

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

TESIS DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

**“DESARROLLO DE MODELOS DE SERIES TEMPORALES PARA
EL ANÁLISIS DE LAS TENDENCIAS EN EL ÁMBITO
INSTITUCIONAL: ESPOCH”**

PRESENTADO POR:

VÍCTOR FERNANDO LEMA BEJARANO

ALVARO ISRAEL CARRERA ORTIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Arquitecto de la vida por mi existencia y por mi amada familia que constituyen el apoyo y guía incondicional que requiere para cumplir mis proyectos; agradezco también a mi querida ESPOCH a mi compañero y amigo de tesis Álvaro Carrera y a mis maestros que me han inculcado valiosos conocimientos que han aportado para formarme como un profesional de éxito.

Víctor Lema

A Dios por la oportunidad de estar en este mundo y superarme a cada día.

A mi madre Corina Ortiz por el esfuerzo y apoyo incondicional recibido durante toda mi vida para así formarme como persona y profesionalmente, a mis tías Martha y Mónica por el cariño y apoyo demostrados todos los días y quienes han sido un gran soporte en mi vida.

A toda mi familia por estar siempre pendientes.

A mis maestros por los conocimientos brindados con dedicación durante mi carrera, y a mi compañero de tesis Víctor Lema.

Alvaro Carrera

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia y especialmente a mi madre Corina Ortiz por darme la oportunidad de terminar con éxito un ciclo mas de mi vida y ser el pilar fundamental donde me he sentido siempre seguro.

Alvaro Carrera

Es mi deseo ofrecer este trabajo a quienes con su sacrificio constante, valiosos consejos, motivación y profundo amor han sido la fortaleza en mi caminar; mis padres.

Víctor Lema

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Edmundo Caluña
DECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS

Dr. Richard Pachacama
DIRECTOR ESCUELA
FÍSICA Y MATEMÁTICA

Dr. Richard Pachacama
DIRECTOR DE TESIS

Dr. Jorge Congacha
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Dr. Rubén Pazmiño
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Tec. Carlos Rodríguez
DIRECTOR DEL CENTRO
DE DOCUMENTACION

Nota de Tesis _____

Nosotros, Alvaro Israel Carrera Ortiz y Víctor Fernando Lema Bejarano, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Alvaro Israel Carrera Ortiz

Víctor Fernando Lema Bejarano

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	I
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
INTRODUCCIÓN	XVI
OBJETIVOS	XX
1. CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO	21
1.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO	21
1.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	22
1.3. MODELOS MATEMÁTICOS.....	24
1.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN	25
1.5. SERIES TEMPORALES	25
1.6. PRONÓSTICOS	26
1.7. CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICOS	28
1.8. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO.....	28
1.9. EFICIENCIA EN EL PRONÓSTICO.....	33
1.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS	35
1.11. COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN.....	37
1.12. ANÁLISIS DE RESIDUALES.....	38
1.13. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN.....	40
1.14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN PARA PROPORCIONES	42
1.15. DEFINICIÓN DE NÚMERO ÍNDICE.....	45
1.16. TIPOS DE NÚMEROS ÍNDICE	46
1.17. USO DE LOS NÚMEROS ÍNDICES.....	47
2. CAPÍTULO II: MÉTODOS DE ANÁLISIS	48
2.1. MODELOS DE PRONÓSTICOS	48
2.2. GRÁFICA DE LA SERIE	50
2.3. SOLVER.....	50
2.4. POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO	52
2.5. IDENTIFICACIÓN DEL MODELO	53
2.6. TENDENCIA.	53
2.7. CICLICIDAD	54
2.8. EXPLORACIÓN DE PATRONES DE DATOS Y ELECCIÓN DE UNA TÉCNICA DE PRONÓSTICO.....	54

2.9. EXPLORACIÓN DE PATRONES DE DATOS DE SERIES DE TIEMPO	56
2.10. EXPLORACIÓN DE PATRONES DE DATOS CON ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIÓN.....	57
2.11. TÉCNICAS DE PRONÓSTICOS	59
2.12. PREDICCIÓN.....	70
2.13. ÍNDICES	70
3 CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	72
3.1 <i>MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.</i>	72
3.1.1 <i>ESTUDIO DE LA TENDENCIA</i>	74
3.1.2 <i>ESTUDIO DE LA CICLICIDAD</i>	78
3.1.3 <i>POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO</i>	78
3.1.4 <i>MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO</i>	82
3.1.5 <i>COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT</i>	85
3.1.6 <i>TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL ESPOCH</i>	90
3.1.7 <i>ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS</i>	92
3.2 <i>MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS.</i>	93
3.2.1 <i>ESTUDIO DE LA TENDENCIA</i>	95
3.2.2 <i>ESTUDIO DE LA CICLICIDAD</i>	99
3.2.3 <i>POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO</i>	99
3.2.4 <i>MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO</i>	103
3.2.5 <i>COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.</i>	106
3.2.6 <i>TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL FADE</i>	110
3.2.7 <i>ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS</i>	113
3.3 <i>MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.</i>	123
3.3.1 <i>ESTUDIO DE LA TENDENCIA</i>	125
3.3.2 <i>ESTUDIO DE LA CICLICIDAD</i>	128
3.3.3 <i>POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO</i>	128
3.3.4 <i>MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO</i>	132
3.3.5 <i>COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.</i>	135
3.3.6 <i>TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL PECUARIAS.</i>	140
3.3.7 <i>ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS</i>	142
3.4 <i>MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.</i>	148

3.4.1	<i>ESTUDIO DE LA TENDENCIA</i>	150
3.4.2	<i>ESTUDIO DE LA CICLICIDAD</i>	153
3.4.3	<i>POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO</i>	153
3.4.4	<i>MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO</i>	157
3.4.5	<i>COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT</i>	160
3.4.6	<i>TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN</i>	164
3.4.7	<i>ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS</i>	166
3.5	<i>MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA</i>	175
3.5.1	<i>ESTUDIO DE LA TENDENCIA</i>	177
3.5.2	<i>ESTUDIO DE LA CICLICIDAD</i>	181
3.5.3	<i>POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO</i>	181
3.5.4	<i>MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO</i>	185
3.5.5	<i>COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT</i>	187
3.5.6	<i>TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL MECÁNICA</i>	192
3.5.7	<i>ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS</i>	194
3.6	<i>MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES</i>	203
3.6.1	<i>ESTUDIO DE LA TENDENCIA</i>	205
3.6.2	<i>ESTUDIO DE LA CICLICIDAD</i>	209
3.6.3	<i>POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO</i>	209
3.6.4	<i>MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO</i>	213
3.6.5	<i>COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT</i>	216
3.6.6	<i>TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL RECURSOS NATURALES</i>	221
3.6.7	<i>ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS</i>	223
3.7	<i>MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE SALUD PÚBLICA</i>	230
3.7.1	<i>ESTUDIO DE LA TENDENCIA</i>	232
3.7.2	<i>ESTUDIO DE LA CICLICIDAD</i>	236
3.7.3	<i>POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO</i>	236
3.7.4	<i>MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO</i>	240
3.7.5	<i>COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT</i>	243
3.7.6	<i>TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL SALUD PÚBLICA</i>	248
3.7.7	<i>ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS</i>	250

3.8	MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS.....	260
3.8.1	ESTUDIO DE LA TENDENCIA.....	262
3.8.2	ESTUDIO DE LA CICLICIDAD	265
3.8.3	POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO.....	265
3.8.4	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO.....	269
3.8.5	COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.....	272
3.8.6	TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL CIENCIAS	276
3.8.7	ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS	278
4.	PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN PARA PROPORCIONES DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN LA ESPOCH CON RESPECTO AL GÉNERO.....	289
5.	<i>DOCENTES</i>	291
5.1	EVOLUCIÓN DE DOCENTES POR NOMBRAMIENTO Y CONTRATO.....	291
5.2	ÍNDICE DE CRECIMIENTO DOCENTES.....	292
6.	CONCLUSIONES.....	294
7.	RECOMENDACIONES	301
8.	RESUMEN.....	302
9.	SUMMARY	303
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	304

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes ESPOCH.....	72
Tabla 2.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	75
Tabla 3.- Coeficientes recta y parábola.....	75
Tabla 4.- R^2 de la recta y parábola.....	76
Tabla 5.- Primeros Restos.....	77
Tabla 6.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.....	79
Tabla 7.- Resultado del Polinomio Trigonométrico.....	79
Tabla 8.- Pronósticos.....	81
Tabla 9.- Medición del Error en el Pronóstico.....	82
Tabla 10.- Estadística de Regresión.....	84
Tabla 11.- Coeficientes del Modelo Lineal.....	84
Tabla 12.- Medición del Error en el Pronóstico.....	85
Tabla 13.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.....	86
Tabla 14.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo.....	87
Tabla 15.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo.....	87
Tabla 16.-Tasa de crecimiento estudiantil anual ESPOCH.....	90
Tabla 17.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes FADE.....	93
Tabla 18.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	96
Tabla 19.- Coeficientes recta y parábola.....	96
Tabla 20.- R^2 de la recta y parábola.....	97
Tabla 21.- Primeros Restos.....	98
Tabla 22.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.....	100
Tabla 23.- Obtención de Modelo Aditivo.....	100
Tabla 24.- Pronósticos.....	102
Tabla 25.- Medición del Error en el Pronóstico.....	103
Tabla 26.- Estadística de Regresión.....	105
Tabla 27.- Coeficientes del Modelo Lineal.....	105
Tabla 28.- Medición del Error en el Pronóstico.....	106
Tabla 29.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.....	107
Tabla 30.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo.....	108
Tabla 31.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo.....	108
Tabla 32.-Tasa de crecimiento estudiantil anual FADE.....	111
Tabla 33.- Matriculados por Especialidad FADE.....	114
Tabla 34.- Matriculados por Sexo CICLO.....	115
Tabla 35.- Matriculados por Sexo EMPRESAS.....	116
Tabla 36.- Matriculados por Sexo CONTABILIDAD Y AUDITORÍA.....	117
Tabla 37.- Matriculados por Sexo COMERCIAL.....	118
Tabla 38.- Matriculados por Sexo MARKETING.....	119
Tabla 39.- Matriculados por Sexo COMERCIO EXTERIOR.....	120
Tabla 40.- Matriculados por Sexo FINANCIERA.....	121
Tabla 41.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes PECUARIAS.....	123
Tabla 42.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	126
Tabla 43.- Coeficientes recta y parábola.....	126
Tabla 44.- R^2 de la recta y parábola.....	127
Tabla 45.- Primeros Restos.....	127
Tabla 46.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.....	129
Tabla 47.- Obtención de Modelo Aditivo.....	129
Tabla 48.- Pronósticos.....	131
Tabla 49.- Medición del Error en el Pronóstico.....	132
Tabla 50.- Estadística de Regresión.....	134
Tabla 51.- Coeficientes del Modelo Lineal.....	134
Tabla 52.- Medición del Error en el Pronóstico.....	135
Tabla 53.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.....	136
Tabla 54.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo.....	137
Tabla 55.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo.....	137
Tabla 56.-Tasa de crecimiento estudiantil anual PECUARIAS.....	140
Tabla 57.- Matriculados por Especialidad PECUARIAS.....	143
Tabla 58.- Matriculados por Sexo PECUARIAS.....	144
Tabla 59.- Matriculados por Sexo ZOOTÉCNICA.....	145
Tabla 60.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes FIE.....	148
Tabla 61.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	151
Tabla 62.- Coeficientes recta y parábola.....	151

Tabla 63.- R^2 de la recta y parábola.....	152
Tabla 64.- Primeros Restos.....	152
Tabla 65.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.....	154
Tabla 66.- Obtención de Modelo Aditivo.....	154
Tabla 67.- Pronósticos.....	156
Tabla 68.- Medición del Error en el Pronóstico.....	157
Tabla 69.- Estadística de Regresión.....	159
Tabla 70.- Coeficientes del Modelo Lineal.....	159
Tabla 71.- Medición del Error en el Pronóstico.....	160
Tabla 72.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.....	161
Tabla 73.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo.....	161
Tabla 74.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo.....	162
Tabla 75.-Tasa de crecimiento estudiantil anual FIE.....	164
Tabla 76.- Matriculados por Especialidad FIE.....	167
Tabla 77.- Matriculados por Sexo SISTEMAS.....	168
Tabla 78.- Matriculados por Sexo ELECTRÓNICA.....	169
Tabla 79.- Matriculados por Sexo Ing. DISEÑO GRÁFICO.....	170
Tabla 80.- Matriculados por Sexo Lic. DISEÑO GRÁFICO.....	171
Tabla 81.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes MECÁNICA.....	175
Tabla 82.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	178
Tabla 83.- Coeficientes recta y parábola.....	178
Tabla 84.- R^2 de la recta y parábola.....	179
Tabla 85.- Primeros Restos.....	180
Tabla 86.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.....	182
Tabla 87.- Obtención de Modelo Aditivo.....	182
Tabla 88.- Pronósticos.....	184
Tabla 89.- Medición del Error en el Pronóstico.....	185
Tabla 90.- Estadística de Regresión.....	187
Tabla 91.- Coeficientes del Modelo Lineal.....	187
Tabla 92.- Medición del Error en el Pronóstico.....	188
Tabla 93.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.....	189
Tabla 94.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo.....	190
Tabla 95.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo.....	190
Tabla 96.-Tasa de crecimiento estudiantil anual MECÁNICA.....	192
Tabla 97.- Matriculados por Especialidad MECÁNICA.....	195
Tabla 98.- Matriculados por sexo AUTOMOTRIZ.....	196
Tabla 99.- Matriculados por sexo MANTENIMIENTO.....	197
Tabla 100.- Matriculados por sexo INDUSTRIAL.....	198
Tabla 101.- Matriculados por sexo MECÁNICA.....	199
Tabla 102.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes RECURSOS NATURALES.....	203
Tabla 103.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	206
Tabla 104.- Coeficientes recta y parábola.....	206
Tabla 105.- R^2 de la recta y parábola.....	207
Tabla 106.- Primeros Restos.....	208
Tabla 107.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.....	210
Tabla 108.- Obtención de Modelo Aditivo.....	210
Tabla 109.- Pronósticos.....	212
Tabla 110.- Medición del Error en el Pronóstico.....	213
Tabla 111.- Estadística de Regresión.....	215
Tabla 112.- Coeficientes del Modelo Lineal.....	215
Tabla 113.- Medición del Error en el Pronóstico.....	216
Tabla 114.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.....	217
Tabla 115.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo.....	218
Tabla 116.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo.....	218
Tabla 117.-Tasa de crecimiento estudiantil anual RECURSOS NATURALES.....	221
Tabla 118.- Matriculados por Especialidad RECURSOS NATURALES.....	224
Tabla 119.- Matriculados por sexo AGRONÓMICA.....	225
Tabla 120.- Matriculados por sexo ECOTURISMO.....	226
Tabla 121.- Matriculados por sexo FORESTAL.....	227
Tabla 122.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes SALUD PÚBLICA.....	230
Tabla 123.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	233
Tabla 124.- Coeficientes recta y parábola.....	233
Tabla 125.- R^2 de la recta y parábola.....	234
Tabla 126.- Primeros Restos.....	235
Tabla 127.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.....	237
Tabla 128.- Obtención de Modelo Aditivo.....	237

Tabla 129.- Pronósticos.....	239
Tabla 130.- Medición del Error en el Pronóstico.....	240
Tabla 131.- Estadística de Regresión.....	242
Tabla 132.- Coeficientes del Modelo Lineal.	242
Tabla 133.- Medición del Error en el Pronóstico.....	243
Tabla 134.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.	244
Tabla 135.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo	245
Tabla 136.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo	245
Tabla 137.-Tasa de crecimiento estudiantil anual SALUD PÚBLICA.....	248
Tabla 138.- Matriculados por Especialidad SALUD PÚBLICA.	251
Tabla 139.- Matriculados por sexo PROMOCIÓN Y CUIDADOS DE LA SALUD.....	252
Tabla 140.- Matriculados por sexo PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD.	253
Tabla 141.- Matriculados por sexo GASTRONOMÍA.	254
Tabla 142.- Matriculados por sexo MEDICINA.	255
Tabla 143.- Matriculados por sexo NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.....	256
Tabla 144.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes CIENCIAS.	260
Tabla 145.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.....	263
Tabla 146.- Coeficientes recta y parábola.	263
Tabla 147.- R^2 de la recta y parábola.....	264
Tabla 148.- Primeros Restos.....	264
Tabla 149.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonométrico.	266
Tabla 150.- Obtención de Modelo Aditivo.....	266
Tabla 151.- Pronósticos	268
Tabla 152.- Medición del Error en el Pronóstico.....	269
Tabla 153.- Estadística de Regresión.....	271
Tabla 154.- Coeficientes del Modelo Lineal.	271
Tabla 155.- Medición del Error en el Pronóstico.....	272
Tabla 156.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.	273
Tabla 157.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo	274
Tabla 158.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo	274
Tabla 159.-Tasa de crecimiento estudiantil anual CIENCIAS.	277
Tabla 160.- Matriculados por Especialidad	279
Tabla 161.- Matriculados por sexo BIOQUÍMICA Y FARMACIA.	280
Tabla 162.- Matriculados por sexo BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.....	281
Tabla 163.- Matriculados por sexo BIOFÍSICA.....	282
Tabla 164.- Matriculados por sexo ESTADÍSTICA INFORMÁTICA.	283
Tabla 165.- Matriculados por sexo QUÍMICA.....	284
Tabla 166.- Matriculados por sexo QUÍMICA INDUSTRIAL.	285

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la ESPOCH. Periodo 1987 – 2008.....	73
Gráfico 2.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	74
Gráfico 3.- Parámetros de Solver.....	76
Gráfico 4.- Primeros Restos.....	78
Gráfico 5.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	81
Gráfico 6.- Modelo lineal con Excel.....	84
Gráfico 7.- Tasa de crecimiento estudiantil anual ESPOCH.....	91
Gráfico 8.- Matriculados por sexo ESPOCH.....	92
Gráfico 9.- Pérdida vs. Aprobación ESPOCH.....	92
Gráfico 10.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la FADE. Periodo 1987 – 2008.....	94
Gráfico 11.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	95
Gráfico 12.- Primeros Restos.....	99
Gráfico 13.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	102
Gráfico 14.- Modelo lineal con Excel.....	105
Gráfico 15.- Tasa de crecimiento estudiantil anual FADE.....	112
Gráfico 16.- Evolución estudiantil por escuelas / FADE.....	113
Gráfico 17.- Matriculados por Especialidad FADE.....	114
Gráfico 18.- Matriculados por sexo CICLO.....	115
Gráfico 19.- Matriculados por sexo EMPRESAS.....	116
Gráfico 20.- Matriculados por sexo CONTABILIDAD Y AUDITORIA.....	117
Gráfico 21.- Matriculados por sexo COMERCIAL.....	118
Gráfico 22.- Matriculados por sexo MARKETING.....	119
Gráfico 23.- Matriculados por sexo COMERCIO EXTERIOR.....	120
Gráfico 24.- Matriculados por sexo FINANCIERA.....	121
Gráfico 25.- Pérdida vs. Aprobación CICLO.....	122
Gráfico 26.- Aprobación por sexo CICLO.....	122
Gráfico 27.-Serie temporal de estudiantes matriculados en la ESPOCH. Periodo 1987 – 2008.....	124
Gráfico 28.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	125
Gráfico 29.- Primeros Restos.....	128
Gráfico 30.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	131
Gráfico 31.- Modelo lineal con Excel.....	134
Gráfico 32.- Tasa de crecimiento estudiantil anual PECUARIAS.....	141
Gráfico 33.- Evolución estudiantil por escuelas / PECUARIAS.....	142
Gráfico 34.- Matriculados por Especialidad PECUARIAS.....	143
Gráfico 35.- Matriculados por sexo PECUARIAS.....	144
Gráfico 36.- Matriculados por sexo ZOOTÉCNICA.....	145
Gráfico 37.- Pérdida vs. Aprobación PECUARIA.....	146
Gráfico 38.- Aprobación por sexo PECUARIAS.....	146
Gráfico 39.- Pérdida vs. Aprobación ZOOTÉCNICA.....	147
Gráfico 40.- Aprobación por sexo ZOOTÉCNICA.....	147
Gráfico 41.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la FIE. Periodo 1987 – 2008.....	149
Gráfico 42.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	150
Gráfico 43.- Primeros Restos.....	153
Gráfico 44.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	156
Gráfico 45.- Modelo lineal con Excel.....	159
Gráfico 46.- Tasa de crecimiento estudiantil anual FIE.....	165
Gráfico 47.- Matriculados por Especialidad FIE.....	167
Gráfico 48.- Matriculados por sexo SISTEMAS.....	168
Gráfico 49.- Matriculados por sexo ELECTRÓNICA.....	169
Gráfico 50.- Matriculados por sexo Ing. DISEÑO GRÁFICO.....	170
Gráfico 51.- Matriculados por sexo Lic. DISEÑO GRÁFICO.....	171
Gráfico 52.- Pérdida vs. Aprobación DISEÑO GRÁFICO.....	172
Gráfico 53.- Aprobación por sexo DISEÑO GRÁFICO.....	172
Gráfico 54.- Pérdida vs. Aprobación ELECTRÓNICA.....	173
Gráfico 55.- Aprobación por sexo ELECTRÓNICA.....	173
Gráfico 56.- Pérdida vs. Aprobación SISTEMAS.....	174
Gráfico 57.- Aprobación por sexo SISTEMAS.....	174
Gráfico 58.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la MECÁNICA. Periodo 1987 – 2008.....	176
Gráfico 59.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	177
Gráfico 60.- Parámetros de Solver.....	179
Gráfico 61.- Primeros Restos.....	181
Gráfico 62.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	184

Gráfico 63.- Modelo lineal con Excel.....	187
Gráfico 64.- Tasa de crecimiento estudiantil anual MECÁNICA.	193
Gráfico 65.- Evolución estudiantil por escuelas / MECÁNICA.....	194
Gráfico 66.- Matriculados por especialidad MECÁNICA.....	195
Gráfico 67.- Matriculados por sexo AUTOMOTRIZ.....	196
Gráfico 68.- Matriculados por sexo MANTENIMIENTO.....	197
Gráfico 69.- Matriculados por sexo INDUSTRIAL.....	198
Gráfico 70.- Matriculados por sexo MECÁNICA.....	199
Gráfico 71.- Pérdida vs. Aprobación INDUTRIAL.....	200
Gráfico 72.- Aprobación por sexo MATENIMIENTO.....	200
Gráfico 73.- Pérdida vs. Aprobación MECANICA.....	201
Gráfico 74.- Aprobación por sexo INDUSTRIAL.....	201
Gráfico 75.- Aprobación por sexo MANTENIMIENTO.....	202
Gráfico 76.- Serie temporal de estudiantes matriculado en RECURSOS NATURALES. Periodo 1987 – 2008.....	204
Gráfico 77.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	205
Gráfico 78.- Parámetros de Solver.....	207
Gráfico 79.- Primeros Restos.....	209
Gráfico 80.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	212
Gráfico 81.- Modelo lineal con Excel.....	215
Gráfico 82.- Tasa de crecimiento estudiantil anual RECURSOS NATURALES.....	222
Gráfico 83.- Evolución estudiantil por escuelas / RECURSOS NATURALES.....	223
Gráfico 84.- Matriculados por Especialidad RECURSOS NATURALES.....	224
Gráfico 85.- Matriculados por sexo AGRONOMÍA.....	225
Gráfico 86.- Matriculados por sexo ECOTURISMO.....	226
Gráfico 87.- Matriculados por sexo FORESTAL.....	227
Gráfico 88.- Pérdida vs. Aprobación AGRONÓMICA.....	228
Gráfico 89.- Aprobación por sexo AGRONÓMICA.....	228
Gráfico 90.- Pérdida vs. Aprobación ECOTURISMO.....	229
Gráfico 91.- Aprobación por sexo AGRONÓMICA.....	229
Gráfico 92.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	232
Gráfico 93.- Parámetros de Solver.....	234
Gráfico 94.- Primeros Restos.....	236
Gráfico 95.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	239
Gráfico 96.- Modelo lineal con Excel.....	242
Gráfico 97.- Tasa de crecimiento estudiantil anual SALUD PÚBLICA.....	249
Gráfico 98.- Evolución estudiantil por escuelas / SALUD PÚBLICA.....	250
Gráfico 99.- Matriculados por especialidad.....	251
Gráfico 100.- Matriculados por sexo PROMOCIÓN Y CUIDADOS DE LA SALUD.....	252
Gráfico 101.- Matriculados por sexo PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD.....	253
Gráfico 102.- Matriculados por sexo GASTRONOMÍA.....	254
Gráfico 103.- Matriculados por sexo MEDICINA.....	255
Gráfico 104.- Matriculados por sexo NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.....	256
Gráfico 105.- Pérdida vs. Aprobación GASTRONOMÍA.....	257
Gráfico 106.- Aprobación por sexo GASTRONOMÍA.....	257
Gráfico 107.- Pérdida vs. Aprobación NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.....	258
Gráfico 108.- Aprobación por sexo NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.....	258
Gráfico 109.- Pérdida vs. Aprobación MEDICINA.....	259
Gráfico 110.- Aprobación por sexo MEDICINA.....	259
Gráfico 111.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la CIENCIAS. Periodo 1987 – 2008.....	261
Gráfico 112.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.....	262
Gráfico 113.- Parámetros de Solver.....	263
Gráfico 114.- Primeros Restos.....	265
Gráfico 115.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).....	268
Gráfico 116.- Modelo lineal con Excel.....	271
Gráfico 117.- Tasa de crecimiento estudiantil anual CIENCIAS.....	277
Gráfico 118.- Evolución estudiantil por escuelas / CIENCIAS.....	278
Gráfico 119.- Matriculados por especialidad CIENCIAS.....	279
Gráfico 120.- Matriculados por sexo BIOQUÍMICA Y FARMACIA.....	280
Gráfico 121.- Matriculados por sexo BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.....	281
Gráfico 122.- Matriculados por sexo BIOFÍSICA.....	282
Gráfico 123.- Matriculados por sexo ESTADÍSTICA INFORMÁTICA.....	283
Gráfico 124.- Matriculados por sexo QUÍMICA.....	284
Gráfico 125.- Matriculados por sexo QUÍMICA INDUSTRIAL.....	285
Gráfico 126.- Pérdida vs. Aprobación QUÍMICA.....	286
Gráfico 127.- Aprobación por sexo QUÍMICA.....	286
Gráfico 128.- Pérdida vs. Aprobación BIOQUÍMICA Y FARMACIA.....	287

Gráfico 129.- Aprobación por sexo BIOQUÍMICA Y FARMACIA.	287
Gráfico 130.- Pérdida vs. Aprobación BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.....	288
Gráfico 131.- Aprobación BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.	288
Gráfico 132.- Evolución Docentes.	291
Gráfico 133.- Índice de crecimiento docente nombramiento.....	292
Gráfico 134.- Índice de crecimiento docentes contrato.	293
Gráfico 135.- Índice de crecimiento docentes total.	293

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo intenta mostrar las bondades de los métodos estadísticos y pronósticos en el campo institucional (ESPOCH), al constituir herramientas de gran valor en el proceso de dirección y administración, en el cual, uno de los aspectos a tomar en cuenta es la previsión de las situaciones a las que se enfrentarán las autoridades de la institución con el mayor nivel de incertidumbre. Son técnicas de amplio uso y de probada validez en el mundo contemporáneo y en todas las ramas de la ciencia y la técnica. Hoy en día es casi imposible operar una organización sin contar con pronósticos acerca del desarrollo futuro de la misma, tomando en cuenta, para ello, tanto el comportamiento del entorno en que se desarrolla la misma como sus problemas internos. Se realiza un análisis de series anuales de los ingresos de estudiantes, y el comportamiento del número de docentes, a la institución. Se emplean métodos de análisis de regresión y sus resultados constituyen un punto de partida para el diseño de estrategias futuras.

Toda entidad Educativa debe poseer información general y particular sobre estudiantes, docentes, empleados y observar su comportamiento, además de conocer sobre otros que potencialmente puedan ser de su interés. Pero el hecho cierto es que debe contarse con información que sustente las decisiones que se tomen. Lo cual le facilitará, entender y prever los resultados que obtendrá con cierto nivel de incertidumbre.

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la ESPOCH durante los últimos 21 años (1987-2008).

Para realizar este estudio se utilizaron las técnicas estadísticas de Regresión Lineal y Análisis de la Series Cronológicas de los arribos de estudiantes durante el período seleccionado.

Al momento la ESPOCH, cuenta con 7 Facultades y 24 Escuelas, en las que se otorgan 37 títulos profesionales de pregrado. Además, se ofertan 10 carreras en programas de profesionalización y 13 programas de posgrado.

