



ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA DEL LITORAL
Guayaquil - Ecuador

ICM – ESPOL
INSTITUTO DE CIENCIAS
MATEMÁTICAS



La Prueba de Aptitud Escolástica como Indicador del Rendimiento Académico de los Estudiantes de Ingeniería de la ESPOL

*Estudio estadístico
de una cohorte de estudiantes*

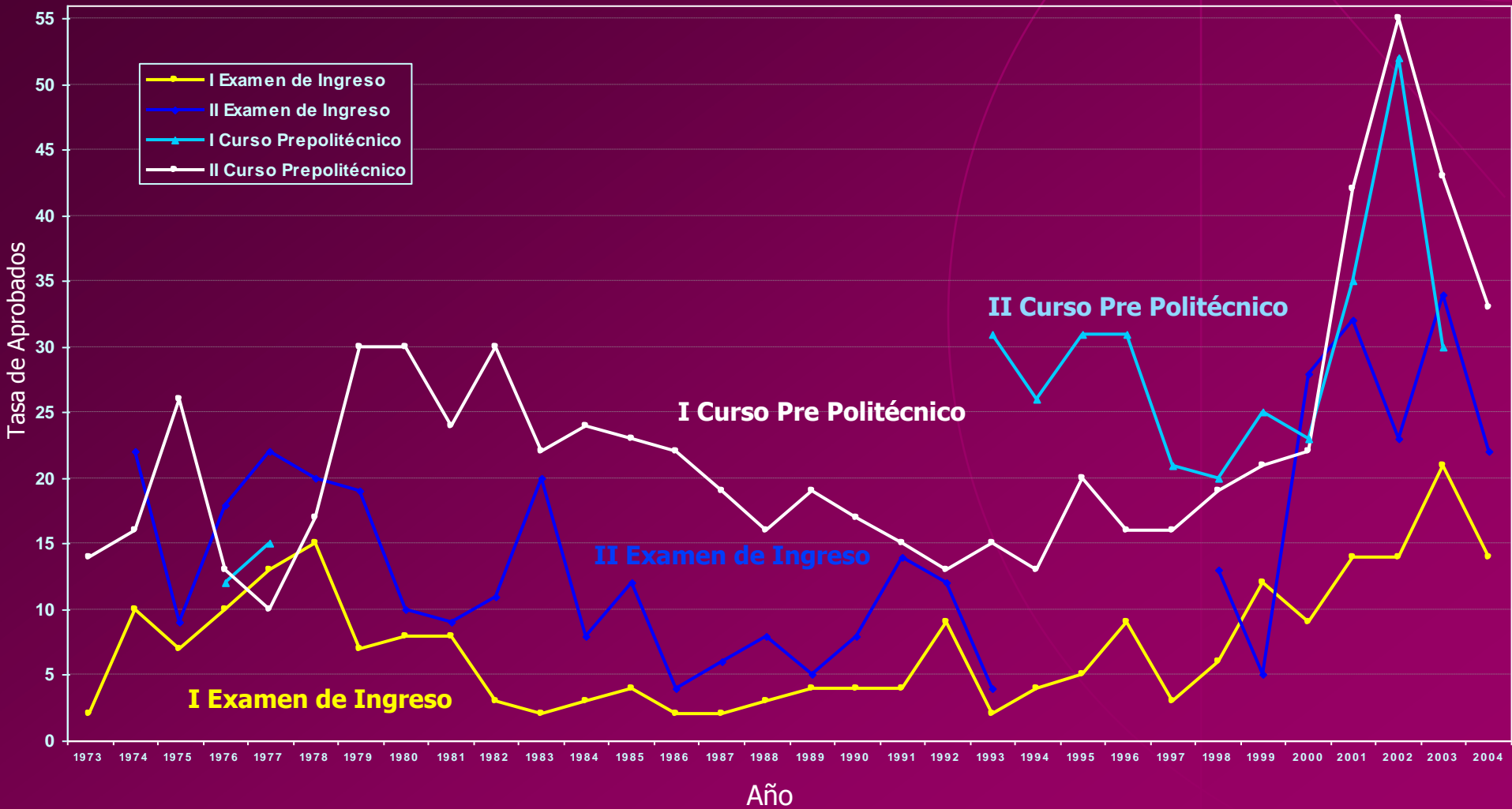
SISTEMA DE INGRESO DE LA ESPOL

LA PRUEBA DE APTITUD COMO PARTE DEL SISTEMA DE INGRESO A LA ESPOL

$$x = PPC + \frac{PAE - 20}{5}$$

donde, PPC es el promedio de las pruebas de conocimiento, y
PAE = nota obtenida en la prueba de aptitud escolástica

TASA DE ASPIRANTES APROBADOS POR CADA CIEN INSCRITOS



Las discontinuidades en las series indican que durante los años correspondientes la ESPOL no ofreció esa modalidad de ingreso⁴

POBLACIÓN OBJETIVO

Cohorte de estudiantes de la ESPOL, que se matricularon en 1999 (Primero o Segundo Semestre), luego de aprobar el *Primer curso Pre Politécnico de Ingeniería* de ese año.

POBLACIÓN INVESTIGADA

La Población Objetivo coincide con la Población Investigada

Cohorte de estudiantes de la ESPOL, que se matricularon en 1999 (Primero o Segundo Semestre), luego de aprobar el Primer curso Pre Politécnico de Ingeniería de ese año.

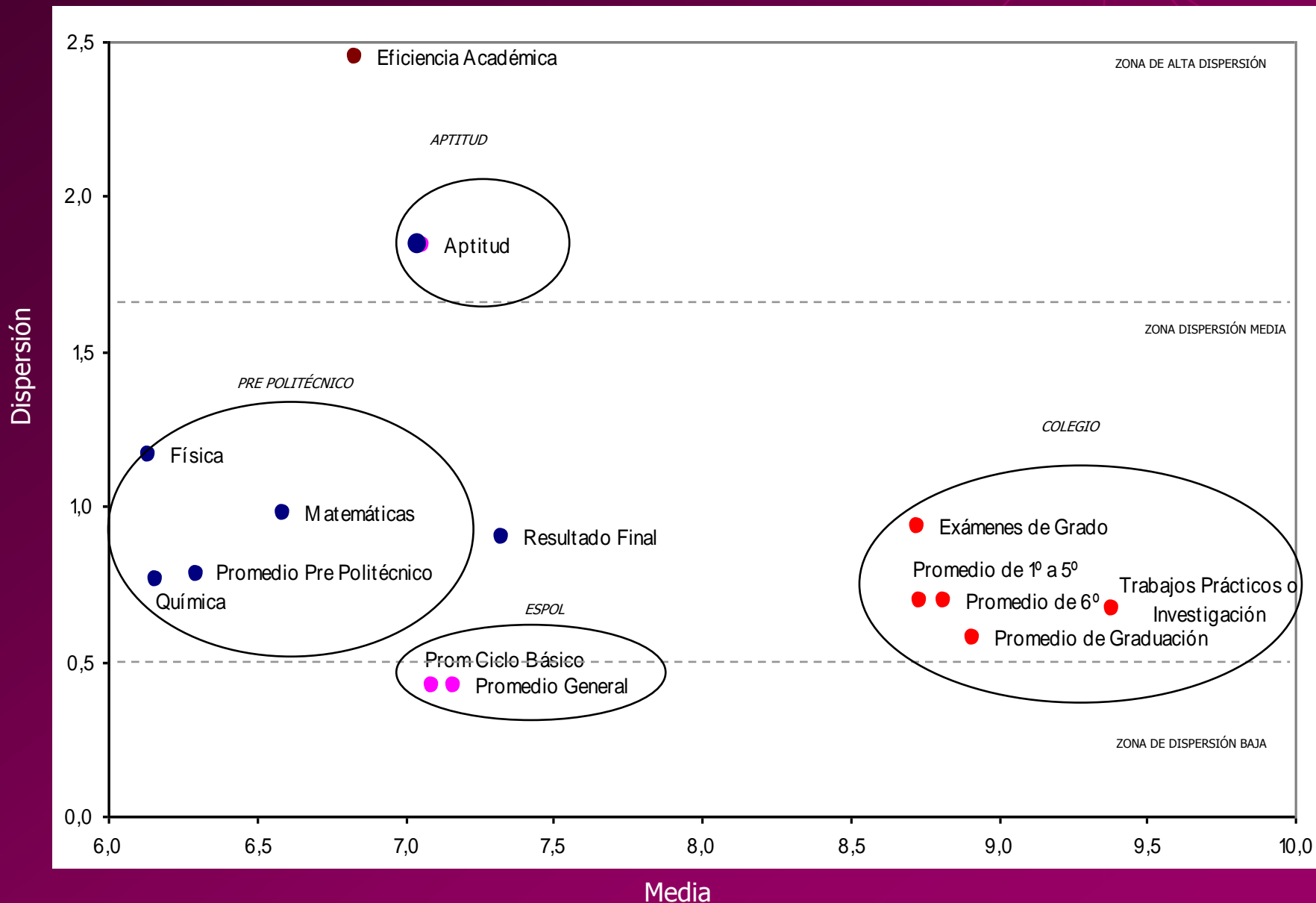
**TAMAÑO DE LA
POBLACIÓN
INVESTIGADA**

N= 251.

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN A SER ESTUDIADAS

A estos estudiantes se les ha hecho un seguimiento en el colegio, en el período de admisión y en la Politécnica del Litoral.

...viene CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN A SER ESTUDIADAS



ANÁLISIS UNIVARIADO

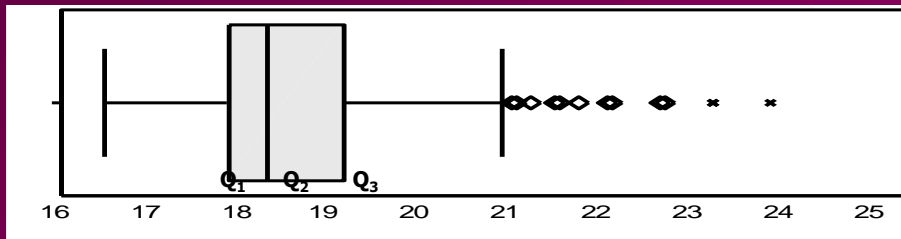
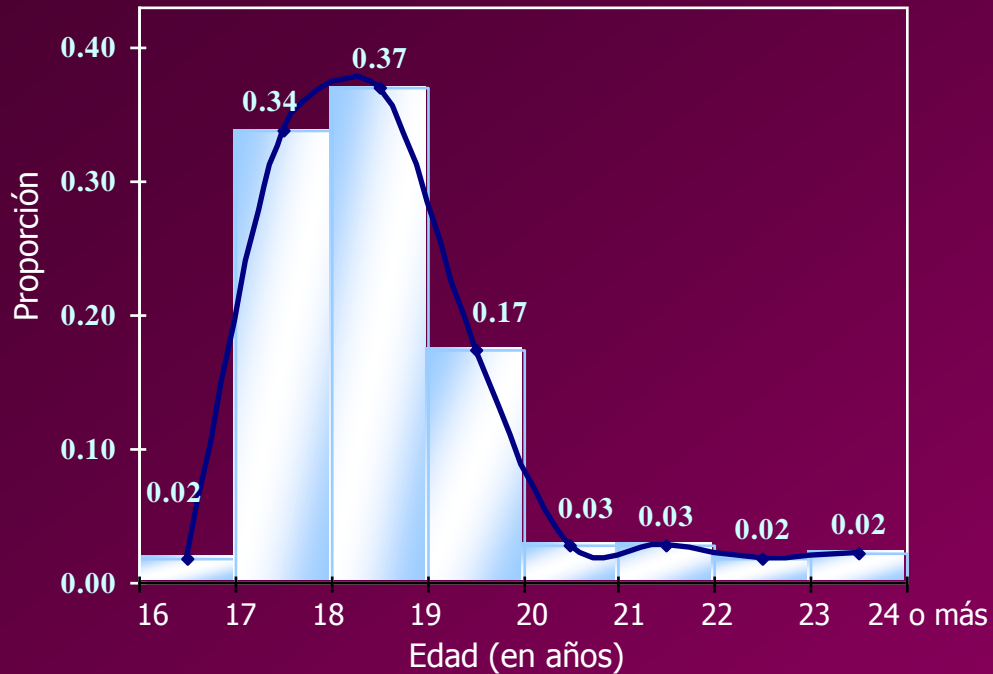
Análisis Univariado

✱ Género

Género	Aspirantes	Aprobados	Matriculados
Femenino	0,150	0,124	0,112
Masculino	0,850	0,876	0,888
<i>Total</i>	<i>1,000</i>	<i>1,000</i>	<i>1,000</i>

Edad al Ingresar

Histograma y Diagrama de Caja

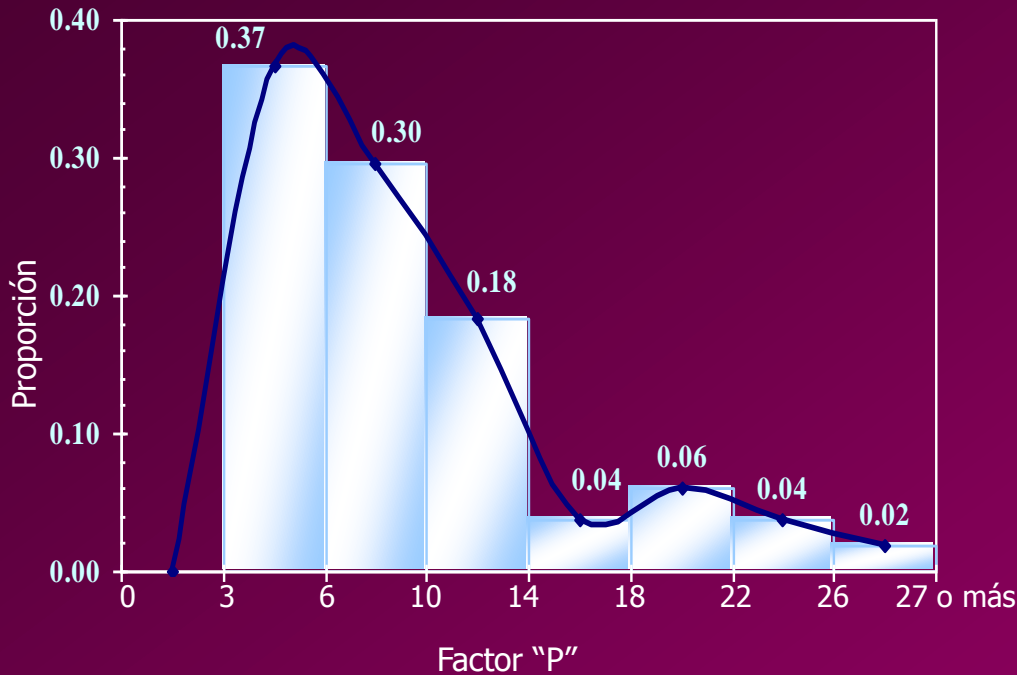


Estadística Descriptiva

N	251
Media	18,691
Moda	17,663
Varianza Poblacional	2,271
Desviación Estándar	1,507
Sesgo	3,004
Kurtosis	13,650
Mín.	16,471
Máx.	28,863
Cuartil 1, Q ₁	17,860
Mediana	18,315
Cuartil 3, Q ₂	19,122

Factor Socioeconómico, "P"

Histograma y Diagrama de Caja



Estadística Descriptiva

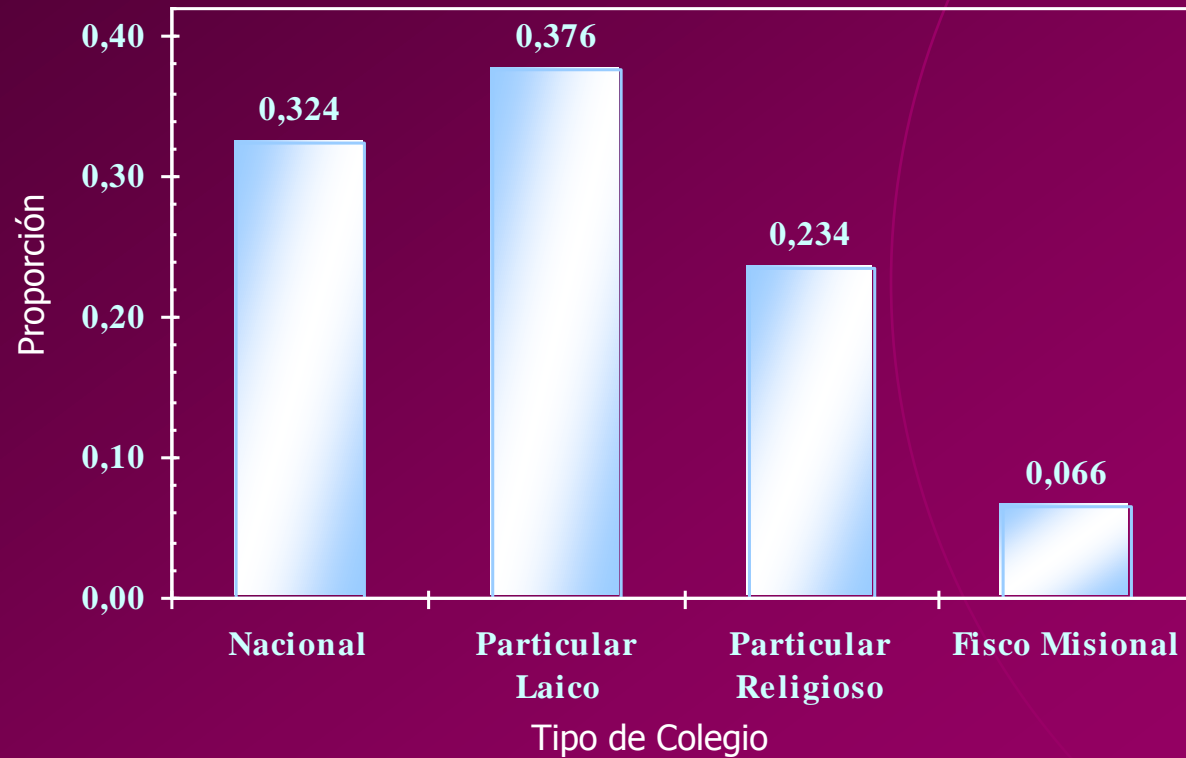
N	251
Media	9,751
Moda	5
Varianza Poblacional	40,169
Desviación Estándar	6,338
Error Estándar	0.4
Sesgo	1,558
Kurtosis	2,893
Mín.	3
Máx.	40
Cuartil 1, Q_1	5
Mediana	8
Cuartil 3, Q_2	12

