$$f(x_i, y_j) = P(X = x_i, Y = y_j)$$

En la Tabla 4.3, se muestra la distribución de probabilidad conjunta de un par de variables, donde  $f(x_i, y_j)$  representa la probabilidad de que  $X$  tome el valor  $x_i$ , al mismo tiempo que  $Y$  toma el valor  $y_j$ . La última fila y columna de la misma tabla contienen la Distribución Marginal  $f_x$  y  $f_y$  para cada variable  $X_i$  y  $Y_j$ , en donde debe cumplirse que:

$$\sum_{i=1}^m f_x(x_i) = \sum_{j=1}^n f_y(y_j) = 1$$

<b>Tabla 4.3</b>					
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>					
<b>Tabla Bivariada</b>					
<b>Variable X</b>	<b>Variable Y</b>				<b>Marginal de la Variable X</b>
	Categoría 1 $y_1$	Categoría 2 $y_2$	...	Categoría n $y_n$	
Categoría 1 $x_1$	$f_{(x_1, y_1)}$	$f_{(x_1, y_2)}$	...	$f_{(x_1, y_n)}$	$f_{x_1}$
Categoría 2 $x_2$	$f_{(x_2, y_1)}$	$f_{(x_2, y_2)}$	...	$f_{(x_2, y_n)}$	$f_{x_2}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Categoría m $x_m$	$f_{(x_m, y_1)}$	$f_{(x_m, y_2)}$	...	$f_{(x_m, y_n)}$	$f_{x_m}$
<b>Marginal de la Variable Y</b>	$f_{y_1}$	$f_{y_2}$	...	$f_{y_n}$	<b>1.000</b>

Adicionalmente en la Tabla 4.4 y Tabla 4.5 se presentan tablas de Distribución Condicional X dado Y o  $P(X/Y = y_j)$  y Y dado X o  $P(Y/X = x_i)$  respectivamente.

Los valores de  $f_{(x_i, y_j)} / f_{y_j}$ , corresponderán al resultado de la probabilidad condicional de que X tome el valor de  $x_i$  dado que Y toma el valor de  $y_j$ , el cual se obtiene en la intersección de la i-ésima fila con la j-ésima columna, para el caso de la Distribución Condicional  $P(X/Y = y_j)$ , (Véase en la Tabla 4.4).



<b>Tabla 4.4</b>				
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>				
<b>Distribución Condicional <math>P(X/Y = y_j)</math></b>				
Variable X	Variable Y			
	Categoría 1 $y_1$	Categoría 2 $y_2$	...	Categoría n $y_n$
Categoría 1 $x_1$	$P(X = x_1, Y = y_1) / P(Y = y_1)$	$P(X = x_1, Y = y_2) / P(Y = y_2)$	...	$P(X = x_1, Y = y_n) / P(Y = y_n)$
Categoría 2 $x_2$	$P(X = x_2, Y = y_1) / P(Y = y_1)$	$P(X = x_2, Y = y_2) / P(Y = y_2)$	...	$P(X = x_2, Y = y_n) / P(Y = y_n)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Categoría r $x_m$	$P(X = x_m, Y = y_1) / P(Y = y_1)$	$P(X = x_m, Y = y_2) / P(Y = y_2)$	...	$P(X = x_m, Y = y_n) / P(Y = y_n)$
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	...	<b>1,000</b>

En la Tabla 4.5 se ilustra, la Distribución Condicional  $P(X/X = x_i)$ , en donde tenemos valores de la intersección de la i-ésima fila con la j-ésima columna corresponderán al resultado de  $f_{ij} / f_{y_j}$  que es la probabilidad condicional de que la variable X tome el valor de  $x_i$ , dado que Y toma el valor de  $y_j$ .

<b>Tabla 4.5</b>					
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>					
<b>Distribución Condicional <math>P(Y/X = x_i)</math></b>					
Variable X	Variable Y				
	Categoría 1 $y_1$	Categoría 2 $y_2$	...	Categoría n $y_n$	<b>Total</b>
Categoría 1 $x_1$	$P(X = x_1, Y = y_1) / P(X = x_1)$	$P(X = x_1, Y = y_2) / P(X = x_1)$	...	$P(X = x_1, Y = y_n) / P(X = x_1)$	<b>1,000</b>
Categoría 2 $x_2$	$P(X = x_2, Y = y_1) / P(X = x_2)$	$P(X = x_2, Y = y_2) / P(X = x_2)$	...	$P(X = x_2, Y = y_n) / P(X = x_2)$	<b>1,000</b>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	<b>1,000</b>
Categoría r $x_m$	$P(X = x_m, Y = y_1) / P(X = x_m)$	$P(X = x_m, Y = y_2) / P(X = x_m)$	...	$P(X = x_m, Y = y_n) / P(X = x_m)$	<b>1,000</b>

#### 4.4.1 Distribuciones Conjuntas entre Variables

En esta parte presentamos las tablas con clasificaciones bidimensionales utilizadas para conocer la distribución entre dos variables aleatorias con igual o diferentes niveles; para esto especificaremos en las tablas divariadas, las variables a ser analizadas con sus respectivos niveles detallando en cada casilla la proporción de observación que comparten ambas características.

### **Distribución Conjunta entre “Mayor Grado Académico” y “Género”**

Mediante el análisis de esta Distribución Conjunta, que se presenta en el Cuadro 4.2, se tiene que el 31,5% de los entrevistados son de género masculino y el mayor grado académico que tienen, es Licenciado, mientras 23,2% que tienen mismo grado académico son género femenino.

En cuanto a la Distribución Condicional de Mayor Grado Académico dado el Género, se tiene que del total de hombres entrevistados, el 59% son licenciados, en cambio el 14% poseen un título de Doctor de pregrado, el 3,9% son bachilleres, el mismo porcentaje son ingenieros, mientras que el 2,6% tienen alguna maestría y el 16,6% de los rectores o vicerrectores poseen otro grado académico; esto se aprecia en la tabla de Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ .

También se puede observar en la tabla de Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , que del total de entrevistados que lograron el grado de Master, el 50% son hombres y el otro 50% son mujeres. Como se aprecia en el Cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables "Mayor Grado Académico" y "Género"**

**Distribución Conjunta**  $f(x,y) = P(X = x, Y = y)$

X: Mayor Grado Académico	Y: Género		Marginal de " Mayor Grado Académico "
	Masculino	Femenino	
Bachiller	0,021	0,075	<b>0,096</b>
Licenciado	0,315	0,232	<b>0,547</b>
Ingeniero	0,021	0,014	<b>0,035</b>
Master	0,014	0,014	<b>0,028</b>
Doctor	0,075	0,062	<b>0,137</b>
Otro	0,089	0,068	<b>0,157</b>
<b>Marginal de "Género"</b>	<b>0,535</b>	<b>0,465</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(X /Y=y)**

X: Mayor Grado Académico	Y: Género	
	Masculino	Femenino
Bachiller	0,039	0,161
Licenciado	0,590	0,500
Ingeniero	0,039	0,030
Master	0,026	0,030
Doctor	0,140	0,133
Otro	0,166	0,146
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(Y /X=x)**

X: Mayor Grado Académico	Y: Género		Total
	Masculino	Femenino	
Bachiller	0,219	0,781	1,000
Licenciado	0,576	0,424	1,000
Ingeniero	0,600	0,400	1,000
Master	0,500	0,500	1,000
Doctor	0,547	0,453	1,000
Otro	0,567	0,433	1,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

### **Distribución Conjunta entre “Cargo del Entrevistado” y “Uso de Utilitarios Informáticos”**

Para conocer la proporción de rectores y vicerrectores que manejan con más frecuencia y tienen al mismo tiempo más conocimiento de algún tipo de utilitarios informáticos, se realiza esta distribución conjunta. El 49,3% del total de entrevistados son rectores y el tipo de utilitarios informáticos que manejan con mayor frecuencia es la Base de Datos, seguido del 27,4% que tienen el mismo cargo y utilizan con más frecuencia el Procesador de Palabras (Word), en cambio un 4,8% son rectores y tienen mas conocimiento de la Hoja Electrónica (Excel), mientras que un pequeño porcentaje del 2,7% no utiliza tipo alguno de utilitarios informáticos y también son rectores.

El 27,4% de los informantes manejan con más frecuencia el Procesador de Palabras y son rectores, en cambio el 4,7% son vicerrectores. Esta información se puede apreciar en el Cuadro 4.3.

De la Distribución Condicional  $P(X | Y=y)$ , se tiene que de todos los entrevistados que utilizan con mayor frecuencia la Hoja Electrónica (Excel) del computador, un 53,9% son rectores y el 46,1% de éstos son vicerrectores, (Véase en el Cuadro 4.3)

**Cuadro 4.3**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables “Cargo del Entrevistado” y “Uso de Utilitarios Informáticos”**

Distribución Conjunta  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$

X: Cargo del Entrevistado	Y: Uso de Utilitarios Informáticos					Marginal de “Cargo del Entrevistado”
	Procesador de Palabras	Hoja Electrónica	Base de Datos	Otro	Ninguno	
Rector	0,274	0,048	0,493	0,014	0,027	<b>0,856</b>
Vicerrector	0,014	0,041	0,055	0,007	0,027	<b>0,144</b>
<b>Marginal de “Uso de Utilitarios Informáticos”</b>	<b>0,288</b>	<b>0,089</b>	<b>0,548</b>	<b>0,021</b>	<b>0,054</b>	<b>1,000</b>

Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$

X: Cargo del Entrevistado	Y: Uso de Utilitarios Informáticos				
	Procesador de Palabras	Hoja Electrónica	Base de Datos	Otro	Ninguno
Rector	0,953	0,539	0,900	0,667	0,500
Vicerrector	0,047	0,461	0,100	0,333	0,500
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$

X: Cargo del Entrevistado	Y: Uso de Utilitarios Informáticos					Total
	Procesador de Palabras	Hoja Electrónica	Base de Datos	Otro	Ninguno	
Rector	0,320	0,056	0,576	0,016	0,032	1,000
Vicerrector	0,095	0,286	0,383	0,048	0,188	1,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

De la Distribución Condicional  $P(Y | X=x)$ , se tiene que de todos los entrevistados que son rectores, el 57,6% de ellos afirman manejar con mayor frecuencia alguna Base de Datos, seguido de un 32% que utilizan el Procesador de Palabras, el 5,6% de éstos respondieron hacer uso frecuente de la Hoja Electrónica, mientras el 3,2% no utiliza tipo alguno de utilitario informático y tan solo el 1,6% de éstos declara manejar con más frecuencia “otro” tipo utilitarios informáticos. Esta información se muestra en el Cuadro 4.3.

#### **Distribución Conjunta entre “*Usuario de Internet*” y “*Posee Correo Electrónico*”**

Observemos en el Cuadro 4.4 la Distribución Conjunta de las presentes variables, se tiene que del 100% rectores o vicerrectores entrevistados de los colegios particulares de la ciudad de Guayaquil, el 45,3% son usuarios de Internet y afirman tener correo electrónico, mientras que el 21,2% también es usuario de Internet y no posee correo.

Analizando la variable “Usuario de Internet” dado que el funcionario “Sí” tiene dirección electrónica, se obtiene que de todos los entrevistados quienes tienen correo electrónico, el 84,7% de éstos son usuarios de Internet y 15,3% no lo son. En cambio investigando la

variable "Posee Correo Electrónico" dado que el funcionario "No" es usuario de Internet, se obtiene que del total de informantes que no son beneficiarios de Internet, un 75,5% de los funcionarios no poseen correo electrónico, mientras que el 24,5% de éstos sí poseen correo electrónico. Esta información se puede verificar en la tablas de Distribuciones Condicionales  $P(X/Y=y)$  y  $P(Y/X=x)$ , así como otros porcentajes correspondientes a los cruces de las variables anteriormente mencionadas, (Véase en el Cuadro 4.4).

<b>Cuadro 4.4</b>			
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>			
<b>Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables "Usuario de Internet " y "Posee correo Electrónico"</b>			
<b>Distribución Conjunta <math>f(x,y) = P(X = x, Y = y)</math></b>			
<b>X: Usuario de Internet</b>	<b>Y: Posee Correo Electrónico</b>		<b>Marginal de "Usuario de Internet"</b>
	Sí	No	
Sí	0,453	0,212	<b>0,665</b>
No	0,082	0,253	<b>0,335</b>
<b>Marginal de "Posee Correo Electrónico"</b>	<b>0,535</b>	<b>0,465</b>	<b>1,000</b>
<b>Distribución Condicional <math>P(X/Y=y)</math></b>			
<b>X: Usuario de Internet</b>	<b>Y: Posee Correo Electrónico</b>		
	Sí	No	
Sí	0,847	0,456	
No	0,153	0,544	
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	
<b>Distribución Condicional <math>P(Y/X=x)</math></b>			
<b>X: Usuario de Internet</b>	<b>Y: Posee Correo Electrónico</b>		<b>Total</b>
	Sí	No	
Sí	0,681	0,319	<b>1,000</b>
No	0,245	0,755	<b>1,000</b>
Elaborado por: Lourdes Aguilera F.			



### **Tipo de Laboratorio y Posee Biblioteca el Establecimiento**

Analizando conjuntamente estas variables podemos obtener la siguiente información: el 29,5% del total son los colegios que poseen laboratorios de Ciencias Naturales y Computación (Ambos) y no disponen de biblioteca, mientras que el 21,2% del total son colegios que poseen biblioteca y también tienen Ambos tipos de laboratorios.

**Cuadro 4.5**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

#### **Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables "Tipo de Laboratorio" y "Posee Biblioteca Establecimiento"**

**Distribución Conjunta**  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$

X: Posee Biblioteca	Y: "Tipo de Laboratorio"							Marginal de "Posee Biblioteca"
	Ciencias Naturales	Computación	Ambos	Ambos e Inglés	Computación e Inglés	Ninguno	Otro	
Sí	0,014	0,212	0,212	0,014	0,020	0,061	0,000	<b>0,533</b>
No	0,027	0,103	0,295	0,014	0,014	0,014	0,000	<b>0,467</b>
Marginal de "Tipos de Laboratorio"	<b>0,041</b>	<b>0,315</b>	<b>0,507</b>	<b>0,028</b>	<b>0,034</b>	<b>0,075</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(X | Y=y)**

X: Posee Biblioteca	Y: "Tipo de Laboratorio"						
	Ciencias Naturales	Computación	Ambos	Ambos e Inglés	Computación e Inglés	Ninguno	Otro
Sí	0,341	0,673	0,418	0,588	0,500	0,813	0,000
No	0,659	0,327	0,582	0,412	0,500	0,187	0,000
<b>Total</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000

**Distribución Condicional P(Y | X=x)**

X: Posee Biblioteca	Y: "Tipo de Laboratorio"							Total
	Ciencias Naturales	Computación	Ambos	Ambos e Inglés	Computación e Inglés	Ninguno	Otro	
Sí	0,026	0,398	0,398	0,038	0,026	0,114	0,000	1,000
No	0,057	0,221	0,632	0,030	0,030	0,030	0,000	1,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

De la Distribución Condicional  $P(X | Y=y)$ , se tiene que del total de colegios investigados que poseen “Ambos” tipos de laboratorios, es decir laboratorios de Ciencias Naturales y Computación, el 58,2% de éstos no poseen biblioteca y el 41,8% sí disponen de ellas; (Véase en el Cuadro 4.5)

De la Distribución Condicional  $P(Y | X=x)$ , se obtiene que de todos los colegios que no poseen biblioteca, el 63,2% disponen de “Ambos” tipos de laboratorios, el 22,1% posee solo laboratorios de Computación, un 5,7 tienen únicamente laboratorios de Ciencias Naturales, el 3% posee tres tipo de laboratorios que son: Ciencias Naturales, Computación e Inglés, cambio el mismo porcentaje dispone de laboratorios de Computación e Inglés, el porcentaje que representa a los colegios que no tienen tipo alguno de laboratorios es el 3%; como se puede observar en el Cuadro 4.5.

#### **Distribución Conjunta entre “*Nivel de Educación del Establecimiento*” y “*Apariencia del Establecimiento*”**

En el Cuadro 4.6 presentamos el análisis de Distribución Conjunta entre las variables “*Nivel de educación del Establecimiento*” y “*Apariencia del Establecimiento*” de los meses de Abril y Mayo de 2006. El 1,3% de los establecimientos investigados tienen una apariencia “Parcialmente Desagradable” y son unidades educativas

que imparten niveles de educación primaria y secundaria al mismo tiempo, el mismo porcentaje son colegios y tienen igual apariencia.