Consideramos que muchas de las Universidades del País y del mundo tienen implementados proyectos en la aplicación de series temporales y modelos de regresión, debido a que estos les dan mayor información a futuro de la realidad de su institución y mediante el proceso, modelación, análisis e interpretación estos datos se convierten en información útil y confiable para la toma de decisiones, por el contrario la aplicación de este tipo de métodos en nuestro medio se dan de manera muy reducida, por lo que nuestras autoridades al desconocer lo que pasará en el futuro no pueden tomar decisiones a tiempo que sirvan para el desarrollo de la misma.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo necesita poner en marcha un proyecto de tratamiento de la información que garantice en el futuro la buena toma de decisiones en función de la información previa, una herramienta útil para este análisis son los modelos de regresión obtenidos mediante la aplicación de series temporales.

Existe información contenida en las bases de datos informáticas las cuales soportan las actividades cotidianas de la institución como son:

- ✓ Sistema académico
- ✓ Sistema financiero
- ✓ Sistema de recursos humanos
- ✓ Sistema bibliotecario
- ✓ Sistema e-salud

Pero no contribuyen a la toma de decisiones documentadas o inteligente para la implementación de políticas que sirvan al desarrollo institucional.

Actualmente la universidad esta viviendo el final de una época conocida como la modernidad, inmersa en una sociedad civil empobrecida económica y culturalmente; donde la desaparición del orden mundial basada en la confrontación este-oeste, abrió la perspectiva de un supuesto mundo sin fronteras que se expande en todos los continentes, forzando a una suerte de “Globalización Fragmentada”, donde coexiste la economía de gran escala con la economía informal y marginal que han provocado cambios de gran trascendencia.

La realidad institucional, nos invita a implementar una cultura organizativa, con coordinación y responsabilidad, entendiendo que todos somos necesarios cada uno en su sitio y en su momento, dentro de la complejidad y diversidad en la que nos desenvolvemos. Para ello, conviene también en forma colectiva saber quienes somos y a donde vamos.

Por lo que nuestra Institución consciente de su responsabilidad, a considerado como parte esencial de su gestión levantar e implementar indicadores con las bases de datos de la ESPOCH, tomando en cuenta información acerca de docentes, estudiantes, trabajadores, servicios que presta la institución, todo esto clasificado por: facultades, escuelas, carreras, semestres, género, etc. Con miras a que los análisis estadísticos ayuden ha la toma de decisiones rápida y a tiempo por parte de las autoridades pensando siempre en el emprendimiento de la Institución.

Obtener una buena cobertura de series de tiempo es esencial para solidificar nuestro futuro social y económico o estar preparados para cualquier contratiempo que pueda suceder a empresas públicas y privadas. Muchas empresas no adquieren cobertura sobre series de tiempo porque lo ven como un gasto adicional, y no piensan en lo que les puede costar al no utilizar esta ciencia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar modelos de Series Temporales para el análisis de las tendencias en el ámbito institucional para la toma de decisiones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Conocer las tendencias del desenvolvimiento estudiantil de la ESPOCH y en cada una de las Facultades.
- ✓ Comparar los modelos obtenidos en nuestro estudio con el modelo de regresión en Microsoft Excel y el método de Holt.
- ✓ Obtener la tasa de crecimiento estudiantil de la ESPOCH y de cada una de sus facultades.
- ✓ Obtener una comparación de matriculados por género en la ESPOCH y en cada facultad.
- ✓ Obtener una comparación de pérdidas vs aprobación en la ESPOCH y en cada facultad.
- ✓ Obtener una comparación acerca de la evolución estudiantil por Escuelas en cada Facultad.
- ✓ Obtener una comparación de número de matriculados por Escuelas de cada Facultad.
- ✓ Obtener las preferencias de matriculados por género vs. Especialidad.
- ✓ Obtener la evolución de docentes con nombramiento y contrato en la ESPOCH.
- ✓ Realizar un índice de crecimiento de los docentes ESPOCH.
- ✓ Tener actualizadas las estadísticas de los estudiantes y docentes.

1. CAPÍTULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo “ESPOCH”, se encuentra en el cantón Riobamba, tiene su organización en el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo que fue creado mediante decreto No 69-09, del 18 de abril de 1969, expedido por el Honorable Congreso Nacional y publicado en el Registro Oficial No 173, del 7 de Mayo de 1969; inicio sus labores académicas el 2 de mayo de 1972. Posteriormente, el Instituto, cambia la denominación a Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), mediante Decreto No. 1223 del 29 de octubre de 1.973 y publicada en el Registro Oficial No.425 del 6 de Noviembre del mismo año; a partir de lo cual, se han creado las facultades de:

- ✓ Salud Pública
- ✓ Ciencias Pecuarias
- ✓ Mecánica
- ✓ Recursos Naturales
- ✓ Ciencias
- ✓ Administración de Empresas
- ✓ Informática y Electrónica

Al momento la ESPOCH, cuenta con 7 Facultades y 24 Escuelas, en las que se otorgan 37 títulos profesionales de pregrado. Además, se ofertan 10 carreras en programas de profesionalización y 13 programas de posgrado.

Debido al tamaño de la ESPOCH, esta genera todos los días grandes volúmenes de información, actualmente esta información esta siendo simplemente guardada,

sin darle la importancia que tiene, pues de hecho sirve para realizar PREDICCIONES del comportamiento institucional a futuro.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo necesita poner en marcha un proyecto de tratamiento de la información que garantice en el futuro la buena toma de decisiones en función de la información previa, una herramienta útil para este análisis son los modelos de regresión obtenidos mediante la aplicación de series temporales.

1.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Análisis Descriptivo: Analiza las características de las variables en estudio a través de tablas, gráficos y cálculos de estadísticas.

Mediante este tipo de investigación, que utiliza el método de análisis se logra caracterizar un objeto en estudio (variables).

Estadística: La estadística es el conjunto de técnicas que se emplean para la recolección, organización, análisis e interpretación de datos. Los pueden ser cuantitativos, con valores expresados numéricamente, o cualitativos, en cuyo caso se tabulan las características de las observaciones. La estadística es aplicable en muchos campos; sirve para la toma de mejores decisiones a partir de la comprensión de las fuentes de variación y de la detección de patrones y relaciones en los datos obtenidos.

Población: Es un conjunto de medidas o el recuento de todos los argumentos o individuos que presentan una característica común.

Muestra: En general suele ser imposible o nada práctico observar toda la población, en especial si es muy grande, razón por la cual se examina una

pequeña parte de ella llamada muestra, es importante que dicha muestra sea representativa de la población en el sentido que debe ser aleatoria y poseer un determinado tamaño.

Análisis Inferencial: Explica los resultados de la investigación de una muestra a la población y emite juicios o conclusiones sobre esa población en general; mediante la estimación de parámetros y verificación de hipótesis.

Clasificación de las Variables

Desde el punto de vista económico las variables se pueden clasificar como variables endógenas y exógenas. Las variables endógenas son aquellas cuyos valores se determinan o calculan dentro del modelo. En contraste, las variables exógenas se caracterizan por que sus valores están determinados fuera del modelo.

Heteroscedasticidad: El problema de heteroscedasticidad se presenta cuando es violado el supuesto de varianza constante de los errores de la función de regresión. La Heteroscedasticidad tiene que ver con la relación entre una o más de las variables independientes del modelo y el cuadrado de los errores estimados a partir de la regresión. Este problema se manifiesta en un crecimiento o decrecimiento de la varianza del modelo.

Simulación Estadística: La simulación es una técnica de muestreo estadístico controlado (experimentación) que se emplea conjuntamente con un modelo, para obtener respuestas aproximadas a problemas probabilísticos complejos; debe seguir las normas del diseño de experimentos para que los resultados obtenidos

puedan conducir a interpretaciones significativas de las relaciones de interés. La construcción y operación de un modelo de simulación permite la observación del comportamiento dinámico de un sistema en condiciones controladas, pudiéndose efectuar experimentos para comprobar alguna hipótesis acerca del sistema bajo estudio. Básicamente se relacionan tres elementos: sistema (parte del mundo real que interesa estudiar), modelo (representación simplificada de un sistema) y computador.

Índice: Un número índice es un indicador diseñado para describir los cambios de una variable en el tiempo, esto es, su evolución a lo largo de un determinado período.

Pueden intentar reflejar:

- ✓ la evolución en la cantidad de un determinado bien o servicio o de un conjunto de ellos (por ejemplo cantidades producidas o consumidas).
- ✓ la evolución en el precio de un bien o servicio o conjunto de éstos.
- ✓ la evolución en el valor de un bien o servicio o de una canasta de bienes y servicios.

1.3. MODELOS MATEMÁTICOS

Es un tipo de modelo basado en la lógica matemática, cuyos elementos son esencialmente variables y funciones, y las relaciones entre ellos vienen expresadas a través de relaciones matemáticas (ecuaciones, inecuaciones, operadores lógicos) que se corresponden con las correspondientes relaciones del mundo real que modelizan (relaciones tecnológicas, leyes físicas, restricciones del mercado).

El proceso para elaborar un modelo matemático es el siguiente:

1. Encontrar un problema del mundo real.
2. Formular un modelo matemático acerca del problema, identificando variables (dependientes e independientes) y estableciendo hipótesis lo suficientemente simples para tratarse de manera matemática.
3. Aplicar los conocimientos matemáticos que se posee para Integrar a conclusiones matemáticas,
4. Comparar los datos obtenidos como predicciones con datos reales. Si los datos son diferentes, se reinicia el proceso.

Es importante mencionar que un modelo matemático no es completamente exacto con problemas de la vida real, de hecho, se trata de una idealización.

1.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN

El análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de la variable Dependiente (Y), respecto a una o mas variables explicativas ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) con el objeto de estimar y/o predecir la media o el valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas), de las últimas.

1.5. SERIES TEMPORALES

Se llama Series de Tiempo a un conjunto de mediciones de cierto fenómeno o experimento registrado secuencialmente en el tiempo. Para analizar una serie de tiempo se obtiene una gráfica, esto permite: identificar la tendencia, la estacionalidad, las variaciones irregulares (componente aleatoria).

- **Tendencia:** Movimiento de larga duración que se mantiene durante el periodo de observación y puede ajustarse a funciones matemáticas (recta, parábola, etc.)
- **Estacionalidad:** Movimiento que se produce en una serie, dentro de un periodo anual, el periodo puede ser también de un mes (las ventas de los comercios disminuyen a final de mes y aumentan al principio), la semana (la productividad de los trabajadores suele ser menor en primer y último día de la semana) o incluso el día (cotizaciones en la Bolsa).
- **Ciclo:** Oscilaciones alrededor de la tendencia producidos por periodos alternativos de prosperidad y depresión. Normalmente en una serie económica se superponen distintos ciclos de esta clase, lo que hace que en la práctica esta sea la componente más difícil de determinar.

1.6. PRONÓSTICOS

Pronosticar es emitir un enunciado sobre lo que es probable de lo que ocurre en el futuro basándose en análisis y en consideraciones de juicio, son premisas o suposiciones básicas en el que se basan la planeación y la toma de decisiones.

Muchos métodos de pronósticos se apoyan en técnicas matemáticas complejas; el pronóstico se necesita como elemento de otros modelos y algunos pronósticos son una ayuda esencial en la planeación y solución de problemas.

¿Quién necesita pronósticos?

Casi todas las organizaciones grandes y pequeñas, privadas y públicas- utilizan los pronósticos de manera explícita o implícita, puesto que deben planear para satisfacer las condiciones del futuro sobre las que tienen un conocimiento

imperfecto. Además, la necesidad de tener pronósticos está en todas las líneas funcionales, así como en todo tipo de organizaciones. Se requieren pronósticos en las áreas de finanzas, marketing, personal y producción; en organizaciones de gobierno y empresas que buscan utilidades, en clubes sociales pequeños y partidos políticos nacionales

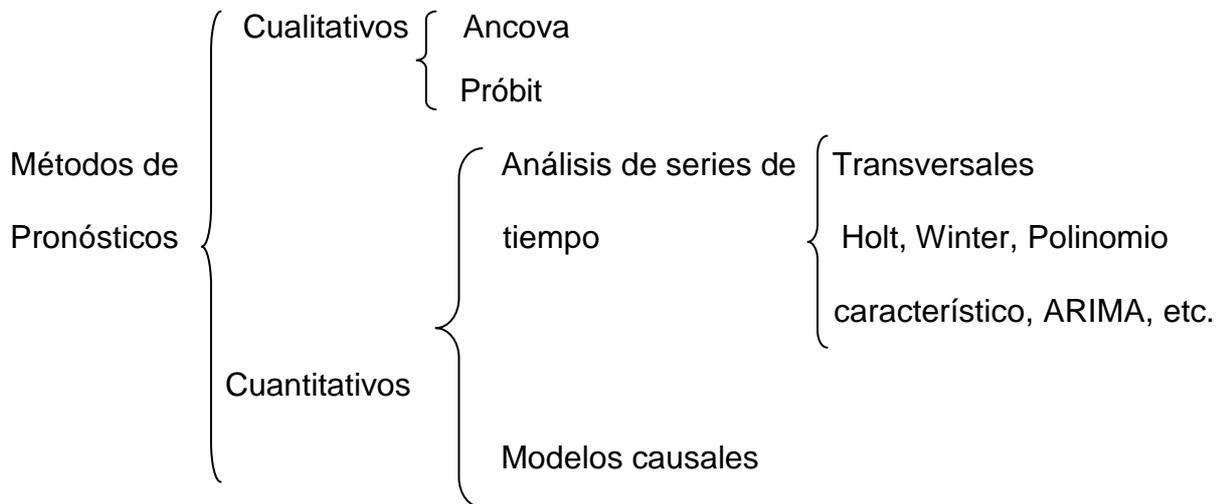
TIPOS DE PRONÓSTICOS

Cuando los administradores se enfrentan a la necesidad de tomar decisiones en una atmósfera de incertidumbre, ¿qué tipos de pronósticos están disponibles para ellos? Primero, los procedimientos de pronóstico podrían clasificarse como de largo o corto plazos. Los pronósticos de largo plazo son necesarios para establecer el curso general de una organización y son el enfoque exclusivo de la alta dirección. Los pronósticos de corto plazo se usan para diseñar estrategias inmediatas, y los mandos medios y las gerencias de primera línea los usan para cubrir las necesidades del futuro inmediato.

También se podrían clasificar los pronósticos en términos de su posición dentro de un continuo micro y macro; es decir, en la medida que involucren pequeños detalles en comparación con una gran escala. Por ejemplo, a un gerente de planta le podría interesar el pronóstico del número de trabajadores necesarios durante los próximos meses (un micro- pronóstico), mientras que el gobierno federal pronostica la cantidad total de personas empleadas en el país entero (un macropronóstico). Una vez más, los diferentes niveles administrativos dentro de una organización tienden a centrarse en diferentes niveles del continuo micro y macro. Por ejemplo, a la alta dirección le interesaría pronosticar las ventas para

toda la compañía, mientras que a los vendedores individuales les sería de más interés pronosticar sus volúmenes individuales de ventas.

1.7. CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE PRONÓSTICOS



1.8. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO

Para la realización de un pronóstico se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- a) El contexto del pronóstico
- b) La relevancia y disponibilidad de datos históricos
- c) El grado de exactitud deseado
- d) El periodo de tiempo que se va a pronosticar
- e) El análisis de costo-beneficio del pronóstico
- f) El punto del ciclo de vida en que se encuentra el producto.

Sugiere varios factores que deben considerarse al elegir un método de pronóstico. Debe tomarse en cuenta el nivel de detalle. ¿Son necesarios los pronósticos de detalles

específicos (un micropronóstico)? ¿O se necesita la predicción del futuro de un factor general o de gran escala (un macropronóstico)? ¿Es imperioso el pronóstico para una fecha próxima (un pronóstico de corto plazo) para una fecha inmediata o para un futuro lejano (un pronóstico de largo plazo)? ¿En que medida son apropiados los métodos cualitativos (de juicio) y cuantitativos (de manipulación de datos)?

La consideración primordial en la elección de un método de pronóstico es que los resultados deben facilitar el proceso de la toma de decisiones de los administradores de la organización. Rara vez un solo método funciona para todos los casos. Para seleccionar un método de pronóstico deben considerarse el tipo de productos (por ejemplo, nuevos frente a establecidos), los objetivos (como la simple predicción en contraposición con la necesidad de controlar un impulsor de negocios importante para los valores futuros) y limitantes (como costo, experiencia requerida o la prisa). Con la disponibilidad de software moderno para pronósticos, es mejor pensar en los métodos de pronóstico como herramientas genéricas que pueden aplicarse de manera simultánea. Asimismo, pueden probarse varios métodos en cualquier situación determinada. La metodología que produzca los pronósticos más precisos en un caso, quizás no sea la mejor en otra situación. Sin embargo, el(los) método(s) elegido(s) debe(n) producir un pronóstico adecuado, oportuno y entendible para los administradores, de tal forma que pueda ayudar a tomar mejores decisiones.

PASOS DE LOS PRONÓSTICOS

Todos los procedimientos formales de pronóstico implican el entendimiento de las experiencias del pasado para proyectarlas hacia el futuro. Por lo tanto, suponen que las condiciones futuras serán las mismas que generaron los datos en el pasado, excepto

aquellas variables reconocidas de forma explícita por el modelo de pronóstico.

El reconocimiento de que las técnicas de pronósticos operan con los datos generados por sucesos históricos lleva a la identificación de los siguientes cinco pasos en el proceso de pronóstico:

1. Formulación del problema y recolección de datos
2. Manipulación y limpieza de datos
3. Construcción y evaluación del modelo
4. Aplicación del modelo (el pronóstico real)
5. Evaluación del pronóstico

En el paso 1, La formulación del problema y la recolección de datos se tratan como un paso único, debido a que están íntimamente relacionados. El problema determina los datos adecuados. Si se considera una metodología cuantitativa de pronóstico, los datos relevantes deben estar disponibles y ser correctos. A menudo, la tarea de obtener y recopilar los datos adecuados es desafiante y consume mucho tiempo. Si no se dispone de los datos adecuados, el problema podría tener que redefinirse o se tendría que emplear una metodología no cuantitativa de pronóstico. En general, surgen problemas de recolección y control de calidad siempre que es necesario obtener datos pertinentes para un esfuerzo por hacer pronósticos en los negocios.

El paso 2, manipulación y limpieza de datos, con frecuencia es necesario. En el proceso de pronóstico es posible tener demasiados datos o muy pocos. Algunos datos pueden ser irrelevantes al problema. Otros podrían tener valores omitidos que deban estimarse. Algunos datos podrían tener que expresarse en unidades diferentes de las originales. Otros qui-zás deban procesarse previamente (por ejemplo, los que se acumulan de diversas fuentes y se suman). Otros datos podrían ser adecuados, aunque solamente durante ciertos períodos históricos (por ejemplo, al pronosticar las ventas de automóviles pequeños, acaso se desee utilizar sólo las ventas de autos después del embargo de petróleo de la década de 1970 en lugar de los datos a lo largo de los últimos 50 años). Por lo general, se requiere cierto esfuerzo para obtener tos datos de la forma requerida a fin de utilizar determinados procedimientos de pronóstico.

El paso 3, construcción y evaluación del modelo, implica adecuar los datos recolectados en un modelo de pronósticos que sea adecuado en términos de minimización del error de pronóstico. Cuanto más simple sea el modelo, resulta mejor para obtener la aceptación del proceso de pronóstico por parte de los administradores que toman las decisiones en la empresa. Con frecuencia debe llegarse a un equilibrio entre un método de pronóstico sofisticado, que es un poco más preciso, y uno simple que se entienda con facilidad y obtenga el apoyo de - lo utilicen activamente - quienes toman las decisiones en la compañía. Obviamente, el juicio intuitivo está implicado en este proceso de selección. Puesto que esta investigación presenta modelos de pronóstico de aplicabilidad diversa.

El paso 4, aplicación del modelo, consiste en los pronósticos reales del modelo que se generan una vez que se han recolectado y quizás reducido a sólo los datos adecuados, tan pronto se ha elegido un modelo adecuado de pronósticos. Frecuentemente, los

pronósticos de períodos recientes en los que se conocen los valores históricos reales se utilizan para verificar la precisión del proceso.

El paso 5, evaluación del pronóstico, implica comparar los valores del pronóstico con los valores históricos reales. En este proceso, algunos de los más recientes valores de datos se retienen del grupo de datos que se analiza. Una vez que se ha completado el modelo de pronósticos, se realizan los pronósticos para los diversos periodos y se comparan con los valores históricos conocidos. Algunos procedimientos de pronóstico reportan la suma de los valores absolutos de los errores o la dividen entre el número de intentos de pronóstico para reportar el error absoluto promedio del pronóstico. Otros procedimientos toman en cuenta la suma de los cuadrados del error, lo cual se compara con cifras similares de métodos alternos de pronóstico. Algunos procedimientos también localizan y reportan la magnitud de los términos de los errores a lo largo del periodo de pronóstico. Frecuentemente, el examen de los patrones de errores lleva al analista a modificar el procedimiento de pronósticos.

ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO DE PRONÓSTICOS

El análisis sirve para subrayar nuestra creencia en que la habilidad directiva y el sentido común deben estar implicados en el proceso de pronóstico. El pronosticador debería ser percibido como un asesor del administrador, más que como el supervisor de un aparato automático de toma de decisiones. Desafortunadamente, esto último a veces es el caso en la práctica, sobre todo por el aura de la computadora. Una vez más, las técnicas cuantitativas en el proceso de pronósticos deben percibirse como lo que realmente son; es decir herramientas que utiliza el administrador para lograr mejores decisiones.

1.9. EFICIENCIA EN EL PRONÓSTICO

Hay quien pueda afirmar, el modelo es útil solo en la medida que anticipa la evolución de la variable. En este sentido se esta aceptando que uno espere a que vengan las futuras observaciones para después analizar la calidad del modelo. Esto se le llama una evaluación ex-post.

Uno puede hacer una evaluación ex-ante, o sea, no incluir las ultimas 1, 2, 3,... en total guardar "n" observaciones de la serie mientras construye al modelo, con el modelo calculado en la sub-muestra uno proyecta los valores y los compara con los datos originales, esta acción permite analizar el error de pronostico y evaluar al modelo, si los errores son pequeños el modelo es aceptable.

Una vez terminado el análisis entre datos proyectados versus datos reales. Se incluyen estas últimas observaciones y se vuelve a estimar el modelo con la muestra completa y generar sus pronósticos.

El error de pronóstico se define como:

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (1.1)$$

Donde:

Y_t Es el valor de una serie de tiempo en un periodo t

\hat{Y}_t Es el valor del pronóstico para Y_t

e_t Es el residual o error del pronóstico

Un método para evaluar una técnica de pronóstico consiste en obtener la suma de los errores absolutos. **La Desviación Absoluta de la Media (DAM)** mide la precisión de un pronóstico mediante el promedio de la magnitud de los errores de

pronóstico (valores absolutos de cada error). La DAM resulta de gran utilidad cuando el analista desea medir el error de pronóstico en las mismas unidades de la serie original. La ecuación 1.2 muestra como se calcula la DAM.

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} \quad (1.2)$$

Otro método para evaluar una técnica de pronósticos es el Error Medio Cuadrado (EMC). Cada error o residual se eleva al cuadrado; luego estos valores se suman y se dividen entre el número de observaciones. Este enfoque penaliza los errores mayores de pronóstico ya que eleva cada uno al cuadrado. Esto es importante pues en ocasiones pudiera ser preferible una técnica que produzca errores moderados a otra que por lo regular tenga errores pequeños, pero que ocasionalmente arroje algunos en extremo grandes. La ecuación 1.3 muestra el cálculo del EMC.

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \quad (1.3)$$

En ocasiones resulta mas útil calcular los errores de pronóstico en términos de porcentaje y no en términos de cantidades el Porcentaje de Error Medio Absoluto (PEMA) se calcula encontrando el error absoluto en cada periodo, dividiendo este entre el valor real observado para ese periodo y después promediando estos errores absolutos de porcentaje. Este enfoque es útil cuando el tamaño o magnitud de la variable de pronóstico es importante en la evaluación de ó la precisión del pronóstico. El PEMA proporciona una indicación de que tan grande son los errores de pronósticos comparados con los valores reales de la serie también se puede

utilizar el PEMA para compara la precisión de la misma u otra técnica sobre dos series totalmente diferentes. La ecuación 1.4 muestra el cálculo del PEMA

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} \times 100\% \quad (1.4)$$

A veces resulta necesario determinar si un método de pronóstico esta sesgado (pronóstico consistentemente alto o bajo). En estos casos, se emplea el **Porcentaje Medio de Error (PME)**, que se calcula encontrando el error en cada periodo, dividiendo esto entre el valor real de ese periodo y promediando después estos porcentajes de error. Si un enfoque de pronóstico no esta sesgado, la ecuación 1.5 producirá un porcentaje cercado a cero. Si el resultado es un porcentaje negativo grande el método de pronóstico esta sobrestimado de manera consistente. Si el resultado es un porcentaje positivo grande, el método de pronóstico esta subestimado en forma consistente.

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} \times 100\% \quad (1.5)$$

1.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS

En muchas situaciones estadísticas, que incluyen los pronósticos, el interés está en probar cierta afirmación sobre la población más que en estimar o predecir alguno de sus parámetros. A este proceso se le llama prueba de hipótesis y es el segundo propósito básico que se puede perseguir al examinar la evidencia de las muestras. Probar las hipótesis implica los 5 pasos:

Paso 1. Formular la hipótesis que se ha de probar (llamada hipótesis nula, cuyo símbolo es H_0) y establecer la hipótesis alternativa (la cual concluye si se rechaza su símbolo es H_1).

Paso 2. Recopilar una muestra aleatoria de artículos de la población, medirlos y calcular la estadística adecuada de la prueba de la muestra.

Paso 3. Suponer que la hipótesis nula es verdadera y determinar la distribución muestral de la estadística de la prueba.

Paso 4. Calcular la probabilidad de que el valor de la estadística de la muestra sea, por lo menos, tan grande como el que se observó que podría haberse sacado de esta distribución muestral.

Paso 5. Si esta probabilidad es alta, no se rechaza la hipótesis nula; si esta probabilidad es baja, la hipótesis nula se desacredita y puede rechazarse con una pequeña posibilidad de error.

Cuando se siguen estos pasos, pueden ocurrir dos tipos de errores, como se muestra en la tabla siguiente. Se espera llegar a la decisión correcta respecto a la hipótesis nula después de que se ha examinado la evidencia de la muestra, pero siempre existe la posibilidad de que se rechace una H_0 verdadera y de no rechazar una H_0 falsa. Las probabilidades de estos eventos se conocen como alfa (α) y beta

(β), respectivamente. Alfa también es conocida como nivel de significancia de la prueba.

Resultados de una prueba de hipótesis

		ACCION	
		No rechazar Ho	Rechazar Ho
Estado de la Naturaleza	H ₀ verdadero	Decisión correcta	Error tipo II: probabilidad α
	H ₀ falsa	Error tipo I: probabilidad β	Decisión correcta

1.11. COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN

El coeficiente de determinación mide el porcentaje de variabilidad en Y que se puede explicar con el conocimiento de la variabilidad (diferencias) en la variable independiente X .

$$r^2 = 1 - \frac{\sum(Y - \hat{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2} \quad (1.6)$$

ERROR ESTÁNDAR DE LA ESTIMACIÓN

Después de haber calculado la línea recta ajustada, ahora nos interesa en medir la dispersión de los datos en torno a la función de regresión ajustada. Se puede desarrollar una medida de dispersión análoga a la desviación estándar. Esta medida, llamada el error estándar de la estimación, mide la dispersión de los datos respecto a la línea ajustada en la dirección Y . El error estándar de la estimación se indica con $s_{y.x}$.

El error estándar de la estimación mide la cantidad por la cual los valores verdaderos Y difieren de los valores estimados.

1.12. ANÁLISIS DE RESIDUALES

El hecho de ajustar un modelo por cuadrados mínimos, construir intervalos de predicción y probar las hipótesis no completa el estudio de la regresión. Estos pasos son solamente la mitad de la historia: las inferencias que se pueden hacer cuando los supuestos del modelo se cumplen de manera adecuada. En la mayoría de los estudios no es obvio que un modelo en particular sea correcto. Las inferencias pueden ser seriamente engañosas si los supuestos elaborados en la formulación del modelo son extremadamente incompatibles con los datos. Es esencial verificar cuidadosamente los datos para evitar violaciones de los supuestos. Recuerde que los supuestos para el modelo de regresión lineal simple son:

1. La relación entre las variables es lineal.
2. Los errores son independientes.
3. Los errores tienen varianza constante.
4. Los errores se distribuyen normalmente.