☀ Colegio de Procedencia

No.	Colegio	Proporción
1	Liceo Naval Guayaquil	0,094
2	San José La Salle	0,075
3	Simón Bolívar	0,066
4	Vicente Rocafuerte	0,056
5	Academia Naval Guayaquil	0,038
6	Domingo Comín	0,028
7	San Agustín	0,028
8	Aguirre Abad	0,023
9	Americano de Guayaquil	0,023
10	Academia Naval Almirante Illingworth	0,023
11	Espíritu Santo	0,023
12	Héroes del 41 (Machala)	0,023
13	Cristóbal Colón	0,019
14	Javier	0,019
15	P. Marcos Benetazo (Babahoyo)	0,019
16	Tnte. Hugo Ortiz Garcés	0,019
17	Velasco Ibarra (Milagro)	0,019
18	Carlos Julio Arosemena	0,014
19	Juan Montalvo	0,014
20	Monseñor Bernardino Echeverría	0,014
21	Otros	0,363
	Total	1,000

☀ Tipo de Colegio

Gráfico de Distribución

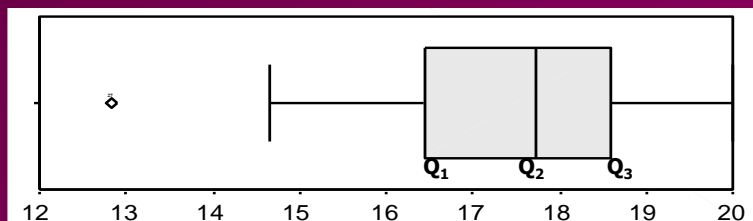
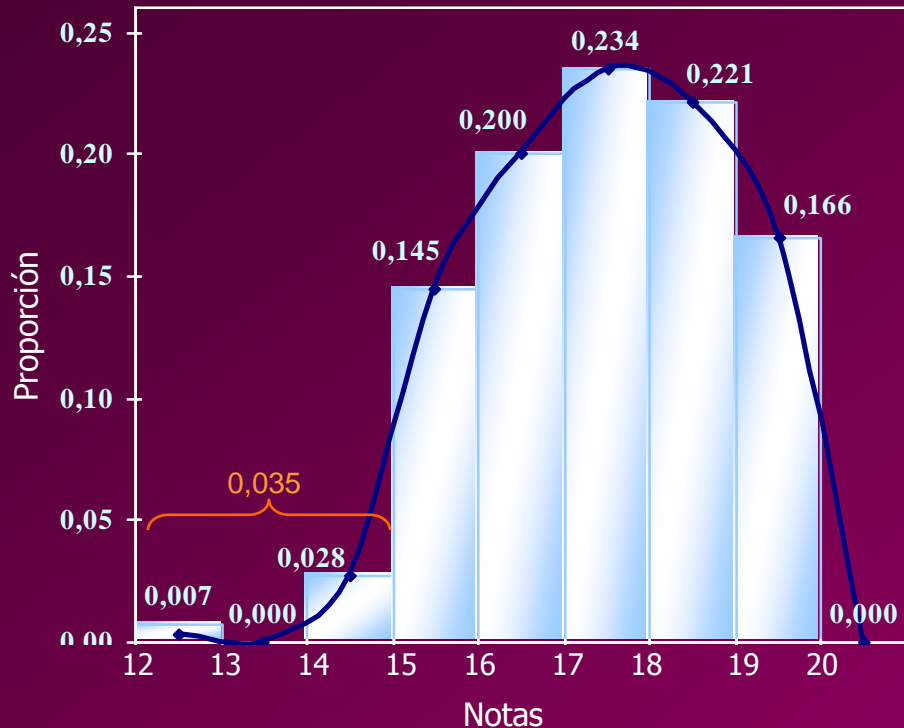


☀ Especialización del Bachiller



Notas de 1° a 5° Curso

Histograma y Diagrama de Caja



Estadística Descriptiva

N	245
Media	17,50
Moda	16,60
Varianza Poblacional	1,99
Desviación Estándar	1,41
Sesgo	-0,39
Kurtosis	-0,36
Mín.	12,84
Máx.	20
Cuartil 1, Q_1	16,43
Mediana	17,73
Cuartil 3, Q_2	18,60

Bondad de Ajuste (K-S): Notas de 1º a 5º Curso, X_{25}

H_0 : Las Notas de 1º a 5º Curso de los estudiantes investigados puede ser modelada como una distribución $\mathcal{N}(17,5 ; 2)$

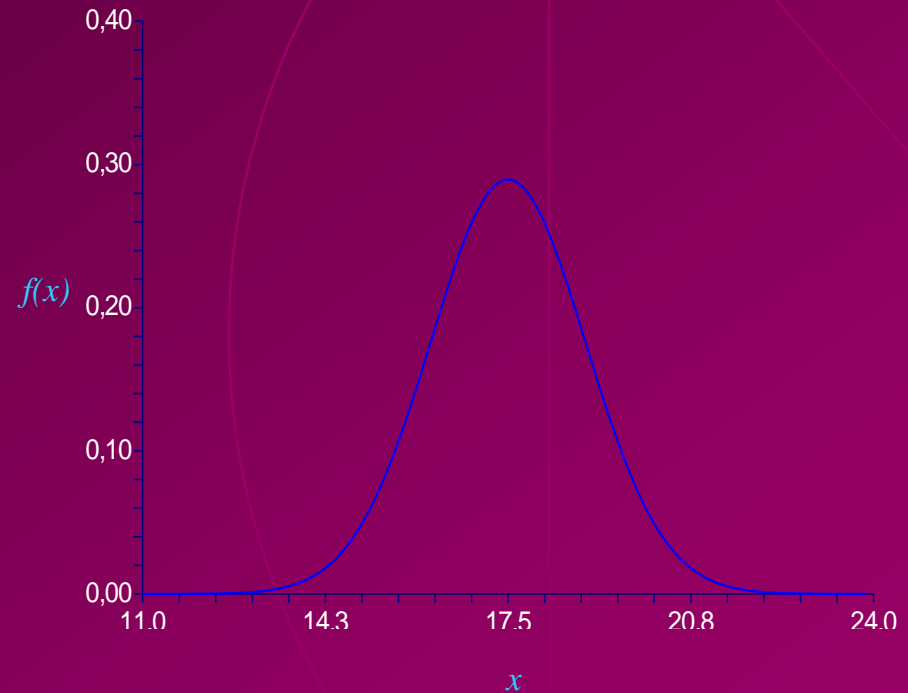
vs.

H_1 : No es verdad H_0 .

$$\text{Sup}_x \left| \hat{F}(x) - F_o(x) \right| = 0,068$$

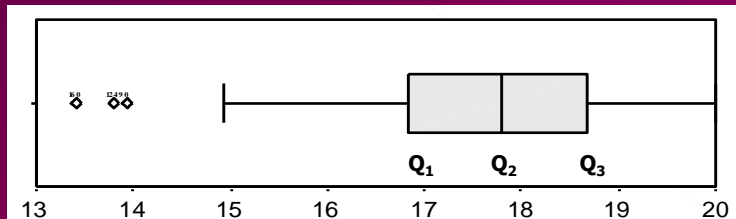
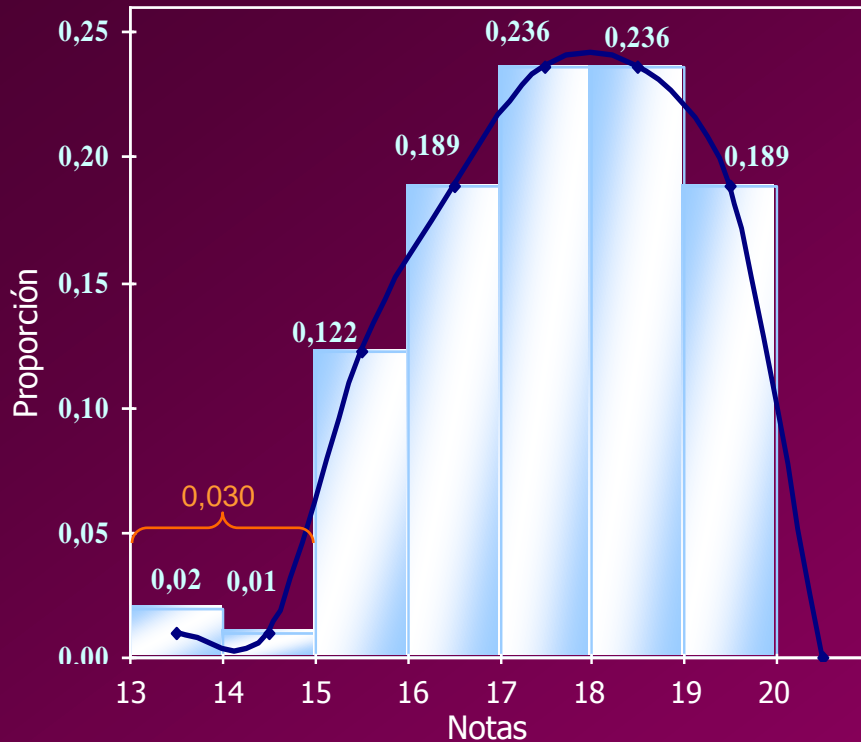
$$\text{Valor } p \text{ (dos colas)} = 0,508$$

Curva Normal $\mathcal{N}(17,5 ; 2)$



Notas de 6º Curso

Histograma y Diagrama de Caja



Estadística Descriptiva

N	245
Media	17,68
Moda	17
Varianza Poblacional	1,97
Desviación Estándar	1,40
Error Estándar	0,09
Sesgo	-0,45
Kurtosis	-0,16
Mín.	13,42
Máx.	20
Cuartil 1, Q ₁	16,83
Mediana	17,79
Cuartil 3, Q ₂	18,79

Bondad de Ajuste (K-S): Notas de 6º

H_0 : Las *Notas de 6º Curso* de los estudiantes investigados puede ser modelada como una distribución

$$\mathcal{N}(17,7 ; 2)$$

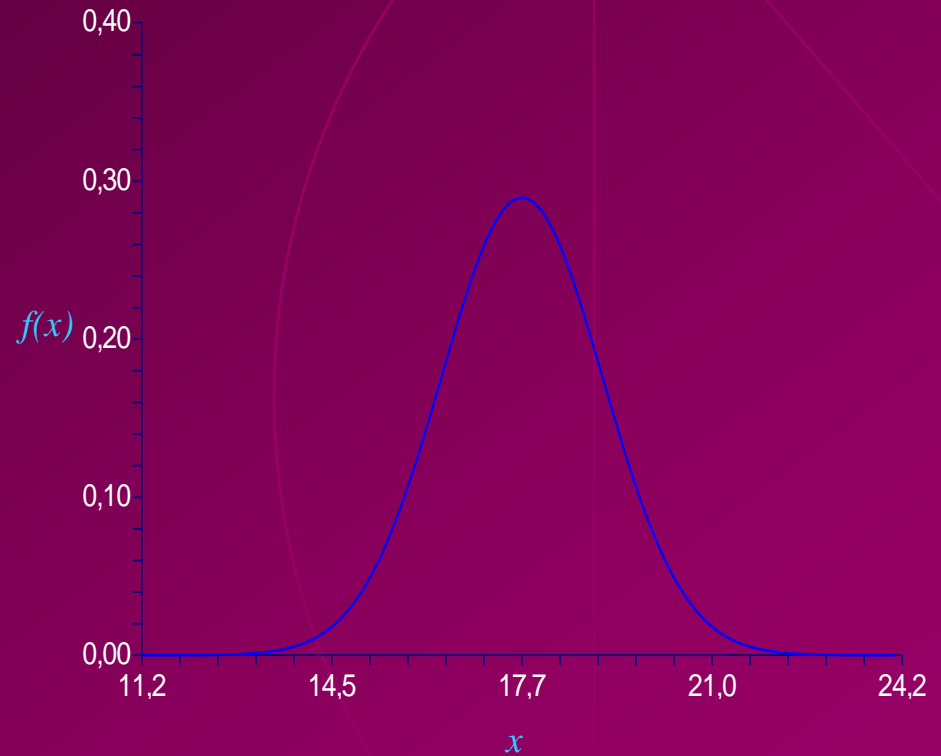
vs.

H_1 : No es verdad H_0 .

$$\text{Sup}_x \left| \hat{F}(x) - F_o(x) \right| = 0,065$$

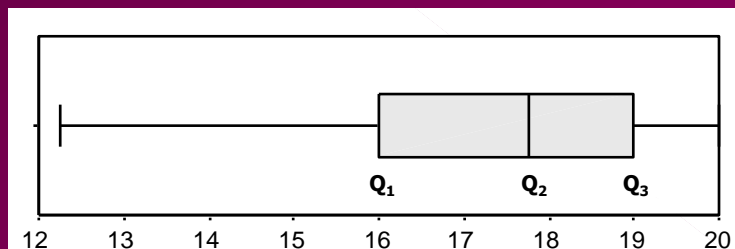
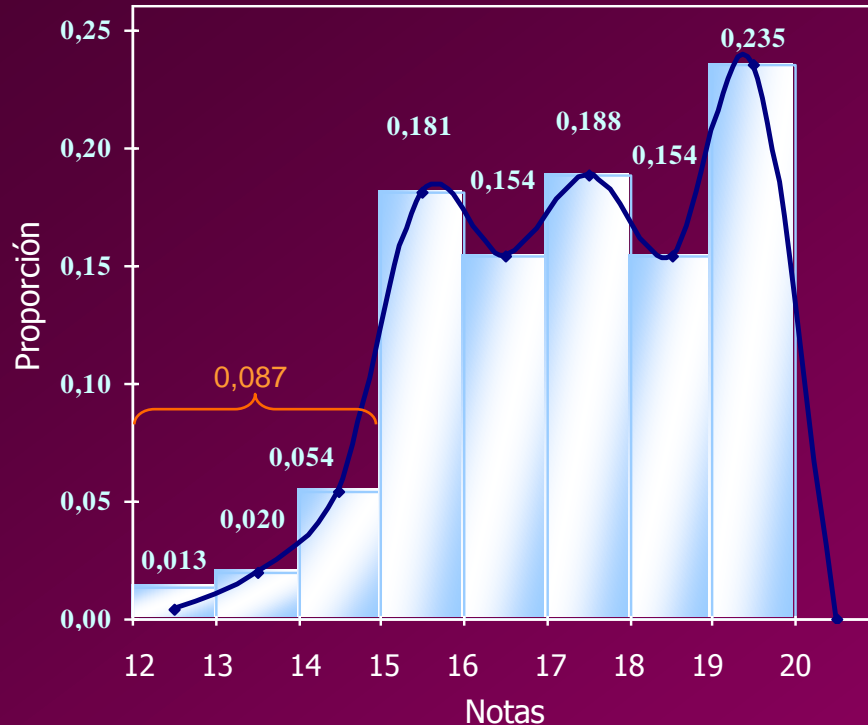
Valor p (dos colas) = 0, 566

Curva Normal $\mathcal{N}(17,7 ; 2)$



Exámenes de Grado

Histograma y Diagrama de Caja



Estadística Descriptiva

N	245
Media	17,47
Moda	20
Varianza Poblacional	3,31
Desviación Estándar	1,82
Error Estándar	0,115
Sesgo	-0,38
Kurtosis	-0,64
Mín.	12,25
Máx.	20
Cuartil 1, Q ₁	16
Mediana, Q ₂	17,75
Cuartil 3, Q ₃	19

Bondad de Ajuste (K-S): Exámenes de Grado

H_0 : Las notas de los *Exámenes de Grado* de los estudiantes investigados puede ser modelada como una distribución $\mathcal{N}(17,7 ; 3,3)$

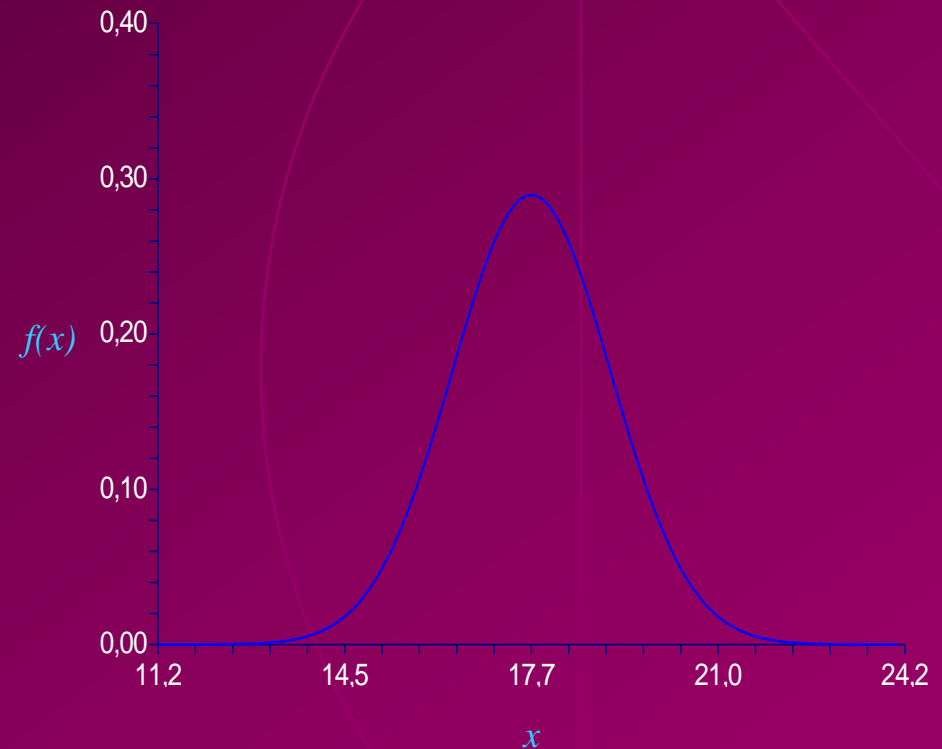
vs.