**Cuadro 4.6**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables "Nivel de educación del Establecimiento" y "Apariencia del Establecimiento"**

**Distribución Conjunta  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$**

Nivel de educación del Establecimiento	Apariencia del Establecimiento					Marginal de "Nivel de educación del Establecimiento"
	Desagradable	Parcialmente Desagradable	Indiferencia	Parcialmente Agradable	Agradable	
Secundaria	0,000	0,013	0,048	0,178	0,110	<b>0,349</b>
Primaria y Secundaria	0,021	0,013	0,055	0,363	0,199	<b>0,651</b>
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>
<b>Marginal de "Apariencia del Establecimiento"</b>	<b>0,021</b>	<b>0,026</b>	<b>0,103</b>	<b>0,541</b>	<b>0,309</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$**

Y: Nivel de educación del Establecimiento	X: Apariencia del Establecimiento				
	Desagradable	Parcialmente Desagradable	Indiferencia	Parcialmente Agradable	Agradable
Secundaria	0,000	0,500	0,466	0,329	0,356
Primaria y Secundaria	1,000	0,500	0,534	0,671	0,644
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$**

Y: Nivel de educación del Establecimiento	X: Apariencia del Establecimiento					Total
	Desagradable	Parcialmente Desagradable	Indiferencia	Parcialmente Agradable	Agradable	
Secundaria	0,000	0,039	0,137	0,510	0,314	1,000
Primaria y Secundaria	0,032	0,021	0,084	0,580	0,305	1,000
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

El 17,8% son colegios y muestran una apariencia “Parcialmente Agradable”, en cambio el 1,3% también son colegios y tienen un aspecto “Parcialmente Desagradable” y el 4,8% tiene una calificación en la “Zona de Indiferencia” por parte del entrevistador e imparten el nivel educación de secundaria.

Analizando la variable “Nivel de Educación del Establecimiento” dado que rectores pronuncian que la apariencia de los establecimientos es “Parcialmente Desagradable”, se obtiene que del total de planteles que tienen aspecto “Parcialmente Desagradable”, un 50% son unidades educativas que imparten niveles de educación primaria y secundaria y el otro 50% son colegios. Esto se aprecia en la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$  en el Cuadro 4.6.

Analizando la variable “Apariencia del Establecimiento Educativo” dado que estos establecimientos imparten niveles de educación “Primaria y Secundaria”, se obtiene que del total de planteles de la ciudad de Guayaquil que imparten niveles de educación primaria y secundaria simultáneamente, el 58% tiene una apariencia “Parcialmente Agradable”, seguido del 30,5% que posee un aspecto “Agradable”, mientras que el 3,2% y el 2,1% de éstos muestran una apariencia “Desagradable” y “Parcialmente Desagradable”

respectivamente. Este resultado se puede verificar en la Distribución Condicional  $P(Y / X=x)$  en el Cuadro 4.6.

**Distribución Conjunta entre “*Nivel de educación del Establecimiento*” y “*El estado de las baterías sanitarias*”.**

El 39,7% de los establecimientos particulares visitados, imparten niveles de educación primaria y secundaria al mismo tiempo, y los rectores o vicerrectores están en “Total Acuerdo” con *el estado de las baterías sanitarias de estos planteles es el adecuado para el uso de los estudiantes*, seguido del 24% que imparten iguales niveles y los rectores opinan estar en “Parcial Acuerdo” con *el estado de las baterías sanitarias*. Toda esta información se muestra en el Cuadro 4.7

De la Distribución Condicional  $P(X | Y=y)$ , se tiene que de todos los establecimientos particulares en que los rectores están en “Parcial Acuerdo” *con que el estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes*, el 62,5% son establecimientos que imparten educación primaria y secundaria, mientras que el resto (37,5%) solo ofrecen educación secundaria.

**Cuadro 4.7**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables “Nivel de Educación del Establecimiento” y “El estado de las baterías sanitarias”**

**Distribución Conjunta  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$**

X: Nivel de educación del Establecimiento	Y: El estado de las baterías sanitarias					Marginal de "Nivel de educación del Establecimiento"
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Secundaria	0,000	0,000	0,000	0,144	0,205	<b>0,349</b>
Primaria y Secundaria	0,000	0,000	0,014	0,240	0,397	<b>0,651</b>
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>
<b>Marginal del "El estado de Baterías Sanitarias"</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,014</b>	<b>0,384</b>	<b>0,602</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$**

X: Nivel de Educación del Establecimiento	Y: El estado de baterías sanitarias				
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo
Secundaria	0,000	0,000	0,000	0,375	0,341
Primaria y Secundaria	0,000	0,000	1,000	0,625	0,659
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$**

X: Nivel de Educación del Establecimiento	Y: El estado de baterías sanitarias					Total
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Secundaria	0,000	0,000	0,000	0,413	0,587	1,000
Primaria y Secundaria	0,000	0,000	0,021	0,369	0,610	1,000
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

Afirmándose en la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , se tiene que de todos los colegios, 58,7% los funcionarios de estos planteles están en “Total Acuerdo”, mientras 41,3% está en “Parcial Acuerdo” y ninguno de los entrevistados se pronuncian en “Total o Parcial Desacuerdo” ante la proposición *“El estado de las baterías sanitarias es el adecuado para el uso de los estudiantes”*, como se puede observar en el Cuadro 4.7.

**Distribución Conjunta entre “Cargo del Entrevistado” y “Calidad de la Educación Privada es la deseable”.**

El 63,7% de los entrevistados son rectores y están en “Total Acuerdo” con la proposición *“En términos generales, la Calidad de la Educación Privada es la deseable”*, de igual manera el 4,1% opina lo mismo pero el cargo que desempeña es de vicerrector, en cambio el 1,4% son rectores y se manifiestan en la “Zona de Indiferencia”. Esta información se ilustra en el Cuadro 4. 8.

Analizando la variable “Cargo del Entrevistado” dado que los informantes están en “Total Acuerdo” con la proposición *“Calidad de la Educación Privada es la deseable”*, se tiene que del total los entrevistados que están en “Total Acuerdo” con que la calidad de la educación particular es la deseable, el 65,8% de éstos son rectores,

mientras que el 34,2% son vicerrectores. Estos porcentajes se puede verificar en las distribución condicional  $P(X/Y=y)$  en el Cuadro 4.8.

**Cuadro 4.8**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables “Cargo del Entrevistado” y “Calidad de la Educación Privada es la deseable”**

**Distribución Conjunta**  $f(x,y) = P(X=x, Y=y)$

X: Cargo del Entrevistado	Y: Calidad de la Educación Privada es la deseable					Marginal de “Cargo del Entrevistado”
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0,000	0,000	0,014	0,171	0,637	<b>0,822</b>
Vicerrector	0,000	0,000	0,048	0,089	0,041	<b>0,178</b>
<b>Marginal de “Calidad de la Educación Privada”</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,062</b>	<b>0,260</b>	<b>0,678</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$**

X: Cargo del Entrevistado	Y: Calidad de la Educación Privada es la deseable				
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo
Rector	0,000	0,000	0,225	0,658	0,940
Vicerrector	0,000	0,000	0,775	0,342	0,060
<b>Total</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$**

X: Cargo del Entrevistado	Y: Calidad de la Educación Privada es la deseable					
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	Total
Rector	0,000	0,000	0,017	0,208	0,775	1,000
Vicerrector	0,000	0,000	0,270	0,500	0,230	1,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.



Analizando la variable *“Calidad de la Educación Privada es la deseable”* dado que el funcionario es “Rector”, se tiene del total de rectores entrevistados, el 77,5% de ellos pronuncian en “Total Acuerdo” con la proposición *“En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la deseable”*, el 20,8% está en “Parcial Acuerdo”, mientras que un 1,7% se manifiestan en la “Zona de Indiferencia” y ninguno de rectores está en la “Zona de Desacuerdo”, (Véase en la Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$  en el Cuadro 4.8).

**Distribución Conjunta entre *“Apariencia del Establecimiento Educativo”* y *“La ventilación con la que cuenta el edificio es la adecuada para desarrollar las actividades docentes”***

El 30,8% de los entrevistados están en “Total Acuerdo” con la ventilación con la que cuenta el establecimiento para las actividades docentes y además, estos establecimientos educativos donde ellos laboran muestran una apariencia agradable, el 30,1% opinan igual con respecto a la ventilación docente, pero la apariencia del plantel donde laboran los rectores es parcialmente agradable, (Véase en el Cuadro 4.9).

**Cuadro 4.9**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables “Apariencia del Establecimiento” y “Ventilación Docente”**

**Distribución Conjunta**  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$

X: Apariencia del Establecimiento	Y: Ventilación Docente					Marginal de “Apariencia del Establecimiento”
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Desagradable	0,000	0,000	0,014	0,007	0,000	<b>0,021</b>
Parcialmente Desagradable	0,000	0,000	0,007	0,021	0,000	<b>0,028</b>
Indiferencia	0,000	0,000	0,000	0,082	0,021	<b>0,103</b>
Parcialmente agradable	0,000	0,000	0,007	0,232	0,301	<b>0,540</b>
Agradable	0,000	0,000	0,000	0,000	0,308	<b>0,308</b>
<b>Marginal de “Ventilación Docente”</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,028</b>	<b>0,342</b>	<b>0,630</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(X/Y=y)**

X: Apariencia del .....	Y: Ventilación Docente				
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo
Desagradable	0,000	0,000	0,500	0,021	0,000
Parcialmente Desagradable	0,000	0,000	0,250	0,061	0,000
Indiferencia	0,000	0,000	0,000	0,240	0,033
Parcialmente agradable	0,000	0,000	0,250	0,678	0,478
Agradable	0,000	0,000	0,000	0,000	0,489
<b>Total</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(Y/X=x)**

X: Apariencia del .....	Y: Ventilación Docente					
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	Total
Desagradable	0,000	0,000	0,667	0,333	0,000	1,000
Parcialmente Desagradable	0,000	0,000	0,250	0,750	0,000	1,000
Indiferencia	0,000	0,000	0,000	0,796	0,204	1,000
Parcialmente Agradable	0,000	0,000	0,013	0,430	0,557	1,000
Agradable	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000

De la Distribución Condicional  $P(X | Y=y)$ , se obtiene que todos rectores o vicerrectores están en “Parcial Acuerdo” con la proposición *“La Ventilación con la que cuenta el Edificio es la Adecuada para Desarrollar las Actividades Docentes”*, el 67,8% de los planteles educativos tienen una apariencia “Parcialmente Agradable”, el 24% se manifiestan en la “Zona de Indiferencia”, cambio el 8,2% y el 2,1% tienen un aspecto “Desagradable” y “Parcialmente Desagradable” respectivamente. Esta información se muestra en el Cuadro 4.9.

De la Distribución Condicional  $P(Y | X=x)$ , oobtiene que todos los establecimientos en donde el estado físico del edificio es “Parcialmente Desagradable”, el 77,5% de los rectores o vicerrectores opinan estar “Parcial Acuerdo” con la ventilación con que cuenta el edificio es la adecuada para actividades docentes, en cambio 25% se manifiestan en la “Zona de Indiferencia”. Esto se ilustra en el Cuadro 4.9.

### **Distribución Conjunta entre “*Nivel de educación del Establecimiento*” y “*Tipo de Laboratorios*”**

En el Cuadro 4.10 se muestra la Distribución Conjunta entre “*Nivel de educación del Establecimiento*” y “*Tipo de laboratorios que posee el establecimiento*”, en donde se obtiene, el 32,2% de los planteles poseen laboratorios de Computación y de Ciencias Naturales e imparten niveles de educación primaria y secundaria, en cambio un 18,5% son colegios y cuenta con estos mismos laboratorios.

El 6,1% son colegios y poseen únicamente laboratorios de Computación, el 3,4% igualmente son colegios y tienen laboratorios de Ciencias Naturales, Computación e Inglés y el 2,7% imparten solamente educación secundaria y no poseen tipo alguno de laboratorio.

En la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ , se tiene que del total de establecimientos que poseen laboratorios de Computación, el 80,6% son unidades educativas y 19,4% son colegios, (Véase en el Cuadro 4.10)

**Cuadro 4.10**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables "Nivel de educación del Establecimiento" y "Tipo de Laboratorio"**

**Distribución Conjunta**  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$

X: Nivel de educación del Establecimiento	Y: Tipo de Laboratorio							Marginal de "Nivel de educación del Establecimiento"
	Ciencias Naturales	Computación	Ambos (Ciencias Naturales y Computación)	Computación e Inglés	Ambos e Inglés	Ninguno	Otro	
Secundaria	0,021	0,061	0,185	0,021	0,034	0,027	0,000	<b>0,349</b>
Primaria y Secundaria	0,021	0,253	0,322	0,014	0,041	0,000	0,000	<b>0,651</b>
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	<b>0,000</b>
<b>Marginal de "Tipo de Laboratorio"</b>	<b>0,042</b>	<b>0,314</b>	<b>0,507</b>	<b>0,035</b>	<b>0,075</b>	<b>0,027</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(X/Y=y)**

X: Nivel de Educación del Establecimiento	Y: Tipo de Laboratorio						
	Ciencias Naturales	Computación	Ambos	Computación e Inglés	Ambos e Inglés	Ninguno	Otro
Secundaria	0,500	0,194	0,365	0,600	0,453	1,000	0,000
Primaria y Secundaria	0,500	0,806	0,635	0,400	0,547	0,000	0,000
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,000</b>

**Distribución Condicional P(Y/X=x)**

X: Nivel de Educación del Establecimiento	Y: Tipo de Laboratorio							Total
	Ciencias Naturales	Computación	Ambos	Computación e Inglés	Ambos e Inglés	Ninguno	Otro	
Secundaria	0,060	0,175	0,531	0,060	0,097	0,077	0,000	1,000
Primaria y Secundaria	0,032	0,389	0,495	0,022	0,062	0,000	0,000	1,000
Otro	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

La Distribución Condicional  $P(Y / X=x)$ , se obtiene que del total de colegios particulares, el 53,1% poseen laboratorios de Ciencias Naturales y Computación, el 17,5% dispone solamente de laboratorios de Computación, el 9,7% tienen laboratorios de Ciencias Naturales, Computación e Inglés, el 6% disponen de laboratorios de Computación e Inglés Ciencias y en cambio el mismo porcentaje ofrece laboratorios solo de Ciencias Naturales a sus estudiantes para su docencia y el 7,7% de los planteles no tiene tipo alguno de laboratorios.

#### **Distribución Conjunta entre “Nivel de educación del Establecimiento” y “Posee Biblioteca”**

El 39,8% son unidades educativas que ofrecen niveles de educación primaria y secundaria simultáneamente y poseen biblioteca, mientras que el 25,3% imparten los mismos niveles de educación y no cuentan con biblioteca dentro del plantel.

Analizando la variable “Nivel de Educación del Establecimiento” dado que “No” posee biblioteca, se tiene que del total de establecimientos educativos que no poseen biblioteca, el 54,4% son planteles que ofrecen niveles de educación primaria y secundaria, mientras que el

45,6% son colegios, como se muestra en la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$  en el Cuadro 4.11.

<b>Cuadro 4.11</b>			
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil.</i>			
<b>Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables “Nivel de educación del Establecimiento” y “Posee Biblioteca”</b>			
<b>Distribución Conjunta <math>f(x,y) = P(X = x, Y = y)</math></b>			
X: Nivel de educación del establecimiento	Y: Posee Biblioteca		Marginal de "Nivel de educación del Establecimiento"
	Sí	No	
Secundaria	0,137	0,212	<b>0,349</b>
Primaria y Secundaria	0,398	0,253	<b>0,651</b>
Otro	0,000	0,000	<b>0,000</b>
<b>Marginal de "Posee Biblioteca"</b>	<b>0,535</b>	<b>0,465</b>	<b>1,000</b>
<b>Distribución Condicional <math>P(X/Y=y)</math></b>			
X: Nivel de educación del Establecimiento	Y: Posee Biblioteca		
	Sí	No	
Secundaria	0,256	0,456	
Primaria y Secundaria	0,744	0,544	
Otro	0,000	0,000	
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	
<b>Distribución Condicional <math>P(Y/X=x)</math></b>			
X: Nivel de educación del Establecimiento	Y: Posee Biblioteca		Total
	Sí	No	
Secundaria	0,393	0,607	1,000
Primaria y secundaria	0,611	0,389	1,000
Otro	0,000	0,000	0,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

Analizando la variable “Posee biblioteca” dado que los planteles ofrecen un nivel de educación “Secundaria”, se obtiene que todos los colegios particulares de la ciudad de Guayaquil, el 39,3% ofrece a los estudiantes el servicio de biblioteca, para que realicen investigaciones, mientras que el 60,7% no ofrece este servicio.