La información sobre la variación que no se puede explicar por la función de regresión ajustada se encuentra en los residuales. Para verificar los méritos de un modelo tentativo, se pueden examinar diversos gráficos de residuales.

1. Gráfica como histograma de los residuales.
2. Gráfica de dispersión, residuales contra los valores ajustados.
3. Gráfica de dispersión, residuales contra la variable explicativa.
4. Gráfica de residuales contra el tiempo si los datos son cronológicos.

Un histograma de los residuales constituye una manera de verificar el supuesto de normalidad. En la práctica, las desviaciones moderadas de una curva normal o una curva en forma de campana no afectan las conclusiones en pruebas de hipótesis o en intervalos de confianza para la predicción cuando se basan en la distribución t , particularmente si las series de datos son grandes. Una violación del supuesto de normalidad, por sí sola, ordinariamente no es tan grave como una violación de cualquiera de los demás supuestos.

Si una gráfica de dispersión de residuales contra valores ajustados a la recta indica que la naturaleza general de la relación entre Y y X forma una curva en vez de una línea recta, una transformación adecuada de los datos puede reducir una relación no lineal a otra que se aproxime a la lineal.

Una Transformación también puede ayudar a estabilizar la varianza. Cuando la gráfica residual indica que la distribución de los residuales aumenta cuando la magnitud de los valores ajustados se incrementa, esto quiere decir que la variabilidad de los puntos de datos sobre la línea de mínimos cuadrados es mayor

para valores ajustados de Y grandes que para valores pequeños, lo cual implica que el supuesto de varianzas Constante no se cumple. En esta situación, al relacionar el logaritmo de Y contra X podría producir una variación residual más coherente con el supuesto de varianza constante.

El supuesto de independencia es el más importante. La falta de independencia puede tergiversar drásticamente las condiciones extraídas de las pruebas t . Este supuesto corre el riesgo de ser violado particularmente para datos de series de tiempo, que son frecuentes en problemas de pronóstico económico o pronóstico de negocios.

1.13. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Al construir modelos estadísticos para pronósticos, a menudo resulta útil examinar la relación entre dos variables. Aquí se revisan dos técnicas, los análisis de correlación y de regresión. Este énfasis en la correlación 's' la regresión se justifica en vista del amplio uso de estas técnicas en todo tipo de aplicaciones de pronósticos.

Diagramas de dispersión

El estudio de la relación entre variables comienza con el caso más sencillo, el de la relación que existe entre dos variables. Suponga que se han tomado medidas en cada uno de dos objetos diversos, Un analista desea determinar si una de estas variables -que se pueden medir- llamada Y , tiende a aumentar o a disminuir a medida que cambia la otra variable, llamada X .

Un diagrama de dispersión es una gráfica de puntos de datos X-Y en un sistema de coordenadas bidimensional.

El diagrama de dispersión ayuda a ilustrar lo que sugiere la intuición cuando se observan a primera vista los datos sin procesar, en especial, la aparición de una relación lineal entre Y y X. A esta relación se le llama positiva debido a que al aumentar X también lo hace Y.

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

La fortaleza de la relación lineal que existe entre dos variables se mide mediante la correlación que existe entre ellas. El coeficiente de correlación mide la fuerza de la siguiente forma: dos variables con una relación negativa perfecta tienen un coeficiente de correlación igual a -1 . En el otro extremo, dos variables con una relación positiva perfecta tienen un coeficiente de correlación igual a $+1$. Así, el coeficiente de correlación varía entre -1 y $+1$, incluyéndolos, dependiendo de la cantidad de asociación entre las dos variables que se miden.

El coeficiente de correlación mide qué tanto se relacionan linealmente dos variables entre sí.

A los pronosticadores les preocupa la población tanto como los datos de la muestra. En la población que contiene todos los puntos de datos X - Y de interés,

existe un coeficiente de correlación cuyo símbolo es ρ , la letra griega rho. Si se dibuja una muestra aleatoria de estos puntos de datos X-Y. el coeficiente de correlación de estos se denota mediante r .

1.14. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN PARA PROPORCIONES

Las pruebas de proporciones son adecuadas cuando los datos que se están analizando constan de cuentas o frecuencias de elementos de dos o más clases. El objeto de estas pruebas es evaluar las afirmaciones con respecto a una proporción (o porcentaje) de población. Las pruebas se basan en la premisa de que una proporción muestral (es decir, x ocurrencias en n observaciones, o x/n) será igual a la proporción verdadera de la población si se toman márgenes o tolerancias para la variabilidad muestral. Las pruebas suelen enfocarse en la diferencia entre un número esperado de ocurrencias, suponiendo que una afirmación es verdadera, y el número observado realmente. La diferencia se compara con la variabilidad prescrita mediante una distribución de muestreo que tiene como base el supuesto de que H_0 es realmente verdadera.

En muchos aspectos, las pruebas de proporciones se parecen a las pruebas medias, excepto que, en el caso de las primeras, los datos muestrales se consideran como cuentas en lugar de como mediciones. Por ejemplo, las pruebas para medias y proporciones se pueden utilizar para evaluar afirmaciones con respecto a 1) un parámetro de población único (prueba de una muestra), 2) la igualdad de parámetros de de dos poblaciones (prueba de dos muestras) y 3) la igualdad de parámetros de más de dos poblaciones (prueba de k muestras). Además, para tamaños grandes de

muestras, la distribución de muestreo adecuada para pruebas de proporciones de una y dos muestras es aproximadamente normal, justo como sucede en el caso de pruebas de medias de una y dos muestras.

La presentación de pruebas de significación para proporciones de muestras se divide en dos partes. La primera nos señala las pruebas de una y dos muestras. La segunda parte nos presenta pruebas de más de dos proporciones.

PRUEBA DE PROPORCIONES DE DOS MUESTRAS

El objeto de una prueba de dos muestras es determinar si las dos *muestras independientes* fueron tomadas de dos poblaciones, las cuales presentan la misma proporción de elementos con determinada característica. La prueba se concentra en la diferencia relativa (diferencia dividida entre la desviación estándar de la distribución de muestreo) entre las dos proporciones muestrales. Diferencias pequeñas denotan únicamente la variación casual producto del muestreo (se acepta H_0), en tanto que grandes diferencias significan lo contrario (se rechaza H_0). El valor estadístico de prueba (diferencia relativa) es comparado con un valor tabular de la distribución normal, a fin de decidir si H_0 es aceptada o rechazada. Una vez más, esta prueba se asemeja considerablemente a la prueba de medias de dos muestras.

La hipótesis nula en una prueba de dos muestras es:

$$H_0: p_1 = p_2$$

Las hipótesis alternativas posibles son

$$H_1: p_1 \neq p_2 \quad H_1: p_1 > p_2 \quad H_1: p_1 < p_2$$

Como de costumbre, el método que se debe seguir consiste en suponer inicialmente que H_0 es verdadera y después utilizar una distribución de muestreo, basada en ese supuesto, a fin de llevar a cabo la prueba. Sin embargo, a diferencia de la prueba de una muestra, no existe ningún parámetro de población establecido en H_0 . Por tanto, la obtención de un valor de p , a fin de emplearlo, debe ser manejado de una manera un tanto diferente. Obsérvese que si, de hecho, p_1 es igual a p_2 , entonces las dos muestras obtenidas a partir de dos poblaciones, se pueden considerar como dos muestras tomadas de la misma población. De ese modo, cada proporción muestral puede considerarse como una estimación de la misma proporción de la población. Además, parecería razonable (debido al mayor tamaño) que la combinación de las dos muestras proporcionara una estimación aún mejor del verdadero valor de la proporción de población. La estimación combinada de p se puede calcular de la siguiente manera:

$$p = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} \quad (1.7)$$

En la cual

x_1 = número de aciertos en la muestra 1

x_2 = número de aciertos en la muestra 2

n_1 = número de observaciones de la muestra 1

n_2 = número de observaciones de la muestra 2

Este valor de p se utiliza para calcular la desviación estándar de la proporción, que es semejante a las fórmulas anteriores, excepto en que ahora se debe “ponderar” por medio de los dos tamaños de muestra:

$$\sigma_p = \sqrt{p(1-p)[(1/n_1) + (1/n_2)]} \quad (1.8)$$

1.15. DEFINICIÓN DE NÚMERO ÍNDICE

El número índice es una medida estadística diseñada para poner de relieve cambios en una variable o en un grupo de variables relacionadas con respecto al tiempo, situación geográfica, ingreso o cualquier otra característica.

Este tipo de número puede definirse también como un valor relativo con base igual a 100% o un múltiplo de 100% tal como 10 y 100, que permite medir qué tanto una variable ha cambiado con el tiempo.

Calculamos un número índice encontrando el cociente del valor actual entre un valor base. Luego multiplicamos el número resultante por 100, para expresar el índice como un porcentaje. Este valor final es el porcentaje relativo. El número índice para el punto base en el tiempo siempre es 100.

Otras Definiciones

Se aplican otras definiciones para números índice tales como:

- Un número índice es una medida estadística que tiene como finalidad comparar una variable o magnitud económica con el tiempo.
- Los números índices miden el tamaño o la magnitud de algún objeto en un punto determinado en el tiempo, como el porcentaje de una base o referencia en el pasado.

1.16. TIPOS DE NÚMEROS ÍNDICE

Por lo general, un índice mide el cambio en una variable durante un cierto período, como en una serie temporal. Sin embargo, también se le puede utilizar para medir diferencias en una variable dada en diferentes lugares. Esto se lleva a cabo recolectando datos de manera simultánea en los diferentes lugares y luego comparándolos.

Los números índices son importantes concernientes a las actividades de negocios y económicos pueden clasificarse en tres tipos:

1. Índices de precios
2. Índices de cantidades
3. Índice de valores en algún punto anterior en el tiempo (periodo bases) y usualmente el periodo actual.

Cuando solamente esta comprendido un solo producto o mercancía el índice se llama índice simple en tanto que una corporación que comprende un grupo de elementos recibe el nombre de número compuesto. Los números índices les ofrecen una forma de medir tales cambios.

- El índice de precios compara niveles de precios de un período a otro. El índice de precios al consumidor (IPC) mide los cambios globales de precios de una variedad de bienes de consumo y de servicios, y se le utiliza para definir el costo de vida.
- El índice de cantidad mide qué tanto cambia el número o la cantidad de una variable en el tiempo.

- El índice de valor mide los cambios en el valor monetario total; es decir, mide los cambios en el valor en pesos de una variable, combina los cambios en precio y cantidad para presentar un índice con más información.

1.17. USO DE LOS NÚMEROS ÍNDICES

Los números índices son útiles cuando se quiere comparar variables o magnitudes que están medidas en unidades distintas. Por ejemplo, con los números índices podemos comparar los costes de alimentación o de otros servicios en una ciudad durante un año con los del año anterior, o la producción de arroz en un año en una zona del país con la otra zona.

Aunque se usa principalmente en Economía e Industria, los números índices son aplicables en muchos campos. En Educación, por ejemplo, se pueden usar los números índices para comparar la inteligencia relativa de estudiantes en sitios diferentes o en años diferentes.

Los números índice son una forma importante de resumir el cambio que experimentan las variables durante cierto periodo. Tales números indican el cambio relativo en precio, cantidad o valor en algún punto anterior en el tiempo y usualmente, el periodo actual.

En sentido estricto, no es necesario que los números índices se refieran únicamente a comparaciones entre diferentes periodos; también se pueden utilizar para comparaciones dentro del mismo marco de referencia temporal. Por ejemplo, la comparación de tasas de deserción entre las escuelas de una ciudad, o bien, una comparación de las tasas de criminalidad, costos de bienvenida, o gastos de alimentación entre diferentes ciudades comprenden comparaciones *espaciales* o *en el espacio*.

2. CAPÍTULO II: MÉTODOS DE ANÁLISIS

2.1. MODELOS DE PRONÓSTICOS

Se llama Serie de Tiempo, Serie Cronológica, Time Series, a un conjunto de observaciones que toma una variable en diferentes momentos del tiempo. A continuación definiremos los componentes principales que caracterizan una serie de tiempo: tendencia, estacionalidad y aleatoriedad.

Tendencia: Es la componente de largo plazo que constituye la base del crecimiento o declinación de una serie histórica. Las fuerzas básicas que producen o afectan la tendencia de una serie son: cambios en la población, inflación, cambio tecnológico e incremento en la productividad, entre otros.

Estacionalidad: Las fluctuaciones estacionales se encuentran típicamente en los datos clasificados por trimestre mes o semana. La variación estacional se refiere a un patrón de cambio regularmente recurrente a través del tiempo. El movimiento se completa dentro de la duración de un año y se repite así mismo años tras año.

Aleatoriedad: Los movimientos irregulares (al azar) representan todos los tipos de movimientos de una serie de tiempo que no sea tendencia, variaciones estacionales y fluctuaciones cíclicas.

Un modelo clásico para una serie de tiempo, supone que una serie $x(1), \dots, x(n)$ puede ser expresada como suma o producto de tres componentes: tendencia, estacionalidad y un término de error aleatorio. No se ha considerado el componente cíclico en este caso, dado la limitada información con que se contó y al hecho de que los pronósticos se refieren a un horizonte corto.

Existen tres modelos de series de tiempos, que generalmente se aceptan como buenas aproximaciones a las verdaderas relaciones, entre los componentes de los datos observados.

Estos son:

1. Aditivo: $X(t) = T(t) + E(t) + A(t)$
2. Multiplicativo: $X(t) = T(t) \cdot E(t) \cdot A(t)$
3. Mixto: $X(t) = T(t) \cdot E(t) + A(t)$

Donde:

$X(t)$ serie observada en instante t .

$T(t)$ componente de tendencia.

$E(t)$ componente estacional.

$A(t)$ componente aleatoria (accidental).

Una suposición usual es que $A(t)$ sea un componente aleatorio o ruido blanco con media cero y varianza constante (homocedasticidad).

Cuando el pronóstico se basa en los datos de la serie de tiempo, la construcción del modelo matemático o función de pronóstico tiene que ir precedida por el análisis de las mismas.

Para analizar cualquier serie de tiempo el primer paso a seguir es: Detectar Outlier, se refiere a puntos de la serie que se escapan de lo normal. Un outliers es una observación de la serie que corresponde a un comportamiento anormal del fenómeno (sin incidencias futuras) o a un error de medición. Se debe determinar desde fuera si un punto dado es outlier o no. Si se concluye que lo es, se debe omitir o reemplazar por otro valor antes de analizar la serie.

Existen varios métodos para la estimación, en nuestro caso empleamos el Método de descomposición en tendencia y estacionalidad el que consiste en calcular tendencia de la serie original, separando el movimiento regular a largo plazo del conjunto de oscilaciones.

1- Estimación de la tendencia.

Existen varios métodos para estimar la tendencia los más usados consisten en:

a) Ajustar una función del tiempo, como un polinomio, una exponencial u otra función suave de t.

b) Media móvil simple ponderada o alisamiento exponencial.

c) Utilizar diferencias.

En el trabajo que se desarrolla se utiliza el modelo de regresión lineal, donde la variable denominada independiente es el tiempo y la variable dependiente lo constituyen las cifras de arribos de los estudiantes.

2.2. GRÁFICA DE LA SERIE

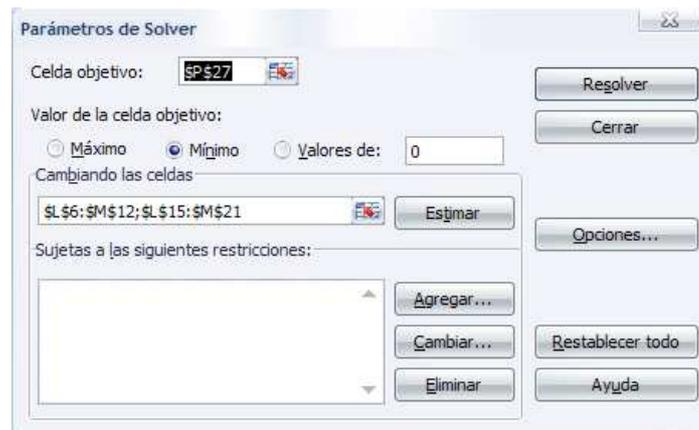
Con el graficado de EXCEL se representa la serie histórica a fin de decidir la tendencia de la serie.

2.3. SOLVER

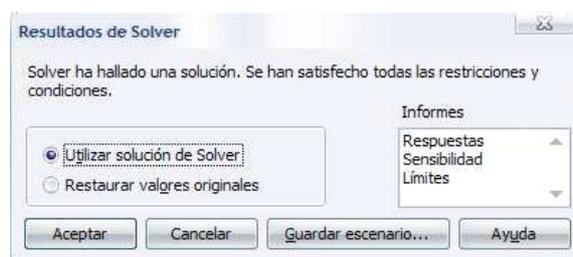
La ventana **Parámetros de Solver** se utiliza para encontrar los coeficientes del modelo lineal, cuadrático y del polinomio trigonométrico. El campo **Celda Objetivo** contiene la celda donde se encuentra la función objetivo correspondiente al problema en cuestión. Si desea hallar el máximo o el mínimo, seleccione **Max** o **Min**. Si la casilla **Valor de** está seleccionada, Solver tratará de hallar un valor de la celda igual

al valor del campo que se encuentra a la derecha de la selección. El cuadro de diálogo **Cambiando las celdas** contendrá la ubicación de las variables de decisión para el problema. Por último, las restricciones se deben especificar en el campo.

El modelo completo en la ventana Parámetros de Solver es el siguiente:



Para resolver el modelo, haga clic en el botón Resolver. Una vez resuelto el problema, aparecerá la ventana Resultados de Solver:



Puede elegir entre mantener en la hoja de cálculo la solución hallada por Solver o restaurar los valores originales. También, como se muestra en el recuadro Informes, es posible generar automáticamente tres informes diferentes. Seleccione cualquiera de los informes haciendo clic sobre él en el recuadro.

2.4. POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

El análisis de Fourier (*Polinomio Trigonométrico*) es una herramienta matemática utilizada para analizar funciones periódicas en el tiempo, a través de descomponer dicha función en la suma infinitesimal de funciones sinusoidales mucho más simples.

Áreas de aplicación incluyen la ingeniería, análisis vibratorio, acústica, series temporales, óptica, procesamiento de imágenes y señales, y compresión de datos. En ingeniería, para el caso de los sistemas de telecomunicaciones, y a través del uso de los componentes espectrales de frecuencia de una señal dada, se puede optimizar el diseño de un sistema para la señal portadora del mismo. Refiérase al uso de un analizador de espectros.

Es posible usar en lugar de polinomios ordinarios, $p(x) = c_0 + \sum_{k=1}^n c_k x^k$, funciones trigonométricas. En general, tales polinomios trigonométricos tendrán la forma:

$$p(x) = a_0 + \sum_{k=1}^n a_k \cos(kx) + \sum_{k=1}^n b_k \sin(kx). \quad (1.9)$$

Nótese, que dicha expresión tiene $2n + 1$ coeficientes indeterminados, $a_0, a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_n$, y deseamos calcular dichos coeficientes de forma que la función pase por los $2n + 1$ puntos:

$$p(x_k) = y_k, \quad k = 1, \dots, 2n + 1.$$

Como las funciones trigonométricas son periódicas con periodo 2π , tiene sentido asumir que:

$$0 \leq x_1 < x_2 < \dots < x_{2n+1} < 2\pi.$$

El polinomio trigonométrico es un método muy eficiente en el campo de las series temporales, este polinomio consta de argumentos y coeficientes, número de datos y funciones trigonométricas como son el seno y coseno el mismo que viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots + A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right) \quad (1.10)$$

2.5. IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

El modelo a utilizarse es un modelo aditivo el cual va a tomar en cuenta la tendencia y la Ciclicidad de los datos debido al estudio hecho anteriormente de los datos los mismo cumplen con las especificaciones para aplicar dicho modelo que viene dado de la forma:

$$\text{Aditivo: } X(t) = T(t) + C(t)$$

Donde:

X(t) serie observada en instante t.

T(t) componente de tendencia.

C(t) componente cíclico.

2.6. TENDENCIA.

La tendencia se refiere a desplazamientos a desplazamientos de los datos a largo plazo hacia arriba o hacia abajo. Así, en términos de predicciones, la

investigación de la tendencia puede proporcionar cierta idea con respecto a la dirección a largo plazo de una serie de tiempo.

2.7. CICLICIDAD

Las Variaciones cíclicas son de tipo periódico y presentan más de un año de duración. Común mente, tales variaciones no se pueden apartar de las de naturaleza irregular. Para aislar las variaciones cíclicas, (estacionales) se deben separar los datos de las series cronológicas. Las variaciones estacionales se suprimen en forma efectiva utilizando las etapas anuales (ya que las variaciones estacionales se definen como ciclos de un año o menos de duración, las cifras anuales no mostrarán fluctuaciones estacionales), o bien -al analizar cifras mensuales-.

2.8. EXPLORACIÓN DE PATRONES DE DATOS Y ELECCIÓN DE UNA TÉCNICA DE PRONÓSTICO.

Una de las partes más difíciles de los pronósticos y que toma más tiempo es la recolección de datos válidos y confiables. Un pronóstico no puede ser más preciso que los datos en los que se basa. El modelo de pronóstico más sofisticado fallará si se aplica a datos que no sean confiables.

El advenimiento de la computadora ha propiciado una acumulación increíble de datos sobre casi todos los temas. La difícil tarea a la que se enfrenta la mayoría de los pronosticadores consiste en cómo encontrar datos relevantes que les ayuden a resolver los problemas propios de la toma de decisiones.

Puedan aplicarse cuatro criterios para determinar si los datos serán o no útiles:

1. Los datos deben ser fidedignos y precisos. Se debe tener cuidado que los datos sean recopilados de una fuente confiable y que se le dé la atención adecuada a la precisión.
2. Los datos deben ser relevantes. Deben ser representativos de las circunstancias para las que se utilizan.
3. Los datos deben ser coherentes. Cuando cambian las definiciones en lo que concierne a cómo se recopilan los datos, es necesario hacer ajustes para mantener la coherencia en los patrones históricos.
4. Los datos deben ser oportunos. Los datos que se recopilan, se resumen y se publican oportunamente serán los más valiosos para quien haga los pronósticos. Puede haber muy pocos datos (historia insuficiente para basar en ella los resultados futuros) o demasiados (datos de periodos históricos irrelevantes del pasado remoto).

En general, hay dos tipos de datos que son de interés para quien hace pronósticos. El primero consiste en los datos recolectados en un solo punto del tiempo, ya sea una hora, un día, una semana, un mes o un trimestre. El segundo tipo radica en las observaciones de datos que se hacen a lo largo del tiempo. Cuando todas las observaciones son del mismo periodo, se llaman datos de *corte transversal*. El objetivo es examinar tales datos y luego extrapolar o extender las relaciones descubiertas hacia la población en general.

Los datos de corte transversal son observaciones recolectadas en un solo punto del tiempo.

Una serie de tiempo consiste en datos que se recopilan, registran u observan a lo largo de incremento sucesivos de tiempo.

2.9. EXPLORACIÓN DE PATRONES DE DATOS DE SERIES DE TIEMPO

Al seleccionar un método de pronósticos adecuado para los datos de series de tiempo, considerar las distintas clases de patrones de datos es uno de los aspectos más importantes. Existen cuatro tipos generales: horizontales, tendencias, estacionales y cíclicos.

Cuando las observaciones de datos fluctúan alrededor de un nivel constante o medio, existe un patrón horizontal. Este tipo de serie se conoce como estacionaria en su media. Se consideraría que las ventas mensuales de un producto que no aumentan ni disminuyen de manera consistente a lo largo del tiempo tienen un patrón horizontal.

Cuando las observaciones de datos crecen o disminuyen en un periodo largo, existe un patrón de *tendencia*, donde se muestra el crecimiento de largo plazo de una serie de tiempo. Algunos ejemplos de las fuerzas básicas que afectan y ayudan a explicar las tendencias de una serie son el crecimiento de la población, la inflación de los precios, los cambios tecnológicos, preferencias de los consumidores y los aumentos en la productividad.

La *tendencia* es el componente de largo plazo que representa el crecimiento o decremento en la series de tiempo a lo largo de un periodo extenso,

Cuando las observaciones exhiben aumentos y caídas que no se refieren a un periodo fijo, existe un patrón *cíclico*. El componente cíclico es la oscilación alrededor de la tendencia que por lo común es afectada por las condiciones económicas generales. A menudo, las fluctuaciones cíclicas se ven influidas por cambios en las expansiones y contracciones económicas: por lo general, se les conoce como ciclo del negocio.

El ***componente cíclico*** es la oscilación alrededor de la tendencia,

Cuando las observaciones se ven influidas por factores temporales, existe un patrón ***estacional***. El componente estacional se refiere a un patrón de cambio que se repite año con año. En una serie mensual, el componente estacional mide la variabilidad de la serie cada enero, cada febrero y así sucesivamente. En una serie trimestral, hay cuatro elementos estacionales, uno para cada trimestre. La variación estacional podría reflejar las condiciones climáticas, días feriados o la longitud del calendario.

2.10. EXPLORACIÓN DE PATRONES DE DATOS CON ANÁLISIS DE AUTOCORRELACIÓN

Cuando se mide una variable a lo largo del tiempo, las observaciones en diferentes períodos con frecuencia están relacionadas o correlacionadas. Esta correlación se mide mediante el uso del coeficiente de autocorrelación.

Autocorrelación es la correlación que existe entre una variable retrasada uno o más periodos consigo misma.

Los patrones de datos, que incluyen componentes como la tendencia y la estacionalidad, se pueden estudiar si se usan autocorrelaciones. Los coeficientes de autocorrelación para diferentes retrasos de una variable se usan para identificar patrones de datos de series de tiempo.

Elección de una técnica de pronóstico

Algunas de las preguntas que deben plantearse antes de decidir la técnica de pronóstico mas apropiada para un problema específico son las siguientes:

- ¿Por qué se necesita un pronóstico?
- ¿Quién utilizará el pronóstico?
- ¿Cuáles son las características de los datos disponibles?
- ¿Qué periodo debe pronosticarse?
- ¿Cuáles son los requisitos mínimos de datos?
- ¿Qué tanta precisión se desea?
- ¿Cuánto costara el pronóstico?

A fin de seleccionar la técnica conveniente de pronóstico, el pronosticador debe ser capaz de:

- Definir la naturaleza del problema de pronóstico
- Explicar la naturaleza de los datos que se investigan

- Describir las capacidades y limitaciones de técnicas de pronósticos potencialmente útiles.
- Desarrollar algunos criterios predeterminados sobre los que se pueda tomar la decisión de selección.

Un factor importante que influye en la selección de una técnica de pronóstico es identificar y entender los patrones históricos de los datos. Si se pueden reconocer patrones de tendencia, cíclicos o estacionales, pueden seleccionarse técnicas capaces de extrapolarlos de manera eficaz.

2.11. TÉCNICAS DE PRONÓSTICOS

Técnicas de pronóstico para datos estacionarios

Ya se definió una serie estacionaria como aquella cuyo valor medio no cambia a lo largo del tiempo. Tales situaciones surgen cuando los patrones de demanda que influyen en la series son relativamente estables. En su forma más simple, el pronóstico de una serie estacionaria implica utilizar la historia disponible de la serie para estimar su valor medio, lo que a su vez se convierte en el pronóstico de periodos futuros. Las técnicas más sofisticadas implican actualizar el estimado conforme se disponga de información nueva. Estas técnicas son útiles cuando los estimados iniciales no son confiables o cuando la estabilidad del promedio está en duda. Además, las técnicas de actualización proporcionan cierto grado de receptividad a los cambios en la estructura subyacente de la serie.

Las técnicas estacionarias de pronósticos se usan siempre que:

- *Las fuerzas que generan una serie se han estabilizado y el entorno donde existe la serie permanece relativamente sin cambios.* Ejemplos de ello son el número de descomposturas por semana en una línea de ensamble que tiene una tasa uniforme de producción, las ventas unitarias de un producto o servicio en la etapa de maduración de su ciclo de vida y el número de ventas resultantes de un nivel constante de esfuerzo.
- *Se requiere un modelo muy simple debido a una falta de datos para la explicación o aplicación.* Un ejemplo es cuando un negocio u organización es nuevo y hay muy pocos datos históricos disponibles.
- *Se puede lograr estabilidad al hacer correcciones simples para factores como el crecimiento de la población o la inflación.* Los ejemplos son el cambio de ingreso a Ingreso *per capita* o importe de las ventas a valor constante en relación a una fecha determinada.
- *La serie puede convertirse en una serie estable.* Por ejemplo, transformar una serie al tomar logaritmos, raíces cuadradas o diferencias.
- *La serie es un grupo de errores de pronóstico de una técnica de pronóstico que se considera adecuada.*

Las técnicas que deben considerarse cuando se pronostican series estacionarias incluyen los métodos informales, los de promedio simple, los de promedio móvil y los modelos autorregresivos de promedio móvil (ARMA, del inglés *autoregressive moving average*) y los modelos Box-Jenkins.