H_1 : No es verdad H_0 .

$$\text{Sup}_x \left| \hat{F}(x) - F_o(x) \right| = 0,077$$

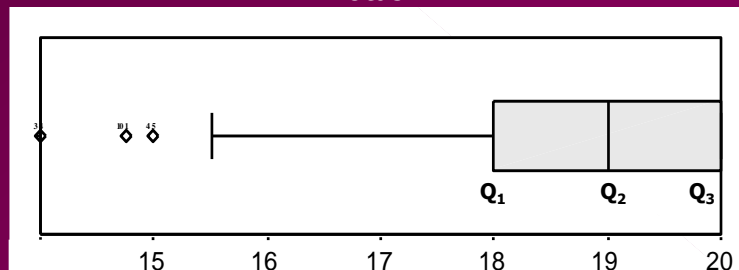
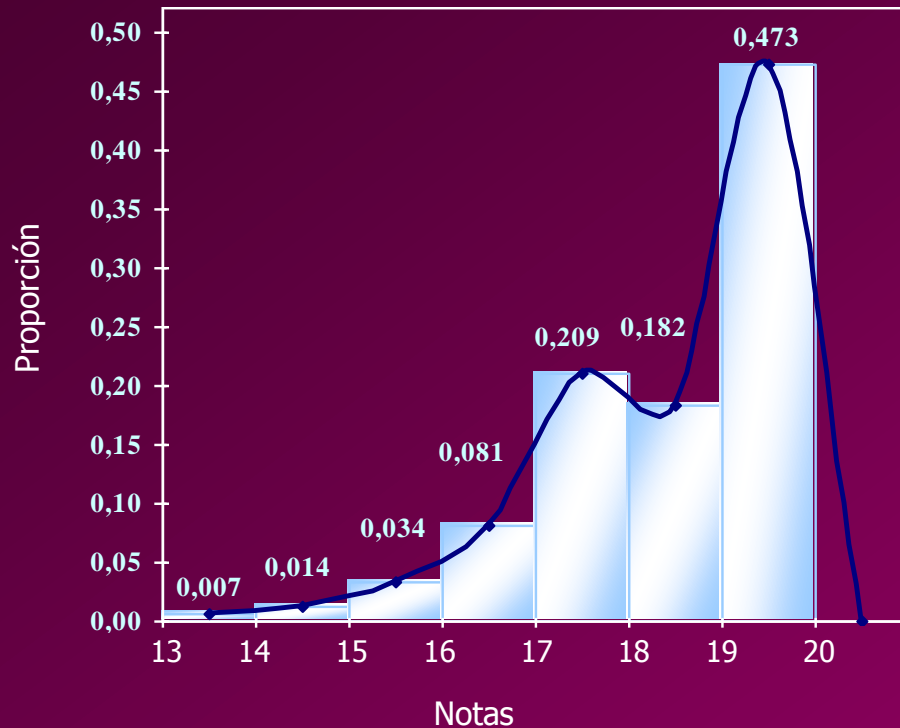
Valor p (dos colas) = 0,116

Curva Normal $\mathcal{N}(17,7 ; 3,3)$



☀ Trabajos Prácticos o de Investigación

Histograma y Diagrama de Caja



Estadística Descriptiva

N	245
Media	17,50
Moda	16,69
Varianza Poblacional	1,99
Desviación Estándar	1,41
Error Estándar	0.09
Sesgo	-0,39
Kurtosis	-0,36
Mín.	12,84
Máx.	20
Cuartil 1, Q ₁	16,43
Mediana, Q ₂	17,73
Cuartil 3, Q ₃	18,60

Bondad de Ajuste (K-S): Trabajos Prácticos o de Investigación

H_0 : Las notas de *Trabajos Prácticos o de Investigación* de los estudiantes investigados puede ser modelada como una distribución

$$\mathcal{N}(17,7 ; 3,3)$$

vs.

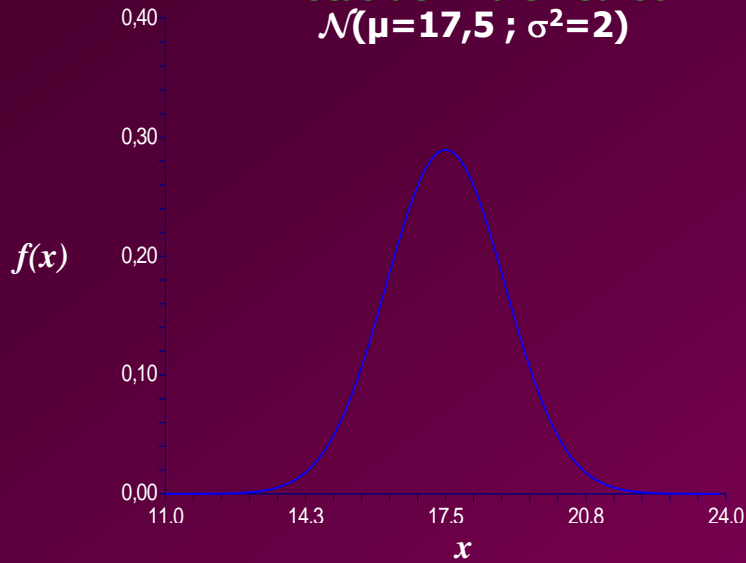
H_1 : No es verdad H_0 .

$$\text{Sup}_x \left| \hat{F}(x) - F_o(x) \right| = 0,236$$

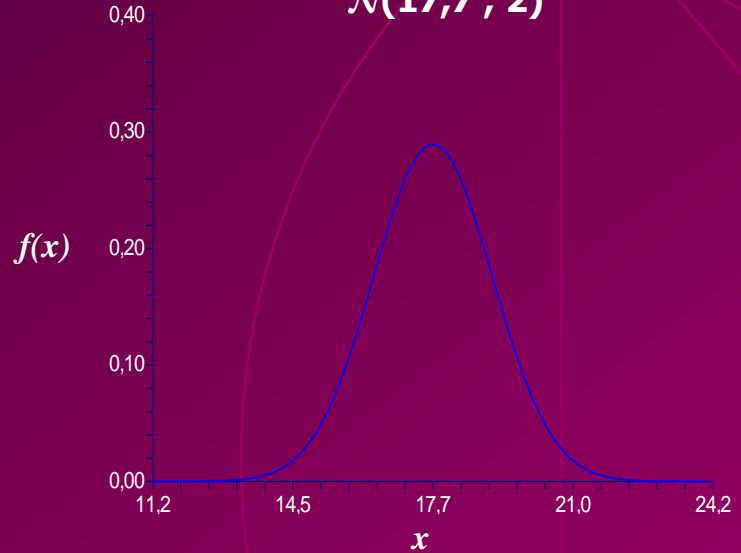
$$\text{Valor p (dos colas)} = 0,000$$

Modelos Matemáticos del *Desempeño en el Colegio*

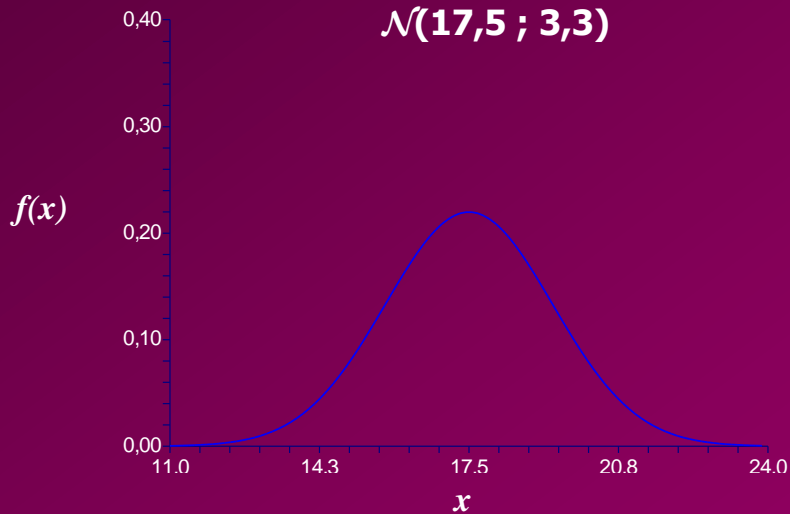
Notas de 1º a 5º Curso
 $\mathcal{N}(\mu=17,5 ; \sigma^2=2)$



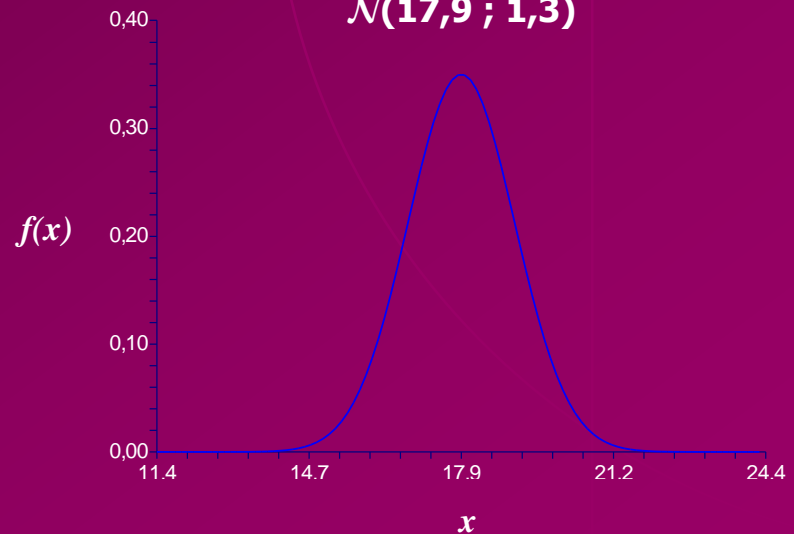
Notas de 6º Curso
 $\mathcal{N}(17,7 ; 2)$



Notas de Exámenes de Grado
 $\mathcal{N}(17,5 ; 3,3)$



Notas de Graduación
 $\mathcal{N}(17,9 ; 1,3)$

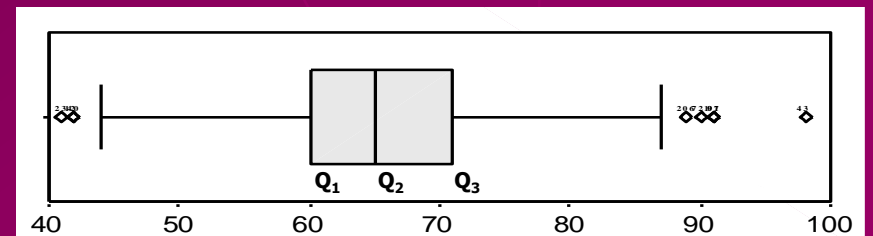
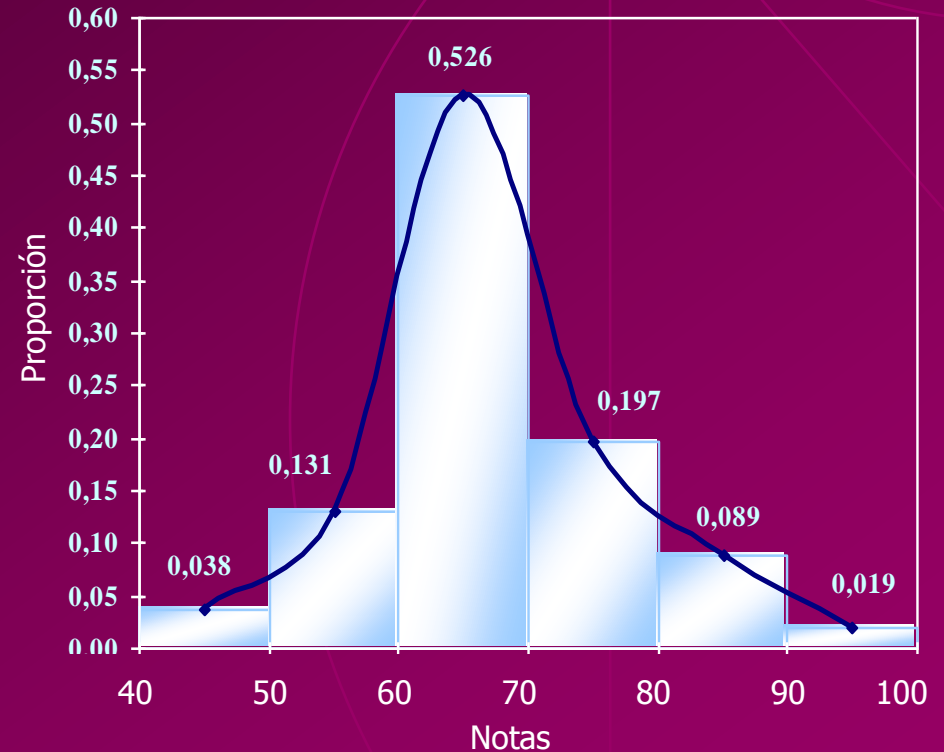


☀ Matemáticas (Pre Politécnico)

Estadística Descriptiva

N	251
Media	65,911
Moda	60
Varianza Poblacional	95,77
Desviación Estándar	9,786
Error Estándar	0,617
Sesgo	0,342
Kurtosis	0,513
Mín.	41
Máx.	98
Cuartil 1, Q_1	60
Mediana, Q_2	65
Cuartil 3, Q_3	71

Histograma y Diagrama de Caja

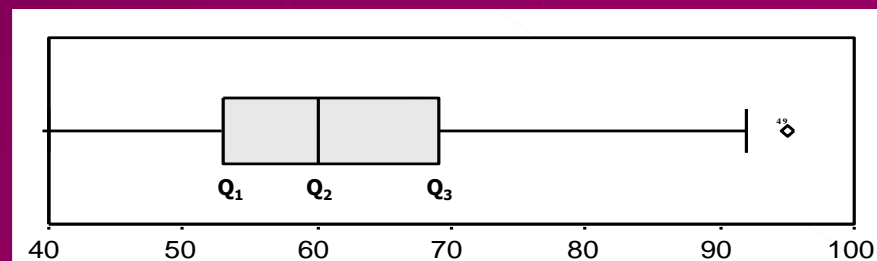
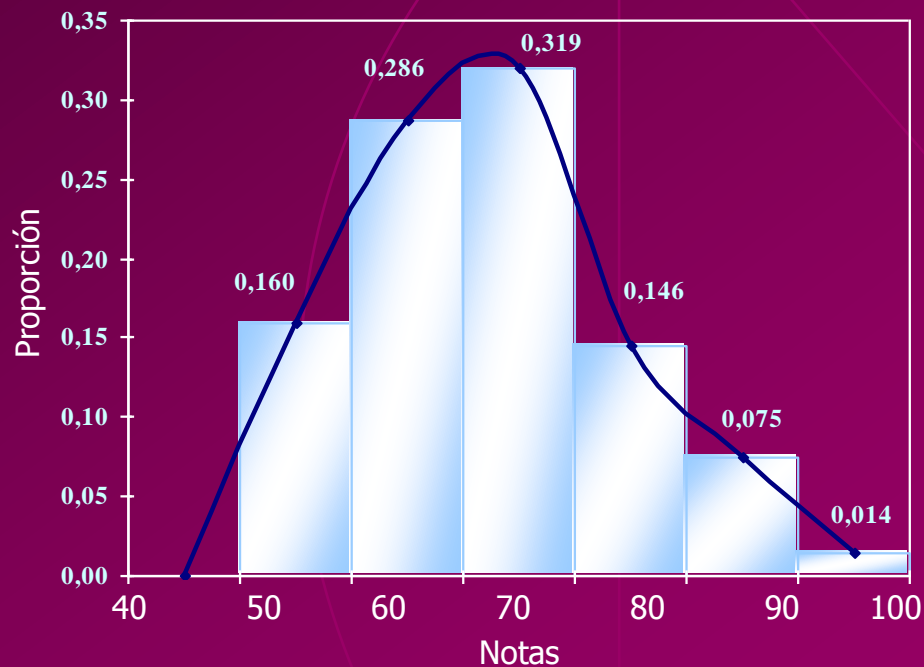