**Distribución Conjunta entre “Nivel de Educación del Establecimiento Educativo” y “Planificación de Visitas a Museos Antropológicos y de Ciencias”.**

En el Cuadro 4.12, se muestra la Distribución Conjunta de X y Y, en la que se observa que el 56,8% son planteles que imparte un nivel de educación primario y secundario y realizan planes de visita a museos Antropológicos y de Ciencias, mientras que 8,2% éstos no realizan planes visitas

**Cuadro 4.12**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables “Nivel de educación del establecimiento educativo” y “Planes de Visita a Museos”**

**Distribución Conjunta**  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$

X: Nivel de educación del establecimiento	Y: Planes de Visita a Museos		Marginal de "Nivel de educación del Establecimiento"
	Sí	No	
Secundaria	0,288	0,062	<b>0,350</b>
Primaria y Secundaria	0,568	0,082	<b>0,650</b>
<b>Marginal de "Planes de Visita a Museos"</b>	<b>0,856</b>	<b>0,144</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(X/Y=y)**

X: Nivel de educación del Establecimiento	Y: Planes de Visita a Museos	
	Sí	No
Secundaria	0,336	0,429
Primaria y Secundaria	0,664	0,571
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(Y/X=x)**

X: Nivel de educación del Establecimiento	Y: Planes de Visita a Museos		Total
	Sí	No	
Secundaria	0,824	0,176	1,000
Primaria y Secundaria	0,874	0,126	1,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.



En la Distribución Condicional  $P(X/Y=y)$ , se obtiene que del total de establecimientos educativos que no realizan planes de visitas a museos, el 57,1% son unidades educativas, y un 42,9% son colegios.

La Distribución Condicional  $P(Y/X=x)$ , se obtiene que todos los planteles que imparten educación media, el 82,4% de éstos efectúan la planificación de visitas a museos, mientras que el 17,6% no efectúa, (Véase en el Cuadro 4.12).

**Distribución Conjunta entre “Cargo del entrevistado” y “En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la de la educación fiscal”**

En la Distribución Conjunta entre X y Y, se observa en el Cuadro 4.13 que el 66% de rectores entrevistados están en “Total Acuerdo” con la proposición “En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la de la educación fiscal”, mientras que el 2,7% se pronuncia en la “zona Indiferencia” con esta proposición.

De la Distribución Condicional  $P(X|Y=y)$ , se tiene que de todos los entrevistados que se muestran en la “Zona de Indiferencia” con la proposición “En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la de la educación fiscal”, el 50% son Rectores y el 50% son Vicerrectores.

**Cuadro 4.13**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables "Cargo del entrevistado" y "La calidad de la educación privada es mejor que la de la educación fiscal"**

**Distribución Conjunta**  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$

X: Cargo del Entrevistado	Y: La calidad de la educación privada es mejor....					Marginal de "Cargo del Entrevistado"
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0,000	0,000	0,027	0,171	0,660	<b>0,858</b>
Vicerrector	0,000	0,000	0,027	0,047	0,068	<b>0,142</b>
<b>Marginal de "La calidad de la educación privada es mejor ..."</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,054</b>	<b>0,218</b>	<b>0,728</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(X/Y=y)**

X: Cargo del entrevistado	Y: La calidad de la educación privada es mejor....				
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo
Rector	0,000	0,000	0,500	0,781	0,906
Vicerrector	0,000	0,000	0,500	0,219	0,094
<b>Total</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(Y/X=x)**

X: Cargo del entrevistado	Y: La calidad de la educación privada es....					Total
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Rector	0,000	0,000	0,032	0,200	0,768	1,000
Vicerrector	0,000	0,000	0,190	0,333	0,477	1,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

La Distribución Condicional  $P(Y / X=x)$ , se obtiene que de todos los entrevistados que son rectores, la mayoría (76,8%) está en “Total Acuerdo”, el 20% está en “Parcial Acuerdo” y un 3,2% de los entrevistados se muestran en la “Zona de Indiferencia” que la educación privada es mejor que la educación fiscal, (Véase en el Cuadro 4.13).

**Distribución Conjunta entre *“Posee Biblioteca el Establecimiento”* y *“La preparación que se imparte en este establecimiento educativo requiere el uso de bibliotecas públicas por parte de los estudiantes”***

El 30,8% del total, son rectores entrevistados de los planteles que no poseen biblioteca y están en “Total Acuerdo” con la proposición *“La preparación que se imparte en este establecimiento educativo requiere el uso de bibliotecas públicas por parte de los estudiantes”*; mientras que el 26,7% del total, son entrevistados de planteles que poseen bibliotecas y que están en “Total Acuerdo” con que la preparación que se imparte en el plantel requiere del uso de bibliotecas públicas, (Véase en el Cuadro 4.14).

**Cuadro 4.14**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Distribución Conjunta y Distribuciones Condicionales entre las variables  
“Posee Biblioteca el Establecimiento” y “La preparación que se imparte en este establecimiento educativo requiere el uso de bibliotecas públicas...”**

**Distribución Conjunta**  $f(x, y) = P(X = x, Y = y)$

X: Posee Biblioteca el Establecimiento	Y: La preparación que se imparte en este establecimiento educativo requiere el uso de bibliotecas públicas...					Marginal de "Posee Biblioteca en el Establecimiento"
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Sí	0,075	0,027	0,041	0,124	0,267	<b>0,534</b>
No	0,041	0,021	0,048	0,048	0,308	<b>0,466</b>
<b>Marginal de "La preparación requiere uso de bibliotecas..."</b>	<b>0,116</b>	<b>0,048</b>	<b>0,089</b>	<b>0,172</b>	<b>0,575</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(X/Y=y)**

X: Posee Biblioteca el Establecimiento	Y: La preparación que se imparte en este establecimiento educativo requiere el uso de bibliotecas públicas...				
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo
Sí	0,647	0,563	0,461	0,721	0,464
No	0,353	0,437	0,539	0,279	0,536
<b>Total</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>

**Distribución Condicional P(Y/X=x)**

X: Posee Biblioteca el Establecimiento	Y: La preparación que se imparte en este establecimiento educativo requiere el uso de bibliotecas públicas...					Total
	Total Desacuerdo	Parcial Desacuerdo	Indiferencia	Parcial Acuerdo	Total Acuerdo	
Sí	0,140	0,051	0,077	0,232	0,500	1,000
No	0,088	0,045	0,103	0,103	0,661	1,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

De la Distribución Condicional  $P(X | Y=y)$ , se obtiene lo siguiente: Del total de funcionarios entrevistados que laboran en los planteles particulares están “Total Acuerdo” con que la preparación que se imparte en el plantel requiere del uso de bibliotecas públicas, el 46,4% funcionarios afirman que los planteles donde laboran poseen biblioteca, mientras que el 53,6% no posee biblioteca, (Véase Cuadro 4.14).

De la Distribución Condicional  $P(Y / X=x)$ , se obtiene lo siguiente: Del total funcionarios entrevistados que afirman que los establecimientos educativos particulares, donde ellos laboran no poseen biblioteca, el 14% está en “Total Desacuerdo” con que la preparación que se imparte en el plantel requiere del uso de bibliotecas públicas, el 5,1% está en “Parcial Desacuerdo”, el 7,7% se muestran en la “Zona de Indiferencia”, mientras 23,2% está en “Parcial de Acuerdo” y el 50% de los entrevistados están en “Total Acuerdo”, (Véase Cuadro 4.14).

## 4.5 TABLAS DE CONTINGENCIA

Sean X y Y variables aleatorias discretas, una tabla de contingencia, es un arreglo matricial de las variables X y Y en r filas y c columnas, donde cada valor que toma X corresponde a una de las “r” categorías asociadas; de igual manera Y toma valores correspondientes a una de las “c” categorías asociadas a esta variable. A partir de las Tablas de Contingencia se puede construir un contraste de hipótesis con el fin de establecer si existe independencia entre ellas y o no.

El contraste de hipótesis y el estadístico de prueba utilizados para este análisis, se presentan en el Cuadro 4.15.

<b>Cuadro 4.15</b> <i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i> <b>Contraste de Hipótesis del Análisis de Tablas de Contingencia</b>
<p><b>H<sub>0</sub></b>: X y Y son variables independientes</p> <p>vs.</p> <p><b>H<sub>1</sub></b>: X y Y no son variables independientes</p>
<p>Estadístico de Prueba: <math>\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}</math></p>
<p>que sigue una distribución <math>\chi^2</math> y con (r-1)(c-1) grados de libertad</p>

Donde  $n_{ij}$  es el número de individuos observado, con la  $i$  – ésima categoría de la característica X y la  $j$  – ésima categoría de la característica Y.  $E_{ij}$  calculado de la siguiente manera:  $E_{ij} = \frac{n_{i.} \cdot n_{.j}}{n_{..}}$ , corresponde al número esperado de individuos con la característica X y la característica Y. Si  $H_0$  es verdadero.

$$\text{Donde: } n_{..} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c n_{ij}; n_{i.} = \sum_{j=1}^c n_{ij} \text{ y } n_{.j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}$$

La Estructura de una Tabla de Contingencia se muestra en el Cuadro 4.16.

<b>Cuadro 4.16</b>					
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>					
<b>Tabla de Contingencia</b>					
<b>Variable X</b>	<b>Variable Y</b>				
	Categoría 1	Categoría 2	...	Categoría c	
Categoría 1	$n_{11}$ $E_{11}$	$n_{12}$ $E_{12}$	...	$n_{1c}$ $E_{1c}$	$n_{1.}$
Categoría 2	$n_{21}$ $E_{21}$	$n_{22}$ $E_{22}$	...	$n_{2c}$ $E_{2c}$	$n_{2.}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Categoría r	$n_{r1}$ $E_{r1}$	$n_{r2}$ $E_{r2}$	...	$n_{rc}$ $E_{rc}$	$n_{r.}$
	$n_{.1}$	$n_{.2}$	...	$n_{.c}$	$n_{..}$

#### 4.5.1 Aplicación de Tablas de Contingencias

Se presentan algunas Tablas de Contingencia para saber si existe independencia entre las variables consideradas para este estudio. Es considerable destacar que se realizan combinaciones de celdas para que  $e_{ij}$  sean mayores o iguales a cinco.

Se presentan a continuación los resultados globales de las variables relevantes de esta investigación, como se muestran en la Tabla 4.6; pero es importante señalar, que la estadística de prueba que se describe en las Tablas de Contingencia tiene aproximadamente a una distribución Ji-Cuadrada con  $(r-1)(c-1)$  grados de libertad, por lo que esta prueba se utiliza sólo cuando todas las  $e_{ij}$  son mayores a cinco; en algunos casos se ha combinado algunas celdas y en otros casos no se pueden aplicar Tablas de Contingencia.



<p align="center"><b>Tabla 4.6</b>  <i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>  <b>Resultado de los Contrastes para probar la Independencia de la variables construido a partir de las Tablas de Contingencia</b></p>					
Variable 1	Variable 2	Estadístico de Prueba	Grados de Libertad	Valor P	Resultado
Mayor Académico del entrevistado	Tipos Utilitarios Informáticos	19,691	4	0,477	Independientes
Mayor Académico del entrevistado	Usuario de Internet	7,055	5	0,217	Independientes
Nivel de educación del establecimiento	Estatus del Local del Establecimiento	10,782	2	0,005	No son Independientes
Nivel de educación del establecimiento	Tipo de Bancas	0,691	2	0,708	Independientes
Nivel de educación del establecimiento	Visita del Supervisor del MEC	11,311	3	0,010	No son Independientes
Prop: "La apariencia del establecimiento.."	Cargo del Entrevistado	23,498	2	0,172	Independientes
Prop: "La apariencia del establecimiento.."	Tipo de Pizarras	2,244	2	0,326	Independientes
Prop: "La apariencia del establecimiento.."	Tipo de Material construido mayoritariamente	28,903	2	0,000	No son Independientes
Satisfacción de padres de familia	Prop: "La educación que se imparte es comparable....."	65,147	4	0,000	No son Independientes
Satisfacción de padres de familia	Prop: "El Nivel de preparación que cuenta los profesores ..."	66,534	2	0,000	No son Independientes
Satisfacción de padres de familia	Prop: "Los profesores de este establecimiento....."	104,656	2	0,000	No son Independientes
Satisfacción de padres de familia	Tipo de Laboratorios	5,962	4	0,818	Independientes
Satisfacción de padres de familia	Pensión Promedio	23,294	4	0,001	No son Independientes
Satisfacción de padres de familia	Posee Biblioteca el Establecimiento	3,371	2	0,185	Independientes
Satisfacción de padres de familia	Planes de Visita a Museos	17,838	2	0,000	No son Independientes
Prop: "Calidad de la educación privada es.."	Prop: "Nivel de Preparación de los profesores..."	88,770	2	0,000	No son Independientes
Prop: "Calidad de la educación privada es.."	Prop: "Preparación del profesor con respecto al computador..."	90,243	3	0,000	No son Independientes
Prop: "Calidad de la educación privada es.."	Prop: "Infraestructura de los planteles educativos.."	105,690	3	0,000	No son Independientes
Prop: "Calidad de la educación privada es.."	Prop: "La educación requiere uso de laboratorios..."	67,214	2	0,000	No son Independientes
Prop: "Calidad de la educación privada es.."	Prop: "La educación requiere uso bibliotecas públicas..."	172,065	3	0,000	No son Independientes
Prop: "Nivel de Preparación de los profesores..."	Prop: "Preparación del profesor con respecto al computador..."	201,384	2	0,000	No son Independientes

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

## 4.6 COMPONENTES PRINCIPALES

Componentes Principales es una técnica estadística multivariada que permite la reducción de datos, para trabajar de manera simplificada las variables observables, por medio de un grupo de menor cantidad de variables no observables y donde éstas son combinaciones lineales de las variables observadas, esto es algebraicamente. Su objetivo principal es explicar la mayor proporción de la varianza de un conjunto de  $p$  variables observables por medio de un conjunto de  $k$  variables no observables, donde  $k$  es *mucho menor que*  $p$ .

Geoméricamente esta combinación lineal representa la elección de un nuevo sistema de coordenadas obtenidas al rotar el sistema original, con  $X_1 X_2 \dots X_p$  como los ejes coordenados. Los nuevos ejes representan la dirección de máxima variabilidad

Sea  $\mathbf{X}^T = [X_1 X_2 \dots X_p]$  un vector aleatorio  $p$  variado, y cada una de las variables que lo componen son variables aleatorias observables. El vector  $p$  variado  $\mathbf{X}$  tiene como matriz de varianzas y covarianzas  $\Sigma_x$  sean  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$  los valores propios correspondientes a  $\Sigma_x$ .

Considere las siguientes combinaciones lineales:

$$Y_1 = \mathbf{a}_1^T \mathbf{X} = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p$$

$$Y_2 = \mathbf{a}_2^T \mathbf{X} = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p$$

·  
·  
·

$$Y_p = \mathbf{a}_p^T \mathbf{X} = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots + a_{pp}X_p$$

Se puede demostrar que:

$$\text{Var}(Y_i) = \mathbf{a}_i^T \Sigma \mathbf{a}_i \quad i=1,2,\dots,p$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = \mathbf{a}_i^T \Sigma \mathbf{a}_j \quad i=j=1,2,\dots,p$$

$Y_1, Y_2, \dots, Y_p$  son las Componentes Principales, no están correlacionadas entre sí, son ortonormales entre ellas y además  $\text{Var}(Y_1) \geq \text{Var}(Y_2) \geq \dots \text{Var}(Y_p) \geq 0$ . Para garantizar unicidad, éstas deben cumplir con:

$$\|\mathbf{a}_i\| = 1 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, p$$

y

$$\langle \mathbf{a}_i, \mathbf{a}_j \rangle = 0 \quad \text{para } i \neq j$$

Donde  $\|\mathbf{a}_i\|$  es la norma del vector  $\mathbf{a}_i$  y  $\langle \mathbf{a}_i, \mathbf{a}_j \rangle$  es el producto interno entre los vectores  $\mathbf{a}_i$  y  $\mathbf{a}_j$ .