Técnicas de pronóstico para datos con tendencia

Se ha definido a una serie con *tendencia* como una serie de tiempo que contiene un componente de largo plazo que representa el crecimiento o el decrecimiento. En otras palabras, se dice que una serie de tiempo tiene tendencia si su valor promedio cambia a lo largo del tiempo, de forma que se espera que aumente o disminuya durante el periodo que se desea hacer el pronóstico. Es común que las series de tiempo económicas contengan tendencia.

Las técnicas de pronóstico para datos con tendencia se usan siempre que:

- *La productividad aumentada y la tecnología nueva lleven a cambios en el estilo de vida.* Los ejemplos pueden incluir la demanda de componentes electrónicos que aumentaron con la llegada de la computadora y el uso del Ferrocarril, que disminuyó con el advenimiento del aeroplano.
- *La población creciente genere aumentos en la demanda de bienes y servicios.* Ejemplos de ello son los ingresos por ventas de bienes de consumo, la demanda por *consumo* de energía y el uso de materias primas. .
- *El poder de compra de la moneda afecte las variables económicas, debido a la inflación.* Los ejemplos son los salarios, costos de producción y precios.
- *La aceptación del mercado de un producto aumente.* Un ejemplo es el periodo de crecimiento en el ciclo de vida de un producto nuevo.

Las técnicas que deben considerarse al pronosticar series con tendencia incluyen los modelos de promedios móviles, de suavizamiento exponencial lineal de Hall, de regresión simple, curvas de crecimiento, aditivo, exponenciales y los modelos autorregresivos integrados de promedio móvil (ARIMA. del inglés *autoregressive integrated moving average*) también conocidos como métodos Box-Jenkins.

Técnicas de pronóstico para datos estacionales

Ya se dijo anteriormente que una serie estacional es una serie de tiempo con un patrón de cambio que se repite año tras año. Una forma de desarrollar pronósticos implica la selección de un método de descomposición multiplicativo o aditivo y, enseguida, la estimación de los índices estacionales a partir de la historia de la serie. Después, estos índices se utilizan para incluir la estacionalidad en los pronósticos o para eliminar sus efectos en los valores observados. Este último proceso se conoce como ajuste estacional de los datos, las técnicas de pronóstico para datos estacionales se usan siempre que:

- *El clima influya en la variable de interés.* Los ejemplos son el consumo de energía eléctrica, las actividades de verano e invierno (por ejemplo, deportes como el esquí), la ropa y las temporadas de crecimiento agrícola.
- *El calendario anual influya en la variable de interés.* Los ejemplos incluyen las ventas al menudeo influidas por los días festivos, los fines de semana de tres días y los calendarios escolares.

Las técnicas que deben considerarse al pronosticar series estacionales incluyen los modelos de descomposición clásica, censo, de suavización exponencial de Winter, de regresión múltiple y ARIMA (métodos Box-Jenkins).

Técnicas de pronóstico para series cíclicas

El efecto cíclico ya fue definido como la oscilación alrededor de la tendencia. Es difícil hacer modelos de los patrones cíclicos puesto que es típico que sus patrones no sean estables. Las fluctuaciones ascendentes y descendentes como olas alrededor de las tendencias rara vez se repiten a intervalos fijos, y la magnitud de las fluctuaciones también tiende a variar. Los métodos de descomposición pueden extenderse para el análisis de datos cíclicos. Sin embargo, dado el comportamiento irregular de los ciclos, el análisis de un componente cíclico de una serie a menudo requiere que se encuentren indicadores económicos principales o fortuitos.

Las técnicas de pronóstico para datos cíclicos se utilizan siempre que:

- *El ciclo, del negocio influye en la variable de interés.* Los ejemplos pueden ser los factores económicos, de mercado y competitivos.
- *Haya cambios en los gustos populares.* Ejemplos de ello son las modas, la música y la comida.
- *Se dan cambios en la población.* Los ejemplos son: guerras, hambrunas, epidemias y desastres naturales.
- *Ocurren cambios en el ciclo de vida de un producto.* Los ejemplos son la introducción, crecimiento, maduración y saturación del mercado, y su declive.

Las técnicas que deben considerarse cuando se pronostican series cíclicas incluyen los modelos de descomposición clásica, de indicadores económicos, econométricos, de regresión múltiple y ARIMA (métodos Box- Jenkins).

Otros factores a considerar cuando se elige una técnica de pronósticos

El horizonte de tiempo para un pronóstico tiene una relación directa con la selección de la técnica para llevarlo a cabo. Para pronósticos de corto y mediano plazos puede aplicarse una variedad de técnicas cuantitativas. Sin embargo, conforme aumenta el horizonte de pronóstico, algunas de estas técnicas se vuelven menos aplicables. Por ejemplo, los promedios móviles; el suavizamiento exponencial y los modelos ARIMA no son buenos para predecir momentos decisivos de la economía. Los modelos de regresión son adecuados para los plazos corto, mediano y largo. Las medias, promedios móviles, descomposición clásica y proyecciones de tendencias son técnicas cuantitativas adecuadas para los horizontes de tiempo cortos e intermedios.

Generalmente, el pronosticador basa en su experiencia la aplicabilidad de las técnicas de pronóstico. Asimismo, los administradores requieren pronósticos en un tiempo relativamente corto. El suavizamiento exponencial, la proyección de tendencias, los modelos de regresión y los métodos de descomposición clásica tienen una ventaja en esta situación.

Los costos de las computadoras ya son parte fundamental de la selección de la técnica. Las computadoras de escritorio (que utilizan microprocesadores) y el software de pronósticos se están volviendo comunes en muchas organizaciones.

Debido a este desarrollo, a menudo otros criterios opacan las consideraciones de costo de la computadora.

Por último, se presentará el pronóstico a la dirección para su autorización y su uso en la toma de decisiones. Por lo tanto, la facilidad de entendimiento e interpretación de los resultados es una consideración importante. Los modelos de regresión, las proyecciones de tendencia, la descomposición clásica y las técnicas de suavizamiento exponencial tienen un buen desempeño en este criterio.

Método	patrón de datos	horizonte de tiempo	tipo de modelo	requisitos mínimos de datos	
				no estacionales	Estacionales
Informal	ST,T,S	S	TS	1	
Promedios simples	ST	S	TS	30	
Promedios móviles	ST	S	TS	4-20	
Suavizamiento exponencial	ST	S	TS	2	
Suavizamiento exponencial lineal(Holt)	T	S	TS	3	
Suavizamiento exponencial cuadrático	T	S	TS	4	
Suavizamiento exponencial estacional	S	S	TS		2 X s
Filtración adaptativa	S	S	TS		5 X s
Regresión simple	T	I	C	10	
Regresión múltiple	C,S	I	C	10 X V	
Descomposición clásica	S	S	TS		5 X s
Modelos de tendencia exponencial	T	I,L	TS	10	
Ajuste de curvas	T	I,L	TS	10	
Modelo de Gompertz	T	I,L	TS	10	
Curvas de crecimiento	T	I,L	TS	10	
Censo X-12	S	S	TS		6 X s
Box-jenkins	ST,T,C,S	S	TS	24	3 X s
Indicadores principales	C	S	C	24	
Modelos econométricos	C	S	C	30	
Regresión múltiple con series de tiempo	T,S	I,L	C		6Xs
Modelo Aditivo(polynomio trigonométrico)	ST,T,S	S,I,L	TS	6	

Patrones de datos:

ST, estacionarios; T, tendencia; S, estacional; C, cíclico.

Horizonte de tiempo:

S, corto plazo (menos de tres meses); I, intermedio; L, largo plazo.

Tipo de modelo:

TS, serie de tiempo; C, causal

Estacional:

s, longitud de la estacionalidad.

Variable:

V, número de variables.

Como parte de la selección final, cada técnica debe ser evaluada en términos de su, confiabilidad y aplicabilidad al problema específico, por su efectividad y precisión comparadas con las técnicas que le compiten y por la aceptación de la administración. La tabla anterior resume las técnicas de pronóstico apropiadas para patrones de datos particulares. Esta tabla representa un punto de partida; es decir, muestra métodos a considerar para datos con ciertas características. Finalmente, cualquier método que se elija debe supervisarse constantemente para asegurar que su operación es adecuada paree lo que fue plateado.

Suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia: Método de Holt.

El nivel de la serie de tiempo puede cambiar ocasionalmente y cuando se usa el suavizamiento exponencial simple se requieren actualizaciones del nivel. En algunas situaciones los datos observados tendrán una tendencia clara e información que permita anticipar novenitos futuros hacia arriba. Cuando este se

el caso, será necesaria una función de pronósticos de tendencia lineal. Dado que las series económicas y de negocios rara vez exhibe una tendencia lineal fija, se considera la posibilidad de hacer un modelo de las tendencias lineales locales que evolucionan con el tiempo. Holt (1977) desarrollo su método de suavizamiento exponencial lineal, el cual toma en cuenta las tendencias lineales locales en evolución dentro de una serie de tiempo y puede usarse para generar pronósticos.

Cuando se anticipa la tendencia en la serie de tiempo se requiere un estimado de la pendiente y del nivel actual. La técnica de Holt suaviza el nivel y la pendiente de manera directa al usar diferentes constantes de suavizamiento para cada uno. Estas proporcionan estimados del nivel y de la pendiente que se adaptan a la largo del tiempo conforme aparecen nuevas observaciones. Una de las ventajas de la técnica de Holt es que su flexibilidad al seleccionar los coeficientes que controlan el nivel y la tendencia.

Las tres ecuaciones que se usan en el método de Holt son:

1. La serie suavizada exponencialmente, o estimado del nivel actual

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1.11)$$

2. El estimado de la tendencia

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (1.12)$$

3. Pronóstico del periodos p en el futuro

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t \quad (1.13)$$

Donde:

L_t = nuevo valor suavizado (estimado del nivel actual)

α = constante de suavizamiento para el nivel ($0 < \alpha < 1$)

Y_t = observación nueva o valor real de la serie en el periodo t

β = constante de suavizamiento para el estimado de tendencia ($0 < \beta < 1$)

T_t = estimado de tendencia

p = periodo a pronosticarse en el futuro

\hat{Y}_{t+p} = pronóstico para el periodo p en el futuro

La ecuación (1.11) es muy similar a la ecuación de suavizamiento exponencial simple $\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$, excepto que se han incorporado el término (T_{t-1}) para actualizar adecuadamente el nivel cuando existe una tendencia. En otras palabras, el nivel actual (L_t) se calcula a tomar un promedio ponderado de dos estimados del nivel, un estimado está dado por la observación (Y_t) y el otro estimado se obtiene al sumar la tendencia anterior (T_{t-1}) al nivel suavizado anteriormente (L_{t-1}). Si no existe tendencia en los datos, no habrá necesidad de que exista en término T_{t-1} en la ecuación (1.11), reduciéndole a la ecuación $\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) \hat{Y}_t$. Tampoco hay necesidad de la ecuación (1.12). Se usa una segunda constante de suavizamiento, β , para crear el estimado de la tendencia. La ecuación (1.12) muestra que la tendencia actual (T_t) es un promedio ponderado (con pesos β y $1-\beta$) de los estimados de tendencia: uno está dado por el cambio en el nivel desde el tiempo t-1 hasta t ($L_t - L_{t-1}$) y el otro es de tendencia suavizada anteriormente (T_{t-1}). La ecuación (1.12) es similar a la ecuación (1.11), excepto que el suavizamiento se realiza para la tendencia y no para los datos reales.

La ecuación (1.13) muestra el pronóstico para el periodo p en el periodo futuro. Para un pronóstico que se realice en el periodo t , el estimado actual de la tendencia (T_t) se multiplica por el número del periodo a pronosticarse (p), y el producto se suma al nivel actual (L_t). Observe que los pronósticos para los periodos futuros se encuentran en una línea recta con una pendiente T_t e intersección con el eje Y de L_t .

Igual con el suavizamiento exponencial simple, las constantes de suavizamiento α y β pueden seleccionarse de manera subjetiva o mediante la minimización de una medida del error de pronóstico como el MSE. Los pesos grandes propician cambios más rápidos en el componente; Los pesos pequeños dan como resultado cambios menos rápidos. Por lo tanto cuanto mayores sean los pesos, los valores de suavizamiento seguirán más a los datos y cuanto menores sean a los pesos, los valores de suavizamiento seguirán más a los valores de suavizamiento previos.

Se podría realizar una retícula de valores de α y β (por ejemplo, cada combinación de $\alpha = 0.1, 0.2, \dots, 0.9$ y $\beta = 0.1, 0.2, \dots, 0.9$) y a continuación seleccionar la combinación que proporcione el MSE más bajo. La mayoría de software de pronóstico utiliza un algoritmo de optimización para minimizar el MSE. Se podría decir que $\alpha = \beta$ y de esta manera proporcionar iguales cantidades de suavizamiento para el nivel y la tendencia. En el caso especial donde $\alpha = \beta$, el enfoque de Holt es el mismo que el suavizamiento exponencial que de Brown. Para comenzar, deben determinarse los valores iniciales para L y T en las ecuaciones (1) y (2). Un enfoque es fijar el primer estimado del nivel suavizado

igual a la primera observación, y se estima que la tendencia inicial es cero. Un segundo enfoque consiste en utilizar el promedio de las primeras cinco o seis observaciones como el valor inicial suavizado L . A continuación, se estima la tendencia con el uso de la pendiente de una línea que se ajusta a estas cinco o seis observaciones. La constante de esta ecuación es el estimado inicial del componente nivel y la pendiente, o coeficiente de regresión, es el estimado inicial del componente tendencia.

2.12. PREDICCIÓN

Una vez seleccionado el modelo, se hace la predicción, medición del error y comparación con otro modelo obtenido mediante el Excel.

2.13. ÍNDICES

Los números índice son una forma importante de resumir el cambio que experimentan las variables durante cierto periodo. Tales números indican el cambio relativo en precio, cantidad o valor en algún punto anterior en el tiempo y usualmente, el periodo actual.

Los números índices se utilizan para indicar cambios relativos en cantidades, precios o valores de una mercancía en un determinado periodo
--

En sentido estricto, no es necesario que los números índices se refieran únicamente a comparaciones entre diferentes periodos; también se pueden utilizar para comparaciones dentro del mismo marco de referencia temporal. Por ejemplo, la comparación de tasas de deserción entre las escuelas de una ciudad, o bien, una comparación de las tasas de criminalidad, costos de bienvenida, o gastos de alimentación entre diferentes ciudades comprenden comparaciones *espaciales* o *en el espacio*.

Un <i>número índice</i> es una <i>razón</i> que se utiliza para medir los cambios relativos que ocurren entre dos períodos.

En el presente estudio se ha encontrado índices acerca de deserción estudiantil, relación entre docentes, estudiantes, empleados politécnicos. Crecimiento estudiantil, etc.

3 CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA ESCUELA SUPERIOR

POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la ESPOCH durante los últimos 21 años a partir del año 1987 hasta el año 2008,

Para realizar el estudio se utilizó técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el período 1987 – 2008.

Los datos analizados se han obtenidos de las bases de datos institucional “OASIS” proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

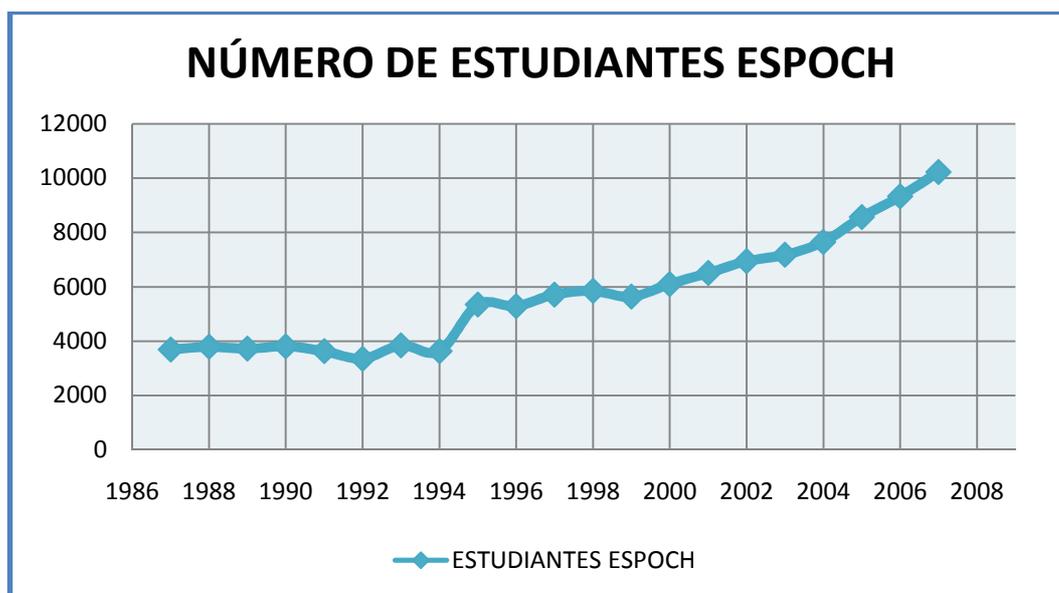
A continuación se muestra un cuadro de contiene estadísticas básicas que corresponden a 21 años de desenvolvimiento institucional.

Tabla 1.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes ESPOCH.

N	Validos	21
	Perdidos	0
Media		5705,2857
Mediana		5637,0000
Moda		3357,00(a)
Desv. Típ.		2038,99510
Varianza		4157501,014
Rango		6869,00
Mínimo		3357,00
Máximo		10226,00

Podemos observar en la Tabla 1. Que anualmente, en promedio se tienen 5705 estudiantes matriculados en la ESPOCH. Con un mínimo de 3357.00 estudiantes y un máximo de 10226 estudiantes en un periodo de 21 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 1.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la ESPOCH. Periodo 1987 – 2008.

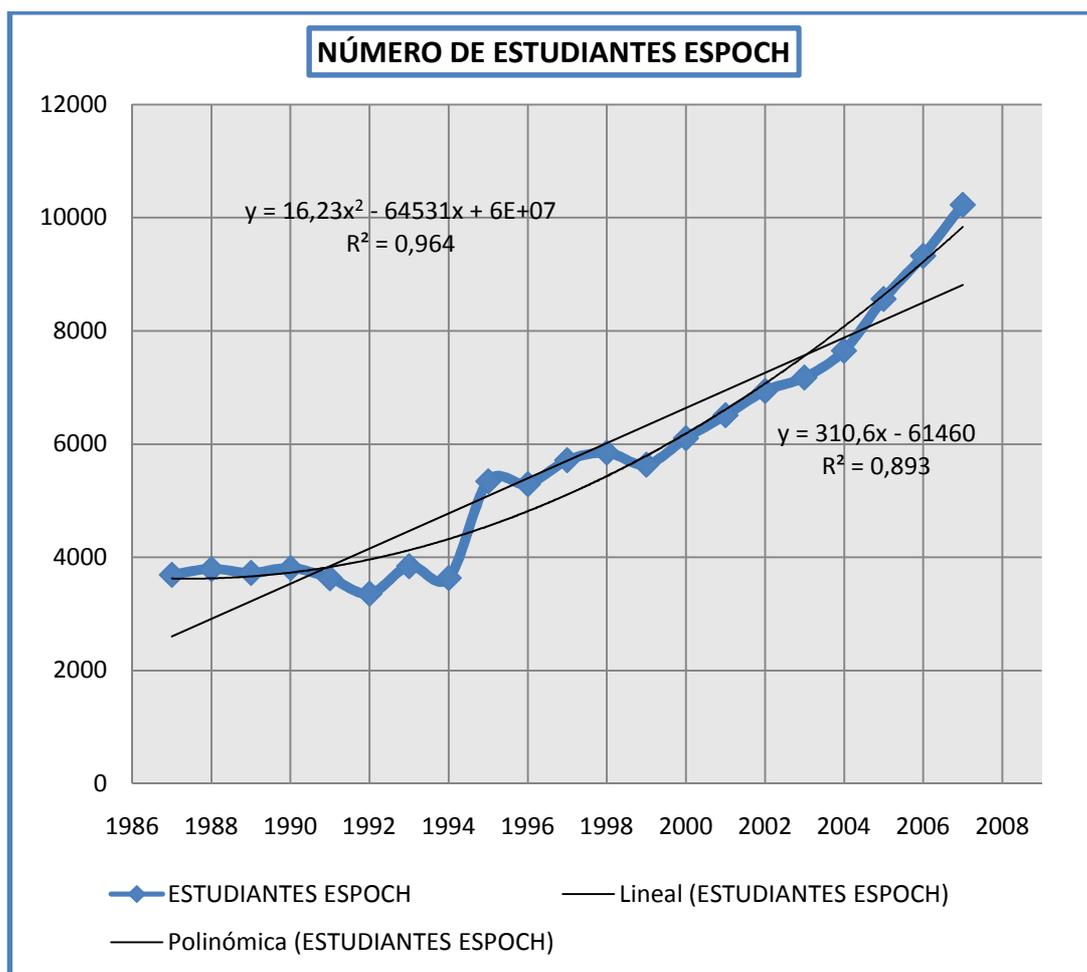
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 1 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que estos son anuales, por tal motivo se elimina a Estacionalidad y presenta Ciclicidad.

3.1.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineales y cuadráticas.



Fuente: Secretaria Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 2.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola en la gráfica 2. Observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, se observa que el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0.964$.

A continuación estos modelos tanto el lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente así como el R^2 en los dos casos.

Tabla 2.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

PERIODO	Y	t	T(t)		Error cuadrado de la recta (Y-Yr) ²	Error cuadrado de la parábola. (Y-Yp) ²	Error de la media. (Y-Ymed.) ²
			Recta Yr	Parábola Yp			
Oct. -Marzo 1987-1988	3692	1	2599,08	3627,26	1194478,70	4191,90	4053319,37
Oct. -Marzo 1988-1989	3793	2	2909,70	3629,42	780221,23	26757,30	3656836,65
Oct. -Marzo 1989-1990	3722	3	3220,32	3664,06	251683,39	3357,00	3933422,22
Oct. -Marzo 1990-1991	3810	4	3530,94	3731,17	77874,37	6214,80	3592107,94
Oct. -Marzo 1991-1992	3631	5	3841,56	3830,74	44335,92	39896,19	4302661,22
Oct. -Marzo 1992-1993	3357	6	4152,18	3962,78	632313,99	366973,38	5514445,80
Oct. -Marzo 1993-1994	3844	7	4462,80	4127,29	382916,53	80256,01	3464384,51
Oct. -Marzo 1994-1995	3632	8	4773,42	4324,28	1302847,07	479244,98	4298513,65
Oct. -Marzo 1995-1996	5343	9	5084,04	4553,72	67058,19	622956,29	131250,94
Oct. -Marzo 1996-1997	5292	10	5394,66	4815,64	10540,06	226917,10	170805,08
Oct. -Marzo 1997-1998	5713	11	5705,29	5110,03	59,51	363575,05	59,51
Oct. -Marzo 1998-1999	5848	12	6015,91	5436,88	28192,53	169017,08	20367,37
Oct. -Marzo 1999-2000	5637	13	6326,53	5796,21	475447,61	25346,80	4662,94
Oct. -Marzo 2000-2001	6103	14	6637,15	6188,00	285313,93	7224,85	158176,65
Oct. -Marzo 2001-2002	6508	15	6947,77	6612,26	193396,44	10870,16	644350,22
Oct. -Marzo 2002-2003	6941	16	7258,39	7068,99	100736,02	16381,37	1526989,80
Oct. -Marzo 2003-2004	7177	17	7569,01	7558,19	153671,96	145304,33	2165942,94
Oct. -Marzo 2004-2005	7651	18	7879,63	8079,86	52272,10	183916,65	3785804,08
Oct. -Marzo 2005-2006	8564	19	8190,25	8633,99	139687,80	4898,70	8172247,37
Oct. -Marzo 2006-2007	9327	20	8500,87	9220,60	682486,73	11322,02	13116814,37
Oct. -Marzo 2007-2008	10226	21	8811,49	9839,67	2000829,45	149252,40	20436857,65
suma	119811				8856363,55	2943874,36	83150020,29
promedio	5705,286						

Tabla 3.- Coeficientes recta y parábola.

COEFICIENTES	RECTA	PARABOLA
c		16,234
b	310,621	-46,535
a	2288,457	3657,555

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de la parábola y presionamos resolver, así encontramos los coeficientes para poder compararlos con los obtenidos en el gráfico.



Gráfico 3.- Parámetros de Solver.

Para obtener el valor de los R^2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y}_i \right)^2}$$

Tabla 4.- R^2 de la recta y parábola.

R^2 RECTA	R^2 PARÁBOLA
0,893	0,965

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho mas a los datos que el lineal con un 0.965 vs. 0.893 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos.

Tabla 5.- Primeros Restos.

			T(t)	Primeros
			Parábola	Restos
PERIODO	Y	t	Yp	Y1^=Y-Yp^
Oct. –Marzo 1987-1988	3692	1	3627,26	64,74
Oct. –Marzo 1988-1989	3793	2	3629,42	163,58
Oct. –Marzo 1989-1990	3722	3	3664,06	57,94
Oct. –Marzo 1990-1991	3810	4	3731,17	78,83
Oct. –Marzo 1991-1992	3631	5	3830,74	-199,74
Oct. –Marzo 1992-1993	3357	6	3962,78	-605,78
Oct. –Marzo 1993-1994	3844	7	4127,29	-283,29
Oct. –Marzo 1994-1995	3632	8	4324,28	-692,28
Oct. –Marzo 1995-1996	5343	9	4553,72	789,28
Oct. –Marzo 1996-1997	5292	10	4815,64	476,36
Oct. –Marzo 1997-1998	5713	11	5110,03	602,97
Oct. –Marzo 1998-1999	5848	12	5436,88	411,12
Oct. –Marzo 1999-2000	5637	13	5796,21	-159,21
Oct. –Marzo 2000-2001	6103	14	6188,00	-85,00
Oct. –Marzo 2001-2002	6508	15	6612,26	-104,26
Oct. –Marzo 2002-2003	6941	16	7068,99	-127,99
Oct. –Marzo 2003-2004	7177	17	7558,19	-381,19
Oct. –Marzo 2004-2005	7651	18	8079,86	-428,86
Oct. –Marzo 2005-2006	8564	19	8633,99	-69,99
Oct. –Marzo 2006-2007	9327	20	9220,60	106,40
Oct. –Marzo 2007-2008	10226	21	9839,67	386,33
suma	119811			-0,03
promedio	5705,286			0,00

Observamos la tabla 5, Que la suma del total de los primeros restos es -0.03 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.1.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros restos para estudiar la Ciclicidad de los datos



Gráfico 4.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica 4. Que existe Ciclicidad en los datos para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de obtener un modelo regresivo aditivo que tomara en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.1.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$
$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Donde A, B,.... Son los coeficientes y a, b.... son los argumentos como en la gráfica observamos que existen subidas y bajadas es recomendable utilizar las funciones trigonométricas seno y coseno para una mejor ajuste en el pronóstico.