☀ Física (Pre Politécnico)

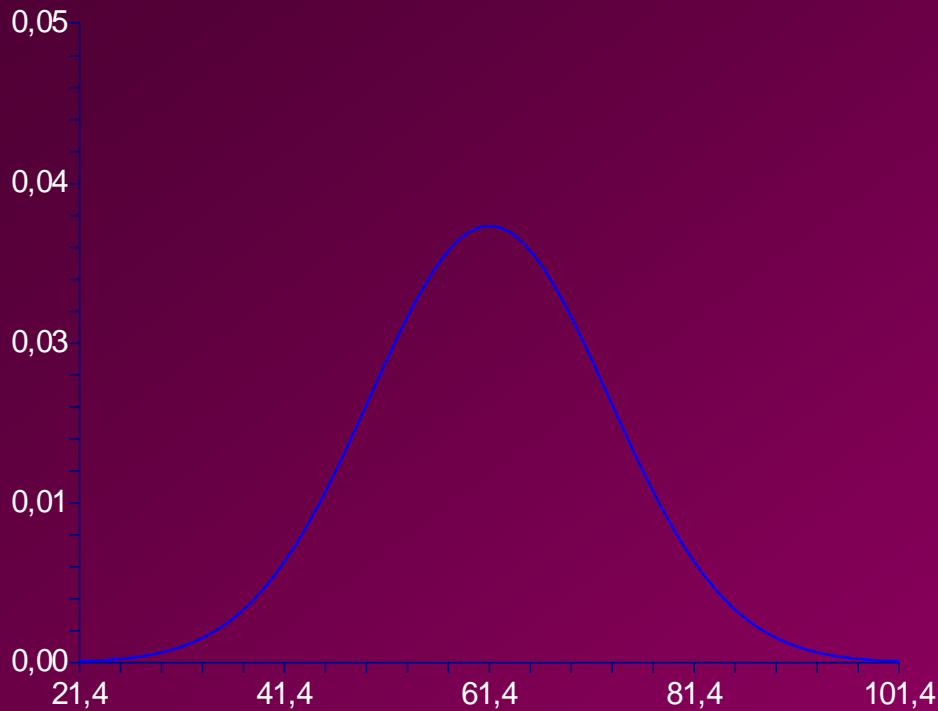
Estadística Descriptiva

N	251
Media	61,394
Moda	60
Varianza Poblacional	136,485
Desviación Estándar	11,683
Sesgo	0,48
Kurtosis	-0,244
Mín.	40
Máx.	95
Cuartil 1, Q_1	53
Mediana, Q_2	60
Cuartil 3, Q_3	69

Histograma y Diagrama de Caja



Física
 $N(\mu=61 ; \sigma^2=136)$



Bondad de Ajuste (K-S):
Física

H_0 : El *Notas Exámenes de Grado* de los estudiantes investigados puede ser modelada como una distribución

$$\mathcal{N}(17,7 ; 3,3)$$

vs.

H_1 : No es verdad H_0 .

$$\text{Sup}_x \left| \hat{F}(x) - F_o(x) \right| = 0,080$$

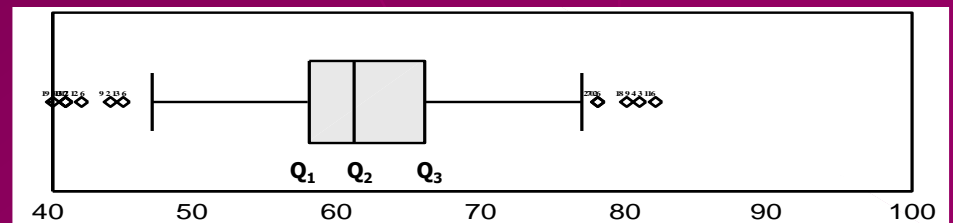
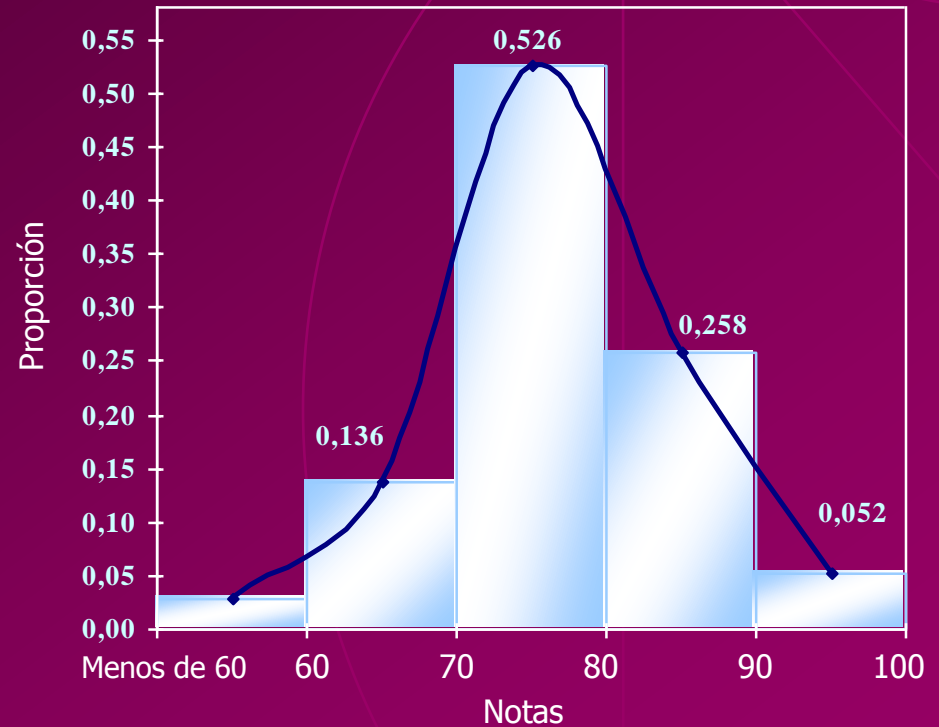
Valor p (dos colas) = 0,129

☀ Química (Pre Politécnico)

Estadística Descriptiva

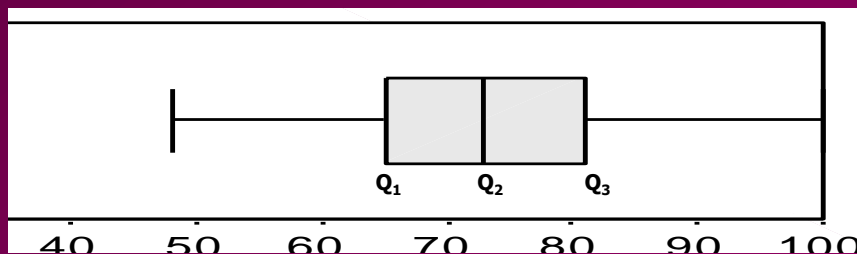
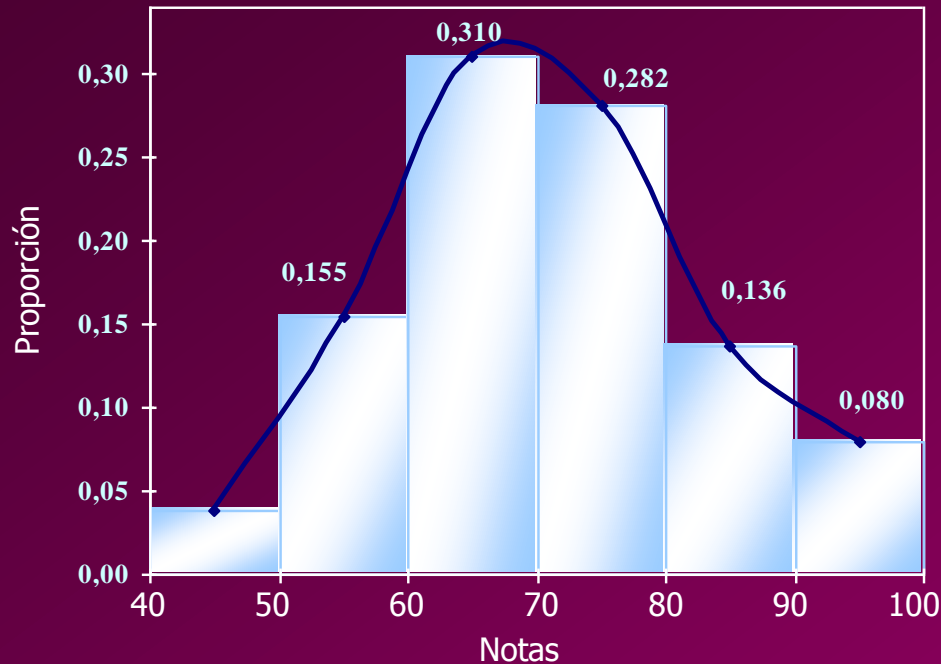
N	251
Media	61,596
Moda	61
Varianza Poblacional	58,289
Desviación Estándar	7,635
Sesgo	-0,179
Kurtosis	0,63
Mínimo	40
Máximo	82
Cuartil 1, Q_1	58
Mediana, Q_2	61
Cuartil 3, Q_3	66

Histograma y Diagrama de Caja



☀ Prueba de Aptitud

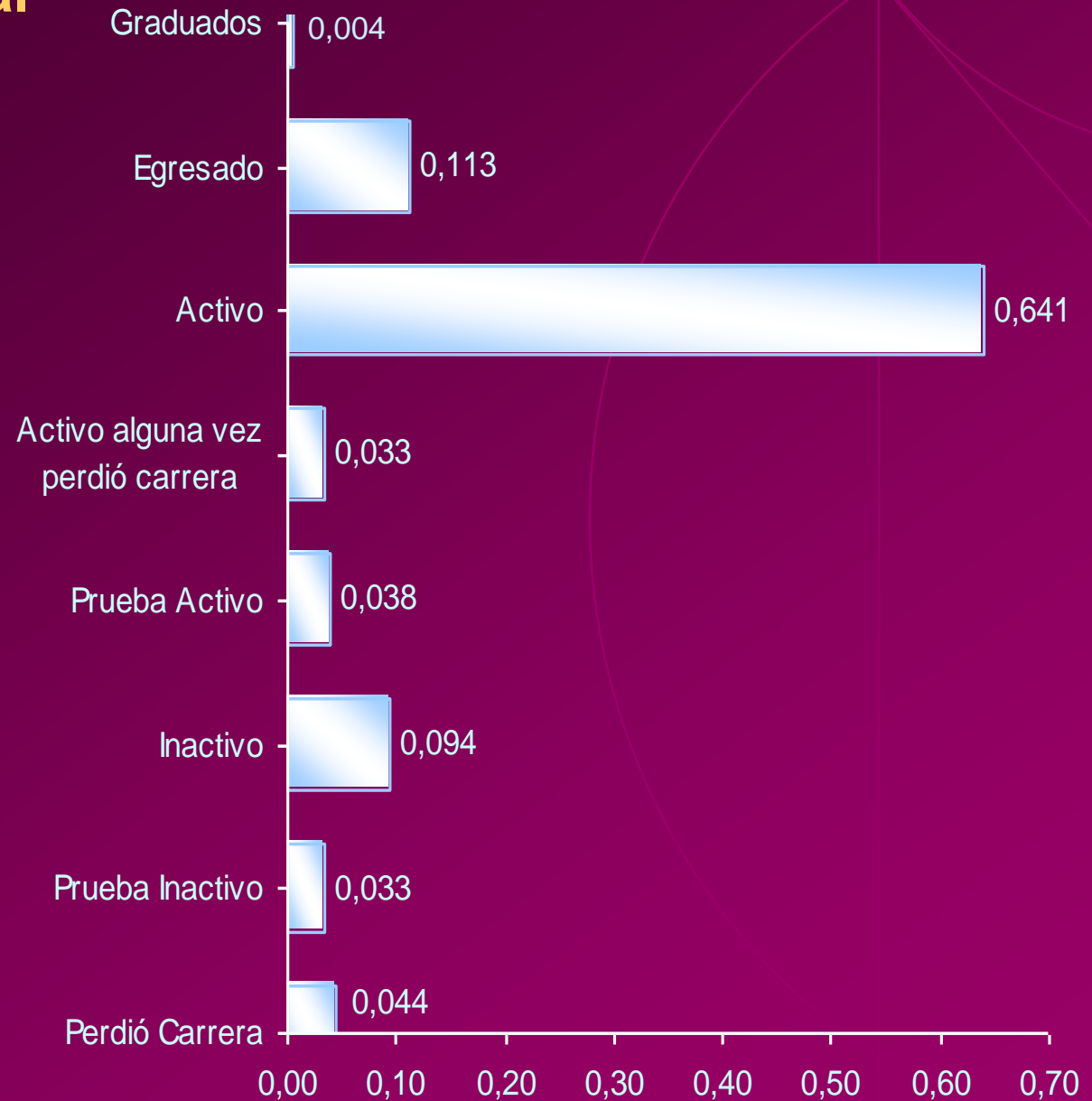
Estadística Descriptiva



Histograma y Diagrama de Caja

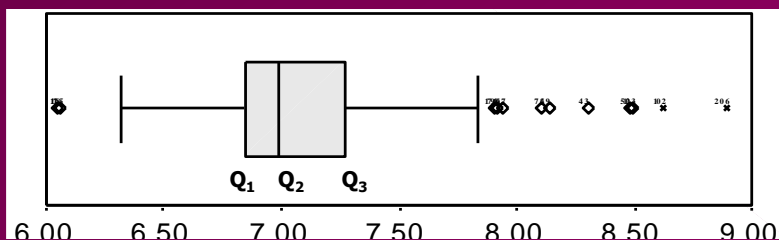
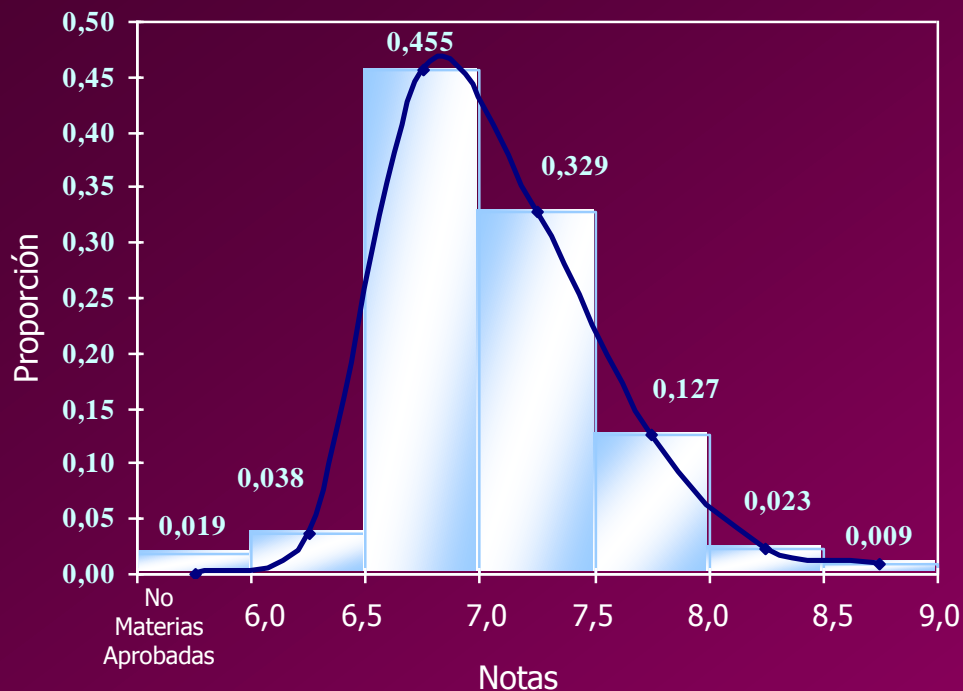
N	251
Media	70,639
Moda	76
Varianza Poblacional	338,619
Desviación Estándar	18,402
Error Estándar	1,161
Sesgo	-2,229
Kurtosis	6,835
Mín.	0
Máx.	100
Cuartil 1, Q_1	65
Mediana, Q_2	73
Cuartil 3, Q_3	81

Estado Actual



☀ Promedio en Ciclo Básico (ESPOL)