La primera Componente Principal es la combinación lineal  $Y_1 = \mathbf{a}_1^T \mathbf{X}$  de máxima varianza, esto es que maximiza la varianza de  $Y_1$ , sujeta a que la norma del vector  $\mathbf{a}_1$  sea unitaria.

La segunda Componente Principal es la combinación lineal  $Y_2 = \mathbf{a}_2^T \mathbf{X}$  de máxima varianza, esto es que maximiza la varianza de  $Y_2$ , sujeta a que la norma del vector  $\mathbf{a}_2$  sea unitaria y que la  $\text{Cov}(Y_1, Y_2) = 0$ ,  $\text{Var}(Y_1) > \text{Var}(Y_2)$ .

En general la  $i$ -ésima Componente Principal es la combinación lineal  $Y_i = \mathbf{a}_i^T \mathbf{X}$  que maximiza la varianza de  $Y_i$ , sujeta a que la norma del vector  $\mathbf{a}_i$  sea unitaria y que la  $\text{Cov}(Y_j, Y_i) = 0$  para  $j < i$ ,  $\text{Var}(Y_j) > \text{Var}(Y_i)$ .

Como resultado obtenemos que  $\Sigma_x$  es la matriz de covarianzas asociadas con el vector aleatorio  $\mathbf{X}^T = [X_1 \ X_2 \ \dots \ X_p]$ ,  $\Sigma_x$  tiene los pares de valores propios y sus correspondientes vectores propios unitarios  $(\lambda_1, \mathbf{e}_1)$ ,  $(\lambda_2, \mathbf{e}_2)$ , ...,  $(\lambda_p, \mathbf{e}_p)$  donde  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$ . Entonces se puede demostrar que la  $i$ -ésima componente principal viene dada por:

$$Y_i = \mathbf{e}_i^T \mathbf{X} = e_{i1} X_1 + e_{i2} X_2 + \dots + e_{ip} \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Var}(Y_i) = \mathbf{e}_i^T \Sigma \mathbf{e}_i = \lambda_i \quad i = 1, 2, \dots, p$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = \mathbf{e}_i^T \Sigma \mathbf{e}_j = 0 \quad i \neq j$$

El porcentaje total de varianza contenida por la  $i$ -ésima Componente Principal viene dada por:

$$\frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^p \lambda_i} \times 100\%$$

Existen algunos criterios para determinar cuál debe ser el número óptimo de componentes a retener, tales como:

- *Gráfico de sedimentación*, en donde se representa en el eje Y los valores propios o raíces características y en el eje X el número de componentes principales correspondientes a cada valor propio en orden decreciente, se retienen todas aquellas componentes que se encuentran antes de que el gráfico presente un "quiebre" y tienda a permanecer constante a medida que aumenta el número de componentes.

- *Media aritmética* es un criterio que analíticamente implica retener todas aquellas componentes en donde :

$$\lambda_k > \bar{\lambda} = \frac{\sum_{j=1}^p \lambda_j}{p}$$

y se seleccionan aquellas componentes cuya raíz característica excede de la media de las raíces características asociada a una componente principal.

- Y otros métodos tales como: fijar un número de Componentes determinado por un porcentaje mínimo de varianza y también se puede determinar por medio de un número de Componentes que representen una proporción dada la información, entre otros.

Para poder aplicar el método de los Componentes Principales, y determinar si este puede ser aplicado a las variables seleccionadas, debemos utilizar la prueba de significancia de estadística de Bartlett, esta prueba plantea supuestos de normalidad sobre las variables aleatorias observadas, lo cual indica si algunas variables están correlacionadas o si la matriz de varianzas y covarianza  $\sum_x$  no son cero.

$$H_0 : \sum_x = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_{22} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}$$

Vs

$H_1 : \text{No es verdad } H_0$

Para verificar este contraste se debe calcular los estadísticos  $u$  y  $u'$  de tal forma que:

$$u = \frac{\det \mathbf{S}}{s_{11} + s_{22} + \dots + s_{pp}} = \det \mathbf{R}, \text{ siendo } \mathbf{S} = \hat{\sum}_x \text{ y } \mathbf{R} = \hat{\rho}_x$$

Entonces bajo esta condición la región crítica del contraste de hipótesis

está definida a través de  $u' = -\left[ v - \frac{2p+5}{6} \right] \ln u$ , donde  $v$  son los grados de

libertad de la *matriz de datos* =  $n-1$  y  $u'$  es aproximadamente

$$\chi^2_{(1-\alpha), conf} = \frac{p(p-1)}{2} \text{ grados de libertad.}$$

Con  $(1-\alpha)100\%$  de confianza se rechaza  $H_0$  a favor de  $H_1$  si,  $u' \geq \chi^2_{\alpha, f}$ .

#### 4.6.1 Aplicación de Componentes Principales

Para aplicar Componentes Principales se requiere que la hipótesis nula sea rechazada, con lo que se encontrarían que algunas variables aleatorias consideradas están correlacionadas, por tanto la reducción y por ende la interpretación se facilitarían, utilizando Componentes Principales; para esto se utiliza la *matriz de datos* que esta formada por 34 variables observables que fueron mencionadas anteriormente.

En el presente estudio, al aplicar la prueba de Bartlett, se puede observar en Cuadro 4.17, que el valor  $p$  obtenido es de 0,000, de manera que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, lo cual significa, que existe correlaciones entre algunos pares de variables ( $\sigma_{ij} \neq 0$ , para  $i \neq j$ ); lo que muestra, que existe dependencia lineal entre las variables de la *matriz de datos* de los entrevistados ( rectores o vicerrectores) y es procedente aplicar el Análisis de Componentes Principales.

<b>Cuadro 4.17</b>	
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>	
<b>Resultados de la Prueba de Bartlett</b>	
Estadístico de Prueba	3255,281
Grados de Libertad	561
Valor p	0,000
Elaborado por: Lourdes Aguilera F.	

### Componentes Principales con Datos Originales

Primeramente aplicamos componentes principales a la *Matriz de Datos Originales*, que esta conformada por las 34 variables observadas antes mencionadas para este estudio.

En la Tabla 4.7 se muestran los valores propios ( $\lambda_i$ ), el porcentaje de explicación y el porcentaje de explicación acumulado de cada Componente de la matriz de covarianzas, que son las varianzas de cada Componente Principal; en donde tenemos como resultado , que las dos primeras Componentes Principales contienen el 97,375% de la varianza total del conjunto de las 34 variables observable. Esto es bastante óptimo, debido que esta técnica multivariada de Componentes Principales tiene como objetivo mayor explicación de la variabilidad de los datos y reducción de las variables no observables.



<b>Tabla 4.7</b>			
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>			
<b>Valores Propios obtenidos a partir de la Matriz de Datos Originales y Porcentajes de explicación de cada Componente</b>			
Componente	Valores Propios		
	$\lambda_i$	Proporción de Varianza Explicada	Proporción de Varianza Acumulada
1	12920640,045	93,798	93,798
2	492790,349	3,577	97,375
3	360245,610	2,615	99,990
4	716,609	0,005	99,995
5	431,978	0,003	99,999
6	85,917	0,001	99,999
7	50,618	0,000	100,000
8	10,451	0,000	100,000
9	8,848	0,000	100,000
10	8,012	0,000	100,000
11	5,384	0,000	100,000
12	5,014	0,000	100,000
13	4,384	0,000	100,000
14	3,594	0,000	100,000
15	3,381	0,000	100,000
16	3,105	0,000	100,000
17	2,741	0,000	100,000
18	2,201	0,000	100,000
19	2,147	0,000	100,000
20	1,770	0,000	100,000
21	1,216	0,000	100,000
22	1,112	0,000	100,000
23	0,919	0,000	100,000
24	0,706	0,000	100,000
25	0,424	0,000	100,000
26	0,399	0,000	100,000
27	0,358	0,000	100,000
28	0,334	0,000	100,000
29	0,255	0,000	100,000
30	0,193	0,000	100,000
31	0,179	0,000	100,000
32	0,159	0,000	100,000
33	0,126	0,000	100,000
34	0,053	0,000	100,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

Para saber cual es el número óptimo de Componentes Principales a retener, se utiliza uno de los criterios denominado media aritmética, este

criterio retiene aquellas componentes en las que  $\lambda_k > \bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^p \lambda_i}{p}$ , es decir se seleccionan aquellas componentes cuyos valores propios exceden del promedio de los valores propios ( $\bar{\lambda}$ ).

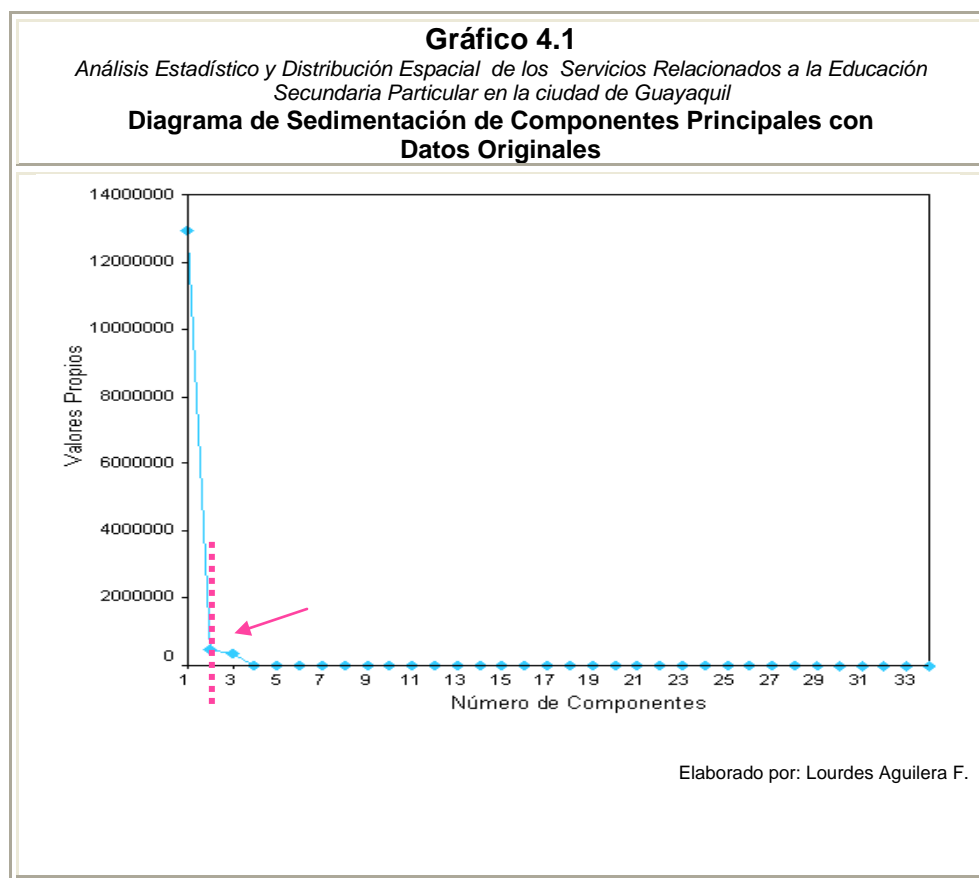
En este caso particular tenemos que  $\bar{\lambda} = 405147,900$ , en donde los valores propios de las dos Componentes Principales son mayores 405147,900, lo que indica, que mediante este criterio se deben retener las dos primeras Componentes Principales que se muestran en la Tabla 4.8.

**Tabla 4.8**  
*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*  
**Coefficientes de las Componentes Principales a partir de los Datos Originales**

Variables	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Edad del Entrevistado	0,000	-0,001
Nivel Educación Establecimiento	0,000	0,000
Mayor Grado Académico del entrevistado	0,000	0,000
Prop.: Apariencia del Establecimiento	0,000	0,000
Número de servicios higiénicos	-0,001	0,001
Número de Bancas	-0,002	0,003
Prop.: El estado baterías sanitarias	0,000	0,000
Prop.: Ventilación Docente	0,000	0,000
Prop.: Ventilación Administrativa	0,000	0,000
Área destinada para Patio de Recreación	<b>-0,638</b>	<b>-0,633</b>
Área destinada para Laboratorios ,Aulas y Administración	<b>-0,625</b>	<b>0,092</b>
Número de Aulas	-0,016	0,010
Número de Profesores	-0,010	0,019
Número de Estudiantes	<b>-0,450</b>	<b>0,769</b>
Visita MEC	0,000	0,000
Pensión Promedio	0,000	0,000
Prop.: Esfuerzo del estado	0,000	0,001
Prop.: Educación Fiscal	0,000	0,000
Prop.: Educación Privada	0,000	0,000
Prop.: Educ. Privada vs. Educ. Fiscal	0,000	0,000
Prop.: Educación comparable con otras instituciones	0,000	0,000
Prop.: Preparación Profesores del Establecimiento	0,000	0,000
Prop.: Profesores - Uso del computador	0,000	0,000
Prop.: Influencia-Infraestructura del Establecimiento Educativo	0,000	0,000
Prop.: Uso de Laboratorios	0,000	0,000
Prop.: Uso Bibliotecas Públicas	0,000	0,000
Prop.: "Cybers" instrumento de ayuda	0,000	0,000
Prop.: Estudiante -computadora	0,000	0,000
Prop.:Lista de Libros y Materiales Didácticos	0,000	0,000
Prop.: Sociedad civil	0,000	0,000
Prop.: Comité de Padres de Familia	0,000	0,001
Prop.: Satisfacción de los padres de familia	0,000	0,000
Prop.: Alimentación de Estudiantes	0,000	0,000
Prop.: Actividad Deportiva	0,000	0,001

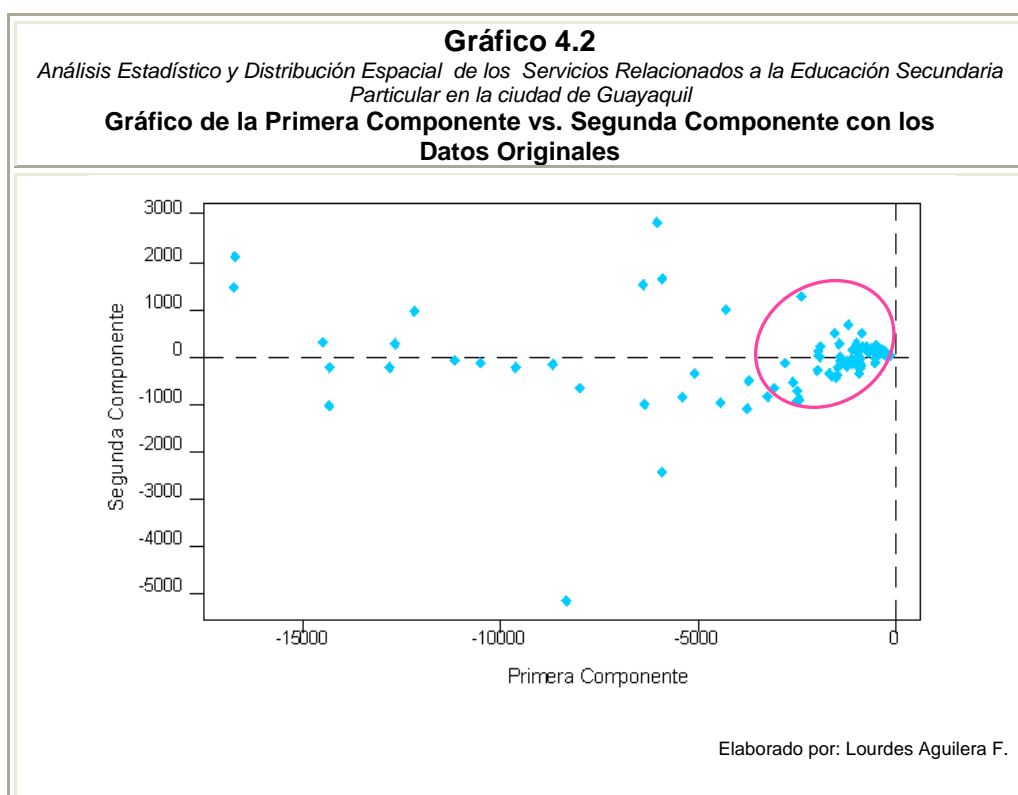
Elaborado por: Lourdes Aguilera Farias

En el Gráfico 4.1 (Gráfico de Sedimentación) podemos observar que se presenta un “quiebre” en la segunda Componente Principal, por lo tanto, se deben retener las dos primeras Componentes Principales según el Gráfico de Sedimentación. Este resultado coincide con el criterio de la media aritmética.