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo, con un $R^2 = 0.99999$ indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicará en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 3657,55 - 46,53 * t + 16,23 * t^2$$

$$C(t) = -243,99 * \cos\left(\frac{22,75 * t}{21}\right) - 145,92 * \sin\left(\frac{-61,79 * t}{21}\right) - 219,64 * \cos\left(\frac{45,51 * t}{21}\right) +$$

$$211,60 * \sin\left(\frac{78,15 * t}{21}\right) + 204,56 * \cos\left(\frac{24,89 * t}{21}\right) + 538,71 * \sin\left(\frac{-9,12 * t}{21}\right) -$$

$$291,41 * \cos\left(\frac{18,07 * t}{21}\right) + 672,85 * \sin\left(\frac{-126,95 * t}{21}\right) - 313,57 * \cos\left(\frac{-87,04 * t}{21}\right) -$$

$$51,01 * \sin\left(\frac{-42,87 * t}{21}\right) + 734,02 * \cos\left(\frac{2,07 * t}{21}\right) + 1018,10 * \sin\left(\frac{-4,71 * t}{21}\right) -$$

$$35,19 * \cos\left(\frac{36,53 * t}{21}\right) + 301,99 * \sin\left(\frac{-4,36 * t}{21}\right)$$

$$\hat{Y} = \left(3657,55 - 46,53 * t + 16,23 * t^2\right) + \left(-243,99 * \cos\left(\frac{22,75 * t}{21}\right) - 145,92 * \sin\left(\frac{-61,79 * t}{21}\right) - \right.$$

$$219,64 * \cos\left(\frac{45,51 * t}{21}\right) + 211,60 * \sin\left(\frac{78,15 * t}{21}\right) +$$

$$204,56 * \cos\left(\frac{24,89 * t}{21}\right) + 538,71 * \sin\left(\frac{-9,12 * t}{21}\right) -$$

$$291,41 * \cos\left(\frac{18,07 * t}{21}\right) + 672,85 * \sin\left(\frac{-126,95 * t}{21}\right) -$$

$$313,57 * \cos\left(\frac{-87,04 * t}{21}\right) - 51,01 * \sin\left(\frac{-42,87 * t}{21}\right) +$$

$$734,02 * \cos\left(\frac{2,07 * t}{21}\right) + 1018,10 * \sin\left(\frac{-4,71 * t}{21}\right) -$$

$$\left. 35,19 * \cos\left(\frac{36,53 * t}{21}\right) + 301,99 * \sin\left(\frac{-4,36 * t}{21}\right) \right)$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS

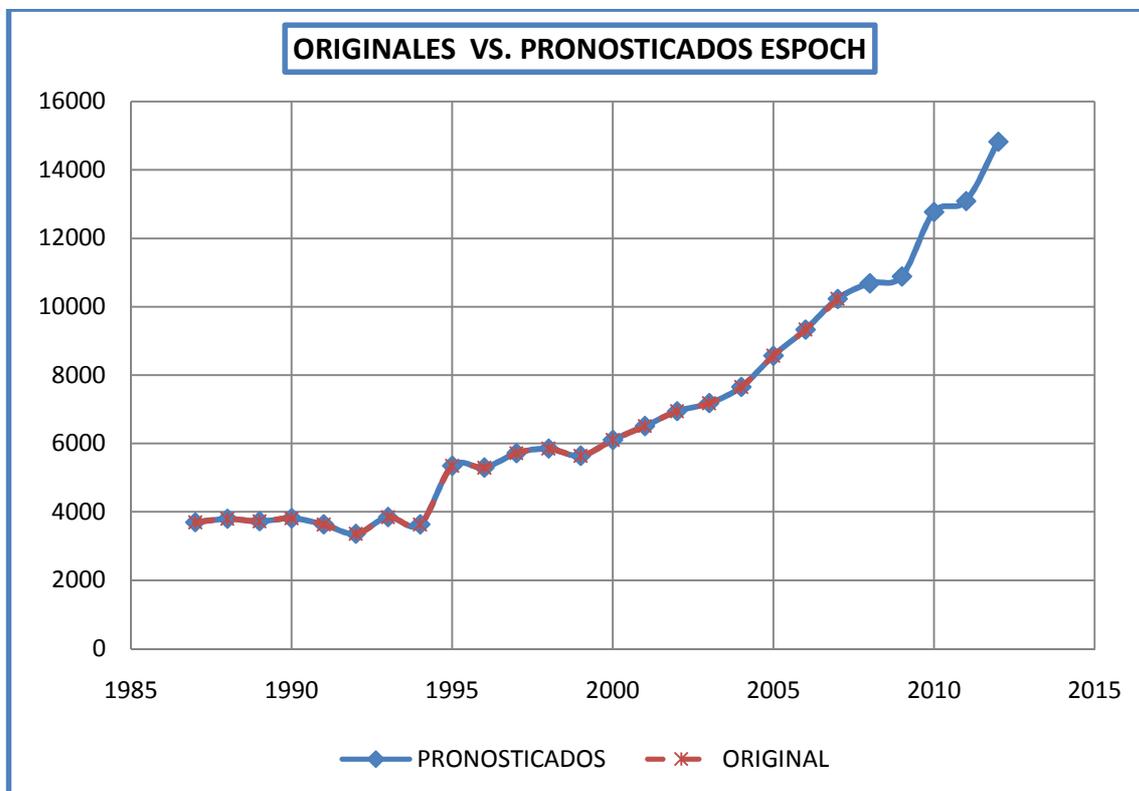


Gráfico 5.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente con los datos originales.

Tabla 8.- Pronósticos.

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	22	10491,20968	190,5210316	10682
2009	23	11175,22	-292,4902802	10883
2010	24	11891,699	874,9872052	12767
2011	25	12640,64667	446,8007987	13087

3.1.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

EMC: Error medio cuadrado

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

PME: Porcentaje medio de error

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 9.- Medición del Error en el Pronóstico.

MEDICION DEL ERROR EN ELPRONOSTICO			
ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
0.0315539	0.0009956	0.0000085	-0.0000085
0.2521183	0.0635636	0.0000665	-0.0000665
0.0245619	0.0006033	0.0000066	-0.0000066
0.3420803	0.1170189	0.0000898	0.0000898
0.1354796	0.0183547	0.0000373	0.0000373
0.2127920	0.0452804	0.0000634	-0.0000634
0.2076091	0.0431015	0.0000540	-0.0000540
0.0700838	0.0049117	0.0000193	0.0000193
0.0640003	0.0040960	0.0000120	0.0000120
0.0016130	0.0000026	0.0000003	-0.0000003
0.0664036	0.0044094	0.0000116	-0.0000116
0.0910074	0.0082824	0.0000156	0.0000156
0.0307479	0.0009454	0.0000055	0.0000055
0.0010512	0.0000011	0.0000002	-0.0000002
0.1282684	0.0164528	0.0000197	-0.0000197
0.0531230	0.0028221	0.0000077	-0.0000077
0.0662488	0.0043889	0.0000092	0.0000092
0.0649375	0.0042169	0.0000085	0.0000085
0.0386399	0.0014930	0.0000045	0.0000045
0.0405480	0.0016441	0.0000043	-0.0000043
0.0171351	0.0002936	0.0000017	0.0000017
1.94000294	0.34287828	0.000446116	-3.95278E-05
DAM	EMC	PEMA	PME
0.09238109	0.01632754	2.12436E-05	-1.88228E-06
		0.00%	0.000%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{1,9400}{21} = 0,092$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{0,3428}{21} = 0,016$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,0004}{21} = 0,00\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-3,795E-05}{21} = 0,0\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 0.09 estudiantes. El EMC de 0.016 y el PEMA de 0.00% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel.

Por último un bajo PME de 0.00% indica que la técnica no esta desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en la ESPOCH.

MODELO LINEAL EN EXCEL

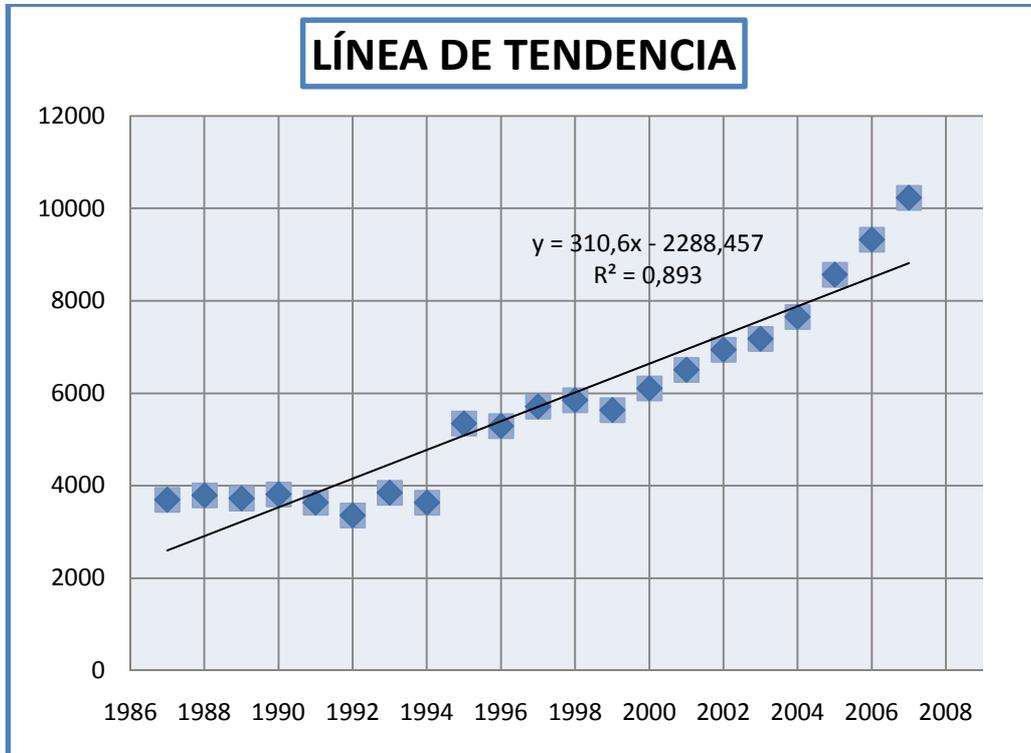


Gráfico 6.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 10.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,94524565
Coefficiente de determinación R ²	0,89348934
R ² ajustado	0,88788352
Error típico	682,733035
Observaciones	21

Tabla 11.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	2288,45714	308,940964	7,40742539	5,1549E-07
t	310,620779	24,6039907	12,6248129	1,0942E-10

$$X(t) = 2288,45 + 310,63 X$$

3.1.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO VS. MODELO EXCEL

Tabla 12.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción		2288,457143			
t		310,6207792			
		MEDICION DEL ERROR EN EL PRONOSTICO PARA Y(t)=2288,4571+310,62t			
Y^	Y - Y^	ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
2599,08	1092,92	1092,92	1194478,67	0,30	0,30
2909,70	883,30	883,30	780221,18	0,23	0,23
3220,32	501,68	501,68	251683,34	0,13	0,13
3530,94	279,06	279,06	77874,34	0,07	0,07
3841,56	-210,56	210,56	44335,95	0,06	-0,06
4152,18	-795,18	795,18	632314,12	0,24	-0,24
4462,80	-618,80	618,80	382916,65	0,16	-0,16
4773,42	-1141,42	1141,42	1302847,32	0,31	-0,31
5084,04	258,96	258,96	67058,13	0,05	0,05
5394,66	-102,66	102,66	10540,09	0,02	-0,02
5705,29	7,71	7,71	59,51	0,00	0,00
6015,91	-167,91	167,91	28192,59	0,03	-0,03
6326,53	-689,53	689,53	475447,86	0,12	-0,12
6637,15	-534,15	534,15	285314,14	0,09	-0,09
6947,77	-439,77	439,77	193396,62	0,07	-0,07
7258,39	-317,39	317,39	100736,16	0,05	-0,05
7569,01	-392,01	392,01	153672,15	0,05	-0,05
7879,63	-228,63	228,63	52272,21	0,03	-0,03
8190,25	373,75	373,75	139687,61	0,04	0,04
8500,87	826,13	826,13	682486,27	0,09	0,09
8811,49	1414,51	1414,51	2000828,62	0,14	0,14
		11276,03	8856363,55	2,28	-0,17
		DAM	EMC	PEMA	PME
		536.9538652	421731.5978	10.872%	-0.803%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{11276,03}{21} = 536,953$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{8856363,55}{21} = 421731,59$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{2,28}{21} = 10,872\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-0,17}{21} = -0,803 \%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 536,95 estudiantes. Al comparar el EMC de 421731,59 y el PEMA de 10,87% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 0,016 y el PEMA de 0,00% conseguido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen.

Por último un PME de -0.80% indica que la técnica no esta desviada sin embargo la mejor técnica de pronóstico es la del modelo aditivo, la técnica sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en la ESPOCH.

Tabla 13.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	536,9538652	0,092381092
EMC	421731,5978	0,016327537
PEMA	10,87218%	0,00212%
PME	-0,80%	0,00%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = 2288,45 + 310,63 X$$

Con t= 21 Valor original **10226**

X(21)= 8811 error = 1415

MODELO ADITIVO

Tabla 14.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO ADITIVO			
t	T(t)	E(t)	$x^{\wedge}=T(t)+E(t)$
21	9839,668014	386,31485	10226

Error = 0

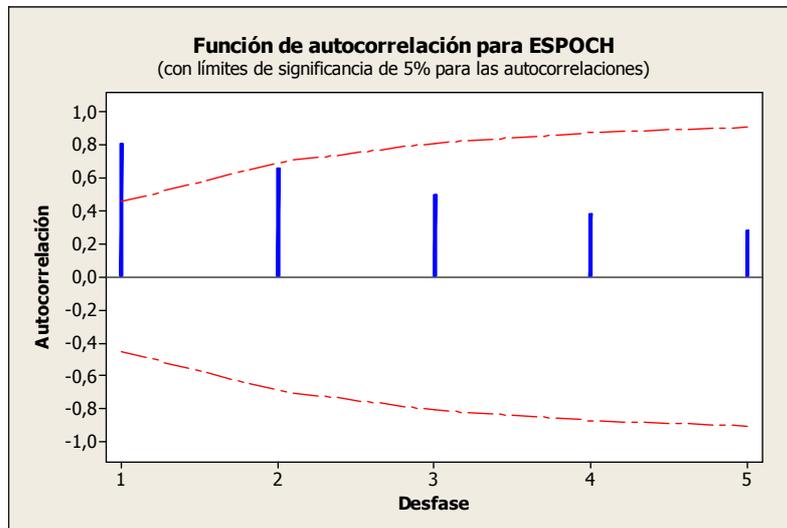
Tabla 15.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

ERROR PORCENTUAL	
POLINOMIO ADITIVO	MODELO LINEAL
0	1415
0%	14%

Como observamos en la tabla 16 el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 1415 estudiantes que representa un 14% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 0 estudiantes que representa un 0% de error en este modelo, esto nos dice que el pronóstico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

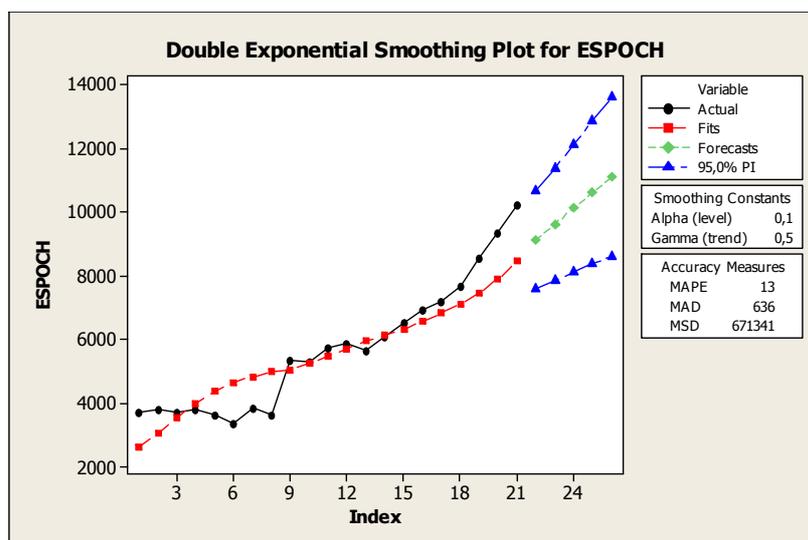
COMPARACIÓN MODELO ADITIVO VS. MÉTODO DE HOLT ESPOCH

TENDENCIA DE LOS DATOS



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de la ESPOCH

PRONÓSTICOS CON EL MÉTODO DE HOLT



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 0,1

Gamma (tendencia) 0,5

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
22	9117,1	7559,27	10674,9
23	9612,6	7846,27	11379,0
24	10108,2	8111,54	12104,9
25	10603,8	8361,77	12845,9
26	11099,4	8601,37	13597,4

Medidas de exactitud

MAPE 13

MAD 636

MSD 671341

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=0.8364$ y $\beta=0.267725$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 13%, un DAM (MAD) de 636 indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 636 estudiantes, el EMC (MSD) de 671341 y el PEMA (13%) se comparan con el EMC de 0,015 y el PEMA de 0,00% obtenidos anteriormente se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.1.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL ESPOCH

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \text{ DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Número de estudiantes en el año base

I_n = Número de estudiantes en un año determinado

Tabla 16.-Tasa de crecimiento estudiantil anual ESPOCH.

PERIODO	TASA %
1988 - 1989	2,74%
1989 - 1990	-1,87%
1990 - 1991	2,36%
1991 - 1992	-4,70%
1992 - 1993	-7,55%
1993 - 1994	14,51%
1994 - 1995	-5,52%
1995 - 1996	47,11%
1996 - 1997	-0,95%
1997 - 1998	7,96%
1998-1999	2,36%
1999-2000	-3,61%
2000-2001	8,27%
2001-2002	6,64%
2002-2003	6,65%
2003-2004	3,40%
2004-2005	6,60%
2005-2006	11,93%
2006-2007	8,91%
2007-2008	9,64%

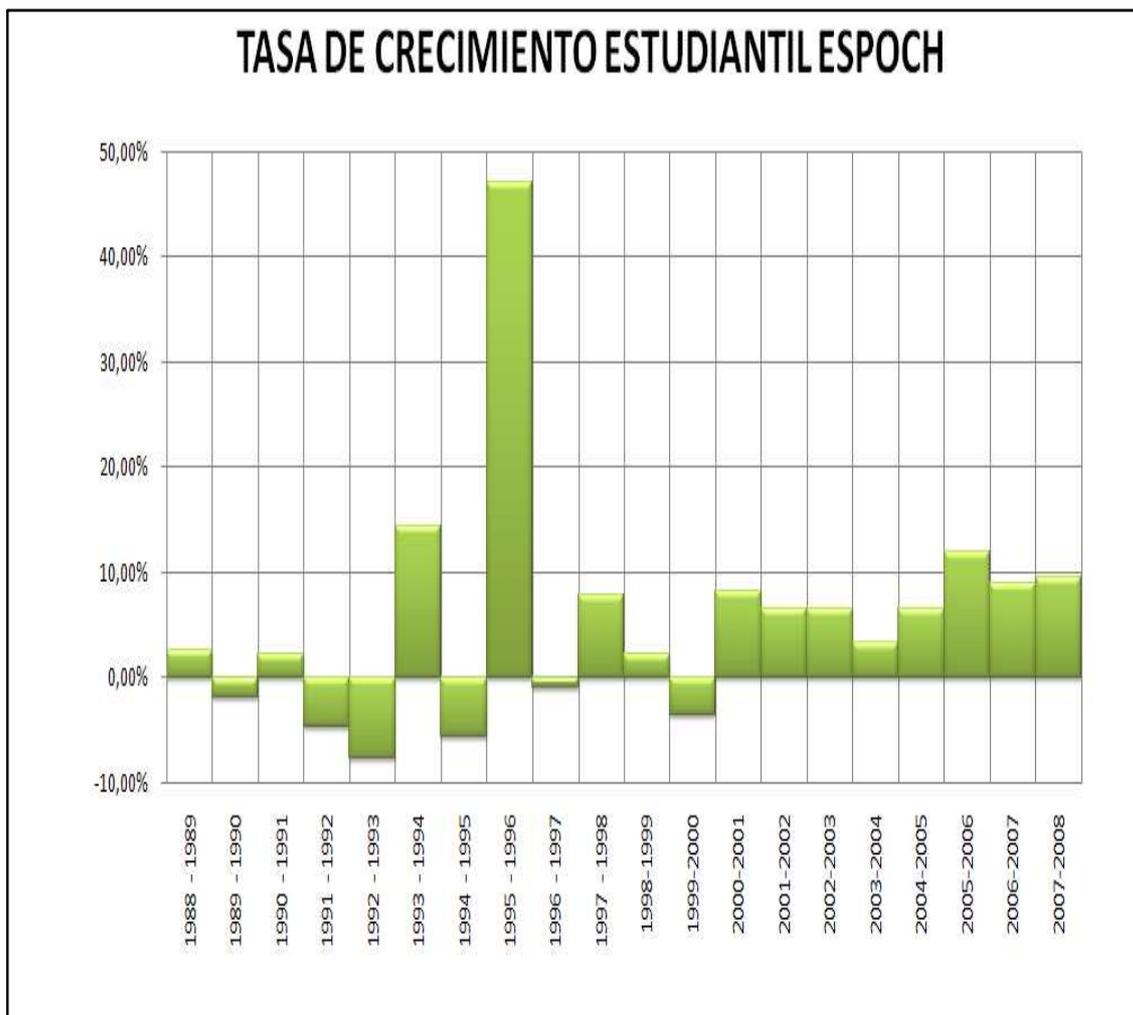


Gráfico 7.- Tasa de crecimiento estudiantil anual ESPOCH.

En la tabla 15 y gráfico 7 observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1987 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 1995 – 1996 con un incremento estudiantil del 47,11% con respecto al periodo anterior, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un incremento del 11,93%, 2006 – 2007 se ha obtenido un incremento del 8,91% y en el periodo 2007 – 2008 un incremento de 9,64% en la población estudiantil.

3.1.7 ESTADISTICAS DESCRIPTIVAS

NÚMERO DE MATRICULADOS POR SEXO

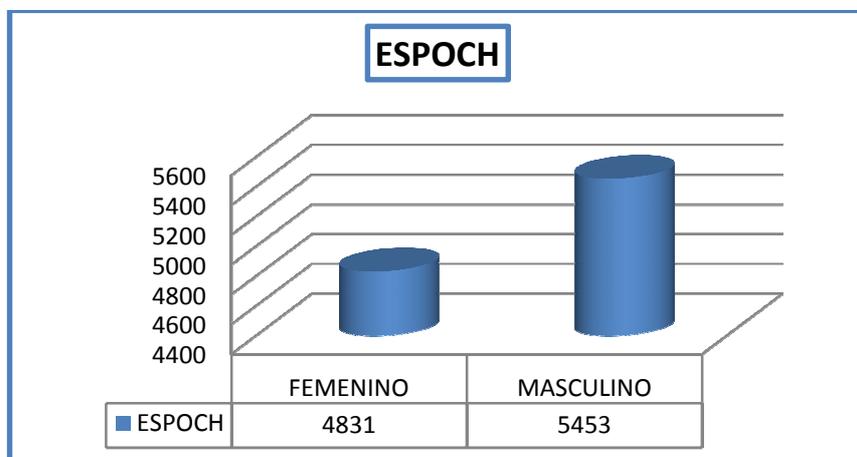


Gráfico 8.- Matriculados por sexo ESPOCH.

Se observa que la población estudiantil en la ESPOCH esta compuesta por 4831 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 47% de la población y 5453 estudiantes de sexo masculino que representa el 53% de estudiantes en nuestra querida institución.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN ESPOCH

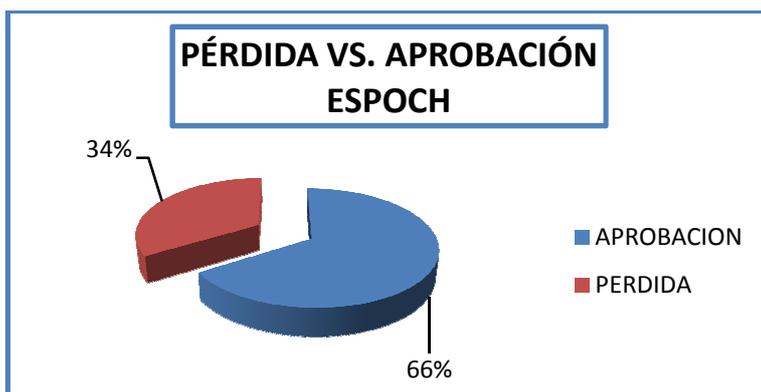


Gráfico 9.- Pérdida vs. Aprobación ESPOCH.

La gráfica 9 nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 66%, mientras que la pérdida representa un 34%.

3.2 **MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS.**

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la Facultad de Administración de Empresas durante los últimos 21 años a partir del año 1987 hasta el año 2008,

Para realizar el estudio se utilizó técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el período 1987 – 2008

Los datos analizados se han obtenidos de las bases de datos institucional “OASIS” proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, MINITAB Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

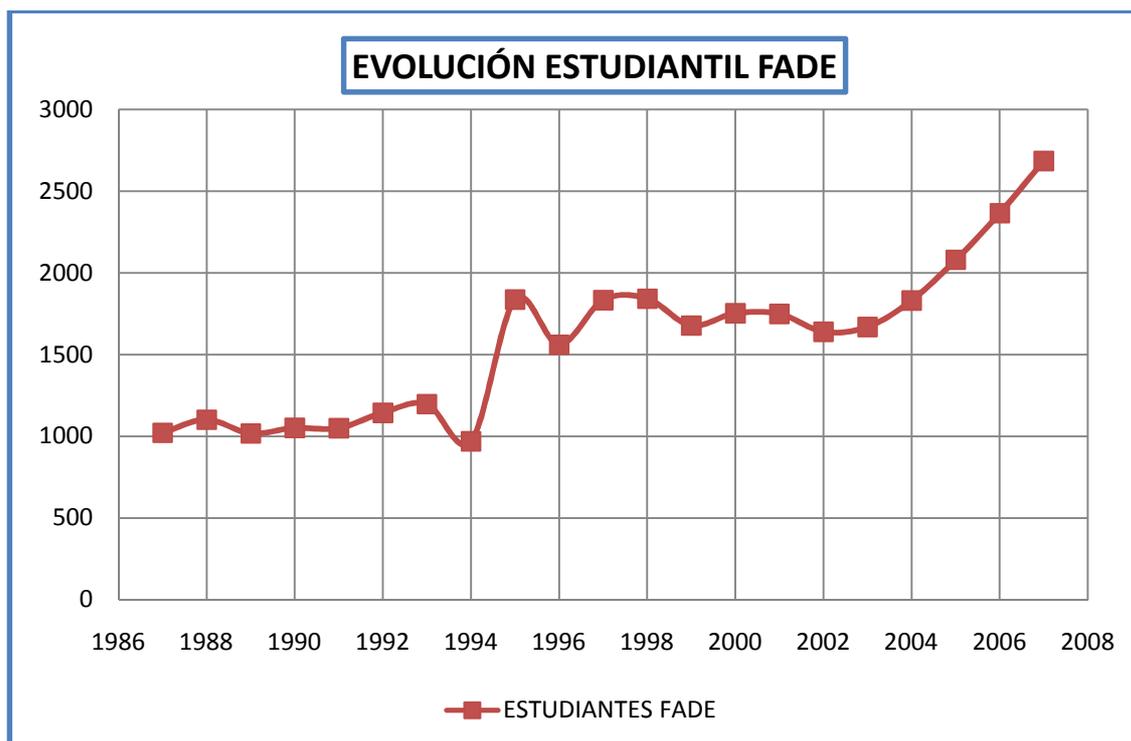
A continuación se muestra un cuadro de contiene estadísticas básicas que corresponden a 21 años de desenvolvimiento institucional.

Tabla 17.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes FADE.

N	Validos	21
	Perdidos	0
Media		1575,1429
Mediana		1669,0000
Moda		970,00(a)
Desv. Tip.		477,11081
Varianza		227634,729
Rango		1715,00
Mínimo		970,00
Máximo		2685,00
Suma		33078,00

Podemos observar anualmente, en promedio se tiene 1575 estudiantes matriculados en la FADE. Con un mínimo de 970 estudiantes y un máximo de 2685 estudiantes en un periodo de 21 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaria Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 10.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la FADE. Periodo 1987 – 2008

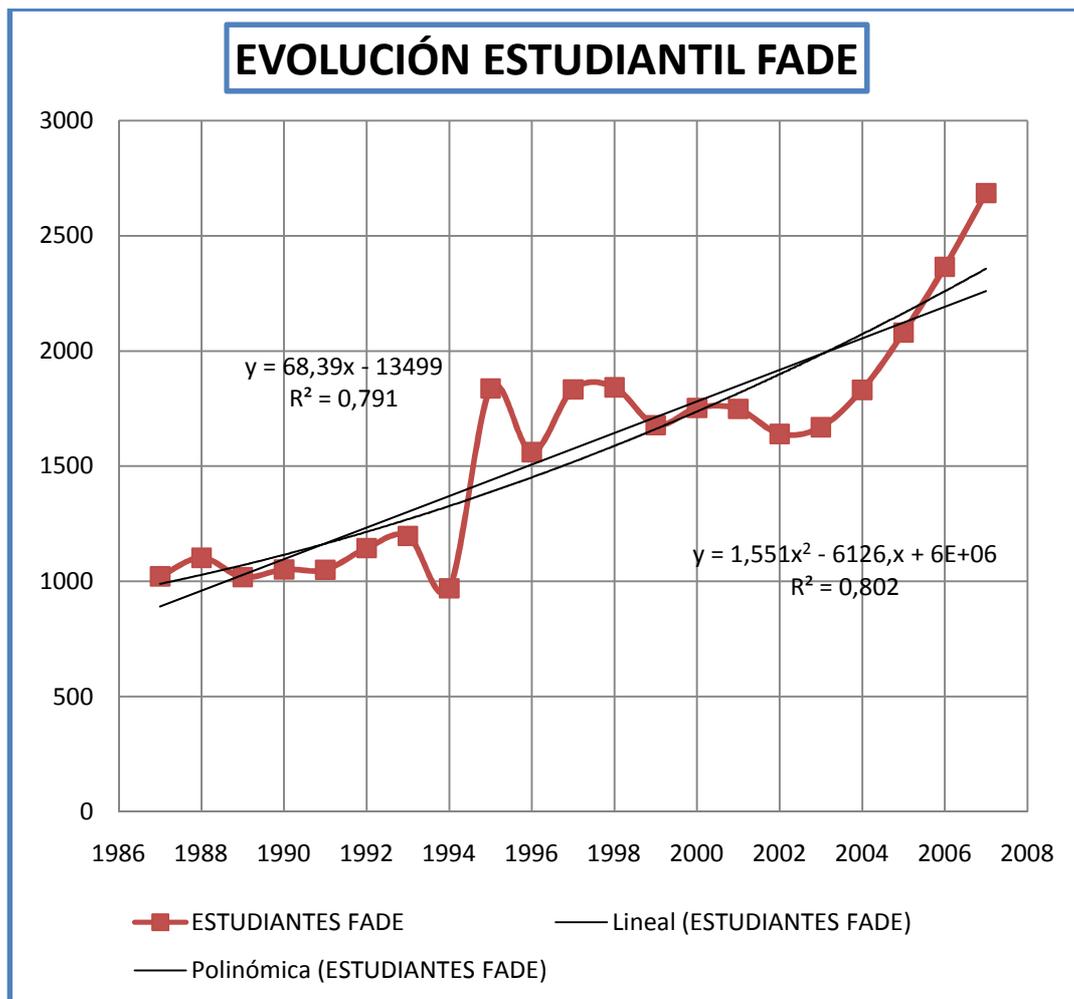
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad, este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 10 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que estos son anuales, por tal motivo se elimina la Estacionalidad y se presenta Ciclicidad.