Estadística Descriptiva

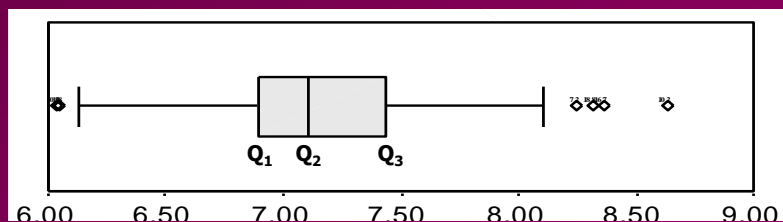
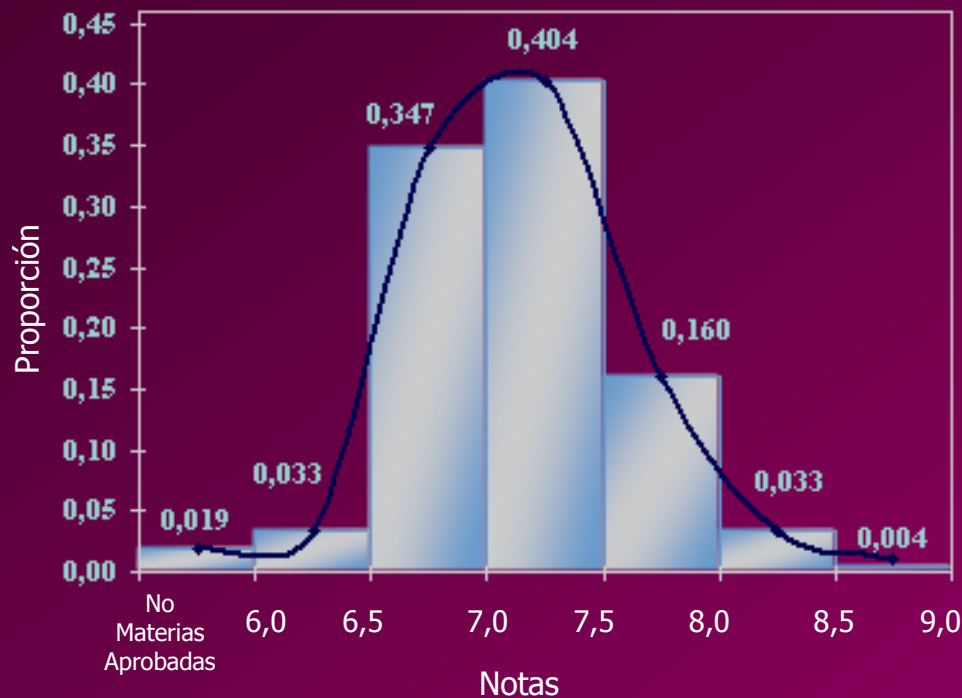


Histograma y Diagrama de Caja

N	246
Media	7,094
Moda	6,89
Varianza Poblacional	0,176
Desviación Estándar	0,42
Error Estándar	0,026
Sesgo	1,169
Kurtosis	2,779
Mín.	6,05
Máx.	8,89
Cuartil 1, Q_1	6,85
Mediana, Q_2	6,99
Cuartil 3, Q_3	7,27

☀ Promedio General (ESPOL)

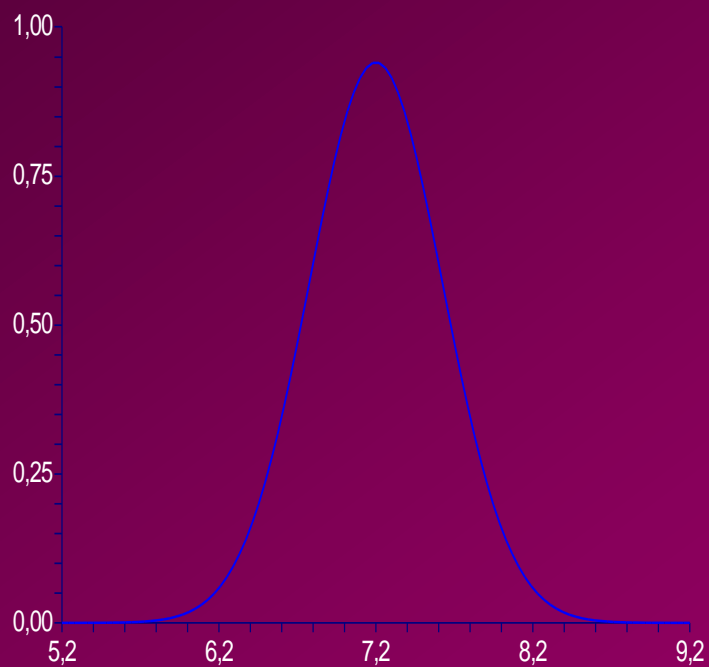
Estadística Descriptiva



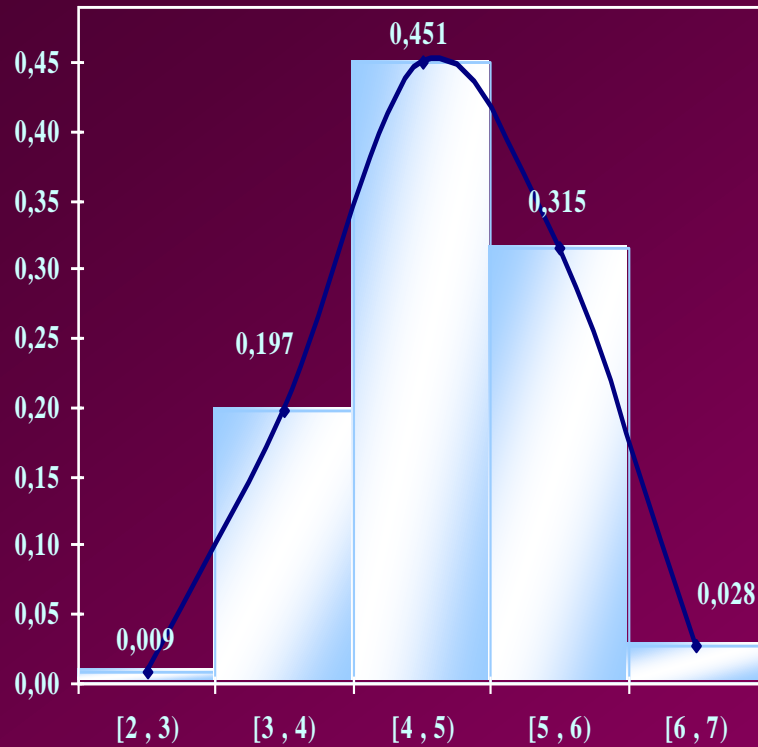
Histograma y Diagrama de Caja

N	246
Media	7,166
Moda	6,97
Varianza Poblacional	0,178
Desviación Estándar	0,421
Error Estándar	0,0266
Sesgo	0,499
Kurtosis	0,751
Mín.	6,03
Máx.	8,63
Cuartil 1	6,895
Mediana	7,11
Cuartil 3	7,435

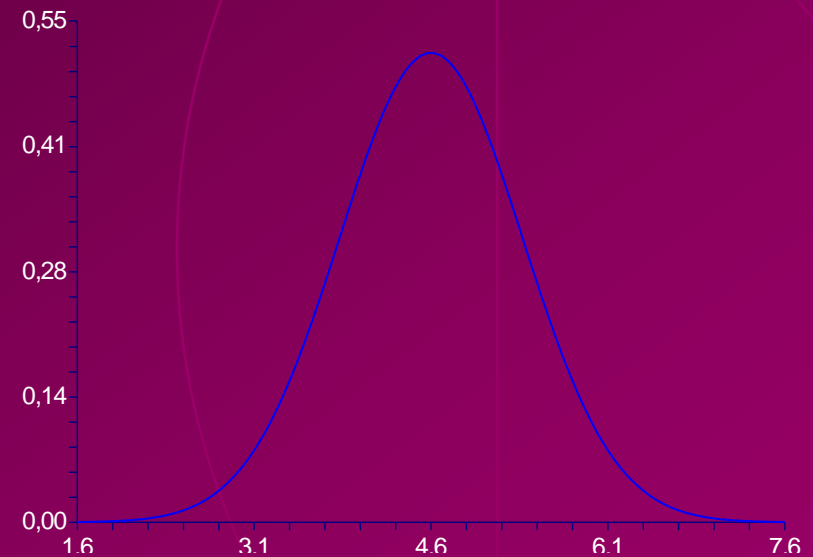
Promedio General
 $N(\mu=7,2 ; \sigma^2=0,18)$



☀ Materias Tomadas por Semestre

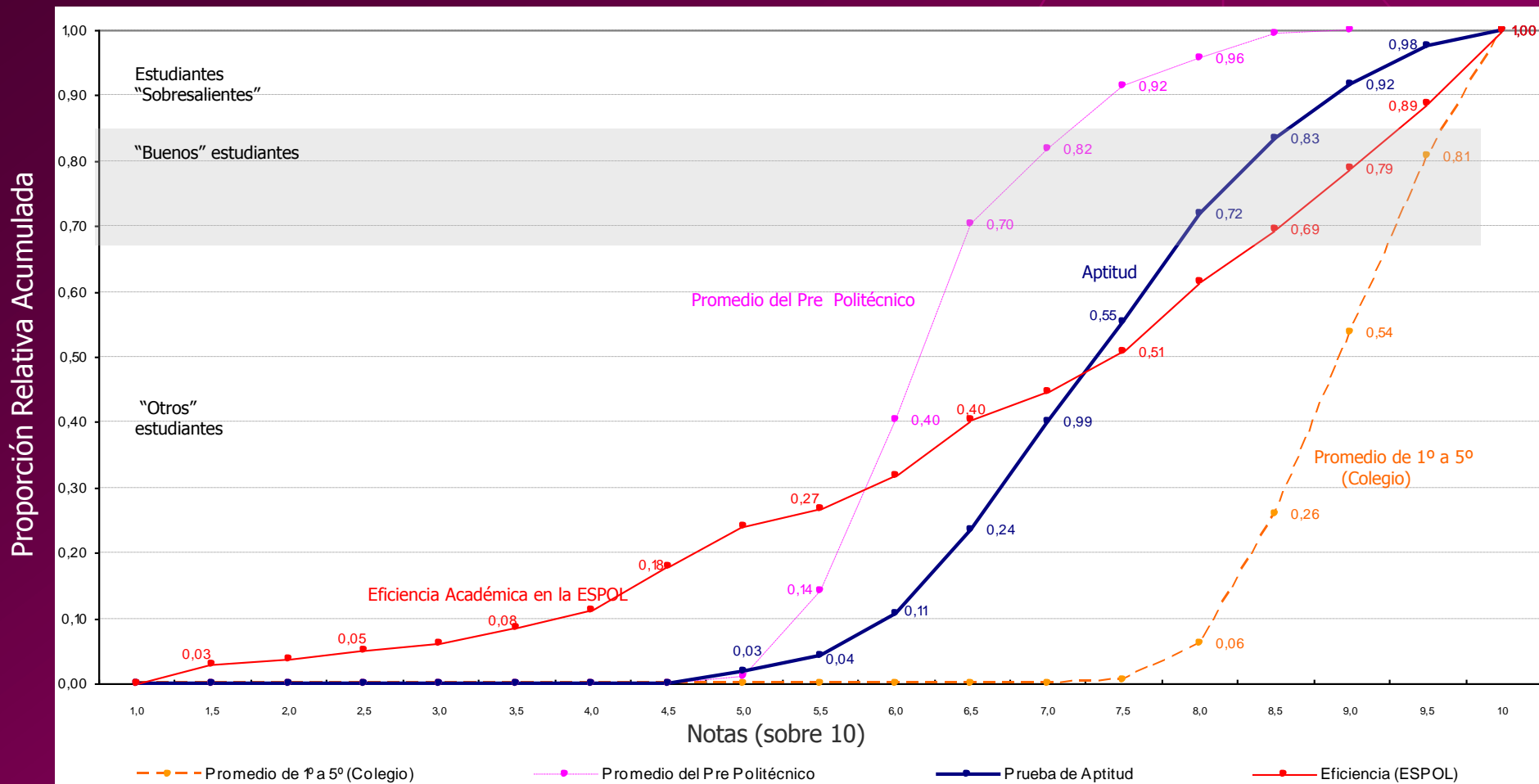


$N(\mu=4,6 ; \sigma^2=0,7)$

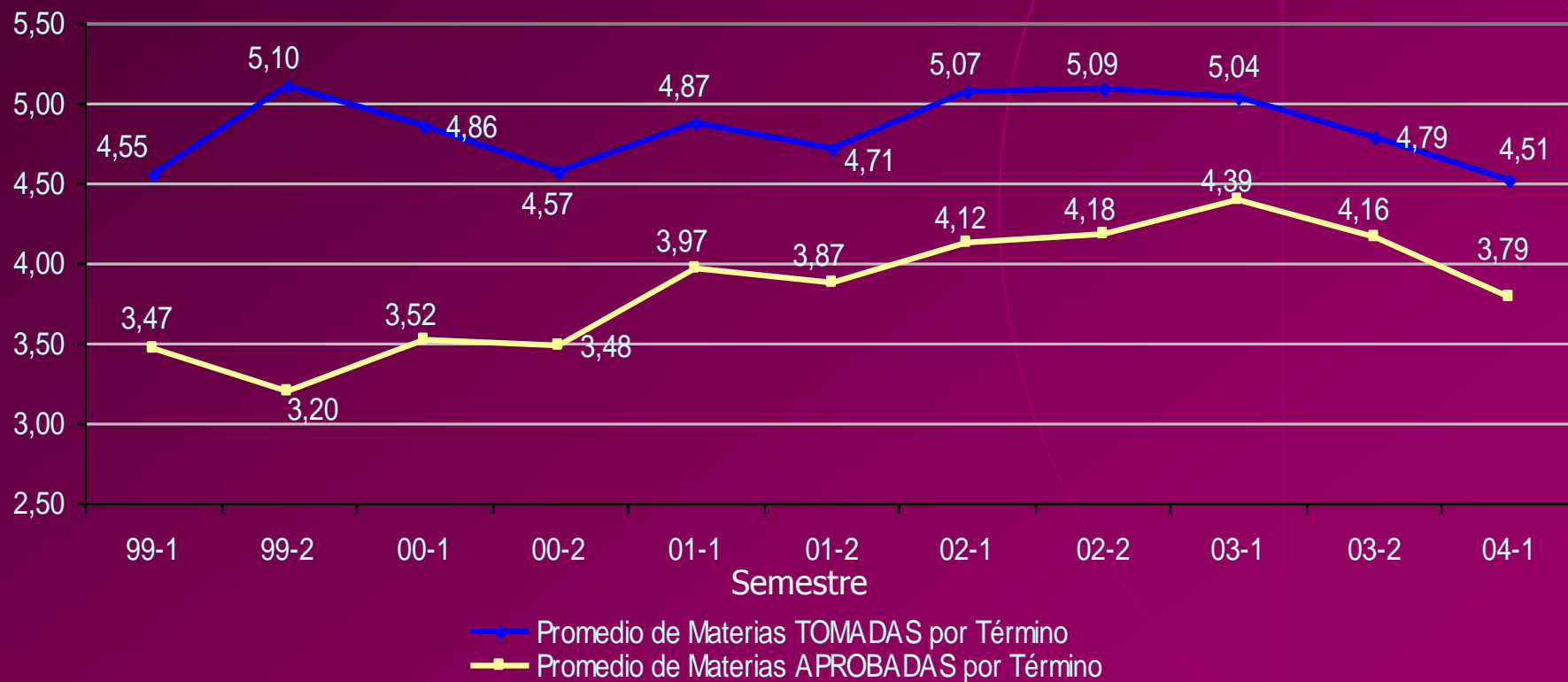


N	Media	Moda	Varianza	Desviación Estándar	Error Estándar	Sesgo	Kurtosis	Mín.	Máx.	Cuartil 1	Mediana	Cuartil 3
251	4,565	5,000	0,558	0,747	0,047	-0,166	-0,659	2,833	6,111	4,039	4,600	5,12

Comparación de Ojivas de variables que miden el desempeño en el Colegio, en el Pre Politécnico y en la ESPOL



Series Temporales de Materias Tomadas por Semestre y Materias Aprobadas por Semestre