Para este análisis utilizamos el criterio de la media de los valores propios, es decir el cociente entre la sumatoria de los vectores propios, que nos da como resultado, que las dos primeras Componentes Principales contienen el 97,375% de la varianza total del conjunto de las 34 variables, tal como se muestra en la Tabla 4.7.

Gráfico 4.2 se muestran las dos primeras Componentes Principales, que es una representación gráfica de los rectores o vicerrectores entrevistados. Estas Componentes son importantes, debido de que si se quisiera hacer un análisis de conglomerados con estas dos primeras componentes principales estará representada el 97,375% de la población. En el cuadrante superior izquierdo se encuentra el 30,1% de la población, en el cuadrante inferior izquierdo se ubica el 69,9% de la población, representada por los dos primeros Componentes Principales. En este caso no es representativo debido que las variables utilizadas para esta técnica multivariada están en diferentes escalas.



Las variables que se utilizan en la *matriz de datos* para este análisis no se encuentran en la misma escala, por lo que surge un problema, las variables que tienen escalas con “valores mayores” absorberán los pesos más significativos, como podemos observar los coeficientes de las Componentes Principales calculados en la Tabla 4.8, como ejemplo tales características “Área destinada para Patio de Recreación”, “Área destinada para Laboratorios ,Aulas y Administración” que tienen escalas en metros cuadrados, por lo que tienen pesos mayores con respecto a las otras características. Debido a esto se aplicará la técnica de Componentes Principales utilizando los datos estandarizados.

### **Componentes Principales con Datos Estandarizados**

La estandarización significa que a cada dato observado, se le resta la media estimada y se lo divide para la desviación estándar estimada  $s_i$  de las variables; obteniéndose  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$ , correspondientes a las variables  $X_1, X_2, \dots, X_p$  estandarizadas.

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s_i}$$

Para este análisis se procedió a estandarizar la *Matriz de Datos Originales*, para que se encuentren en la mismas escalas las variables; en la que se obtuvo los resultados que se puede observar en la Tabla 4.9, donde, los valores propios ( $\lambda_i$ ) que son las varianzas de cada Componente Principal, el porcentaje de explicación de cada Componente y el porcentaje de explicación acumulado con datos estandarizados; en donde además se aprecia que la primera Componente Principal es la que mayor aportación da en este análisis, ya que contiene el 25,608% de la variabilidad de las variables observables, la segunda y tercera Componente dan aportaciones significativas y se visualiza que a partir de la Cuarta Componente Principal se obtiene más del 50% de explicación de la varianza y en la décima Componente Principal se obtiene una explicación de 72,90% de la varianza total del conjunto de las treinta y cuatro variables utilizadas en el presente estudio.

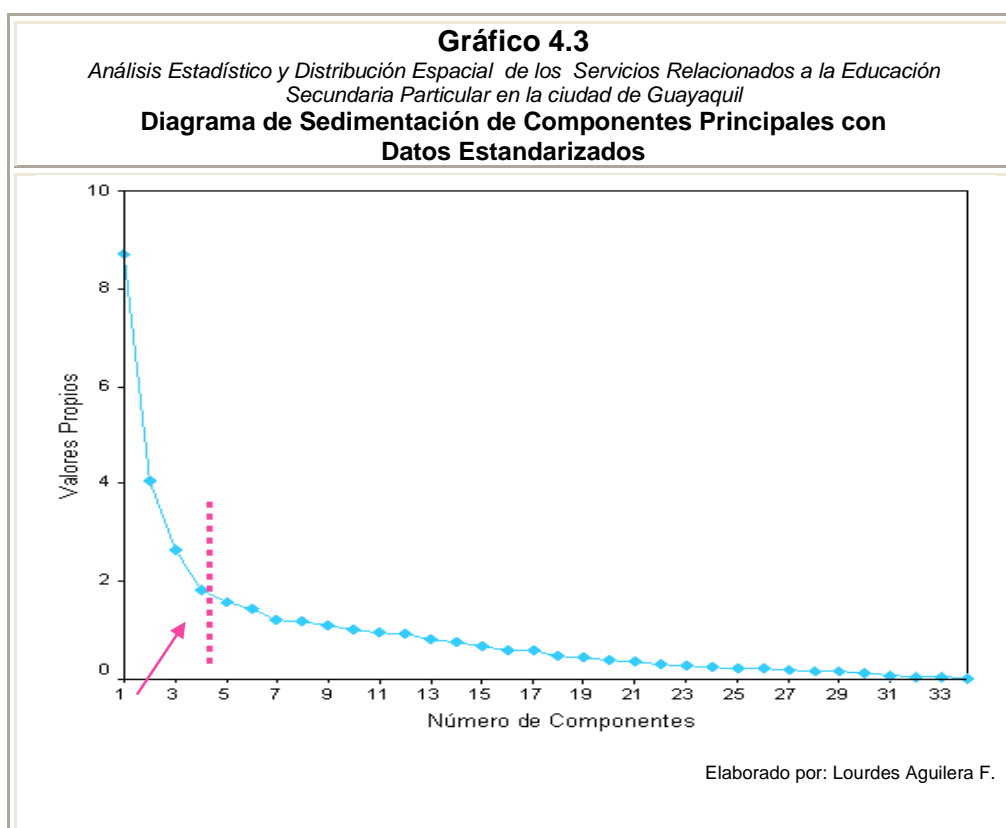
Para este análisis también utilizamos el criterio de la media aritmética, en donde tenemos que  $\bar{\lambda} = 1$ , por lo tanto, se retienen las diez primeras Componentes Principales, ya que los valores propios de cada uno de estos sobrepasan de 1.

<b>Tabla 4.9</b>			
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i>			
<b>Varianza Explicada por las Componentes Principales</b>			
Componente	Valores Propios		
	$\lambda_i$	Proporción de Varianza Explicada	Proporción de Varianza Acumulada
1	8,707	25,608	25,608
2	4,057	11,931	37,539
3	2,652	7,799	45,338
4	1,839	5,408	50,745
5	1,578	4,640	55,386
6	1,443	4,244	59,630
7	1,224	3,600	63,229
8	1,180	3,470	66,699
9	1,092	3,211	69,911
<b>10</b>	<b>1,016</b>	<b>2,989</b>	<b>72,900</b>
11	0,953	2,803	75,703
12	0,928	2,730	78,433
13	0,831	2,443	80,876
14	0,758	2,230	83,106
15	0,679	1,997	85,102
16	0,602	1,770	86,872
17	0,585	1,720	88,592
18	0,489	1,438	90,031
19	0,460	1,353	91,383
20	0,399	1,174	92,557
21	0,367	1,079	93,636
22	0,307	0,904	94,540
23	0,276	0,811	95,350
24	0,248	0,729	96,079
25	0,220	0,648	96,727
26	0,212	0,625	97,352
27	0,184	0,542	97,893
28	0,164	0,481	98,375
29	0,162	0,475	98,850
30	0,147	0,433	99,284
31	0,086	0,253	99,537
32	0,063	0,186	99,722
33	0,056	0,163	99,886
34	0,039	0,114	100,000

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

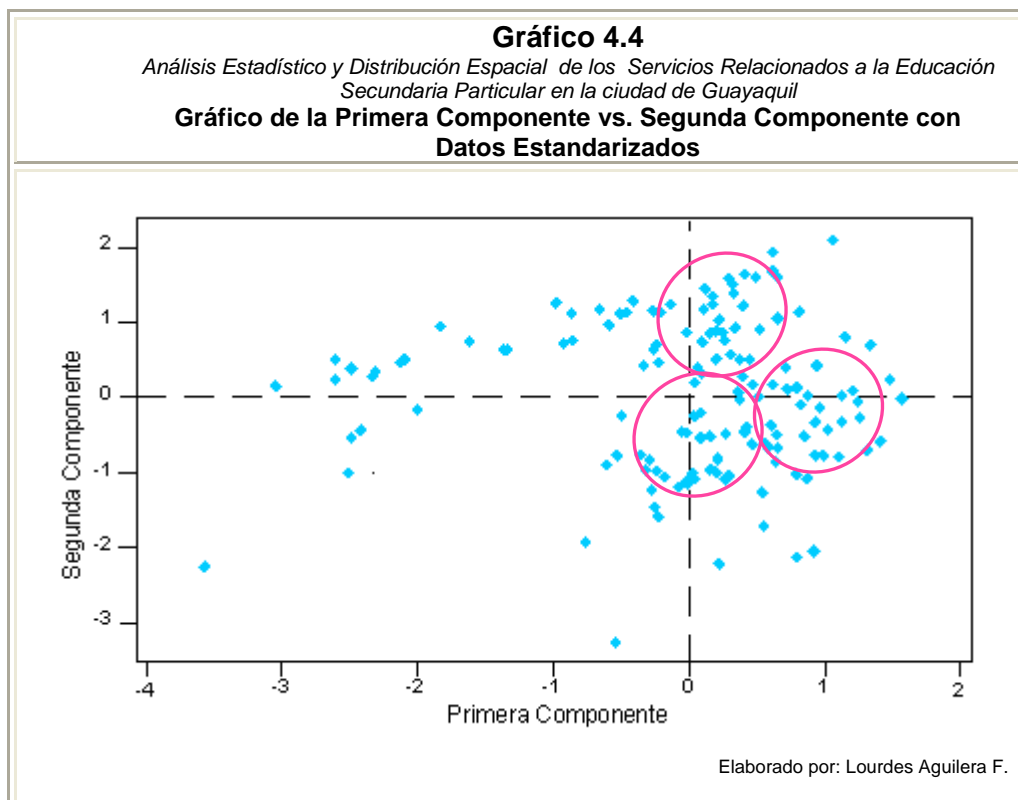


Diagrama de Sedimentación (Gráfico 4.3) se muestra en el eje “X” el número de Componentes Principales calculadas y en el eje “Y” los valores propios que corresponde a cada Componente, los mismos, que están ordenados de mayor a menor. Este diagrama constituye una ayuda visual importante para determinar el número apropiado de Componentes Principales, que deben ser retenidas; donde se puede apreciar un “quiebre” en la cuarta Componente, lo que implica, que se debería retener las cuatro primeras Componentes Principales, según este criterio, lo que contradice lo resultado anterior mediante el criterio de la media aritmética.



Al aplicar Componentes Principales con Datos Estandarizados se obtiene que las 10 primeras Componentes Principales explican el 72,90% de la varianza total del conjunto de las 34 variables utilizadas, lo cual, es una reducción aceptable de las variables no observables pero no óptima, debido que no se logro una reducción de variables de trabajo plausible o drástica como se deseaba.

En el Grafico 4.4 se muestra una representación gráfica de los individuos investigados, en donde se observa claramente que existe un conglomerado. Además, si se quisiera hacer un análisis de conglomerados con estas dos primeras Componentes Principales estará representada el 37,539% de la población en estas dos Componentes. En el cuadrante superior izquierdo se encuentra el 19,9% de la población, mientras que en el cuadrante superior derecho se encuentra el 30,1%, en el cuadrante inferior izquierdo se ubica el 14,4% de la población y en el cuadrante inferior derecho se muestran 35,6% de la población representada por los dos primeros Componentes Principales (37,539%).



En la Tabla 4.10 se muestran los coeficientes de las diez primeras Componentes Principales retenidas, esto nos ayuda a realizar la rotulación de cada Componente Principal, en función de los coeficientes mayores ponderación en valor absoluto que aporte cada variable y serán consideradas como las características que tienen mayor influencia sobre la rotulación de la Componente Principal elegida.

**Tabla 4.10**  
*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Coefficientes de las Diez Primeras Componentes Principales**

<b>Variables</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>C<sub>2</sub></b>	<b>C<sub>3</sub></b>	<b>C<sub>4</sub></b>	<b>C<sub>5</sub></b>	<b>C<sub>6</sub></b>	<b>C<sub>7</sub></b>	<b>C<sub>8</sub></b>	<b>C<sub>9</sub></b>	<b>C<sub>10</sub></b>
Edad del Entrevistado	0,017	-0,043	-0,107	-0,292	-0,044	-0,003	<b>-0,444</b>	<b>0,449</b>	0,038	-0,127
Mayor Grado Académico Entrevistado	0,034	-0,084	-0,073	-0,151	-0,344	-0,336	-0,074	0,260	-0,286	-0,040
Nivel de Educación del Establecimiento	-0,010	-0,151	-0,041	-0,123	-0,082	-0,029	-0,025	-0,316	0,031	<b>-0,475</b>
Prop.: Apariencia del Establecimiento	-0,238	-0,144	-0,249	0,129	-0,082	-0,029	-0,027	-0,030	0,175	0,017
Número de servicios higiénicos	-0,261	-0,050	0,123	-0,062	0,130	-0,069	-0,026	0,063	0,034	-0,160
Número de Bancas	-0,251	-0,067	0,170	0,004	0,136	-0,084	0,078	-0,021	0,087	0,034
Prop.: El estado baterías sanitarias	-0,229	-0,157	-0,276	0,130	-0,094	-0,052	-0,017	-0,110	0,061	0,060
Prop.: Ventilación Docente	-0,224	-0,118	<b>-0,324</b>	0,169	-0,126	-0,046	-0,041	-0,127	0,062	0,094
Prop.: Ventilación Administrativa	-0,222	-0,127	<b>-0,323</b>	0,197	-0,091	-0,007	-0,094	-0,108	0,051	0,117
Area Edificio Recreación	<b>-0,290</b>	0,020	0,205	0,003	-0,046	-0,036	-0,076	0,053	0,065	-0,019
Área destinada para Laboratorios, Aulas y Administración	<b>-0,295</b>	0,006	0,209	0,012	-0,039	-0,027	-0,062	0,038	0,068	-0,007
Número de Aulas	<b>-0,295</b>	0,037	0,202	-0,033	-0,018	-0,012	-0,107	-0,001	0,056	0,048
Número de Profesores	-0,268	-0,086	0,196	-0,064	0,060	0,017	-0,051	0,002	-0,102	0,000
Número de Estudiantes	<b>-0,294</b>	-0,032	0,234	-0,044	0,015	0,010	-0,107	-0,035	-0,052	-0,020
Visita MEC	-0,101	-0,017	0,107	-0,015	0,151	<b>0,502</b>	0,069	0,184	0,012	0,261
Pensión Promedio	-0,240	-0,143	-0,082	-0,001	-0,192	-0,039	0,002	0,013	-0,113	0,035
Prop.: Esfuerzo del estado	-0,076	-0,001	-0,024	0,181	0,187	0,234	-0,223	-0,087	-0,384	-0,131
Prop.: Educación Fiscal	0,031	-0,032	-0,088	0,347	-0,059	0,225	-0,025	0,209	-0,151	<b>-0,485</b>
Prop.: Educación Privada	-0,071	<b>0,396</b>	0,022	0,186	-0,011	0,029	-0,155	-0,110	0,075	-0,033
Prop.: Educ. Privada vs. Educ. Fiscal	0,027	0,282	-0,202	0,138	0,122	-0,162	0,026	0,060	0,333	-0,027
Prop.: Educación comparable con otras instituciones	0,049	-0,292	-0,167	0,072	<b>0,405</b>	-0,014	-0,011	0,121	-0,128	-0,070
Prop.: Preparación Profesores del Establecimiento	-0,156	0,193	-0,221	-0,227	0,279	-0,128	0,118	0,037	-0,126	-0,209
Prop.: Profesores - Uso del computador	-0,169	0,232	-0,155	-0,146	0,296	0,052	0,242	-0,062	-0,094	-0,113
Prop.: Influencia-Infraestructura	-0,099	0,116	-0,083	-0,120	-0,346	0,386	-0,070	0,167	0,159	-0,009
Prop.: Uso de Laboratorios	-0,119	0,062	-0,215	-0,216	0,195	0,061	-0,064	0,246	-0,132	0,279
Prop.: Uso Bibliotecas Públicas	-0,093	0,165	0,192	0,224	-0,116	-0,166	0,234	0,129	-0,054	-0,193
Prop.: "Cybers" instrumento de apoyo	-0,089	0,283	0,020	0,100	-0,074	0,248	0,147	0,186	-0,059	0,198
Prop.: Estudiante -computadora	-0,055	0,244	-0,028	0,008	0,121	-0,156	<b>-0,413</b>	0,114	0,194	-0,264
Prop.: Lista de Libros y Materiales Didácticos	-0,010	-0,161	-0,006	0,178	0,097	0,035	0,329	<b>0,414</b>	<b>0,469</b>	-0,156
Prop.: Sociedad civil	0,028	-0,138	0,039	<b>0,447</b>	0,220	-0,012	-0,168	0,235	-0,192	0,185
Prop.: Comité de Padres de Familia	0,070	<b>0,323</b>	-0,173	0,077	-0,164	0,150	-0,098	0,070	-0,074	0,128
Prop.: Satisfacción de padres de familia	-0,180	0,131	-0,273	-0,215	0,095	0,028	0,142	-0,077	-0,032	-0,025
Prop.: Alimentación de Estudiantes	-0,140	-0,006	-0,064	-0,044	-0,240	-0,047	<b>0,411</b>	0,250	-0,313	-0,124
Prop.: Actividad Deportiva	-0,076	<b>0,301</b>	0,024	0,271	-0,043	-0,145	-0,002	-0,081	-0,229	-0,013

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

En la Primera Componente Principal, se presentan las variables que presentan “mayor ponderación” que son “*Área destinada para Laboratorios, Aulas y Administración*”, “*Área destinada para Patio de Recreación*”, “*Número de aulas*” y “*Número de estudiantes*”, las mismas que le otorgamos el nombre de **Infraestructura del Establecimiento Educativo**. Las variables que menor aportación dan son “*Mayor Grado Académica del Entrevistado*” y también “*Edad del Entrevistado*”, (Véase en la Tabla 4.10).