3.2.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineales y cuadráticas.



Fuente: Secretaria Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 11.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, como se observa el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0.802$.

A continuación estos modelos tanto en lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente a si como el R^2 en los dos casos.

Tabla 18.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

			T(t)		Error cuadrado de la recta	Error Cuadrado de la parábola.
			Recta	Parábola		
periodos	Y	t	Yr	Yp	(Y-Yr)^2	(Y-Yp)^2
Oct. -Marzo 1987-1988	1022	1	891,25	989,48	17096,43	1057,33
Oct. -Marzo 1988-1989	1102	2	959,64	1028,40	20267,42	5416,69
Oct. -Marzo 1989-1990	1018	3	1028,03	1070,42	100,52	2748,13
Oct. -Marzo 1990-1991	1052	4	1096,42	1115,55	1972,74	4038,03
Oct. -Marzo 1991-1992	1050	5	1164,81	1163,77	13180,22	12943,78
Oct. -Marzo 1992-1993	1144	6	1233,19	1215,10	7955,71	5054,94
Oct. -Marzo 1993-1994	1197	7	1301,58	1269,53	10937,89	5260,28
Oct. -Marzo 1994-1995	970	8	1369,97	1327,06	159979,20	127491,57
Oct. -Marzo 1995-1996	1837	9	1438,36	1387,69	158910,97	201876,15
Oct. -Marzo 1996-1997	1561	10	1506,75	1451,43	2942,71	12005,58
Oct. -Marzo 1997-1998	1833	11	1575,14	1518,27	66490,31	99055,89
Oct. -Marzo 1998-1999	1842	12	1643,53	1588,21	39389,36	64409,72
Oct. -Marzo 1999-2000	1678	13	1711,92	1661,25	1150,71	280,49
Oct. -Marzo 2000-2001	1753	14	1780,31	1737,40	745,93	243,44
Oct. -Marzo 2001-2002	1749	15	1848,70	1816,64	9940,35	4575,83
Oct. -Marzo 2002-2003	1640	16	1917,09	1898,99	76779,38	67078,18
Oct. -Marzo 2003-2004	1669	17	1985,48	1984,45	100159,93	99506,45
Oct. -Marzo 2004-2005	1831	18	2053,87	2073,00	49671,10	58564,26
Oct. -Marzo 2005-2006	2080	19	2122,26	2164,66	1785,89	7166,78
Oct. -Marzo 2006-2007	2365	20	2190,65	2259,42	30398,14	11148,11
Oct. -Marzo 2007-2008	2685	21	2259,04	2357,28	181442,78	107402,91
suma	33078				951297,6883	897324,5413
promedio	1575,142					

Tabla 19.- Coeficientes recta y parábola.

COEFICIENTES	RECTA	PARÁBOLA
c		1,5511121
b	68,3896146	34,2651762
a	822,857086	953,667036

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de la parábola y presionamos resolver,

Para obtener el valor delos R2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y}_i \right)^2}$$

Tabla 20.- R² de la recta y parábola.

R² RECTA	R² PARÁBOLA
0,79104733	0,802903

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho mas a los datos que el lineal con un 0.802 vs. 0.791 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos

Tabla 21.- Primeros Restos.

			T(t)	Primeros
			Parábola	Restos
periodos	Y	T	Yp	Y1^=Y-Yp^
Oct. -Marzo 1987-1988	1022	1	989,483	32,517
Oct. -Marzo 1988-1989	1102	2	1028,402	73,598
Oct. -Marzo 1989-1990	1018	3	1070,423	-52,423
Oct. -Marzo 1990-1991	1052	4	1115,546	-63,546
Oct. -Marzo 1991-1992	1050	5	1163,771	-113,771
Oct. -Marzo 1992-1993	1144	6	1215,098	-71,098
Oct. -Marzo 1993-1994	1197	7	1269,528	-72,528
Oct. -Marzo 1994-1995	970	8	1327,060	-357,060
Oct. -Marzo 1995-1996	1837	9	1387,694	449,306
Oct. -Marzo 1996-1997	1561	10	1451,430	109,570
Oct. -Marzo 1997-1998	1833	11	1518,269	314,731
Oct. -Marzo 1998-1999	1842	12	1588,209	253,791
Oct. -Marzo 1999-2000	1678	13	1661,252	16,748
Oct. -Marzo 2000-2001	1753	14	1737,397	15,603
Oct. -Marzo 2001-2002	1749	15	1816,645	-67,645
Oct. -Marzo 2002-2003	1640	16	1898,995	-258,995
Oct. -Marzo 2003-2004	1669	17	1984,446	-315,446
Oct. -Marzo 2004-2005	1831	18	2073,001	-242,001
Oct. -Marzo 2005-2006	2080	19	2164,657	-84,657
Oct. -Marzo 2006-2007	2365	20	2259,415	105,585
Oct. -Marzo 2007-2008	2685	21	2357,276	327,724
suma	33078			0,004
promedio	1575,142			0,000

Observamos que la suma del total de los primeros restos es 0.004 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.2.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros resto para estudiar la Ciclicidad de los datos.



Gráfico 12.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica 12 que existe Ciclicidad en los datos para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de obtener un modelo regresivo aditivo que tomará en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.2.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$
$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Donde A, B,.... Son los coeficientes y a, b,.... son los argumentos como en la gráfica observamos que existen subidas y bajadas es recomendable utilizar las funciones trigonométricas seno y coseno para un mejor ajuste en el pronóstico.

Tabla 22.- Obtención de Argumentos y Coeficientes del Polinomio Trigonómico.

Polinomio Trigonómico			
Coef. A	Valores A	Valores B	Coef. B
ARGUMENTOS			
a1	45,4229928	-87,5185436	b1
a2	11,2817285	41,0450627	b2
a3	8,10768547	12,231142	b3
a4	-21,6320415	-1645,58926	b4
a5	-31,3821597	-31,5956995	b5
a6	-18,3252216	-31,5412352	b6
a7	21,9423512	-10,8400688	b7
COEFICIENTES			
A1	62,5968055	60,3338407	B1
A2	-58,6609678	-22,3489101	B2
A3	72,5442769	354,107924	B3
A4	18,2238549	-74,2012591	B4
A5	-96,9073	-2077,13066	B5
A6	-44,8406668	2027,75411	B6
A7	-60,8321746	451,534841	B7

Tabla 23.- Obtención de Modelo Aditivo.

				Error c. del			Resultado(pronos)	
Polinomio Trigonometrico				E(t)	pol. Trigon.		T=Te + Ce	Último resto
Coef. A	Valores A	Valores B	Coef. B	Y2^A	(Y1^A-Y2^A)^A2	(Y1^A - Y1^Amed.)^A2	Y^A =Yp^A + Y2^A	Y - Y^A
ARGUMENTOS				-9,9318382	1801,876338	1057,320676	979,551486	42,44851396
a1	45,422993	-87,518544	b1	-4,4980157	6099,013173	5416,659018	1023,903821	78,09617899
a2	11,281729	41,045063	b2	92,638745	21042,78623	2748,148017	1163,061319	-145,0613189
a3	8,1076855	12,231142	b3	-195,07692	17300,50467	4038,061376	920,4686172	131,5313828
a4	-21,632042	-1645,5893	b4	-120,87864	50,52251113	12943,82395	1042,892081	7,107918903
a5	-31,38216	-31,595699	b5	-104,77508	1134,137184	5054,973506	1110,323047	33,6769533
a6	-18,325222	-31,541235	b6	-128,99529	3188,581513	5260,306493	1140,532474	56,46752618
a7	21,942351	-10,840069	b7	-235,53875	14767,32076	127491,7209	1091,520866	-121,5208655
				276,29203	29933,93735	201875,9624	1663,985731	173,0142692
COEFICIENTES				172,21501	3924,398313	12005,5375	1623,645018	-62,64501826
A1	62,596805	60,333841	B1	245,19638	4835,127478	99055,76181	1763,464919	69,53508092
A2	-58,660968	-22,34891	B2	152,48921	10261,99392	64409,61725	1740,6985	101,3015001
A3	72,544277	354,10792	B3	127,1228	12182,65748	280,4794242	1788,375076	-110,3750763
A4	18,223855	-74,201259	B4	-70,223884	7366,172422	243,4322941	1667,173591	85,82640865
A5	-96,9073	-2077,1307	B5	-45,450303	492,6002148	4575,860942	1771,194599	-22,19459877
A6	-44,840667	2027,7541	B6	-331,95363	5323,026893	67078,28657	1567,040923	72,95907684
A7	-60,832175	451,53484	B7	-331,2226	248,8876191	99506,58097	1653,223827	15,77617251
				-160,20668	6690,233169	58564,35676	1912,793846	-81,79384554
				-142,58418	3355,575071	7166,818001	2022,072674	57,92732577
				79,851531	662,1907672	11148,06354	2339,266932	25,73306758
				317,29085	108,8470038	107402,7699	2674,567023	10,43297675
					150770,3901	897324,5413		418,2436291
						R2^A=	0,83197786	

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo observamos nuestro $R^2 = 0,8319$ lo que nos indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicará en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 953,66 + 34,26 * t + 1,55 * t^2$$

$$C(t) = 62,59 * \text{COS}\left(\frac{45,42 * t}{21}\right) - 60,33 * \text{SEN}\left(\frac{-87,51 * t}{21}\right) - 58,66 * \text{COS}\left(\frac{11,28 * t}{21}\right) -$$

$$22,34 * \text{SEN}\left(\frac{41,04 * t}{21}\right) + 72,54 * \text{COS}\left(\frac{8,10 * t}{21}\right) + 354,10 * \text{SEN}\left(\frac{12,23 * t}{21}\right) +$$

$$18,22 * \text{COS}\left(\frac{21,63 * t}{21}\right) - 74,20 * \text{SEN}\left(\frac{-1645,58 * t}{21}\right) - 96,90 * \text{COS}\left(\frac{-31,38 * t}{21}\right) -$$

$$2077,13 * \text{SEN}\left(\frac{-31,59 * t}{21}\right) - 44,84 * \text{COS}\left(\frac{-18,32 * t}{21}\right) - 2027,75 * \text{SEN}\left(\frac{-31,54 * t}{21}\right) -$$

$$60,83 * \text{COS}\left(\frac{21,94 * t}{21}\right) + 451,53 * \text{SEN}\left(\frac{-10,84 * t}{21}\right)$$

$$\hat{Y} = \left(953,66 + 34,26 * t + 1,55 * t^2\right) + \left(62,59 * \text{COS}\left(\frac{45,42 * t}{21}\right) - 60,33 * \text{SEN}\left(\frac{-87,51 * t}{21}\right) -$$

$$58,66 * \text{COS}\left(\frac{11,28 * t}{21}\right) - 22,34 * \text{SEN}\left(\frac{41,04 * t}{21}\right) +$$

$$72,54 * \text{COS}\left(\frac{8,10 * t}{21}\right) + 354,10 * \text{SEN}\left(\frac{12,23 * t}{21}\right) +$$

$$18,22 * \text{COS}\left(\frac{21,63 * t}{21}\right) - 74,20 * \text{SEN}\left(\frac{-1645,58 * t}{21}\right) -$$

$$396,90 * \text{COS}\left(\frac{-31,38 * t}{21}\right) - 2077,13 * \text{SEN}\left(\frac{-31,59 * t}{21}\right) -$$

$$44,84 * \text{COS}\left(\frac{-18,32 * t}{21}\right) - 2027,75 * \text{SEN}\left(\frac{-31,54 * t}{21}\right) -$$

$$60,83 * \text{COS}\left(\frac{21,94 * t}{21}\right) + 451,53 * \text{SEN}\left(\frac{-10,84 * t}{21}\right)$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS

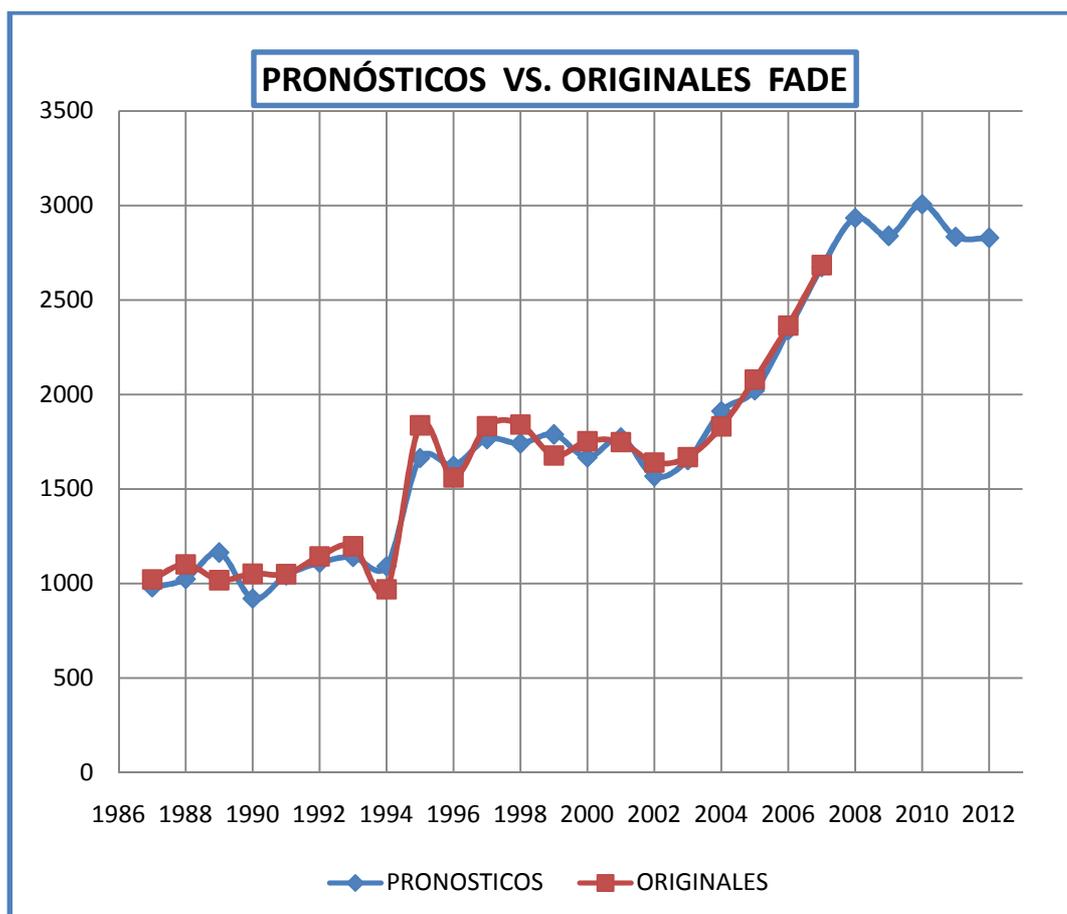


Gráfico 13.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica 13 los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente con los datos originales

Tabla 24.- Pronósticos.

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	22	2458,23917	476,025413	2934
2009	23	2562,30439	276,80305	2839
2010	24	2669,47184	337,542022	3007
2011	25	2779,74151	55,4335993	2835

3.2.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

EMC: Error medio cuadrado

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

PME: Porcentaje medio de error

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 25.- Medición del Error en el Pronóstico.

MEDICION DEL ERROR EN ELPRONOSTICO			
ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
42,4485	1801,8763	0,0415	0,0415
78,0962	6099,0132	0,0709	0,0709
145,0613	21042,7862	0,1425	-0,1425
131,5314	17300,5047	0,1250	0,1250
7,1079	50,5225	0,0068	0,0068
33,6770	1134,1372	0,0294	0,0294
56,4675	3188,5815	0,0472	0,0472
121,5209	14767,3208	0,1253	-0,1253
173,0143	29933,9374	0,0942	0,0942
62,6450	3924,3983	0,0401	-0,0401
69,5351	4835,1275	0,0379	0,0379
101,3015	10261,9939	0,0550	0,0550
110,3751	12182,6575	0,0658	-0,0658
85,8264	7366,1724	0,0490	0,0490
22,1946	492,6002	0,0127	-0,0127
72,9591	5323,0269	0,0445	0,0445
15,7762	248,8876	0,0095	0,0095
81,7938	6690,2332	0,0447	-0,0447
57,9273	3355,5751	0,0278	0,0278
25,7331	662,1908	0,0109	0,0109
10,4330	108,8470	0,0039	0,0039
1505,4251	150770,3901	1,0845	0,2224
DAM	EMC	PEMA	PME
71,6869	7179,5424	0,0516	0,0106
			1,059%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{1505,42}{21} = 71,68$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{15077039}{21} = 7179,54$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{1,0845}{21} = 5,16\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{0,222}{21} = 1,059\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 71,68 estudiantes. El EMC de 7179,54 y el PEMA de 5.16% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel.

Por último un bajo PME de 1.059% indica que la técnica no esta significativamente desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en la ESPOCH.

MODELO LINEAL EN EXCEL.

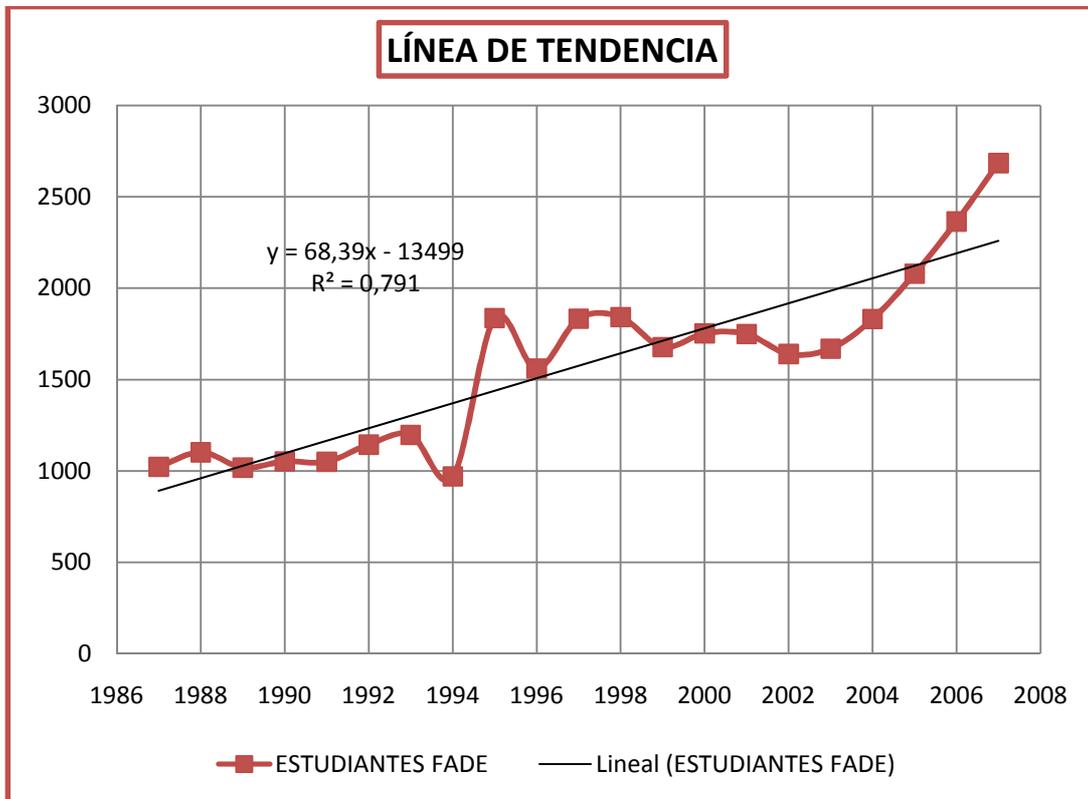


Gráfico 14.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 26.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,88940842
Coefficiente de determinación R ²	0,79104733
R ² ajustado	0,78004982
Error típico	223,759468
Observaciones	21

Tabla 27.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	822,857143	101,252557	8,12677887	1,32586E-07
Variable X 1	68,3896104	8,06373148	8,48113687	6,96449E-08

$$X(t) = 822,85 + 68,38 X$$

3.2.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO vs. MODELO EXCEL.

Tabla 28.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción	822,8				
T	68,39				
	Último resto	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO PARA $Y(t)=822,8+68,39t$			
Y^{\wedge}	$Y - Y^{\wedge}$	$ABS(Y-Y^{\wedge})$	$(Y-Y^{\wedge})^2$	$ABS(Y-Y^{\wedge})/Yt$	$(Y - Y^{\wedge})/Yt$
891,19	130,81	130,81	17111,26	0,13	0,13
959,58	142,42	142,42	20283,46	0,13	0,13
1027,97	-9,97	9,97	99,40	0,01	-0,01
1096,36	-44,36	44,36	1967,81	0,04	-0,04
1164,75	-114,75	114,75	13167,56	0,11	-0,11
1233,14	-89,14	89,14	7945,94	0,08	-0,08
1301,53	-104,53	104,53	10926,52	0,09	-0,09
1369,92	-399,92	399,92	159936,01	0,41	-0,41
1438,31	398,69	398,69	158953,72	0,22	0,22
1506,70	54,30	54,30	2948,49	0,03	0,03
1575,09	257,91	257,91	66517,57	0,14	0,14
1643,48	198,52	198,52	39410,19	0,11	0,11
1711,87	-33,87	33,87	1147,18	0,02	-0,02
1780,26	-27,26	27,26	743,11	0,02	-0,02
1848,65	-99,65	99,65	9930,12	0,06	-0,06
1917,04	-277,04	277,04	76751,16	0,17	-0,17
1985,43	-316,43	316,43	100127,94	0,19	-0,19
2053,82	-222,82	222,82	49648,75	0,12	-0,12
2122,21	-42,21	42,21	1781,68	0,02	-0,02
2190,60	174,40	174,40	30415,36	0,07	0,07
2258,99	426,01	426,01	181484,52	0,16	0,16

3565,01	951297,75	2,32	-0,34
DAM	EMC	PEMA	PME
169,762381	45299,89272	0,110568162	-0,01628879
		11,06%	-1,63%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{3565,01}{21} = 169,76$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{951297,75}{21} = 45299,89$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{2,32}{21} = 11,06\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-0,34}{21} = -1,63\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 169,76 estudiantes. Al comparar el EMC de 45299,89 y el PEMA de 11,06% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 7179,54 y el PEMA de 5,16% obtenido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen. Por último un PME de -1.63% indica que la técnica no esta desviada; ya que su valor no es cercano a cero, la técnica sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en la FADE.

Tabla 29.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	169,762381	71,68690837
EMC	45299,89272	7179,542385
PEMA	11,06%	5,16%
PME	-1,63%	1,06%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = 822,85 + 68,38 X$$

Con $t = 21$ Valor original **2685**

$X(21) = 2259$ error = 426

MODELO ADITIVO

Tabla 30.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO			
T	T(t)	E(t)	$x^{\wedge} = T(t) + E(t)$
21	2357,27617	317,290849	2675

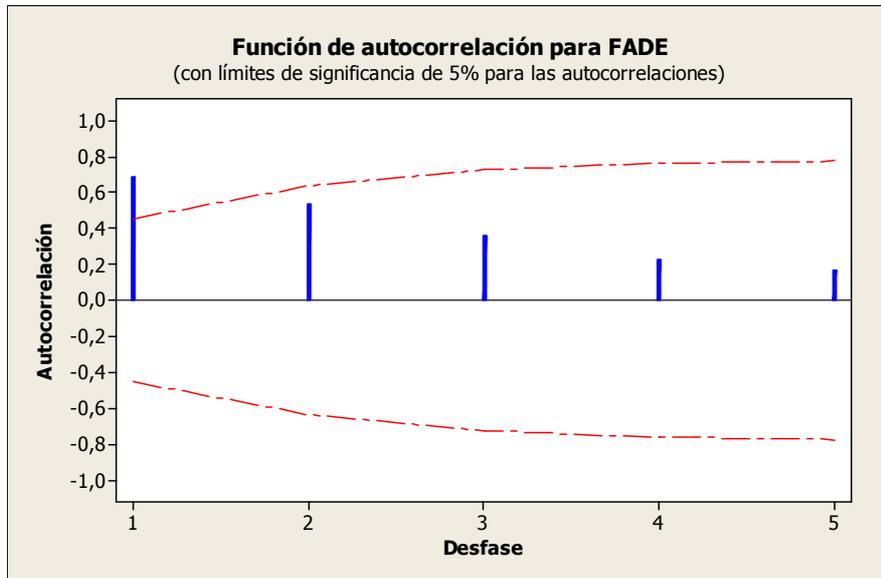
Error = 10

Tabla 31.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

ERROR PORCENTUAL	
POLINOMIO ADITIVO	MODELO LINEAL
10	426
0,4%	15,9%

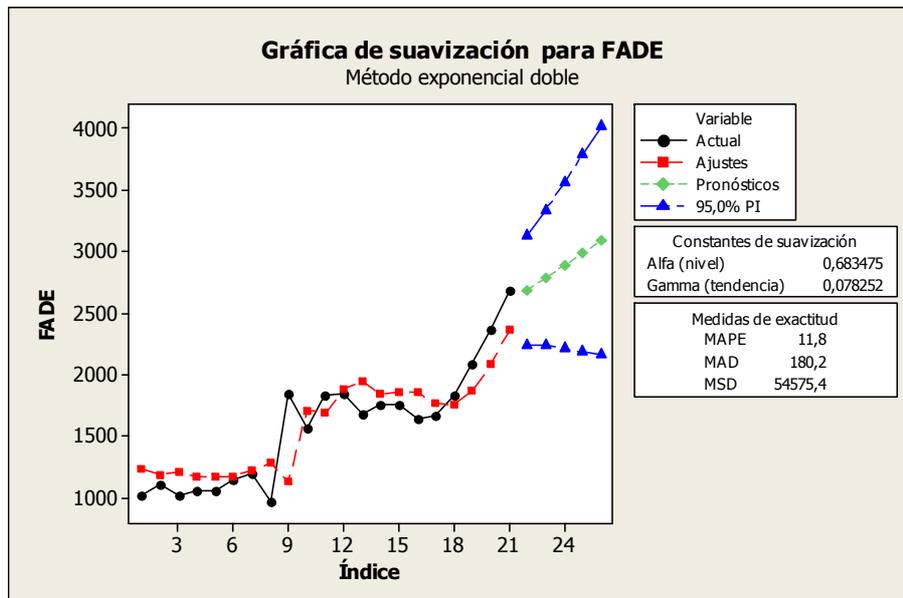
Como observamos en la tabla el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 426 estudiantes que representa un 15,9% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 10 estudiantes que representa un 0,4% de error en este modelo, esto nos dice que el pronóstico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

MÉTODO DE HOLT FADE



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de la FADE

PRONÓSTICOS FADE



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 0,683475 Gamma (tendencia) 0,078252

Medidas de exactitud

MAPE 11,8
MAD 180,2
MSD 54575,4

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
22	2681,52	2239,93	3123,12
23	2781,86	2229,71	3334,02
24	2882,20	2209,68	3554,73
25	2982,54	2184,27	3780,82
26	3082,88	2155,66	4010,11

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=0,683475$ y $\beta=0,078252$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 11,8%, un DAM (MAD) de 180,2 indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 180 estudiantes, el EMC (MSD) de 54575,4 y el PEMA (11,8%) se comparan con el EMC de 7179,54 y el PEMA de 5,16% obtenidos anteriormente y se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.2.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL FADE

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \text{ DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Numero de estudiantes en el año base

I_n = Numero de estudiantes en un año determinado

Tabla 32.-Tasa de crecimiento estudiantil anual FADE.