Deserción

Series Temporales de la Proporción de estudiantes Registrados por Semestre



Deserción

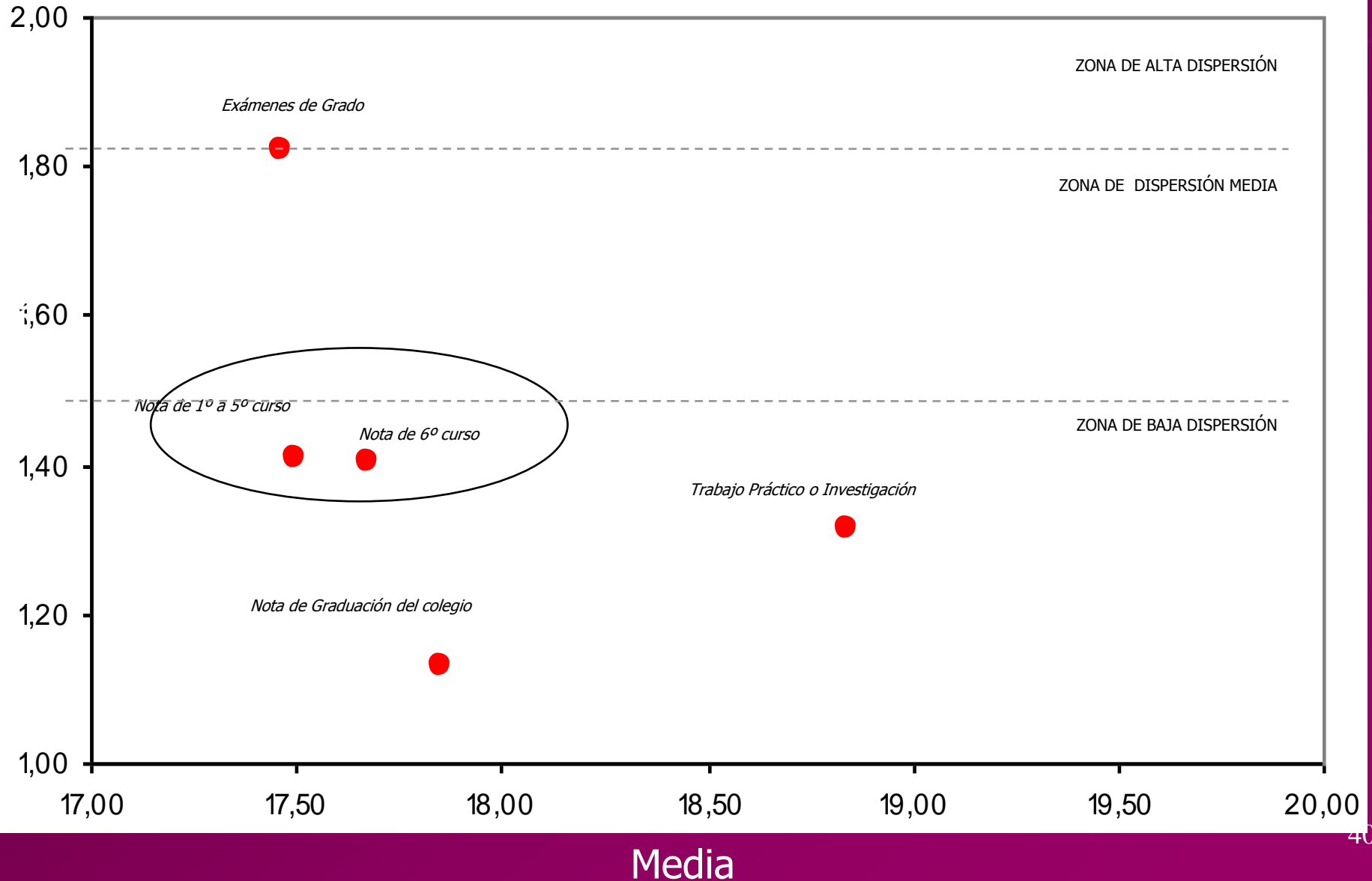
Entre los estudiantes ingresados por Aptitud, Regular

Término	Deserción	
	notas	aptitud
1999-I	0.000	0.000
1999-II	0.000	0.016
2000-I	0.000	0.055
2000-II	0.036	0.087
2001-I	0.060	0.142
2001-II	0.084	0.173
2002-I	0.072	0.173
2002-II	0.108	0.228
2003-I	0.120	0.252
2003-II	0.173	0.268
2004-I	0.225	0.358

ANÁLISIS MULTIVARIADO

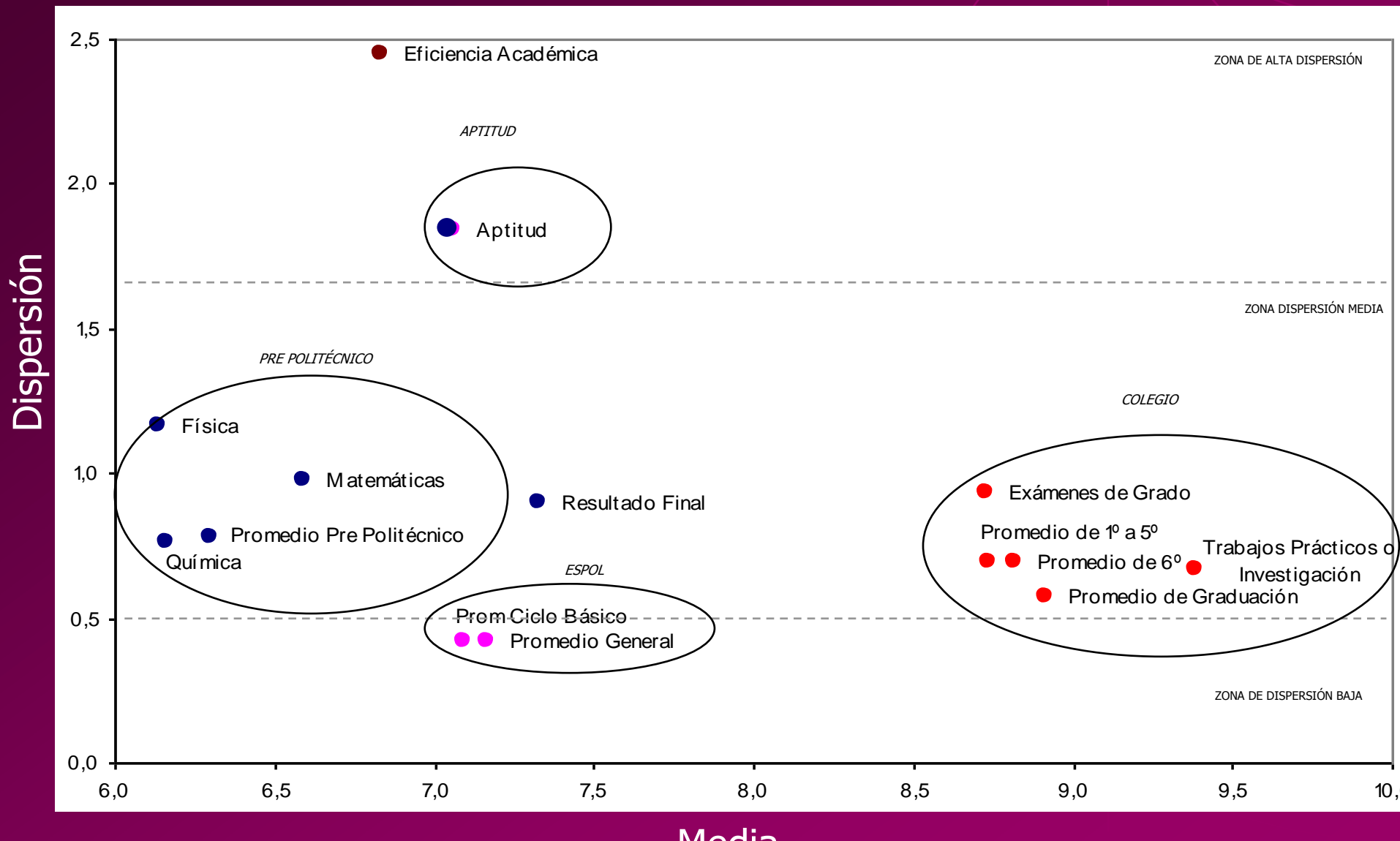
Conglomerados de las Características: Desempeño en el Colegio

Desviación



Conglomerados de Características

Desempeño en el Colegio, Pre Politécnico y ESPOL



ANÁLISIS DE CORRELACIÓN LINEAL

Eficiencia Académica vs. Otras Características

Variable	Correlación
Edad de Ingreso	-0,307
Notas de 1° a 5°	0,426
Notas de 6°	0,401
Exámenes de Grado	0,325
Trabajos Prácticos o de Investigación	0,152
Nota de Graduación	0,430
Número de Intentos antes de Aprobar	-0,061
Matemáticas	0,305
Física	0,230
Química	0,291
Promedio del Pre Politécnico	0,338
Aptitud	0,219

Variable	Correlación
Resultado Final	0,371
Estatus Actual	0,520
Promedio General	0,588
Promedio en Ciclo Básico	0,476
Materias Aprobadas	0,919
Materias Tomadas	0,744
Aprobadas a la Tercera Vez	-0,231
Aprobadas a la Cuarta Vez	-0,454
Materias Aprobadas por Semestre	0,911
Semestres Regulares Registrado	0,586
Semestres no Regulares Registrado	0,328
Factor Socio Económico, "P"	-0,025

Prueba de Aptitud vs. Otras Características

Variable	Correlación
Edad de Ingreso	-0,207
Notas de 1º a 5º	0,308
Notas de 6º	0,247
Exámenes de Grado	0,146
Trabajos Prácticos o de Investigación	0,117
Nota de Graduación	0,262
Número de Intentos antes de Aprobar	0,021
Matemáticas	0,182
Física	0,135
Química	0,080
Promedio del Pre Politécnico	0,170

Variable	Correlación
Resultado Final	0,486
Estatus Actual	0,176
Promedio General	0,312
Promedio en Ciclo Básico	0,329
Materias Aprobadas	0,227
Materias Tomadas	0,136
Eficiencia Académica	0,219
Aprobadas a la Tercera Vez	-0,237
Aprobadas a la Cuarta Vez	-0,148
Materias Aprobadas por Semestre	0,036
Semestres Regulares Registrado	0,036
Semestres no Regulares Registrado	-0,021
Factor Socio Económico	0,144

Promedio General vs. Otras Características

Variable	Correlación
Edad de Ingreso	-0,230
Notas de 1° a 5°	0,495
Notas de 6°	0,456
Exámenes de Grado	0,382
Trabajos Prácticos o de Investigación	0,260
Nota de Graduación del Colegio	0,519
Número de Intentos antes de Aprobar	0,093
Matemáticas	0,333
Física	0,281
Química	0,288
Promedio del Pre Politécnico	0,373
Aptitud	0,312

Variable	Correlación
Resultado Final	0,435
Estatus Actual	0,200
Promedio en Ciclo Básico	0,789
Materias Aprobadas	0,512
Materias Tomadas	0,304
Eficiencia Académica	0,588
Aprobadas a la Tercera Vez	-0,288
Aprobadas a la Cuarta Vez	-0,342
Materias Aprobadas por Semestre	0,160
Semestres Regulares Registrado	0,160
Semestres no Regulares Registrado	0,010
Factor Socio Económico	0,082

Factor Socio Económico “P” vs. Otras Características

Variable	Correlación
Edad de Ingreso	-0,171
Notas de 1º a 5º	0,137
Notas de 6º	0,054
Exámenes de Grado	-0,029
Trabajos Prácticos o de Investigación	0,061
Nota de Graduación	0,056
Número de Intentos antes de Aprobar	0,014
Matemáticas	0,189
Física	-0,076
Química	0,028
Promedio del Pre Politécnico	0,050
Aptitud	0,144

Variable	Correlación
Resultado Final	0,106
Estatus Actual	-0,068
Promedio General	0,082
Promedio en Ciclo Básico	0,021
Materias Aprobadas	-0,053
Materias Tomadas	-0,103
Eficiencia Académica	-0,025
Aprobadas a la Tercera Vez	-0,105
Aprobadas a la Cuarta Vez	-0,026
Materias Aprobadas por Semestre	0,017
Semestres Regulares Registrado	-0,209
Semestres no Regulares Registrado	-0,002

ANÁLISIS BIVARIADO

Tablas Bivariadas

Distribución Conjunta de *Forma de Ingreso* y *Veces “A Prueba”*

Forma de Ingreso	Número de Veces “A Prueba”				<i>Marginal de Forma de Ingreso</i>
	0	[1 , 2]	[3 , 5]	Más de 5	
Regular	0,216 (0,549)	0,094 (0,238)	0,056 (0,142)	0,028 (0,071)	0,394
Aptitud	0,222	0,174	0,150	0,048	0,594
Especial	0,004	0,000	0,004	0,004	0,012
<i>Marginal de Veces “a Prueba”</i>	0,442	0,268	0,210	0,080	1,000

Tablas Bivariadas

Distribución Conjunta de *Forma de Ingreso* y *Materias Aprobadas*

Forma de Ingreso	Materias Aprobadas			<i>Marginal de Forma de Ingreso</i>
	20 o menos	Entre 21 y 49	50 o más	
Regular	0,066 (0,242)	0,164	0,164	0,394
Aptitud	0,195 (0.714)	0,239	0,160	0,594
Especial	0,012 (0.04)	0,000	0,000	0,012
<i>Marginal de Materias Aprobadas</i>	0,272	0,404	0,324	1,000

Tablas Bivariadas

Distribución Conjunta de Forma de Ingreso y Estado Actual

Estatus Actual	Forma de Ingreso			<i>Marginal de Estado Actual</i>
	Regular	Aptitud	Especial	
Graduado	0,000	0,004	0,000	0,004
Egresado	0,075	(0,064)	0,000	0,113
Activo	0,277	0,360	0,004	0,641
Activo a Prueba	0,000	0,038	0,000	0,038
Activo alguna vez perdió carrera	0,005	0,028	0,000	0,033
Inactivo	0,023	0,067	0,004	0,094
Inactivo a Prueba	0,014	0,019	0,000	0,033
Perdió Carrera	0,000	0,040	0,004	0,044
<i>Marginal de Forma de Ingreso</i>	0,394	0,594	0,012	1,000

0,096

Tablas Bivariadas

Forma de Ingreso y Materias Aprobadas por Semestre

Forma de Ingreso	Materias Aprobadas por Semestre				<i>Marginal de Forma de Ingreso</i>
	2 o menos	(3 , 4]	(4 , 5]	Más de 5	
Regular	0.038	0.141	0.122	0.094 (0,667)	0.394
Aptitud	0.134	0.249	0.164	0.047 (0,333)	0.594
Especial	0.012	0.000	0.000	0.000 (0,000)	0.012
<i>Marginal de Materias Aprobadas por Semestre</i>	0.164	0.390	0.286	0.141	1.000

Tablas Bivariadas

Forma de Ingreso y Número de Semestres Registrado

Forma de Ingreso	Número de Semestres			<i>Marginal de Forma de Ingreso</i>
	3 o menos	[4 , 7]	[8 , 11]	
Regular	0.009	0.038	0.347	0.394
Aptitud	0.053	0.076	0.465	0.594
Especial	0.004	0.004	0.004	0.012
<i>Marginal Semestres Registrados</i>	0.067	0.117	0.816	1.000

Tablas Bivariadas

Distribución Conjunta de *Forma de Ingreso* y *Notas de 1° a 5°*

Forma de Ingreso	Nota de 1° a 5° curso de Colegio				<i>Marginal de Forma de Ingreso</i>
	(12 : 14]	(14 : 16]	(16 : 18]	(18 : 20]	
Regular	0,006	0,072	0,156	0,185	0,419
Aptitud	0,006	0,085	0,264	0,214	0,569
Especial	0,000	0,009	0,003	0,000	0,012
<i>Marginal de Nota de 1° a 5°</i>	0,012	0,166	0,423	0,399	1,000

Tablas Bivariadas

Distribución Conjunta de *Forma de Ingreso* y *Carrera*

Carrera	Forma de Ingreso			<i>Marginal de Forma Carrera</i>
	Regular	Aptitud	Especial	
Ingenierías * de la FIEC	0.210	0.190	0.000	<i>0.400</i>
Ingenierías* de la FIMCP	0.090	0.080	0.000	<i>0.170</i>
Ingenierías* de la FICT	0.040	0.080	0.000	<i>0.120</i>
Ingenierías* de la FIMCM	0.010	0.020	0.000	<i>0.030</i>
No han elegido una Especialización (Ciclo Básico)	0.010	0.130	0.012	<i>0.152</i>
Cambio de carrera	0.034	0.094	0.000	<i>0.128</i>
<i>Marginal de Forma de Ingreso</i>	<i>0.394</i>	<i>0.594</i>	<i>0.012</i>	<i>1.000</i>

* Se refiere a las Ingenierías "tradicionales" de la ESPOL

ANÁLISIS DE CONTINGENCIA

Tablas de Contingencia

Contaste de Hipótesis

H_0 : Las variables X e Y son independientes.
 Vs. H_1 : Las variables X e Y no son independientes.

El estadístico de Prueba es:
$$\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

que sigue una distribución χ^2 con $(r-1)(c-1)$ grados de libertad

Variable x	Variable y				
	Categoría 1	Categoría 2	...	Categoría c	
Categoría 1	$n_{11} (E_{11})$	$n_{12} (E_{12})$		$n_{1c} (E_{1c})$	$n_{1\cdot}$
Categoría 2	$n_{21} (E_{21})$	$n_{22} (E_{22})$		$n_{2c} (E_{23})$	$n_{2\cdot}$
.....					
Categoría r	$n_{r1} (E_{r1})$	$n_{r2} (E_{r2})$		$n_{rc} (E_{rc})$	$n_{r\cdot}$
	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$		$n_{\cdot c}$	$n_{\cdot \cdot}$

Tabla de Contingencia

Eficiencia Académica vs. Factor P

Ho: La *Eficiencia Académica en la ESPOL* y el *Factor P* son independientes

vs.