La segunda Componente Principal, la variable que tiene mayor aporte es la proposición “*En términos generales, la calidad de la educación privada es deseable*”, seguida de la proposición “*El comité de padres de familia es un apoyo fundamental para las actividades del establecimiento*”, a la cual hemos denominado **Educación Privada-Comité de Padres de Familia**.

Tercera Componente le otorgamos el rotulo de **Ventilación del Establecimiento Educativo**, la misma que está compuesta por dos proposiciones que son “*La Ventilación para las Actividades Docentes*” y “*La Ventilación para las Actividades Administrativas*”

Mientras que en la Cuarta Componente la variable más relevantes es *“La sociedad civil, también contribuye con el mejoramiento de la educación en el país, al margen.....”* en la que damos el nombre de **Comité de Padres de Familia**, También podemos apreciar la Quinta Componente en la Tabla 4.10 que le variable que mayor aporte presenta es *“La Educación que se imparte en este establecimiento educativo es comparable.....”* que se le otorgo el nombre **Educación Comparable**.

Asimismo la variable que aporta mayor peso a la Sexta Componente es *“Visitas del supervisor del Ministerio de Educación y Cultura”*, a la que rotulamos **Visitas del MEC**, la variable que menor aportación da a la presente Componente es *“La Educación que se imparte en este plantel es comparable.....”*. En cambio a la Séptima Componente, la hemos denominado **Edad del Entrevistado-Desempeño del Estudiante** que está compuesta por las características *“Edad del Entrevistado”*, *“El desempeño del estudiante con computador propio es mejor que aquel que no posee computador propio”* y *“La alimentación de los estudiantes es un factor que afecta el rendimiento educativo”* y las que menor aportación dan son *“Numero de Profesores”* y *“Actividad Deportiva”*.

En la Octava Componente presentamos las variables, mas relevantes, que son *“Edad del Entrevistado”* y *“Al inicio del año lectivo, se presenta una lista de libros y otros materiales didácticos que son adquiridos en su totalidad por los estudiantes”* y a la cual denominamos **Edad-Materiales Didácticos**, y la que menos aporta es *“Nivel de Educación”*.

Se observa en la Tabla 4.10 que la variable *“Al inicio del año lectivo, se presenta una lista de libros y otros materiales didácticos que son adquiridos en su totalidad por los estudiantes”* le da un gran aporte a la Novena Componente a la que hemos denominado **Materiales Didácticos al Inicio de Clase**. Finalmente, se la denomina a la Décima Componente **Educación Fiscal-Nivel del Establecimiento**, **esta Componente** está compuesta por dos variables que tienen mayor peso que son *“Nivel de Educación del Establecimiento”* y *“Calidad de la Educación Fiscal”*.

#### 4.7 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CANÓNICA

El Análisis de Correlación Canónica es una técnica estadística multivariada que permite medir la fortaleza de la asociación lineal entre dos grupos de variables. El primer grupo es representado por un vector aleatorio p-variado  $\mathbf{X}^{(1)}$  y el segundo grupo de q variables es representado por el vector aleatorio  $\mathbf{X}^{(2)}$ , donde  $p \leq q$ . Es decir:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_p \\ \cdots \\ X_{p+1} \\ \vdots \\ X_{p+q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^{(1)} \\ \mathbf{X}^{(2)} \end{bmatrix} \in R^{p+q}$$

Para esto determinamos p pares de variables “canónicas” de tal forma que expliquen la relación entre un primer conjunto p-variado,  $\mathbf{X}^{(1)}$  y un segundo q variado,  $\mathbf{X}^{(2)}$ ; para lo que se determina la correlación canónica mayor entre una combinación lineal de las variables de un conjunto  $\mathbf{X}^{(1)} \in R^p$  y una combinación lineal de las variables de  $\mathbf{X}^{(2)} \in R^q$ .

Para los vectores  $\mathbf{X}^{(1)}$  y  $\mathbf{X}^{(2)}$  se tiene:



$$E(\mathbf{e}^{(1)}) = \boldsymbol{\mu}^{(1)}$$

$$\text{Cov}(\mathbf{e}^{(1)}) = \text{Cov}(\mathbf{e}^{(1)}, \mathbf{X}^{(1)}) = \Sigma_{11}$$

$$E(\mathbf{e}^{(2)}) = \boldsymbol{\mu}^{(2)}$$

$$\text{Cov}(\mathbf{e}^{(2)}) = \text{Cov}(\mathbf{e}^{(2)}, \mathbf{X}^{(2)}) = \Sigma_{22}$$

$$\text{Cov}(\mathbf{e}^{(1)}, \mathbf{X}^{(2)}) = \Sigma_{12} = \Sigma_{12}^T$$

Además,

$$\Sigma_X = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \dots & \sigma_{1q} & \vdots & \sigma_{1,q+1} & \dots & \sigma_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{q1} & \dots & \sigma_{qq} & \vdots & \sigma_{q,q+1} & \dots & \sigma_{qp} \\ \dots & \dots & \dots & \vdots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{q+1,1} & \dots & \sigma_{q+1,q} & \vdots & \sigma_{q+1,p+1} & \dots & \sigma_{q+1,p} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \dots & \sigma_{pq} & \vdots & \sigma_{p,q+1} & \dots & \sigma_{pp} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \vdots & \Sigma_{12} \\ \dots & \vdots & \dots \\ \Sigma_{21} & \vdots & \Sigma_{22} \end{bmatrix}$$

Consideremos las siguientes combinaciones lineales:  $U = \mathbf{a}^T \mathbf{X}^{(1)}$ ,  $V = \mathbf{b}^T \mathbf{X}^{(2)}$ ,

siendo  $\mathbf{a}$  y  $\mathbf{b}$  vectores en  $\mathbb{R}^p$  y  $\mathbb{R}^q$ , esto es:

$$\mathbf{a}^T = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_p] \quad \text{y} \quad \mathbf{b}^T = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_q]$$

Bajo estas condiciones:

$$\text{Var}(U) = \mathbf{a}^T \Sigma_{11} \mathbf{a};$$

$$\text{Var}(V) = \mathbf{b}^T \Sigma_{22} \mathbf{b} \quad ; y$$

$$\text{Cov}(U, V) = \mathbf{a}^T \Sigma_{12} \mathbf{b}$$

De lo anterior se define lo siguiente:

El primer par de variables canónicas, es el par de combinaciones lineales  $U_1, V_1$  que tiene varianza unitaria y maximiza la correlación entre ambas.

Para este caso:

$$U_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \cdots + a_{1p}X_p$$

$$V_1 = b_{11}X_{p+1} + b_{12}X_{p+2} + \cdots + b_{1q}X_q$$

El segundo par de variables canónicas, es el par de combinaciones lineales  $U_2, V_2$  que tiene varianza unitaria y maximiza la correlación entre ambas y además no está correlacionada con el primer par de variables canónicas; para el caso del  $i$ -ésimo par  $(U_i, V_i)$

$$U_i = a_{i1}X_1^{(1)} + a_{i2}X_2^{(1)} + \cdots + a_{ip}X_p^{(1)}$$

$$V_i = b_{i1}X_1^{(2)} + b_{i2}X_2^{(2)} + \cdots + b_{iq}X_q^{(2)}$$

#### 4.7.1 Aplicación de Correlación Canónica

Para este análisis, el primer conjunto tiene  $p=14$  variables aleatorias que integran el vector  $X^{(1)}$ , son las variables referentes a la sección “*Infraestructura del Establecimiento*” y para el segundo grupo  $q = 19$  variables, que corresponde al vector  $X^{(2)}$  las variables que pertenecen a la sección de “*Calidad y Servicios de la Educación*”.

##### **Primer Grupo $X^{(1)}$ : “Infraestructura y Características Generales del Establecimiento”**

$X_1$ : Nivel de educación que imparte el Establecimiento.

$X_2$ : Proposición “*Apariencia del Establecimiento Educativo*”.

$X_3$ : Número de servicios higiénicos que posee el Establecimiento.

$X_4$ : Número de Bancas.

$X_5$ : Proposición “*El estado de las baterías sanitarias*”.

$X_6$ : Proposición “*Ventilación del área destinada para Docencia*”.

$X_7$ : Proposición “*Ventilación del área destinada para Administración*”.

$X_8$ : Área para patio de Recreación.

$X_9$ : Área para Laboratorios, Aulas y Administración.

$X_{10}$ : Número de aulas que posee el Establecimiento.

$X_{11}$ : Número de profesores que tiene el Establecimiento.

$X_{12}$ : Número de estudiantes que tiene el establecimiento.

X<sub>13</sub>: Tipo de Material que construido mayoritariamente el Edificio.

X<sub>14</sub>: Pensión Promedio en dólares para la educación secundaria.

### **Segundo Grupo X<sup>(2)</sup>: “Calidad y Servicios de la Educación”**

X<sub>15</sub>: Proposición *“El estado hace su mejor esfuerzo para que la juventud y la niñez reciban educación de calidad”*.

X<sub>16</sub>: Proposición *“En términos generales, la calidad de la educación fiscal es la deseable”*.

X<sub>17</sub>: Proposición *“En términos generales, la calidad de la educación privada es la deseable”*.

X<sub>18</sub>: Proposición *“En términos generales, la calidad de la educación privada es mejor que la educación fiscal”*.

X<sub>19</sub>: Proposición *“La educación que se imparte en este establecimiento educativo es comparable con de las mejores instituciones del país”*.

X<sub>20</sub>: Proposición *“El nivel de preparación con que cuenta los profesores de esta institución es el adecuado para formar a quienes en el futuro deben generar conocimiento en el país”*.

X<sub>21</sub>: Proposición *“Los profesores de este establecimiento cuenta con la formación adecuada para utilizar de la mejor manera el potencial del computador”*.

X<sub>22</sub>: Proposición *“La infraestructura de los planteles educativos influye en el nivel de aprendizaje de los estudiantes”*.

X<sub>23</sub>: Proposición *“El uso de laboratorios de Ciencias Naturales y Computación mejora la calidad de enseñanza a todos los niveles”*.

X<sub>24</sub>: Proposición *“La preparación que se imparte en el establecimiento educativo requiere el usos de bibliotecas publicas por parte de los estudiantes”*.

X<sub>25</sub>: Proposición *“Los denominados “Cybers” se han construido en un instrumento que ayuda a la preparación de los estudiantes que no disponen de computadora o servicio de Internet en casa”*.

X<sub>26</sub>: Proposición *“El desempeño del estudiante que posee computadora propia es mejor que el desempeño del estudiante que no la posee”*.

X<sub>27</sub>: Proposición *“Al inicio del año escolar, se presenta una lista de libros y otros materiales didácticos que son adquiridos en su totalidad por los estudiantes”*

X<sub>28</sub>: Proposición *“La sociedad civil, también contribuye con el mejoramiento de la educación en el país, al margen de que el estado por la educación debe hacer”*

X<sub>30</sub>: Proposición *“El comité de padres de familia es un apoyo fundamental para las actividades del establecimiento”*.

X<sub>31</sub>: Proposición *“En términos generales, existe satisfacción por parte de los padres de familia con respecto de la enseñanza que se imparte en este plantel”*.

$X_{32}$ : Proposición “*La alimentación de los estudiantes de este plantel es un factor que afecta el rendimiento educativo*”.

$X_{33}$ : Proposición “*La actividad deportiva de los estudiantes es privilegiada en esta institución*”.

### **Correlación Canónica entre los dos grupos de variables**

Una vez identificados los grupos de variables en el presente estudio, se calcula las variables canónicas, se muestran en Tabla 4.11 los coeficientes de las correlaciones canónicas de cada par de variables, para este caso 14 pares, considerando correlaciones canónicas significativas a aquellas que sean en valor absolutos mayores a 0,5. Con este criterio escogemos el primer par de variables canónicas ( $U_1, V_1$ ), donde hay una correlación canónica  $\text{Corr}(U_1, V_1) = 0,762$ , lo que indica que existe una “alta” relación lineal entre este par de variables.

<b>Tabla 4.11</b> <i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i> <b>Correlación Canónica</b>	
Par de Variables	Correlación Canónica
1	0,762
2	0,75
3	0,623
4	0,569
5	0,542
6	0,495
7	0,401
8	0,361
9	0,324
10	0,25
11	0,181
12	0,174
13	0,133
14	0,078
Elaborado por: Lourdes Aguilera F.	

De igual forma, escogemos el segundo ( $U_2, V_2$ ) y tercer ( $U_3, V_3$ ) muestran correlaciones canónicas 0,747 y 0,623 respectivamente, lo que significa que ambos pares de variables también tienen una “alta” relación lineal, para el cuarto ( $U_4, V_4$ ) y el quinto ( $U_5, V_5$ ) par de variables según los valores que se muestran en la Tabla 4.11, estos tienen una relación lineal significativa, además, podemos observar que a partir del séptimo par de variables para este estudio no presenta valores significativos, es decir, que se contara solo con cinco primeros pares de variables canónicas para esta investigación.

En la Tabla 4.12 presentamos los coeficientes de  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$ ,  $U_4$  y  $U_5$  de las cinco primeras variables.

<b>Tabla 4.12</b>					
<i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil.</i>					
<b>Coefficientes de la Variables Canónicas de</b>					
<b>“Infraestructura y Características Generales del Establecimiento” (<math>U_i</math>)</b>					
<b>Infraestructura y Características Generales del Establecimiento</b>	<b><math>U_1</math></b>	<b><math>U_2</math></b>	<b><math>U_3</math></b>	<b><math>U_4</math></b>	<b><math>U_5</math></b>
Nivel de Educación-Establecimiento	0,037	0,186	-0,306	0,050	0,052
Apariencia del Establecimiento Educativo	0,038	0,031	0,464	0,332	0,421
Número de Baterías de Servicios Higiénicos	-0,240	0,304	0,542	-0,956	<b>-0.673</b>
Número de Bancas	0,205	0,205	0,285	-0,100	0,672
Estado de Baterías Sanitarias	-0,019	0,019	0,075	-0,252	0,003
Ventilación Área Docente	-0,404	-0,069	-0,428	-0,694	-0,242
Ventilación Área Administrativa	0,395	-0,014	0,508	1,053	-0,037
Área para Recreación	-0,497	0,270	-0,545	0,548	-0,108
Área Laboratorios , Aulas y Administración	0,131	-0,461	-0,096	1,059	-0,287
Número de aulas	<b>-0,796</b>	-0,365	-0,571	-0,107	-0,590
Número de profesores	0,133	0,332	-0,336	0,632	0,670
Número de Estudiantes	-0,101	0,107	0,474	<b>-1,245</b>	0,423
Tipo de Material Construido Mayoritariamente el Edificio	-0,283	<b>-0,646</b>	<b>0,608</b>	-0,034	0,500
Pensión Promedio para la educación secundaria	0,425	0,235	0,485	0,066	0,128
Elaborado por: Lourdes Aguilera F.					