PERIODO	TASA %
1988 - 1989	7,83%
1989 - 1990	-7,62%
1990 - 1991	3,34%
1991 - 1992	-0,19%
1992 - 1993	8,95%
1993 - 1994	4,63%
1994 - 1995	-18,96%
1995 - 1996	89,38%
1996 - 1997	-15,02%
1997 - 1998	17,42%
1998-1999	0,49%
1999-2000	-8,90%
2000-2001	4,47%
2001-2002	-0,23%
2002-2003	-6,23%
2003-2004	1,77%
2004-2005	9,71%
2005-2006	13,60%
2006-2007	13,70%
2007-2008	13,53%

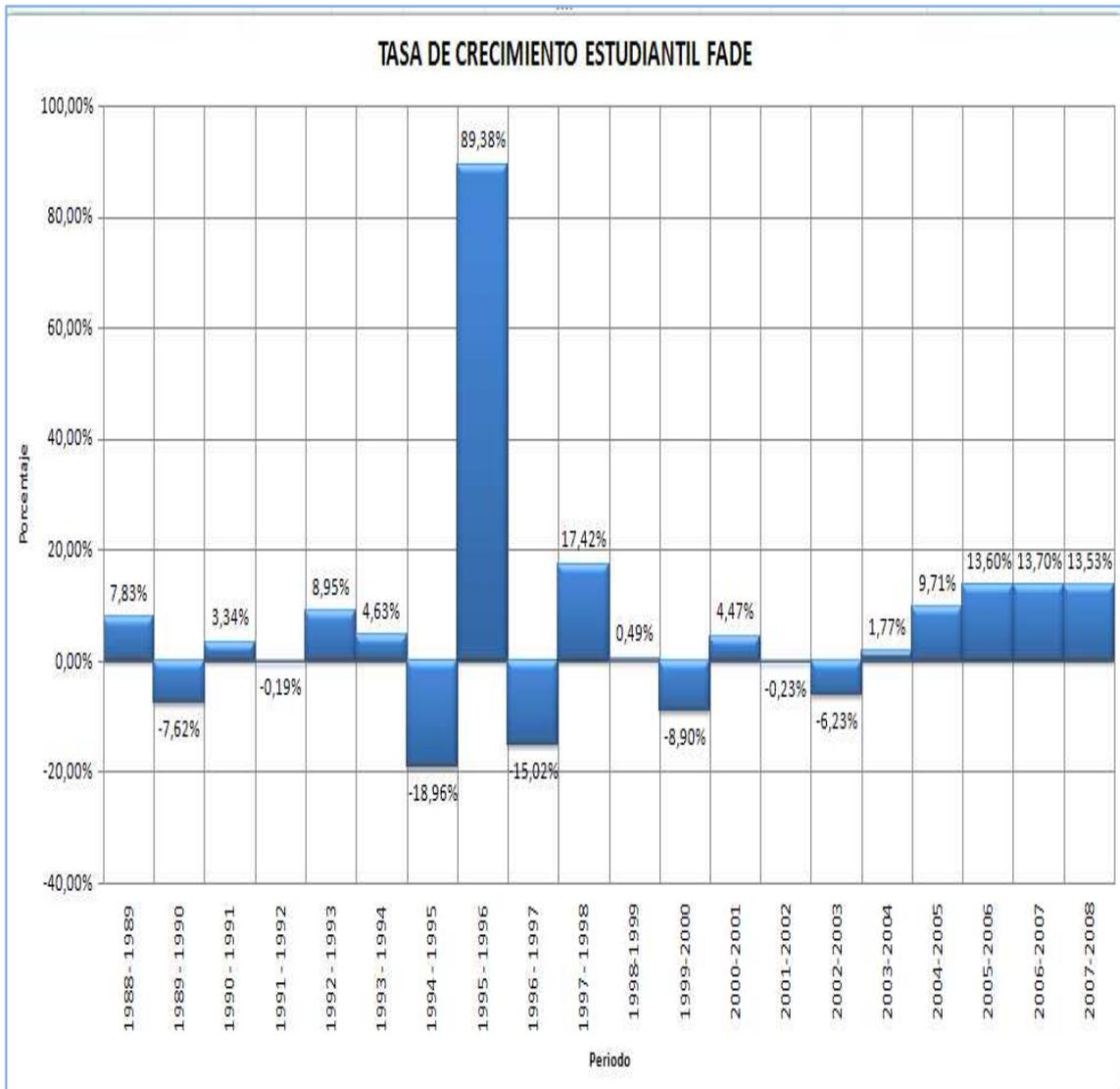


Gráfico 15.- Tasa de crecimiento estudiantil anual FADE.

En la presente tabla y gráfico observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1987 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 1995 – 1996 con un incremento estudiantil del 89,38% con respecto al periodo al periodo anterior, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un incremento del 13,60%, 2006 – 2007 se ha obtenido un incremento del 13,70% y en el periodo 2007 – 2008 un incremento de 13,53% en la población estudiantil.

3.2.7 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

EVOLUCIÓN ESTUDIANTIL POR ESCUELAS / FADE.

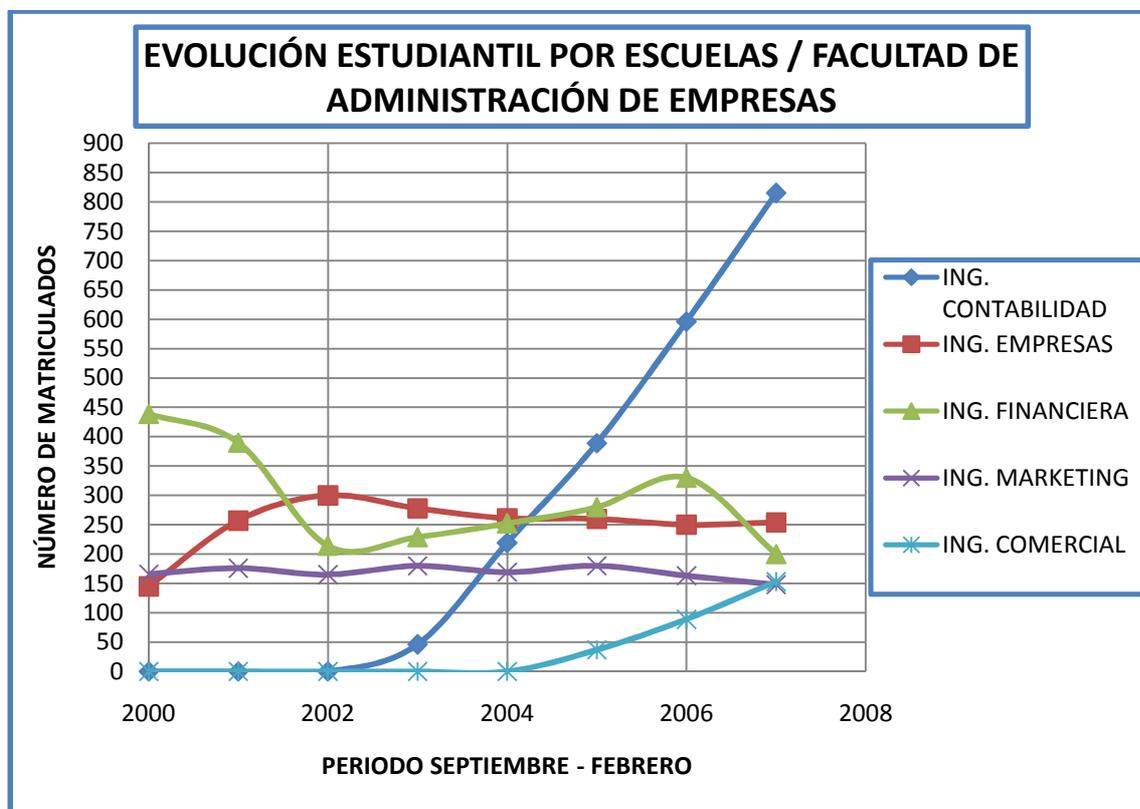


Gráfico 16.- Evolución estudiantil por escuelas / FADE

Se observa que en esta facultad la carrera con mayor repunte estudiantil es Ing. En Contabilidad y Auditoría empezando con un número de 46 estudiantes en el año 2003 y llegando a obtener en la actualidad 815 estudiantes, en Ing. De Empresas la afluencia de estudiantes se ha mantenido casi constante en los últimos años con un promedio de matriculados de 250 estudiantes por periodo, en Ing. Financiera desde el año 2000 ha sufrido un decremento de estudiantes hasta la fecha de 439 a 200 estudiantes respectivamente, en Ing. Marketing la evolución estudiantil no ha sufrido cambios significativos desde el año 2000 hasta la fecha se ha mantenido con 169 estudiantes en promedio, en Ing. Comercial existe un incremento de 37 estudiantes en el año 2005 a 153 estudiantes en el año 2008.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR ESPECIALIDADES.

Tabla 33.- Matriculados por Especialidad FADE.

CICLO FORMATIVO	1001
INGENIERÍA EN CONTABILIDAD Y AUDITORIA	815
INGENIERÍA DE EMPRESAS	254
INGENIERÍA EN MARKETING	148
INGENIERÍA EN COMERCIO EXTERIOR	200
INGENIERIA COMERCIAL	153
INGENIERÍA FINANCIERA	114
Total Facultad: 2685	2685

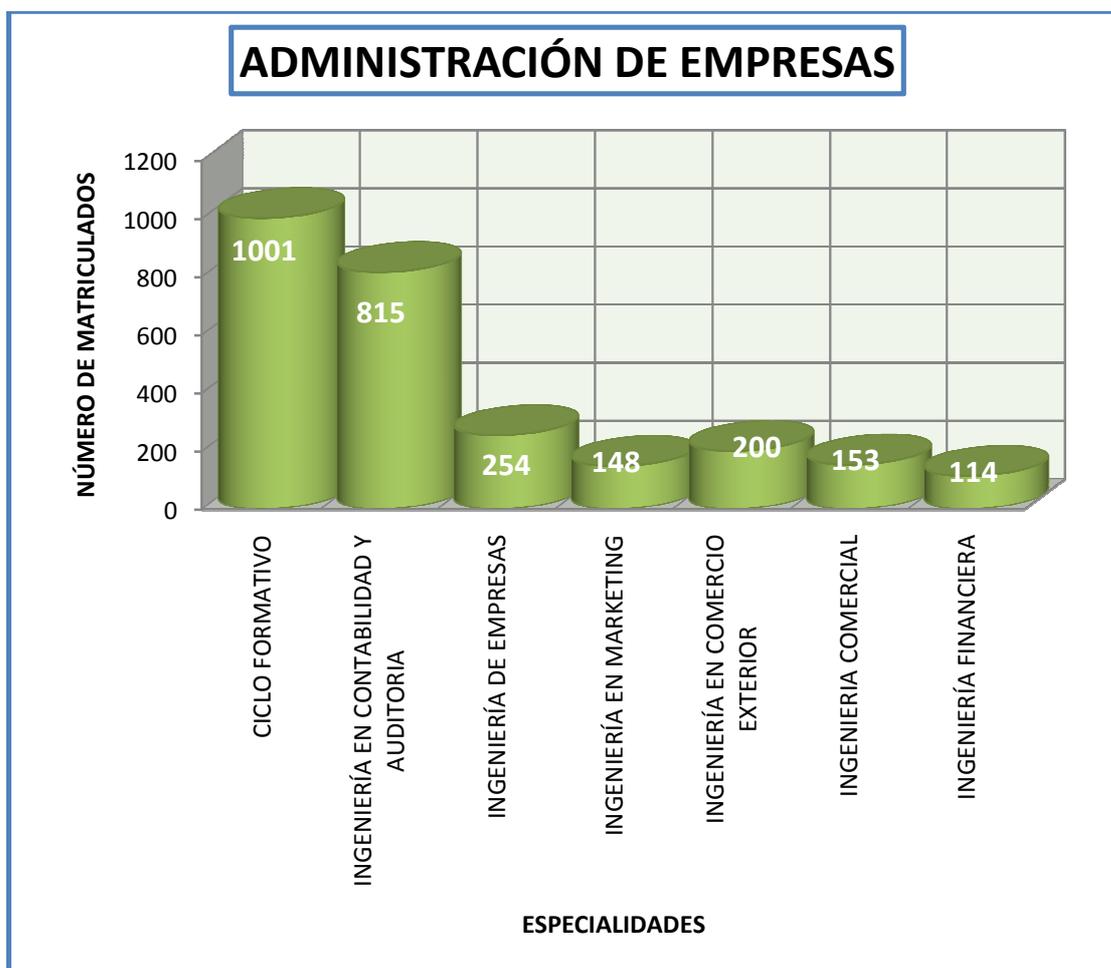


Gráfico 17.- Matriculados por Especialidad FADE

Obsérvese que en la Facultad de Administración de Empresas las especialidades con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 son Ing. Contabilidad y Auditoria con 815 alumnos, seguidos de Ing. Empresas con 254 alumnos.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR GÉNERO Y ESPECIALIDAD

CICLO FORMATIVO

Tabla 34.- Matriculados por género CICLO.

NIVEL	FEMENINO	MASCULINO	
PRIMERO	179	136	
SEGUNDO	69	61	
TERCERO	152	97	
CUARTO	46	42	
QUINTO	153	76	
Total Unidad Académica	589	412	1001

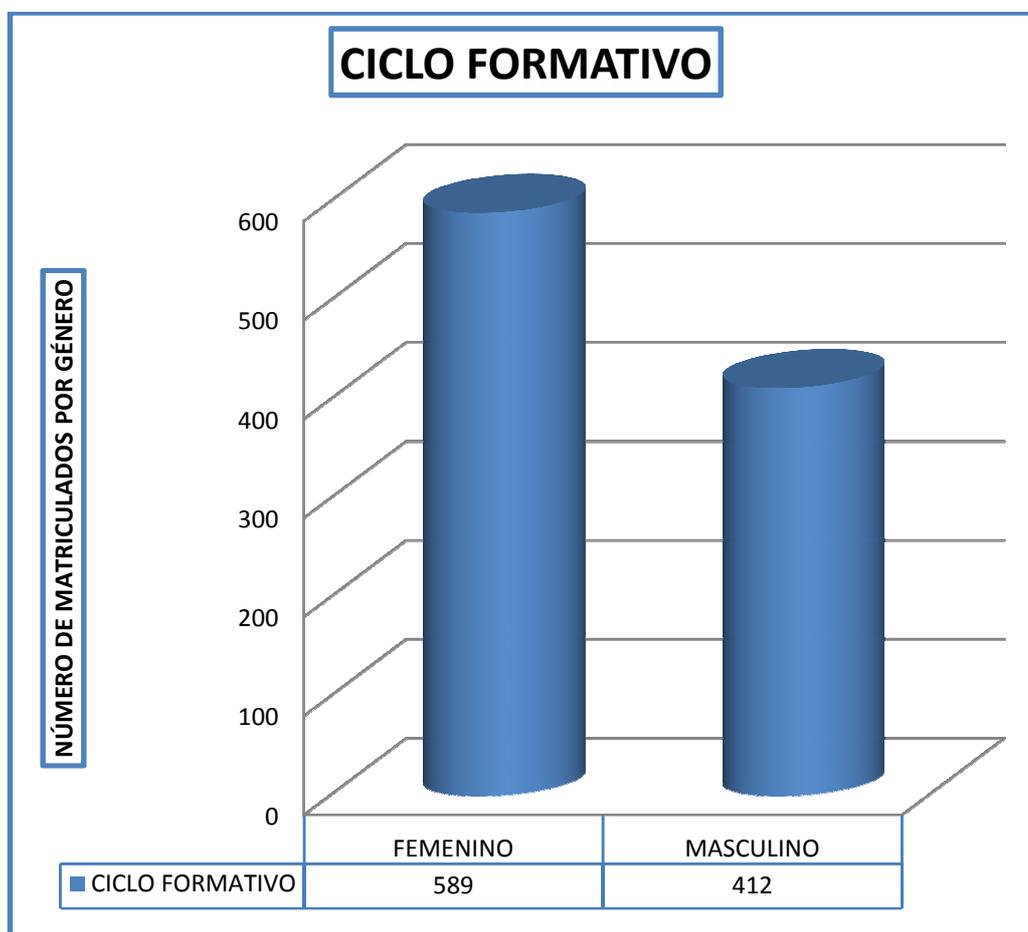


Gráfico 18.- Matriculados por género CICLO.

Se observa que la población estudiantil en el Ciclo Formativo esta compuesta por 589 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 59% de la población y 412 estudiantes de sexo masculino que representa el 41% de estudiantes.

INGENIERÍA DE EMPRESAS

Tabla 35.- Matriculados por género EMPRESAS.

NIVEL	FEMENINO	MASCULINO	
DÉCIMO	30	10	
DECIMO PRIMERO	33	16	
SEXTO	13	16	
SÉPTIMO	28	14	
OCTAVO	28	12	
NOVENO	39	15	
Total Carrera	171	83	254

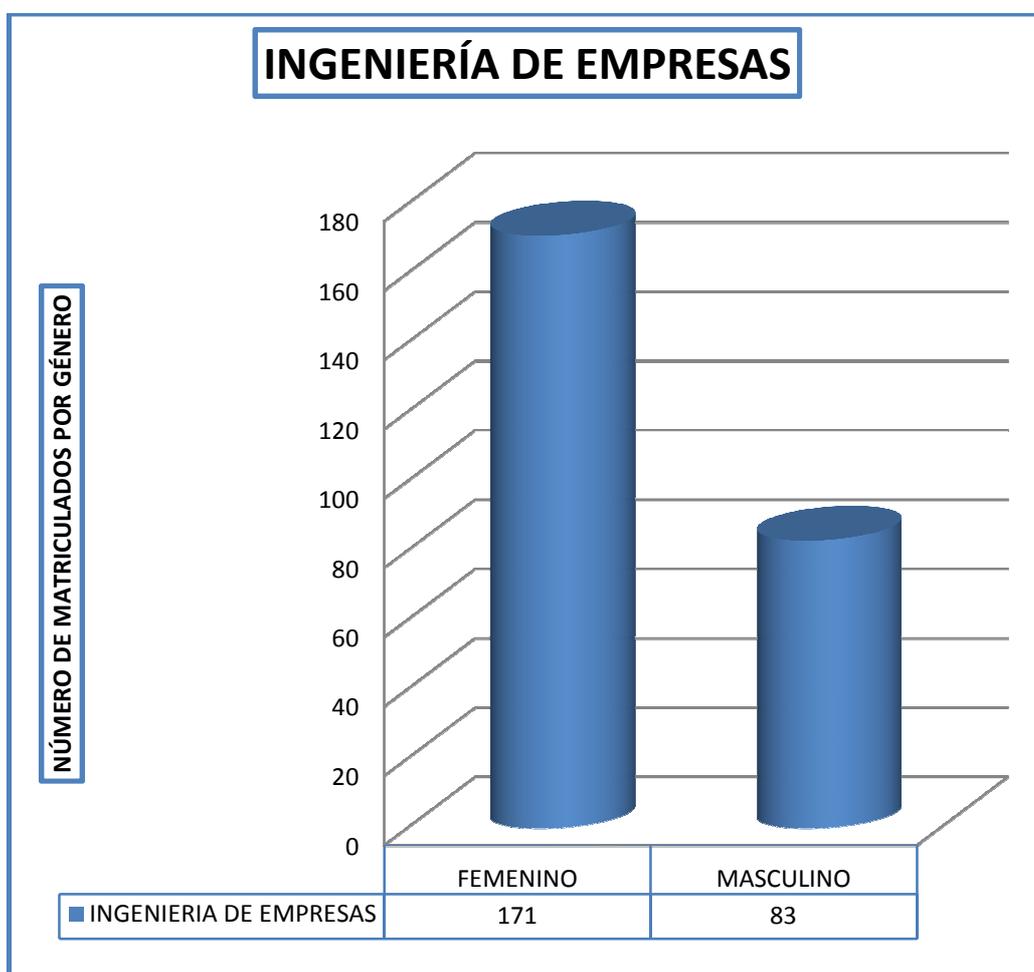


Gráfico 19.- Matriculados por género EMPRESAS.

Se observa que la población estudiantil en Ing. De Empresas esta compuesta por 171 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 67% de la población y 83 estudiantes de sexo masculino que representa el 33% de estudiantes.

INGENIERÍA EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

Tabla 36.- Matriculados por género CONTABILIDAD Y AUDITORÍA.

NIVEL	FEMENINO	MASCULINO
PRIMERO	202	70
SEGUNDO	54	23
TERCERO	120	28
CUARTO	38	17
QUINTO	99	18
SEXTO	19	9
SÉPTIMO	68	9
OCTAVO	12	3
NOVENO	24	2
Total Carrera:	636	179

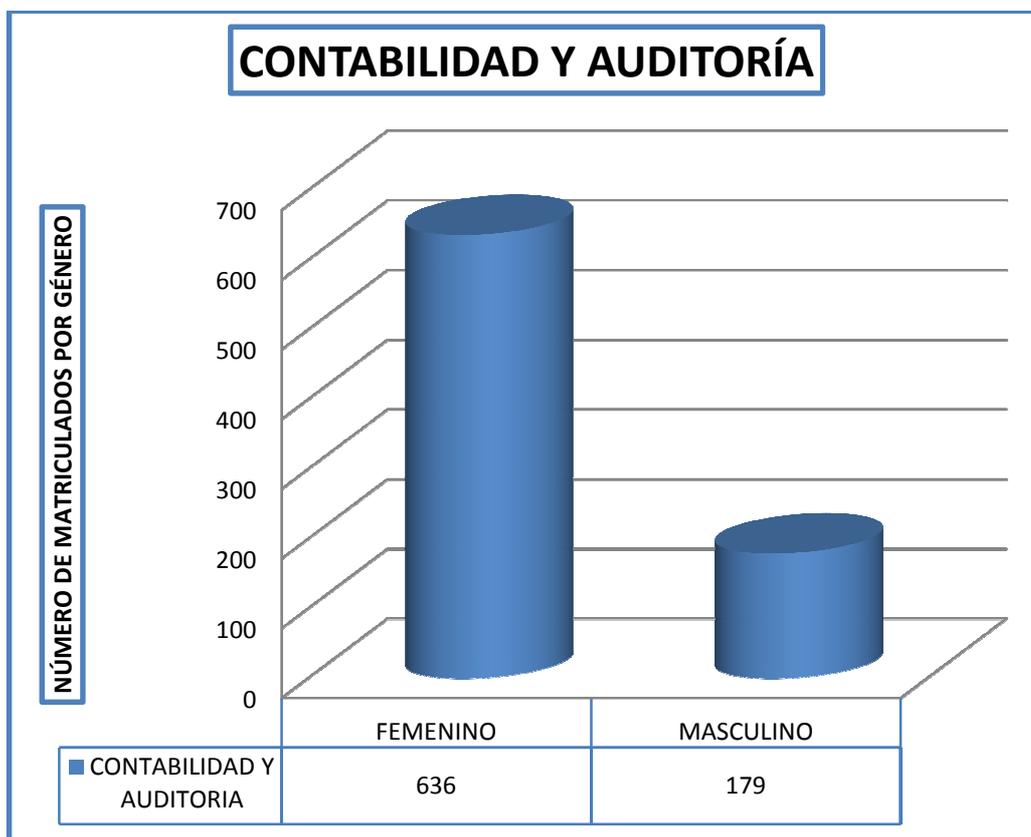


Gráfico 20.- Matriculados por género CONTABILIDAD Y AUDITORIA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. De Contabilidad y Auditoria esta compuesta por 636 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 78% de la población y 179 estudiantes de sexo masculino que representa el 22% de estudiantes.

INGENIERÍA COMERCIAL.

Tabla 37.- Matriculados por género COMERCIAL.

NIVEL	FEMENINO	MASCULINO	
PRIMERO	38	18	
SEGUNDO	9	10	
TERCERO	19	19	
CUARTO	13	5	
QUINTO	16	6	
Total Carrera:	95	58	153

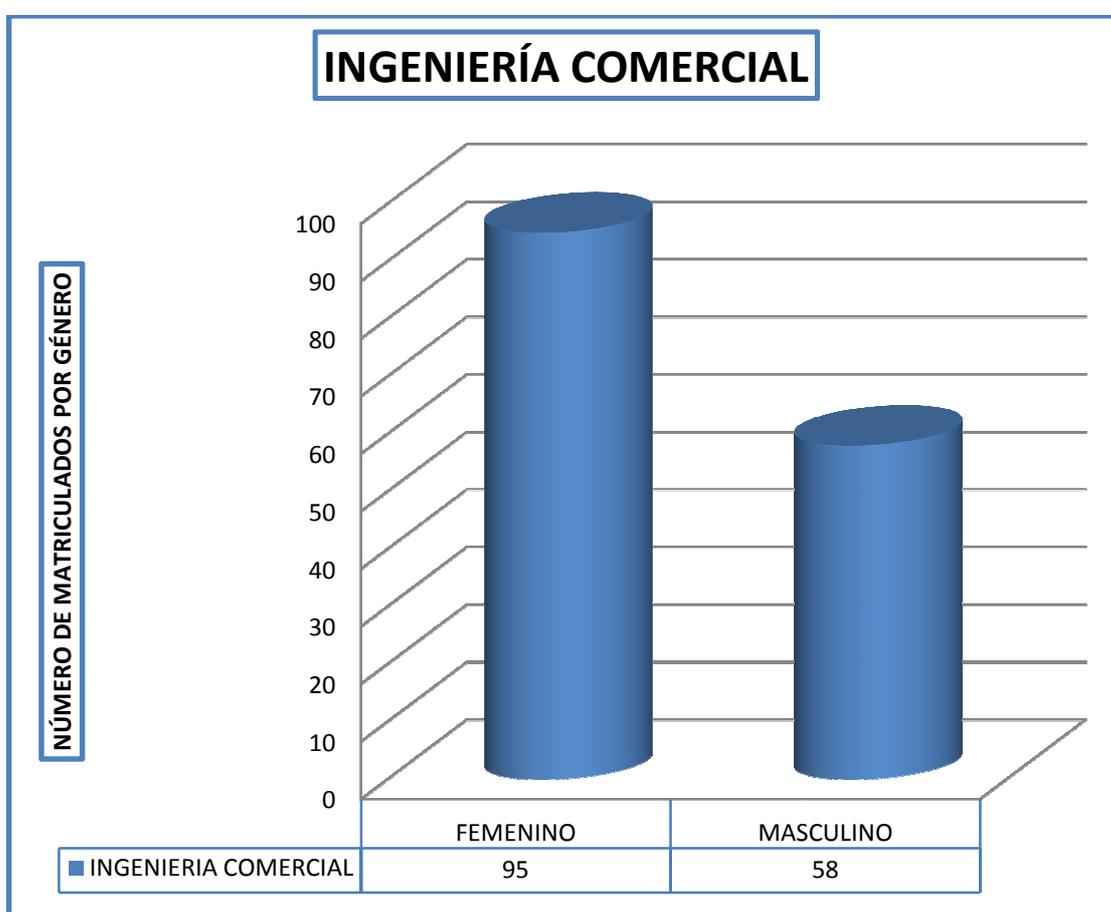


Gráfico 21.- Matriculados por género COMERCIAL.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Comercial esta compuesta por 95 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 62% de la población y 58 estudiantes de sexo masculino que representa el 38% de estudiantes.

INGENIERÍA EN MARKETING.

Tabla 38.- Matriculados por género MARKETING.