H₁: La *Eficiencia Académica en la ESPOL* y el *Factor P* no son independientes

Tabla de Contingencia

Eficiencia Académica vs. Factor P

Factor "P"	Eficiencia Académica (ESPOL)				Total de Factor "P"
	Menos de 0,5	[0,5 , 0,7)	[0,7 , 0,9)	[0,9 , 1]	
7 o menos	27 (24.980)	27 (25.434)	42 (39.06)	18 (24.526)	114
[8 , 12]	14 (16.873)	17 (17.179)	27 (26.382)	19 (16.566)	77
[13 , 20]	8 (8.108)	6 (8.255)	11 (12.677)	12 (7.960)	37
Más de 20	6 (5.040)	6 (5.131)	6 (7.880)	5 (4.948)	23
Total de Eficiencia Académica (ESPOL)	55	56	86	54	251

Tabla de Contingencia

Eficiencia Académica vs. Factor P

- ◆ Estadístico de Prueba = 5,903
- ◆ Valor p = 0,750
- ◆ Grados de libertad = $(4-1)(4-1) = 9$

Resultados del Análisis del ANÁLISIS DE CONTINGENCIA

Forma de Ingreso vs. Otras Características

Variable	Estadístico de Prueba	Grado de Libertad	Valor p	Conclusión
Matemáticas	52,457	2	0,000	Dependientes
Física	116,701	2	0,000	Dependientes
Química	64,770	2	0,000	Dependientes
Promedio del Pre Politécnico	104,711	2	0,000	Dependientes
Resultado Final	89,536	2	0,000	Dependientes
Promedio de Ciclo Básico	8,357	2	0,015	No Conclusión
Promedio General	13,884	2	0,001	Dependientes

Resultados del Análisis del ANÁLISIS DE CONTINGENCIA

Forma de Ingreso vs. Otras Características

Variable	Estadístico de Prueba	Grado de Libertad	Valor p	Conclusión
Materias Aprobadas	8,173	2	0,017	No Conclusión
Materias Tomadas	7,441	4	0,114	Independientes
Materias Tomadas por Semestre	19,556	3	0,000	Dependientes
Materias Aprobadas por Semestre	14,648	4	0,005	Dependientes
Veces a Prueba	7,054	3	0,070	No Conclusión
Especialización del Bachiller	3,178	4	0,528	Independientes
Años entre Colegi y ESPO	1,347	2	0,510	Independientes
Tipo de Colegio	3,238	3	0,356	Independientes

Resultados del Análisis del ANÁLISIS DE CONTINGENCIA

Forma de Ingreso vs. Otras Características

Variable	Estadístico de Prueba	Grado de Libertad	Valor p	Conclusión
Notas de 1º a 5º curso	0,411	3	0,250	Independientes
Notas de 6º curso	2,016	3	0,569	Independientes
Exámenes de Grado	4,475	3	0,214	Independientes
Trabajo Práctico e Investigación	3,475	2	0,176	Independientes
Nota de Graduación	0,471	2	0,790	Independientes
Eficiencia Académica	16,119	3	0,001	Dependientes
Género	0,685	1	0,408	Independientes
Estado Actual	17,575	4	0,001	Dependientes
Prueba de Aptitud	10,766	3	0,013	No Conclusión
Factor "P"	1,202	3	0,753	Independientes

Resultados del Análisis del ANÁLISIS DE CONTINGENCIA

Prueba de Aptitud vs. Otras Características

Variable	Estadístico de Prueba	Grado de Libertad	Valor p	Conclusión
Notas de 1º a 5º Curso	31,456	4	0,000	Dependientes
Notas de 6º Curso	13,845	4	0,008	Dependientes
Exámenes de Grado	5,300	4	0,258	Independientes
Trabajo Práctico o de Investigación	2,296	4	0,681	Independientes
Nota de Graduación	6,279	4	0,179	Independientes
Matemáticas	21,790	4	0,000	Dependientes
Física	12,454	4	0,014	No Conclusión
Química	17,148	4	0,002	Dependientes
Promedio Ciclo Básico	22,814	4	0,000	Dependientes
Promedio General	22,230	4	0,000	Dependientes

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Matriz de Datos

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{11} & \mathbf{X}_{12} & \dots & \mathbf{X}_{1p} \\ \mathbf{X}_{21} & \mathbf{X}_{22} & \dots & \mathbf{X}_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{X}_{n1} & \mathbf{X}_{n2} & \dots & \mathbf{X}_{np} \end{bmatrix}$$

Componentes Principales

$$Y_1 = \mathbf{a}_1^t \mathbf{X} = a_{11} \mathbf{X}_1 + a_{12} \mathbf{X}_2 + \dots + a_{1p} \mathbf{X}_p$$

$$Y_2 = \mathbf{a}_2^t \mathbf{X} = a_{21} \mathbf{X}_1 + a_{22} \mathbf{X}_2 + \dots + a_{2p} \mathbf{X}_p$$

⋮

$$Y_p = \mathbf{a}_p^t \mathbf{X} = a_{p1} \mathbf{X}_1 + a_{p2} \mathbf{X}_2 + \dots + a_{pp} \mathbf{X}_p$$

Prueba de Bartlett

$$H_0: \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix}$$

vs.

H_1 : No es verdad H_0

Estadístico de Prueba = 3772

Valor p = 0,000

Componentes Principales

Al aplicar esta técnica a los datos originales se logra una reducción de 26 variables observables a 4 variables no observables denominadas componentes, las cuales explican el 91,8% de variación total.

Varianza Explicada por las Componentes Principales de los datos originales

Número	λ_i	Proporción de Varianza Explicada	Proporción Acumulada
1	642,575	0,491	0,491
2	306,970	0,234	0,725
3	196,351	0,150	0,875
4	56,295	0,043	0,918
5	39,776	0,030	0,948
6	28,608	0,022	0,970
7	26,341	0,020	0,990
8	5,394	0,004	0,995
9	1,824	0,001	0,996
10	1,626	0,001	0,997
11	1,339	0,001	0,998
12	0,973	0,001	0,999
13	0,549	0,000**	0,999
14	0,292	0,000**	1,000**
...
26	0,000	0,000**	1,000**

Varianza Explicada por las Componentes Principales de los datos estandarizados

Número	λ_i	Proporción de Varianza Explicada	Proporción Acumulada
1	7,628	0,363	0,363
2	2,618	0,125	0,488
3	2,012	0,096	0,584
4	1,360	0,065	0,649
5	1,092	0,052	0,700
6	1,003	0,048	0,748
7	0,957	0,046	0,794
8	0,746	0,036	0,829
9	0,715	0,034	0,863
10	0,649	0,031	0,894
11	0,518	0,025	0,919
12	0,465	0,022	0,941
13	0,409	0,019	0,961
14	0,333	0,016	0,976
15	0,224	0,011	0,987
16	0,139	0,007	0,994
17	0,092	0,005	0,999
18	0,000***	0,000***	1,000***
.			
.			
.			
26	0,000***	0,000***	1,000

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CANÓNICA

Correlación Canónica

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}^{(1)} \\ \dots \\ \mathbf{X}^{(2)} \end{bmatrix} \in \mathcal{R}^{p+q}$$

Sean \mathbf{U} y \mathbf{V} combinaciones lineales de las variables del primer y segundo vector respectivamente, es decir:

$$\mathbf{U} = \mathbf{a}^t \mathbf{X}(1) ; \quad \mathbf{V} = \mathbf{b}^t \mathbf{X}(2),$$

donde a es un vector p -variado y b es un vector q -variado, que cumplen:

maximizan la correlación entre el par \mathbf{U} y \mathbf{V} , sujetas a la restricción de que la varianza de \mathbf{U} y \mathbf{V} sean 1

\mathbf{U}_1 y \mathbf{V}_1 , que tienen varianza unitaria y máxima correlación (correlación canónica) entre ellas.

\mathbf{U}_2 y \mathbf{V}_2 , que tienen varianza unitaria y máxima correlación (correlación canónica) entre ellas, excepción del primer par de variables canónicas

.....

\mathbf{U}_p y \mathbf{V}_p , que tienen varianza unitaria y máxima correlación (correlación canónica) entre ellas, excepción de los $p-1$ pares de variables canónicas anteriores

Primer Vector Aleatorio $X^{(1)}$: “Desempeño antes de la ESPOL”

Vectores $X^{(i)}$	No.	Característica
Información referente al desempeño en el Colegio	1	Número de Años entre la Graduación del Colegio y el Ingreso a la ESPOL (1999)
	2	Clasificación del Colegio del que proviene
	3	Promedio de Notas Globales de 1° a 5° Curso del Colegio
	4	Promedio de las Notas Correspondientes a Sexto Curso de Colegio
	5	Nota de Exámenes de Grado del Colegio
	6	Nota Final de Trabajos de Investigación o Prácticos realizados previos a la obtención del Título de Bachiller
	7	Número de Pre Politécnicos antes de Aprobar
Información referente al desempeño en el Pre Politécnico	8	Nota Final de Matemáticas en el Pre Politécnico
	9	Nota Final de Física en el Pre Politécnico
	10	Nota Final de Química en el Pre Politécnico
	11	Nota de la Prueba de Aptitud
	12	Forma de Ingreso (Regular, Aptitud, Especial)

Segundo Vector Aleatorio $X^{(2)}$: “Desempeño al Ingresar a la ESPOL”

Vectores $X^{(i)}$	No.	Característica
Información referente al desempeño en la ESPOL	13	Estado Actual en la ESPOL
	14	Promedio General
	15	Promedio al Salir de Ciclo Básico
	16	Número de Años hasta pasar a Facultad o hacer cambio de Carrera
	17	Número de Materias Tomadas
	18	Número de Materias Aprobadas
	19	Número de Materias Aprobadas a la Tercera Vez
	20	Número de Materias Aprobadas a la Cuarta Vez
	21	Número Promedio de Materias Tomadas por Término
	22	Número Promedio de Materias Aprobadas Término
	23	Número de Semestres Regulares Registrado
	24	Número de Semestres no Regulares Registrado (cursos de invierno)

Análisis de Correlación Canónica

Correlaciones Canónicas entre Desempeño *antes de la ESPOL* y el Desempeño *en la ESPOL*

Pares de Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Correlación Canónica	0.735	0.433	0.393	0.362	0.346	0.267	0.210	0.182	0.122	0.09	0.061	0.007

Coeficientes de las Primeras Variables Canónicas del Primer Vector: Desempeño *antes de la ESPOL*

VECTOR	COEFICIENTES						
Desempeño Antes de la ESPOL	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7
Notas de 1° a 5° curso	0,520	-0,209	-0,313	0,418	0,379	-0,445	-1,161
Matemáticas en el Pre Politécnico	0,283	0,007	-0,173	0,447	0,106	0,228	-0,129
Exámenes de Grado del Colegio	0,236	0,333	0,053	-0,070	-0,256	-0,385	-0,058
Prueba de Aptitud	0,207	-0,218	-0,495	-0,448	-0,257	-0,554	0,186
Química del Pre Politécnico	0,191	-0,013	-0,071	0,157	0,315	0,458	0,239
Física en el Pre Politécnico	0,186	-0,670	-0,501	-0,200	-0,091	0,348	0,423
Trabajos de Investigación del Colegio	0,168	-0,254	-0,021	-0,181	0,066	0,044	-0,068
Clasificación del Colegio	0,112	-0,071	0,522	0,590	-0,146	-0,316	0,029
Pre Politécnicos antes de Aprobar	0,052	-0,232	-0,401	-0,359	0,227	-0,038	-0,758
Forma de Ingreso	0,041	1,224	0,166	-0,026	-0,020	-0,398	-0,188
Años entre la Graduación del Colegio y el Ingreso a la ESPOL	0,039	-0,097	0,007	0,364	-0,994	0,296	-0,232
Notas de 6° curso	-0,187	-0,114	1,041	-0,533	-0,639	0,807	0,615

Coeficientes de las Primeras Variables Canónicas de El segundo vector: Desempeño al Ingresar a la *ESPOL*

VECTOR	COEFICIENTES						
Desempeño Antes de la <i>ESPOL</i>	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7
Estado Actual en la <i>ESPOL</i>	-0,031	0,676	0,038	1,116	0,881	-0,123	-0,090
Materias Aprobadas a la Cuarta Vez	-0,069	0,172	0,395	0,414	-0,085	-0,696	0,111
Materias Aprobadas a la Tercera Vez	-0,271	0,947	1,948	-1,405	-0,642	-2,207	-0,999
Materias Aprobadas Término	0,228	0,835	-0,624	-0,587	2,740	1,496	1,780
Materias Tomadas por Término	0,022	0,511	-0,210	0,174	-1,057	0,192	-1,152
Número de Años hasta para terminar "Ciclo Básico" o cambiar de Carrera	0,041	0,664	-0,301	-0,284	0,113	0,086	0,058
Número de Materias Aprobadas	-0,373	0,616	1,493	-1,424	1,925	-0,606	1,400
Número de Materias Tomadas	0,687	-3,029	-1,335	3,590	-3,830	0,541	-0,263
Promedio al Salir de Ciclo Básico	0,771	0,022	-1,105	-0,195	0,093	-0,766	-0,363
Promedio General	-0,091	-0,501	1,238	0,015	0,326	0,372	0,000
Semestres Regulares Registrado	0,089	0,174	-0,760	-1,347	-0,547	1,036	-0,341
Término no Regulares Registrado (cursos de invierno)	0,007	0,062	-0,286	-0,153	0,223	0,380	-1,263

Variables Canónicas entre Desempeño *antes de la ESPOL* y *en la ESPOL*

◆ Notas de Primero a Quinto Curso

$U1 = 0.520$ Notas de Primero a Quinto Curso + 0.283 Nota de Matemáticas en el Pre Politécnico + 0.236 Nota de Exámenes de Grado del Colegio + 0.207 Nota de la Prueba de Aptitud + 0.191 Nota de Química del Pre Politécnico + 0.186 Nota de Física en el Pre Politécnico + 0.168 Nota Final de Trabajos de Investigación del Colegio + 0.112 Clasificación del Colegio del que proviene + 0.052 Número de Pre Politécnicos antes de Aprobar + 0.041 Forma de Ingreso + 0.039 Años entre la Graduación del Colegio y el Ingreso a la ESPOL - 0.187 Notas de Sexto Curso

◆ Promedio de Ciclo Básico y Matemáticas del Pre Politécnico:

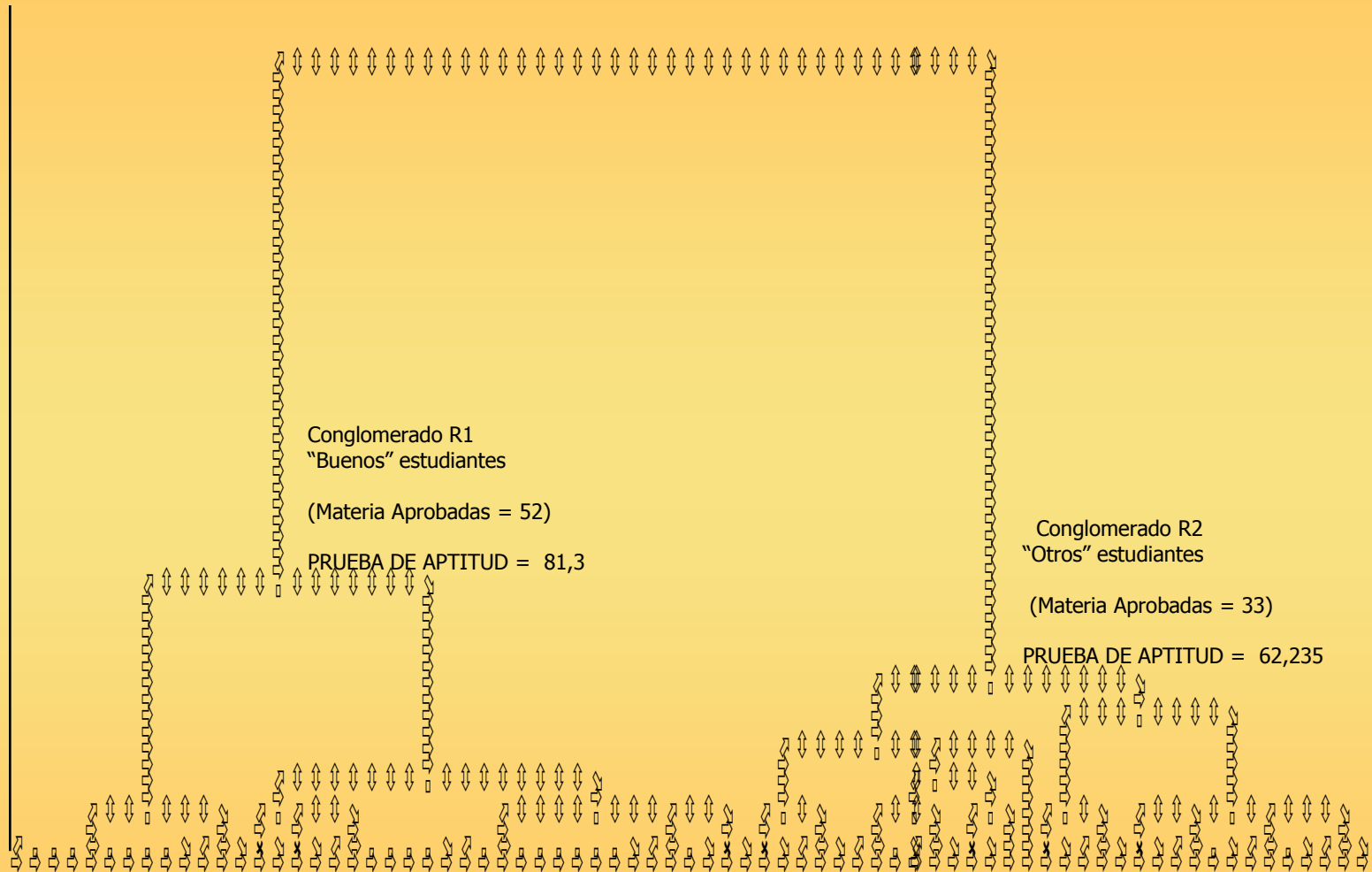
$V1 = 0,771$ Promedio de "Ciclo Básico" + $0,687$ Número de Materias Tomadas - $0,373$ Número de Materias Aprobadas - $0,271$ Materias Aprobadas a la Tercera Vez + $0,228$ Materias Aprobadas Término - $0,091$ Promedio General + $0,089$ Semestres Regulares Registrado - $0,069$ Materias Aprobadas a la Cuarta Vez + $0,041$ Número de Años hasta para terminar "Ciclo Básico" o cambiar de Carrera - $0,031$ Estado Actual en la ESPOL + $0,022$ Materias Tomadas por Término + $0,007$ Término no Regulares Registrado (cursos de invierno)

$$\text{Corr (U1 , V1) = 0,735}$$

ANÁLISIS DE CLUSTERS

Análisis de Clusters

Conglomerados de estudiantes "Aprobaron de Forma Regular"