Como podemos apreciar en la tabla 4.12 para el grupo de variables de *“Infraestructura y Características Generales del Establecimiento”*, se tiene que la variable que aporta mayor peso a la variable canónica  $U_1$  es *Número de Aulas*; tanto para las variables canónicas  $U_2$  y  $U_3$  la característica que mayor peso aporta para ambas es *Tipo de Material Construido Mayoritariamente el Edificio*, en cambio para  $U_4$  es *Número de Estudiantes*; para  $U_5$  tenemos la variable *Número de Baterías de Servicios Higiénicos*.

Las Variables Canónicas del primer vector están expresadas como una combinación lineal de las variables observables  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , de donde se tiene que:

$$U_1 = 0,037X_1 + 0,038X_2 - 0,240X_3 + 0,205X_4 - 0,019X_5 - 0,404X_6 + 0,395X_7 - 0,497X_8 + 0,131X_9 - 0,796X_{10} + 0,133X_{11} - 0,101X_{12} - 0,283X_{13} + 0,425X_{14}$$

$$U_2 = 0,186X_1 + 0,031X_2 - 0,304X_3 + 0,205X_4 + 0,019X_5 - 0,069X_6 - 0,014X_7 + 0,027X_8 - 0,461X_9 - 0,365X_{10} + 0,332X_{11} + 0,107X_{12} - 0,646X_{13} + 0,235X_{14}$$

$$U_3 = -0,306X_1 + 0,464X_2 + 0,542X_3 + 0,285X_4 + 0,075X_5 - 0,428X_6 + 0,508X_7 - 0,545X_8 - 0,096X_9 - 0,571X_{10} - 0,336X_{11} + 0,474X_{12} + 0,608X_{13} + 0,485X_{14}$$

$$U_4 = 0,050X_1 + 0,332X_2 - 0,956X_3 - 0,100X_4 - 0,252X_5 - 0,694X_6 + 1,053X_7 + 0,548X_8 + 1,059X_9 - 0,107X_{10} + 0,632X_{11} - 1,245X_{12} - 0,034X_{13} + 0,068X_{14}$$

$$U_5 = 0,052X_1 + 0,421X_2 + 0,673X_3 + 0,672X_4 + 0,003X_5 - 0,242X_6 - 0,037X_7 - 0,108X_8 - 0,287X_9 - 0,590X_{10} + 0,670X_{11} + 0,423X_{12} + 0,500X_{13} + 0,128X_{14}$$

<b>Tabla 4.13</b> <i>Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil</i> <b>Coefficientes de las Variables Canónicas de “Calidad y Servicios de la Educación” (<math>V_i</math>)</b>					
<b>Calidad y Servicios de la Educación</b>	<b><math>V_1</math></b>	<b><math>V_2</math></b>	<b><math>V_3</math></b>	<b><math>V_4</math></b>	<b><math>V_5</math></b>
Esfuerzo del Estado	-0,006	-0,019	0,252	-0,014	0,168
Calidad Educación Fiscal	-0,216	0,139	-0,091	0,098	-0,077
Calidad Educación Privada	<b>0,594</b>	-0,233	0,068	-0,286	0,287
Calidad Educación Privada vs. Fiscal	-0,331	-0,274	0,395	<b>0,677</b>	0,048
Educación comparable con otras instituciones	-0,368	0,338	-0,077	-0,267	-0,017
Preparación Profesores	0,065	0,434	-0,57	0,128	-0,493
Profesor-Computador	0,166	<b>0,441</b>	-0,349	0,536	<b>0,538</b>
Infraestructura – Aprendizaje	0,196	0,241	-0,249	-0,287	-0,244
Uso de Laboratorios	0,227	-0,306	0,407	0,271	0,154
Uso de Bibliotecas Públicas	0,337	0,066	-0,034	-0,087	0,087
“Cybers”	-0,042	0,068	-0,082	0,272	-0,081
Estudiante - Computadora	0,107	0,035	-0,041	-0,280	-0,170
Lista de Libros y Materiales Didácticos – Estudiante	0,033	-0,031	0,074	0,545	-0,003
Sociedad Civil – Educación	0,111	0,114	0,219	-0,043	0,305
Comité de padres de familia	-0,494	-0,28	-0,308	0,187	0,407
Satisfacción padres de familia	-0,199	0,23	<b>0,613</b>	0,368	0,122
Alimentación de Estudiantes	-0,019	0,034	0,489	0,157	0,009
Actividad Deportiva	-0,028	-0,136	-0,046	0,510	0,122

Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

En la Tabla 4.13 se muestran los coeficientes de las cinco primeras variables canónicas del grupo de variables de “*Calidad y Servicios de la Educación*”, donde tenemos que para la variable canónica  $V_1$  la variable con mayor ponderación es *Calidad de la Educación*

*Privada*; para  $V_2$  la que aporta mayor ponderación es *Profesor-Computador*, para  $V_3$  le corresponde las variable *Satisfacción de Padres de familia*, mientras que para  $V_4$  le pertenece la característica *Calidad de la Educación Privada vs. Fiscal* y por ultimo a la variable canónica  $V_5$  le corresponde *Profesor-Computador*.

#### 4.8 GRÁFICOS DE ANDREWS

Es una técnica estadística multivariada que presenta gráficamente el comportamiento de los individuos de acuerdo a las variables investigadas, es la técnica de los “Gráficos de Andrews”, se construyen con soporte de las series de Fourier y teniendo en cuenta el comportamiento individual de cada ente entrevistado de acuerdo a las repuestas que toman cada una de las variables observadas.

Las curvas de Andrews fueron desarrolladas como un método para visualizar datos multidimensionales. Cada observación es proyectada a

un conjunto de funciones con base ortogonal representadas con senos y cósenos.

La función a graficarse para cada ente investigado está dada por:

$$f_x(t) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 \text{sen}(t) + x_3 \text{cos}(t) + x_4 \text{sen}(2t) + x_5 \text{cos}(2t) + \dots$$

Donde  $-\pi \leq t \leq \pi$

Es importante destacar que estas series corresponden a los individuos o elementos de la población o muestra y las formas de cada serie se interpretan como el patrón de comportamiento del individuo hacia un determinado grupo de características. Cuando algunas series muestran una trayectoria diferente al resto, esto se interpreta como series que no siguen un mismo patrón o valores “aberrantes” dentro del grupo de características.

La magnitud de cada variable de un individuo en particular afecta la frecuencia, la amplitud y la periodicidad de  $f$ , dando, una representación única para cada sujeto.

Para esta investigación se elaboran Gráficos por secciones, donde para la sección *“Infraestructura del Establecimiento Educativo y Características Generales del Establecimiento”* se realizan Gráficos de Andrews de acuerdo al *Nivel de Educación que imparte el establecimiento educativo* y

*Pensión Promedio*, mientras que para sección “*Calidad y Servicios de la educación*”, se construye según el *Tipo de Alumnado del Establecimiento del entrevistado*, *Género y Cargo del entrevistado*, se presentan a continuación.

#### **4.8.1 Infraestructura y Características Generales del Establecimiento Educativo**

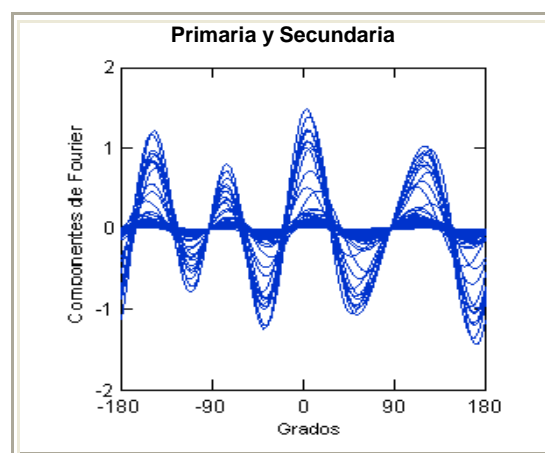
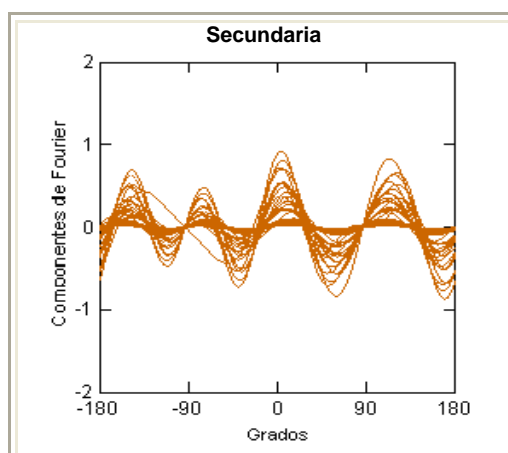
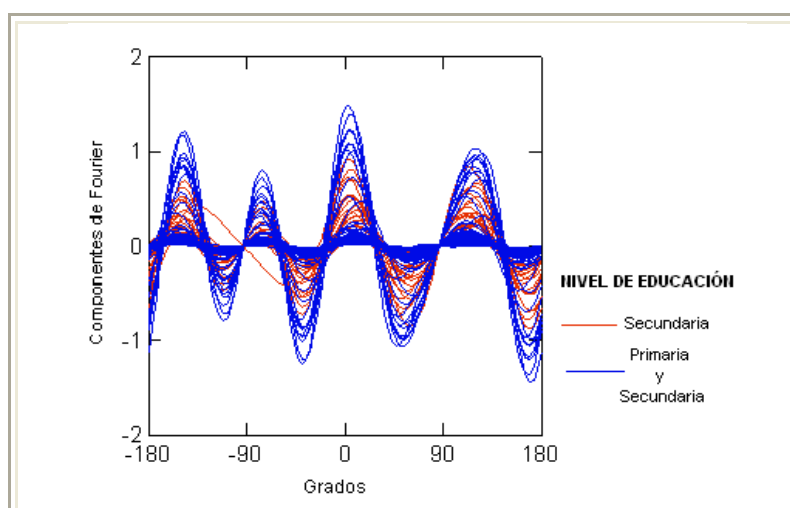
En el Cuadro 4.18 se muestran Gráficos de Andrews con respecto a la característica “Nivel de Educación que se Imparte los Establecimientos Educativos” referentes a la sección de *Infraestructura y Características Generales del Establecimiento*, en donde observamos en el gráfico conjunto que existe una mayor concentración de los establecimientos de educación media. En los gráficos individuales se visualiza que para el caso de los establecimientos educativos que imparten un nivel de educación secundaria, en casi todas las series mantienen el mismo patrón, excepto una serie que se nota claramente que tienen un alejamiento inferior entre los grados de -180 y -90, lo que indica, que hay un establecimiento con características diferentes.

En cambio para los planteles que ofrecen un nivel de educación primaria y secundaria, algunas curvas mantienen una misma trayectoria que oscilan entre -1 y 1, mientras que hay otras curvas que tienen oscilaciones mayores entre -1 y 1, lo que muestra, que existen algunas unidades educativas que tienen características diferentes en su infraestructura.

**Cuadro 4.18**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil.*

**Gráficos de Andrews de las variables que miden la "Infraestructura del Establecimiento y Características Generales del Establecimiento Educativo" Por Nivel de Educación que se imparte en el Establecimiento**



Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

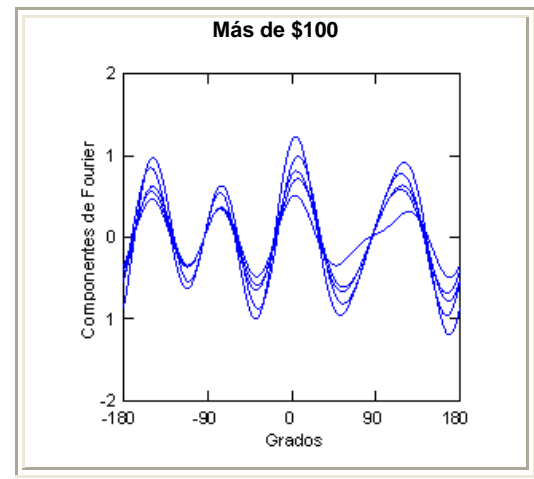
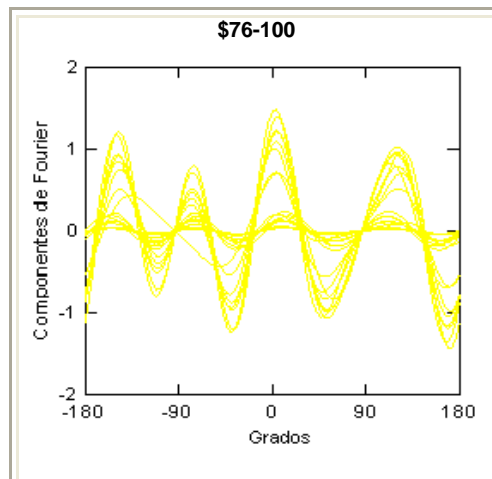
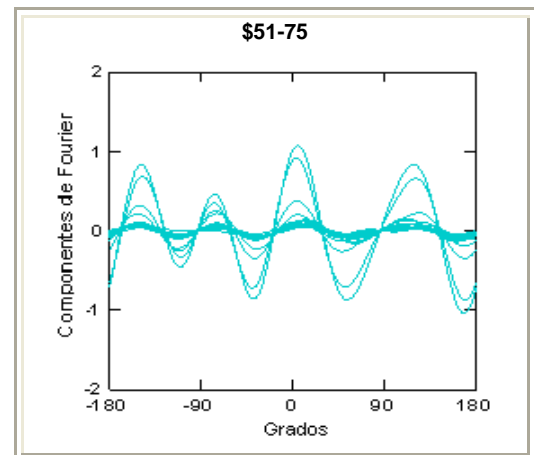
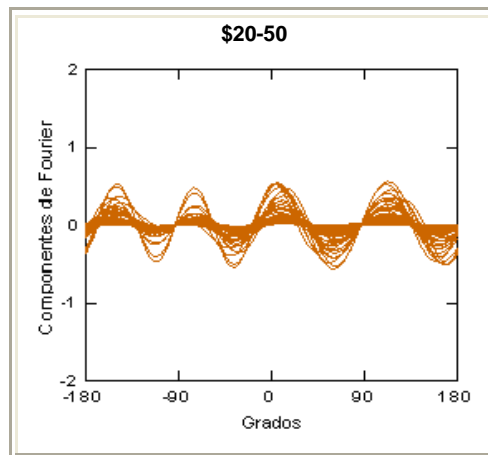
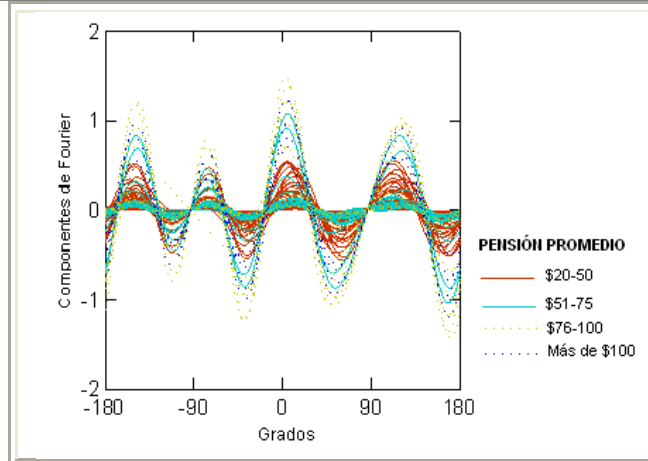
Gráficos de Andrews individuales por “Pensión promedio en dólares de la educación secundaria” referente a este grupo de variables (Cuadro 4.19), en donde podemos observar que las curvas que tienen mayor concentración son de los colegios que tienen una pensión promedio de \$20-\$50 para la educación secundaria y que siguen un claro patrón, respecto a las características de infraestructura del establecimiento educativo.

En cambio para los establecimientos educativos que cobran una pensión promedio entre \$51 y \$75, muestran dos patrones de curvas diferentes, que implica que existen establecimientos que tienen características diferentes. Notamos que existen pocos planteles que tienen una pensión más de cien dólares debido a la poca concentración de curvas que muestra el Cuadro 4.19.

**Cuadro 4.19**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil.*

**Gráfico de Andrews de las variables que miden la "Infraestructura del Establecimiento y Características Generales del Establecimiento Educativo" Por Pensión Promedio para la Educación Secundaria**



Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

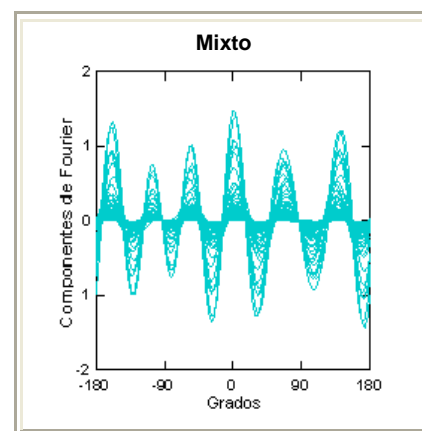
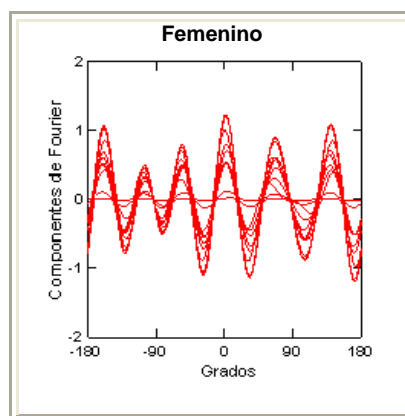
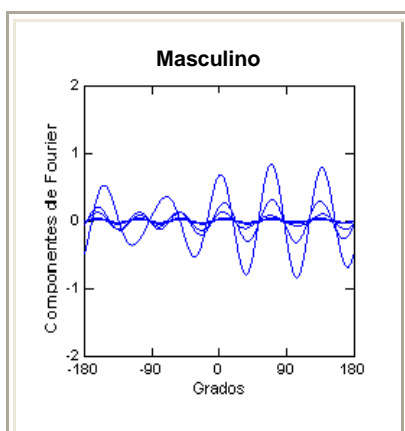
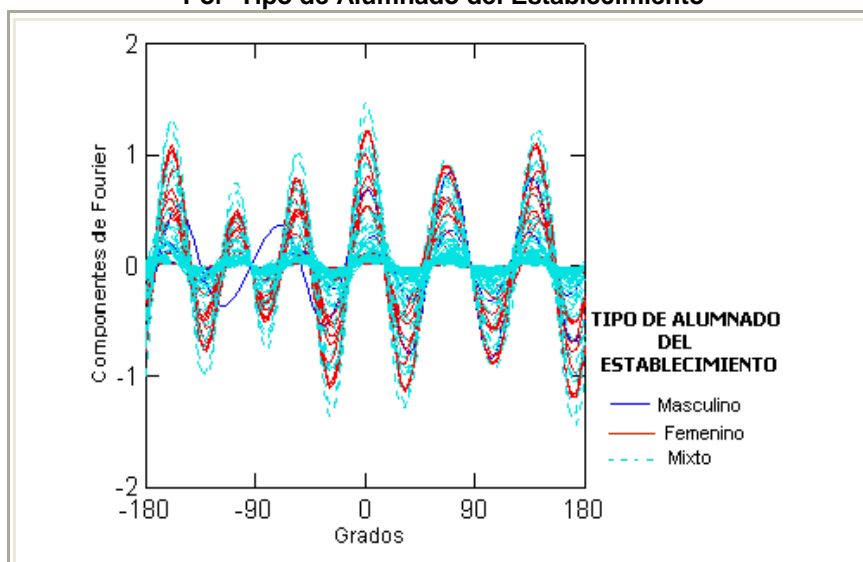


Es interesante prestar atención los patrones de comportamiento con respecto a la secciones “*Infraestructura del Establecimiento y Características Generales del Establecimiento Educativo*” con respecto a la característica “Tipo de Alumnado de Establecimiento”, como se muestra en el Cuadro 4.20.

**Cuadro 4.20**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Gráfico de Andrews de las variables que miden la “Infraestructura del Establecimiento y Características Generales del Establecimiento Educativo” Por Tipo de Alumnado del Establecimiento**



Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

En el Cuadro 4.20 se observa que existe una gran cantidad de establecimientos secundarios particulares de la Ciudad de Guayaquil que imparten educación tanto al género femenino y masculino simultáneamente. En el análisis gráfico individual se presenta un claro patrón de comportamiento de los establecimientos “mixto” para estas características; en cambio las existe una menor concentración de curvas para los planteles de clasificación “masculino”.

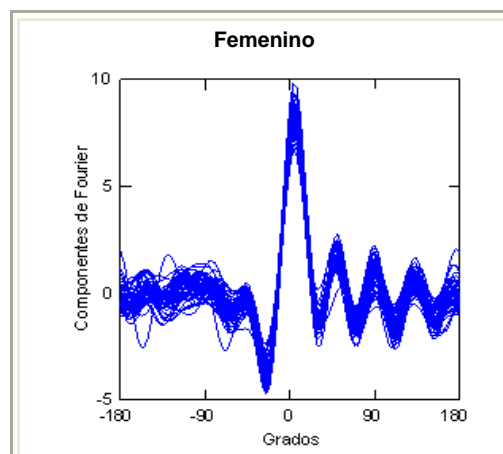
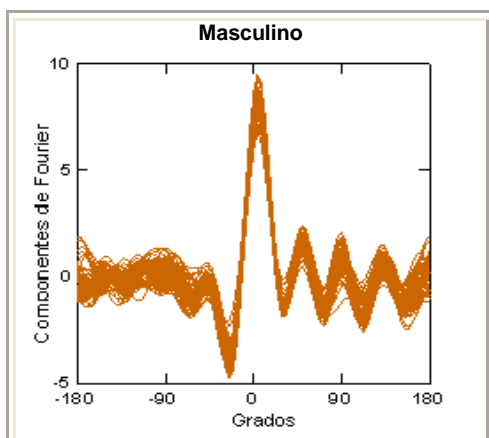
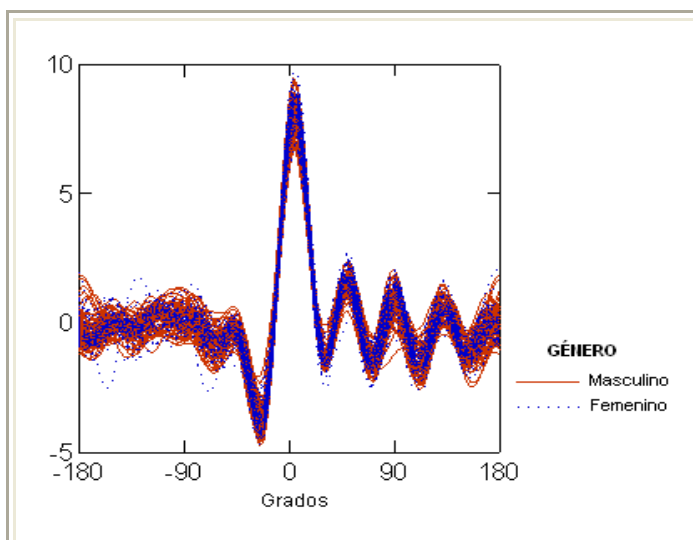
#### **4. 8.2 Calidad y Servicios de la Educación**

Los Gráficos que se muestran en el Cuadro 4.21, donde se observa el comportamiento de los entrevistados por “Género” referente a las variables que miden el pensamiento del rector o vicerrector con respecto a la *“Calidad y Servicios de la Educación”*, se observa que tanto para género masculino, como para el género femenino siguen un mismo patrón desde el ángulo de menos 50 a 180 grados, lo que indica, que los entrevistados tanto hombres y mujeres tienen respuestas similares, mientras las curvas para ambos géneros, desde el ángulo menos ciento ochenta hasta cero no tienen un patrón claramente definido; en las curvas género femenino se observa visiblemente que hay algunas curvas están alejada de las otras, lo que significa, que algunos entrevistados de género femenino tienen respuestas diferentes con algunas variables de esta sección.

**Cuadro 4.21**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Gráfico de Andrews de las variables que miden el “Calidad y Servicios de la Educación”  
Por Género del Entrevistado**



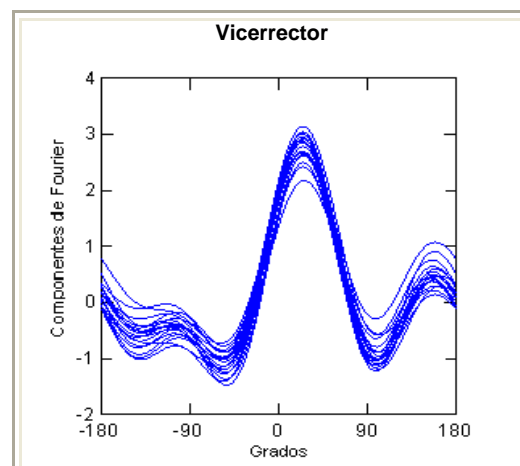
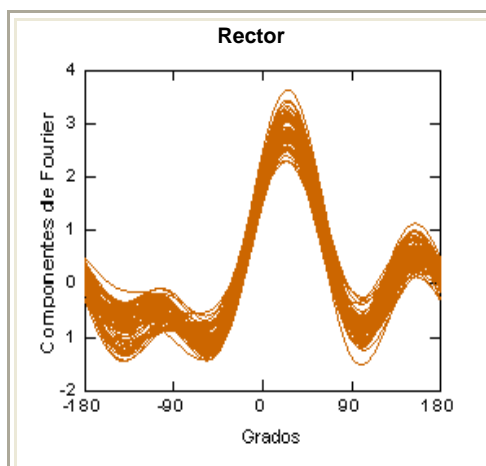
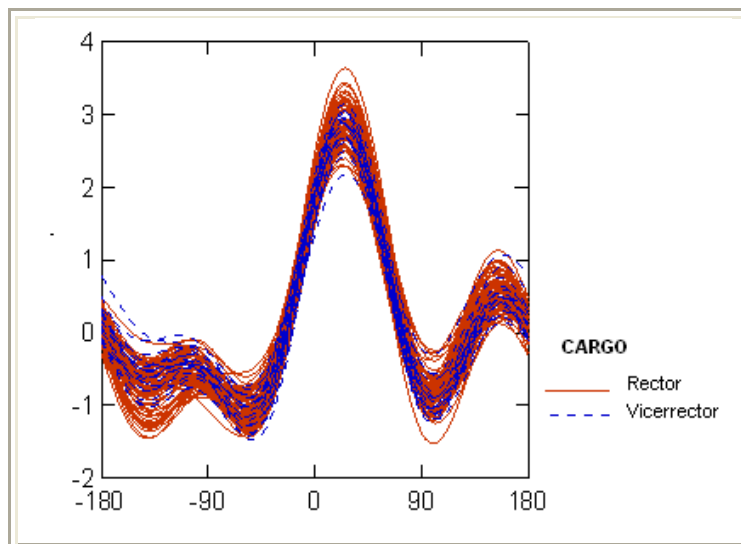
Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

En el Cuadro 4.22 se observan gráficos del patrón de comportamiento de los entrevistados sobre las opiniones de la sección “*Acerca de la Calidad de la Educación*”, en donde se agrupan por la variable “Cargo del Entrevistado”.

**Cuadro 4.22**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Gráfico de Andrews de las variables que miden el "Calidad de la Educación"  
Por Cargo del Entrevistado**



Elaborado por: Lourdes Aguilera F.

En el análisis individual se observa que los rectores siguen un patrón de pronunciamiento similar para las proposiciones de esta sección, mientras que los Vicerrectores muestran marcadas diferencias sobre el pronunciamiento para la sección denominada *“Acerca de la Calidad de la Educación”*. (Véase en el Cuadro 4.22).

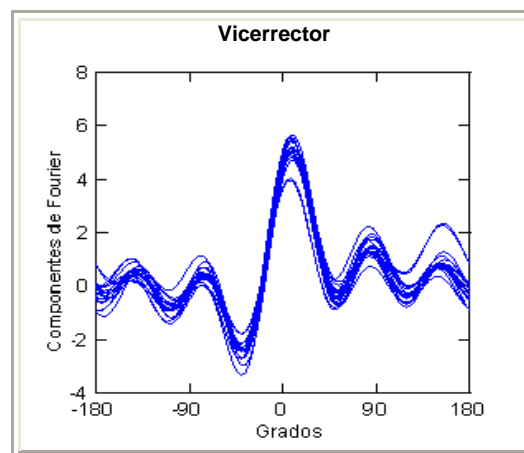
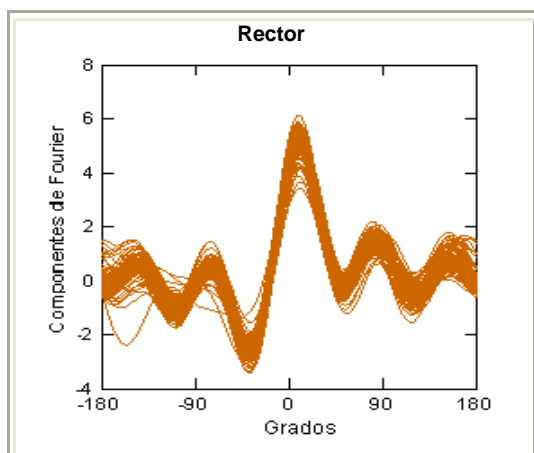
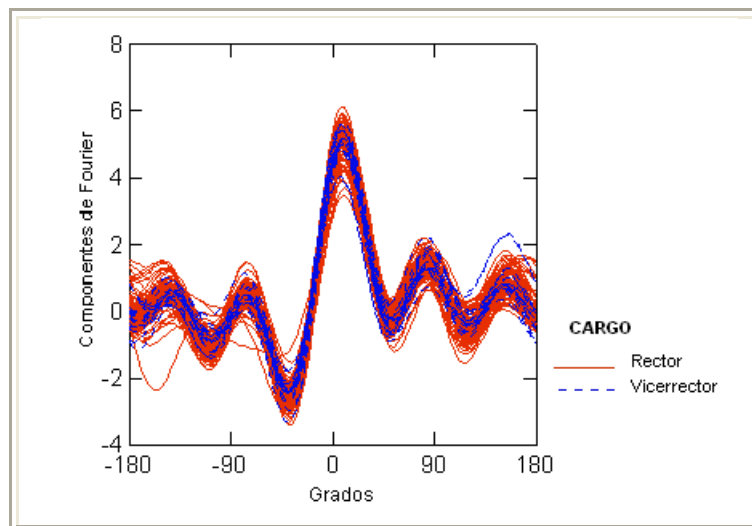
Se procede a realizar un análisis similar al anterior para la característica “Cargo del Entrevistado”, pero observando el patrón de comportamiento de repuestas de los informante para la sección *“Servicios Relacionados a la Educación”*, esto se muestra en el Cuadro 4.23

Se observa en el Cuadro 4.23, que tanto los rectores como los vicerrectores presentan un claro pronunciamiento hacia las proposiciones de la sección “Servicios Relacionados a la Educación”; también se observa que en la series de rectores existe distorsión de la trayectoria uniforme desde el ángulo menos de ciento ochenta hasta noventa, en donde se nota especialmente una curva se sale de esa trayectoria, esto nos indica, que existe un rector con pronunciamiento diferente para esta sección.

**Cuadro 4.23**

*Análisis Estadístico y Distribución Espacial de los Servicios Relacionados a la Educación Secundaria Particular en la ciudad de Guayaquil*

**Gráfico de Andrews de las variables que miden el “Servicios de la Educación”  
Por Cargo del Entrevistado**



Elaborado por: Lourdes Aguilera F.