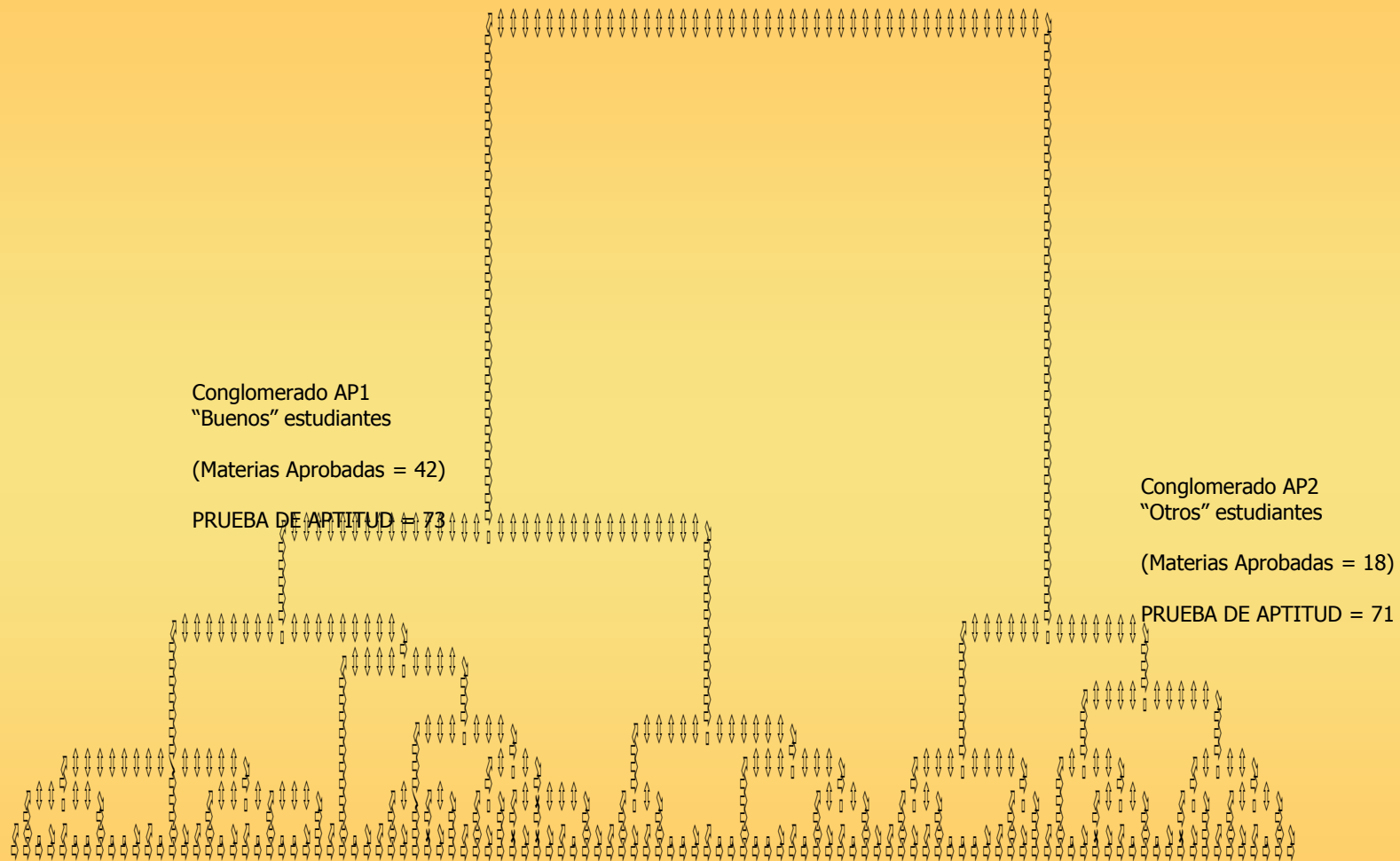
Análisis de Clusters

Descripción de los estudiantes que ingresaron a la ESPOL de forma “Regular”

	Conglomerado R1		Conglomerado R2	
<i>Proporción que representa</i>	<i>0,541</i>		<i>0,459</i>	
Variables	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Nota de 1° a 5° curso	18.472	0.928	16.654	1.304
Nota de 6°	18.598	0.913	17.020	1.144
Exámenes de Grado	18.510	1.334	16.742	1.678
Trabajos de Prácticos	19.236	0.844	18.237	1.541
Promedio de Graduación	18.706	0.737	17.165	1.002
Matemáticas	76.250	9.156	66.882	5.454
Física	75.250	9.287	66.147	6.243
Química	69.225	6.146	63.647	3.708
Prueba de Aptitud	81.350	11.641	62.235	24.581
Clasificación del Colegio	1.850	0.362	1.647	0.485
Especialización	2.900	0.304	2.529	0.507
Promedio General	7.505	0.466	6.934	0.316
Promedio en Ciclo Básico	7.545	0.516	6.896	0.288
Materias Aprobadas	52.125	5.603	33.412	16.271
Eficiencia	0.887	0.104	0.657	0.201
Materias Tomadas por Tercera Vez	0.400	0.672	1.706	1.993
Materias Tomadas por Cuarta Vez	0.075	0.267	0.412	1.019

Análisis de Clusters

Conglomerados de estudiantes “Aprobaron por Aptitud”



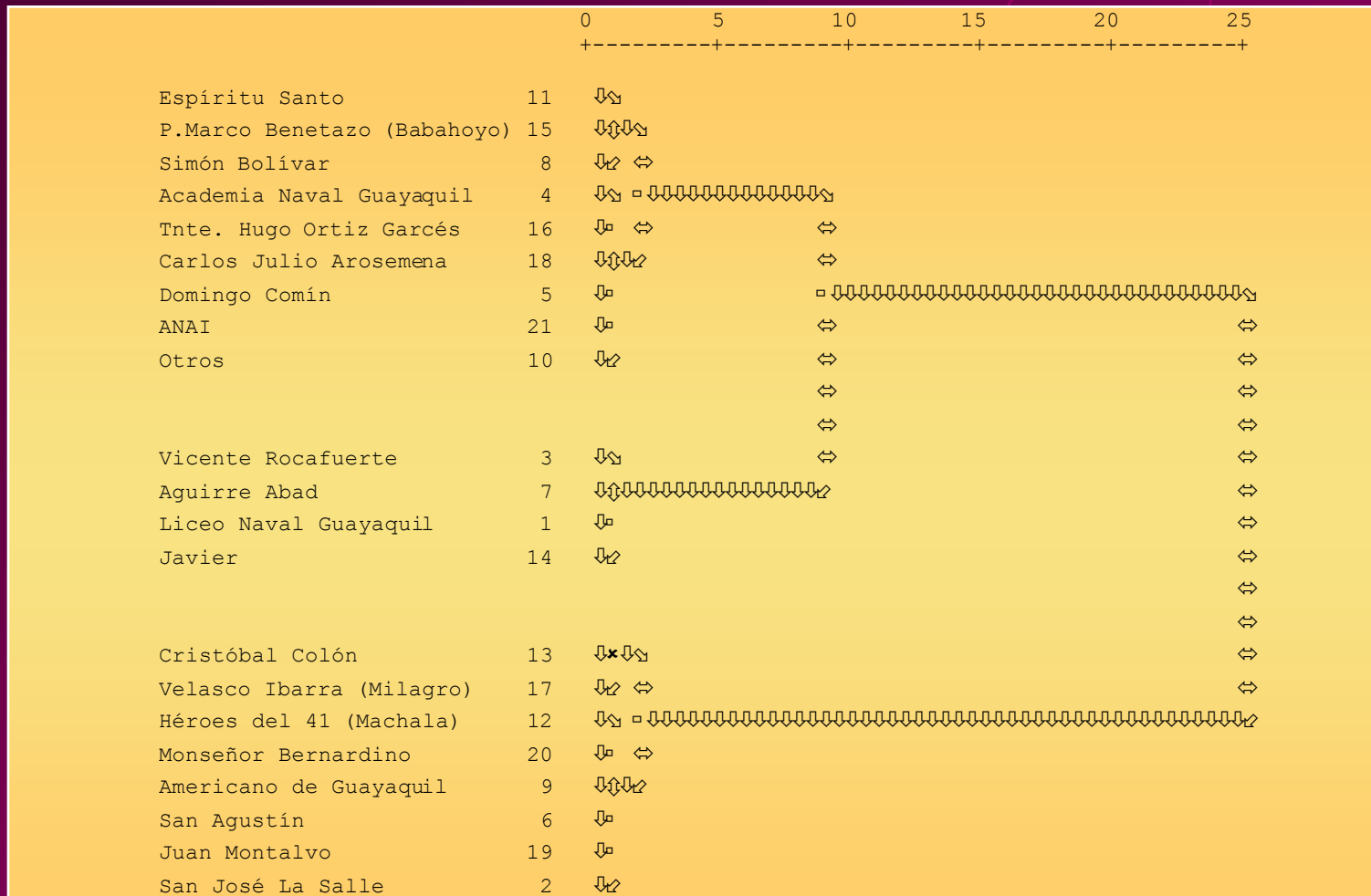
Análisis de Clusters

**Descripción de los estudiantes que ingresaron a la
ESPOL por “Aptitud”**

	Conglomerado AP1		Conglomerado AP2	
<i>Proporción que representa</i>	<i>0,679</i>		<i>0,321</i>	
Variables	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Nota de 1° a 5° curso	17,845	1,106	16,441	1,092
Nota de 6°	17,959	1,254	16,587	1,217
Exámenes de Grado	17,969	1,576	16,039	1,762
Trabajos de Prácticos	18,974	1,202	18,247	1,470
Promedio de Graduación	18,218	0,890	16,830	0,836
Matemáticas	61,889	8,767	61,177	5,760
Física	55,208	8,003	54,706	8,089
Química	58,931	6,048	57,588	7,415
Clasificación del Colegio	1,639	0,484	1,735	0,448
Especialización	2,750	0,436	2,677	0,475
Promedio General	7,275	0,294	6,832	0,228
Promedio en Ciclo Básico	7,114	0,245	6,783	0,207
Materias Aprobadas	41,667	15,350	17,677	11,332
Eficiencia	0,755	0,199	0,452	0,145
Materias Tomadas por Tercera Vez	1,000	1,222	1,765	1,597
Materias Tomadas por Cuarta Vez	0,194	0,547	1,118	1,038
PRUEBA DE APTITUD	72,917	9,166	71,294	11,493

Análisis de Clusters

Conglomerados Clasificación de Colegios por el Desempeño de sus Bachilleres Investigados en la ESPOL



Clasificación de Colegios por el Desempeño de sus Bachilleres Investigados en la ESPOL

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Proporción que representa: 0,582	Proporción que representa: 0,193	Proporción que representa: 0,225
Acad. Naval Alm. Illingworth	Aguirre Abad	Americano de Guayaquil
Academia Naval Guayaquil	Javier	Cristóbal Colón
Carlos Julio Arosemena Tola	Liceo Naval Guayaquil	Héroes del 41 (Machala)
Domingo Comín	Vicente Rocafuerte	Juan Montalvo
Espíritu Santo		Monseñor Bernardino Echeverría
P. Marcos Benetazo (Babahoyo)		San Agustín
Simón Bolívar		San José La Salle
Tnte. Hugo Ortiz Garcés		Velasco Ibarra
Otros		

PERFIL DE LOS ESTUDIANTES POR GRUPOS DE COLEGIO

Perfil de los Estudiantes por Grupos de Colegio

Desempeño en la ESPOL de los estudiantes por Grupos de Colegios

	Colegios A		Colegios B		Colegios C	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Promedio General ESPOL	7.140	0.399	7.007	0.399	7.364	0.429
Promedio Ciclo Básico	7.094	0.398	6.902	0.339	7.249	0.471
Materias Aprobadas	34.798	17.215	26.732	18.545	45.771	16.290
Eficiencia	0.674	0.235	0.569	0.270	0.805	0.195
Materias Tomadas por Tercera Vez	1.242	1.595	1.146	1.333	0.792	1.220
Materias Tomadas por Cuarta Vez	0.484	0.933	0.512	0.840	0.146	0.505

Conclusiones

Entre los inscritos en el Primer Pre Politécnico de Ingenierías de los años de *1987 a 1998*, la proporción de estudiantes que aprobaron es menor que *0,200*, en tanto que a partir de 1999, año en que se implanta la Prueba de Aptitud, en el Sistema de Ingreso, la proporción ha estado entre *0,229* y *0,55*.

En el Primer Pre Politécnico de Ingenierías dictado durante el invierno de 1999, aprobaron el 34.8% de los aspirantes. De los cuales sólo el 12,4% pertenece al género femenino. Sólo el 94,3% se matricularon en la ESPOL inmediatamente, el 1,1% no se ha registrado hasta ahora en alguna materia dictada en esta institución y el 4,6% restante ingresó en años posteriores a 1999.

Hubo una disminución en la proporción de mujeres que aprobaron el Pre Politécnico de Invierno de 1999 que es 0,124, respecto a la proporción de mujeres que se matricularon en la ESPOL inmediatamente después de aprobar el ingreso a esta institución, que es, 0,112.

Treinta y nueve de cada cien estudiantes investigados, ingresaron de forma “Regular. Cincuenta y nueve de cada cien aprobaron por “Aptitud”. Dos de cada cien estudiantes ingresaron por la denominada forma “Especial”.

Las tres materias, en las que mayores porcentajes de los estudiantes investigados han estado “a prueba” son **Cálculo III** (20,5%). **Álgebra Lineal** el 10,2% y **Cálculo II** el 9,1%, que son materias básicas que todos los estudiantes de ingeniería toman.

Entre las materias de especialización, que no toman todos los estudiantes de ingeniería, con mayor porcentaje de estudiantes reprueban más de dos veces, está en **Análisis de Redes y Teoría Electromagnéticas I.**

En el Segundo Semestre como estudiantes de la ESPOL de los integrantes de la cohorte investigada se encontró el ***menor índice de Eficiencia Académica (0,584)*** entre los 11 semestres investigados. El segundo índice de eficiencia académica más bajo (***0,65***) calculado corresponde al ***tercero*** de los once semestres.

En el segundo término del año de matrícula (1999 – II) se registró el ***mayor número promedio de materias tomadas***, que es ***5,10*** materias.

El menor número promedio de materias tomadas por semestre ocurrió, en el primer semestre del año 2004 (2004- I), donde los estudiantes investigados tomaron en promedio ***4,55*** materias, esto a excepción del primer término de 2004, donde tomaron ***4,51*** materias.

La correlación entre el número de ***Materias Tomadas por Semestre*** y la ***Eficiencia Académica*** es **0,911**, se destaca no sólo porque es una de las correlaciones más cercanas a uno, sino porque es positiva, es decir que entre los estudiantes investigados que toman más materias por semestre hay mayores valores en la ***Eficiencia Académica***.

Se definieron dos vectores, uno con las variables que miden el *desempeño de los estudiantes antes de la Politécnica* y el vector de las variables que miden el desempeño en la Politécnica. La correlación canónica obtenida entre estos vectores es relativamente alta, 0,740. Donde la variable dominante del grupo de variables de la Politécnica es el Número de Materias Tomadas por el estudiante y el vector dominante en el otro grupo es el promedio de 1^o a 5^o curso de colegio.

Recomendaciones

En el futuro si la ESPOOL necesita completar cupos de matrícula la Comisión de Ingreso admita estudiantes basándose en el criterio de la Aptitud, puesto que la forma de ingreso por “aptitud” implica más alta probabilidad de acertar al escoger un aspirante.

En su rediseño curricular la Politécnica del Litoral estudie e implemente una forma de evaluación y de enseñanza tal, que no solo se mida y se priorice el cúmulo de conocimientos sino que le permita a los estudiantes desarrollar y reflejar su aptitud en su paso por esta institución.

Que se estudie e implemente una forma de enseñanza y un tiempo de enseñanza en los cursos Pre Politécnicos de tal manera que éstos logren nivelar, en conocimiento, a tantos o a más estudiantes de los que está nivelando hasta ahora, ya que la forma de ingreso “Regular” o por conocimiento es la que a menos “equivocaciones” conduce.

Hacer un estudio a otra cohorte de estudiantes a los que se les haya aplicado la Prueba de Aptitud Escolástica, para comparar resultados con los obtenidos en esta investigación, pero sobre todos para alcanzar una comprensión mayor de la incidencia de estas pruebas en el rendimiento académico de los estudiantes.