NIVEL	FEMENINO	MASCULINO	
DÉCIMO	16	7	
DÉCIMO PRIMERO	34	5	
SEXTO	4	8	
SÉPTIMO	18	11	
OCTAVO	14	10	
NOVENO	7	14	
Total Carrera:	93	55	148

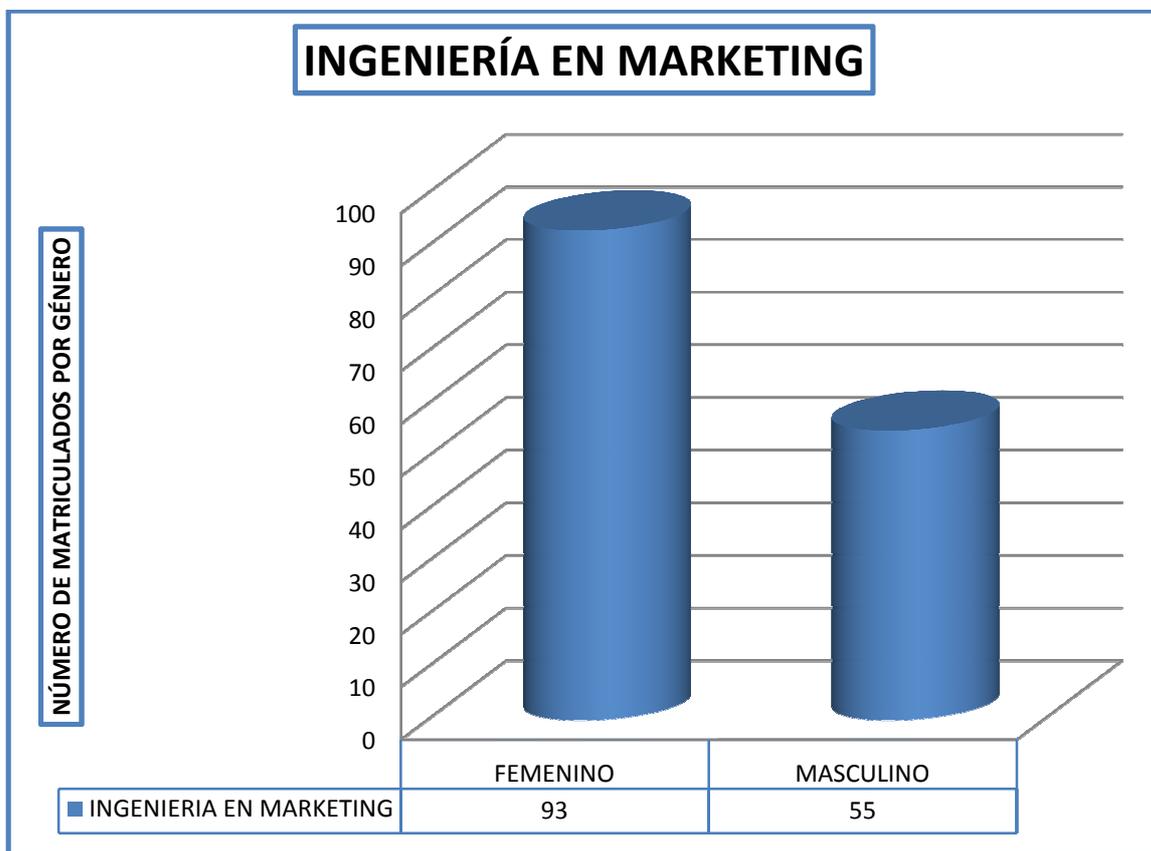


Gráfico 22.- Matriculados por género MARKETING.

Se observa que la población estudiantil en Ing. En Marketing esta compuesta por 93 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 63% de la población y 55 estudiantes de sexo masculino que representa el 37% de estudiantes.

INGENIERÍA EN COMERCIO EXTERIOR.

Tabla 39.- Matriculados por género COMERCIO EXTERIOR

NIVEL	FEMENINO	MASCULINO	
DÉCIMO	8	4	
DÉCIMO PRIMERO	34	10	
SEXTO	14	9	
SÉPTIMO	36	13	
OCTAVO	19	13	
NOVENO	32	8	
Total Carrera:	143	57	200

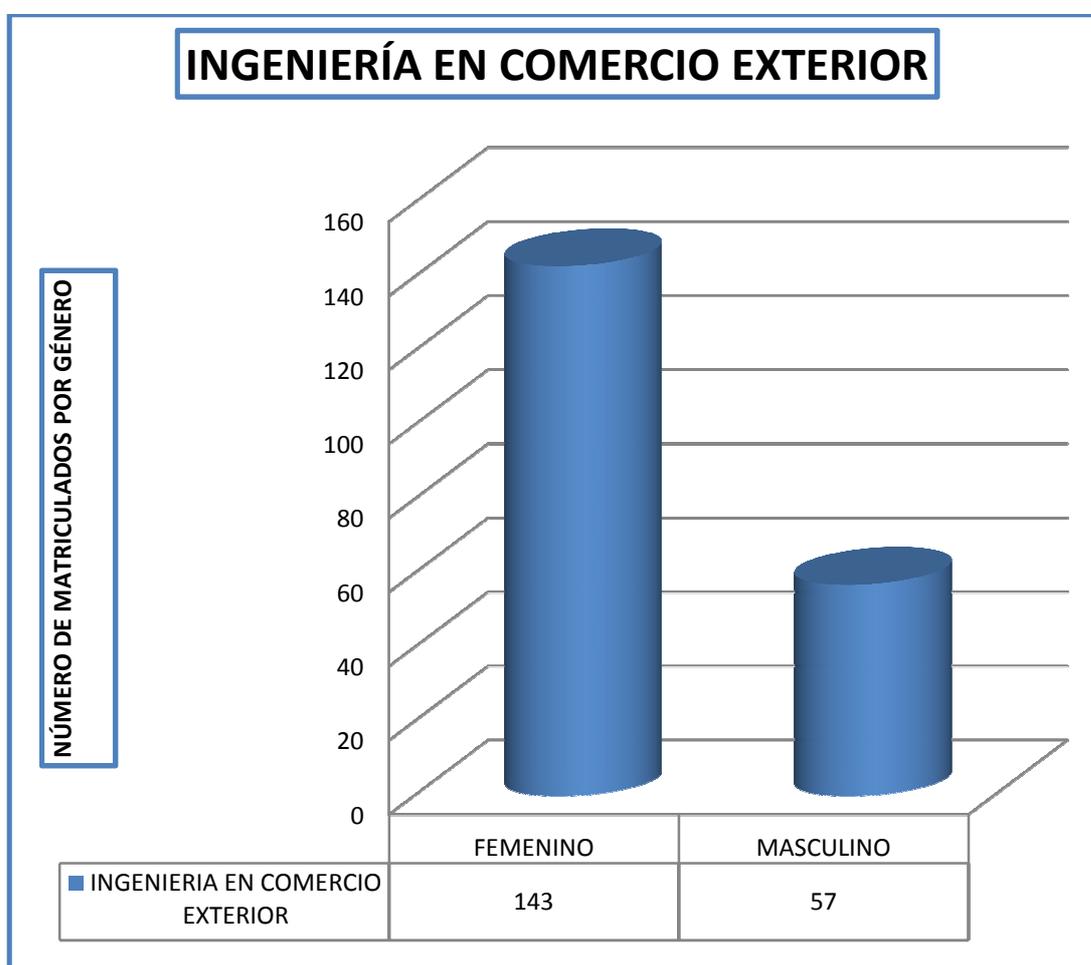


Gráfico 23.- Matriculados por género COMERCIO EXTERIOR.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Comercio Exterior esta compuesta por 143 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 71% de la población y 57 estudiantes de sexo masculino que representa el 29% de estudiantes.

INGENIERÍA FINANCIERA.

Tabla 40.- Matriculados por género FINANCIERA

NIVEL	FEMENINO	MASCULINO
DÉCIMO	9	1
DÉCIMO PRIMERO	8	0
SEXTO	16	3
SÉPTIMO	17	5
OCTAVO	7	4
NOVENO	31	13
Total Carrera:	88	26

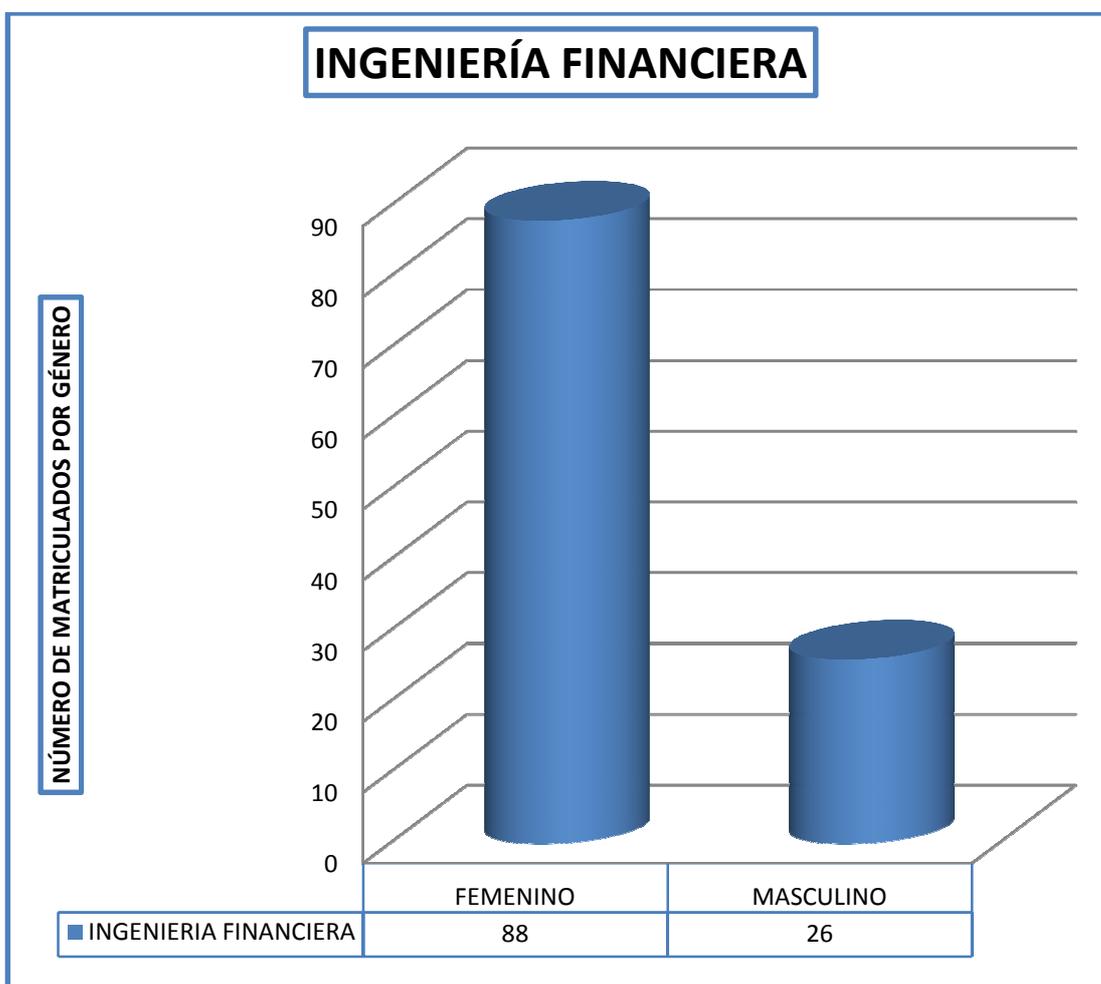


Gráfico 24.- Matriculados por género FINANCIERA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Financiera esta compuesta por 88 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 77% de la población y 26 estudiantes de sexo masculino que representa el 23% de estudiantes.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN CICLO.

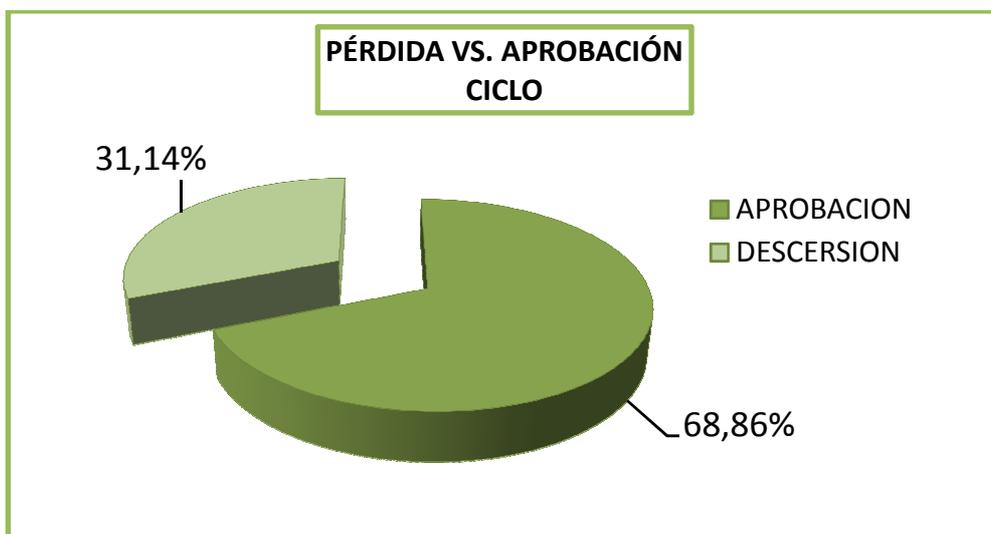


Gráfico 25.- Pérdida vs. Aprobación CICLO.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 68,86%, mientras que la pérdida representa un 31,14%.

APROBACIÓN POR GÉNERO EN EL CICLO FORMATIVO.

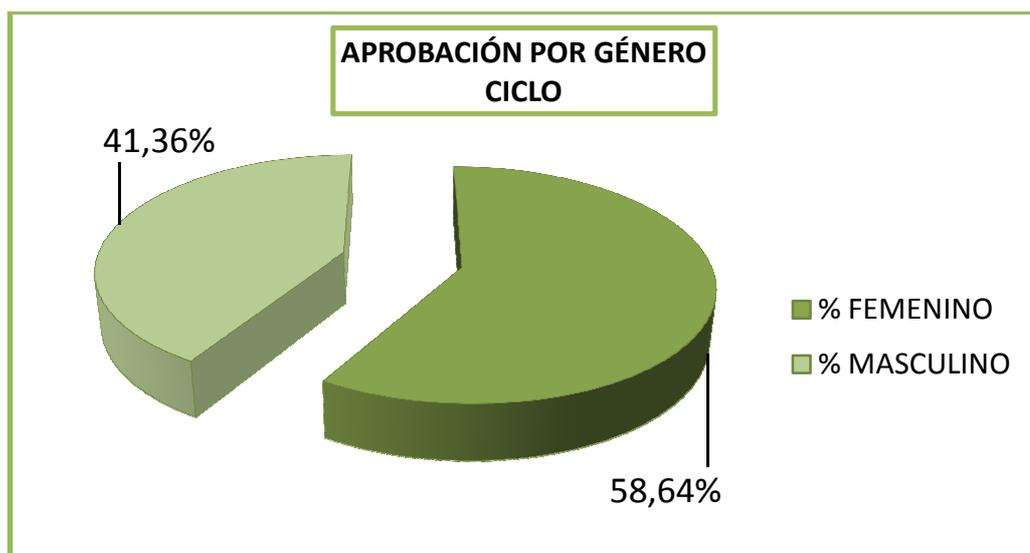


Gráfico 26.- Aprobación por género CICLO.

Observamos que en el Ciclo Formativo el porcentaje de aprobación viene dado por 41,36% en el sexo masculino y un 58,64% sexo femenino.

3.3 **MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS.**

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la Facultad de Ciencias Pecuarias durante los últimos 21 años a partir del año 1987 hasta el año 2008,

Para realizar el estudio se utilizó técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el período 1987 – 2008

Los datos analizados se han obtenidos de las bases de datos institucional “OASIS” proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, MINITAB Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

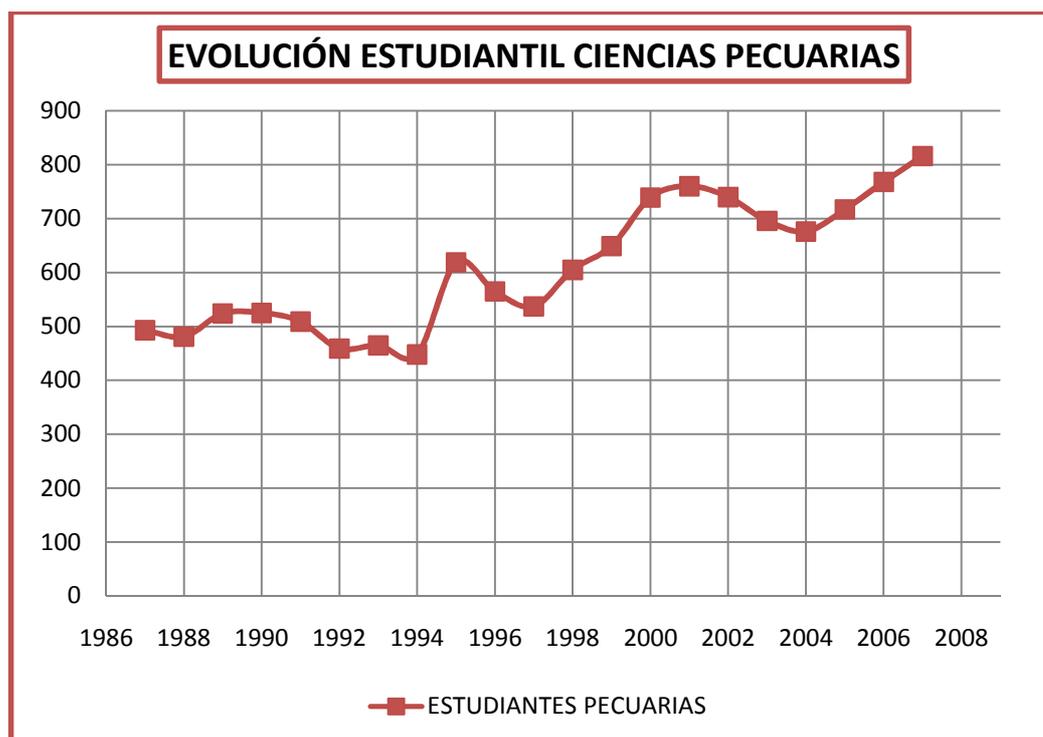
A continuación se muestra un cuadro de contiene estadísticas básicas que corresponden a 21 años de desenvolvimiento institucional.

Tabla 41.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes PECUARIAS.

N	Validos	21
	Perdidos	0
Media		609,0952
Mediana		605,0000
Moda		448,00(a)
Desv. Tip.		118,49637
Varianza		14041,390
Rango		368,00
Mínimo		448,00
Máximo		816,00
Suma		12791,00

Podemos observar anualmente, en promedio se tiene 609 estudiantes matriculados en la PECUARIAS. Con un mínimo de 448 estudiantes y un máximo de 815 estudiantes en un periodo de 21 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaria Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 27.-Serie temporal de estudiantes matriculados en la ESPOCH. Periodo 1987 – 2008.

IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad, este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 27 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que estos son anuales, por tal motivo se elimina a Estacionalidad y se presenta Ciclicidad.

3.3.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineal y cuadrática.

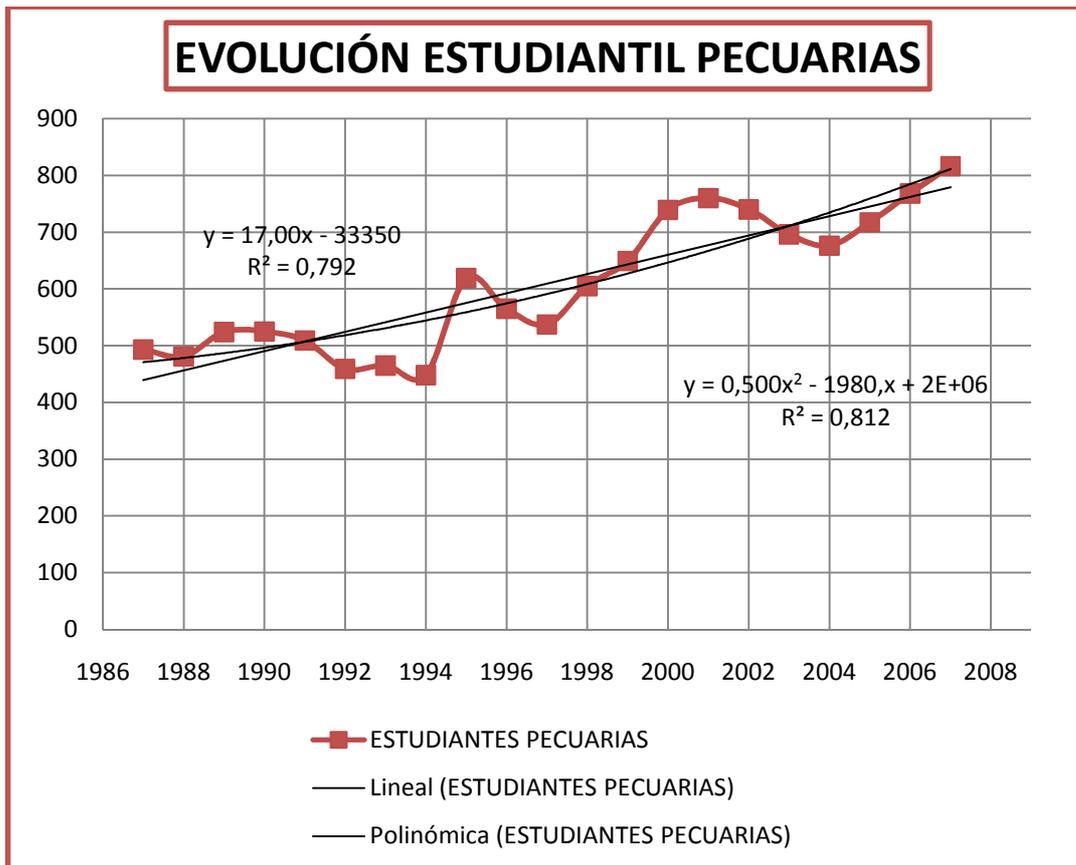


Gráfico 28.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola, observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, como se observa el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0.812$.

A continuación estos modelos tanto el lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente a si como el R^2 en los dos casos.

Tabla 42.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

			T(t)		Error cuadrado de la recta	Error cuadrado de la parábola.
			Recta	Parábola		
Periodos	Y	t	Yr	Yp	(Y-Yr)^2	(Y-Yp)^2
Oct. -Marzo 1987-1988	493	1	439,043	470,716	2911,333	496,583
Oct. -Marzo 1988-1989	481	2	456,048	478,219	622,581	7,733
Oct. -Marzo 1989-1990	524	3	473,054	486,723	2595,533	1389,592
Oct. -Marzo 1990-1991	525	4	490,059	496,227	1220,886	827,913
Oct. -Marzo 1991-1992	509	5	507,064	506,730	3,748	5,151
Oct. -Marzo 1992-1993	459	6	524,069	518,235	4234,004	3508,739
Oct. -Marzo 1993-1994	465	7	541,074	530,739	5787,318	4321,609
Oct. -Marzo 1994-1995	448	8	558,080	544,243	12117,523	9262,807
Oct. -Marzo 1995-1996	619	9	575,085	558,748	1928,543	3630,279
Oct. -Marzo 1996-1997	565	10	592,090	574,253	733,869	85,620
Oct. -Marzo 1997-1998	537	11	609,095	590,758	5197,721	2889,949
Oct. -Marzo 1998-1999	605	12	626,100	608,264	445,228	10,651
Oct. -Marzo 1999-2000	649	13	643,106	626,769	34,744	494,214
Oct. -Marzo 2000-2001	739	14	660,111	646,275	6223,503	8597,967
Oct. -Marzo 2001-2002	760	15	677,116	666,781	6869,754	8689,841
Oct. -Marzo 2002-2003	740	16	694,121	688,287	2104,862	2674,257
Oct. -Marzo 2003-2004	696	17	711,126	710,793	228,809	218,835
Oct. -Marzo 2004-2005	676	18	728,132	734,300	2717,706	3398,839
Oct. -Marzo 2005-2006	717	19	745,137	758,806	791,681	1747,762
Oct. -Marzo 2006-2007	768	20	762,142	784,313	34,316	266,118
Oct. -Marzo 2007-2008	816	21	779,147	810,820	1358,128	26,830
suma	12791				58161,789	52551,289
promedio	609,095					

Tabla 43.- Coeficientes recta y parábola.

COEFICIENTES	RECTA	PARÁBOLA
c		0,50009781
b	17,0051996	6,00306543
a	422,038027	464,212692

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de la parábola y presionamos resolver.

Para obtener el valor de los R^2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2}$$

Tabla 44.- R^2 de la recta y parábola.

R² RECTA	R² PARÁBOLA
0,79289163	0,812870

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho más a los datos que el lineal con un 0,812 vs. 0,792 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos

Tabla 45.- Primeros Restos.

			Recta	Error cuadrado de la parábola.	Primeros Restos
periodos	Y	t	Yr	(Y-Yp) ²	Y1 [^] =Y-Yp [^]
Oct. -Marzo 1987-1988	493	1		496,583	22,284
Oct. -Marzo 1988-1989	481	2		7,733	2,781
Oct. -Marzo 1989-1990	524	3		1389,592	37,277
Oct. -Marzo 1990-1991	525	4		827,913	28,773
Oct. -Marzo 1991-1992	509	5		5,151	2,270
Oct. -Marzo 1992-1993	459	6		3508,739	-59,235
Oct. -Marzo 1993-1994	465	7		4321,609	-65,739
Oct. -Marzo 1994-1995	448	8		9262,807	-96,243
Oct. -Marzo 1995-1996	619	9		3630,279	60,252
Oct. -Marzo 1996-1997	565	10		85,620	-9,253
Oct. -Marzo 1997-1998	537	11		2889,949	-53,758
Oct. -Marzo 1998-1999	605	12		10,651	-3,264
Oct. -Marzo 1999-2000	649	13		494,214	22,231
Oct. -Marzo 2000-2001	739	14		8597,967	92,725
Oct. -Marzo 2001-2002	760	15		8689,841	93,219
Oct. -Marzo 2002-2003	740	16		2674,257	51,713
Oct. -Marzo 2003-2004	696	17		218,835	-14,793
Oct. -Marzo 2004-2005	676	18		3398,839	-58,300
Oct. -Marzo 2005-2006	717	19		1747,762	-41,806
Oct. -Marzo 2006-2007	768	20		266,118	-16,313
Oct. -Marzo 2007-2008	816	21		26,830	5,180
suma	12791			52551,289	0,002
promedio	609,095				0,000

Observamos que la suma del total de los primeros restos es 0.002 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.3.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros restos para estudiar la Ciclicidad de los datos



Gráfico 29.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica 29 que existe Ciclicidad en los datos para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de Obtener un modelo regresivo aditivo que tomara en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.3.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$

$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Donde A, B,.... Son los coeficientes y a, b,.... son los argumentos como en la gráfica observamos que existen subidas y bajadas es recomendable utilizar las

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo, con un $R^2 = 0,9301$ indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicara en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 464,21 + 6,003 * t + 0,500 * t^2$$

$$C(t) = 23,12 * \text{COS}\left(\frac{46,11 * t}{21}\right) + 73,09 * \text{SEN}\left(\frac{-88,68 * t}{21}\right) - 22,00 * \text{COS}\left(\frac{14,08 * t}{21}\right) -$$

$$49,85 * \text{SEN}\left(\frac{42,65 * t}{21}\right) + 48,46 * \text{COS}\left(\frac{9,24 * t}{21}\right) + 388,20 * \text{SEN}\left(\frac{13,37 * t}{21}\right) +$$

$$48,36 * \text{COS}\left(\frac{-24,69 * t}{21}\right) - 11,53 * \text{SEN}\left(\frac{-1644,91 * t}{21}\right) + 7,94 * \text{COS}\left(\frac{-32,29 * t}{21}\right) -$$

$$2056,44 * \text{SEN}\left(\frac{-32,78 * t}{21}\right) - 48,22 * \text{COS}\left(\frac{-22,80 * t}{21}\right) - 2038,88 * \text{SEN}\left(\frac{-32,80 * t}{21}\right) -$$

$$21,94 * \text{COS}\left(\frac{24,26 * t}{21}\right) + 396,49 * \text{SEN}\left(\frac{-3,34 * t}{21}\right)$$

$$\hat{Y} = \left(464,21 + 6,003 * t + 0,500 * t^2\right) + \left(23,12 * \text{COS}\left(\frac{46,11 * t}{21}\right) + 73,09 * \text{SEN}\left(\frac{-88,68 * t}{21}\right) - 22,00 * \text{COS}\left(\frac{14,08 * t}{21}\right) - 49,85 * \text{SEN}\left(\frac{42,65 * t}{21}\right) + 48,46 * \text{COS}\left(\frac{9,24 * t}{21}\right) + 388,20 * \text{SEN}\left(\frac{13,37 * t}{21}\right) + 48,36 * \text{COS}\left(\frac{-24,69 * t}{21}\right) - 11,53 * \text{SEN}\left(\frac{-1644,91 * t}{21}\right) + 7,94 * \text{COS}\left(\frac{-32,29 * t}{21}\right) - 2056,44 * \text{SEN}\left(\frac{-32,78 * t}{21}\right) - 48,22 * \text{COS}\left(\frac{-22,80 * t}{21}\right) - 2038,88 * \text{SEN}\left(\frac{-32,80 * t}{21}\right) - 21,94 * \text{COS}\left(\frac{24,26 * t}{21}\right) + 396,49 * \text{SEN}\left(\frac{-3,34 * t}{21}\right)\right)$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS

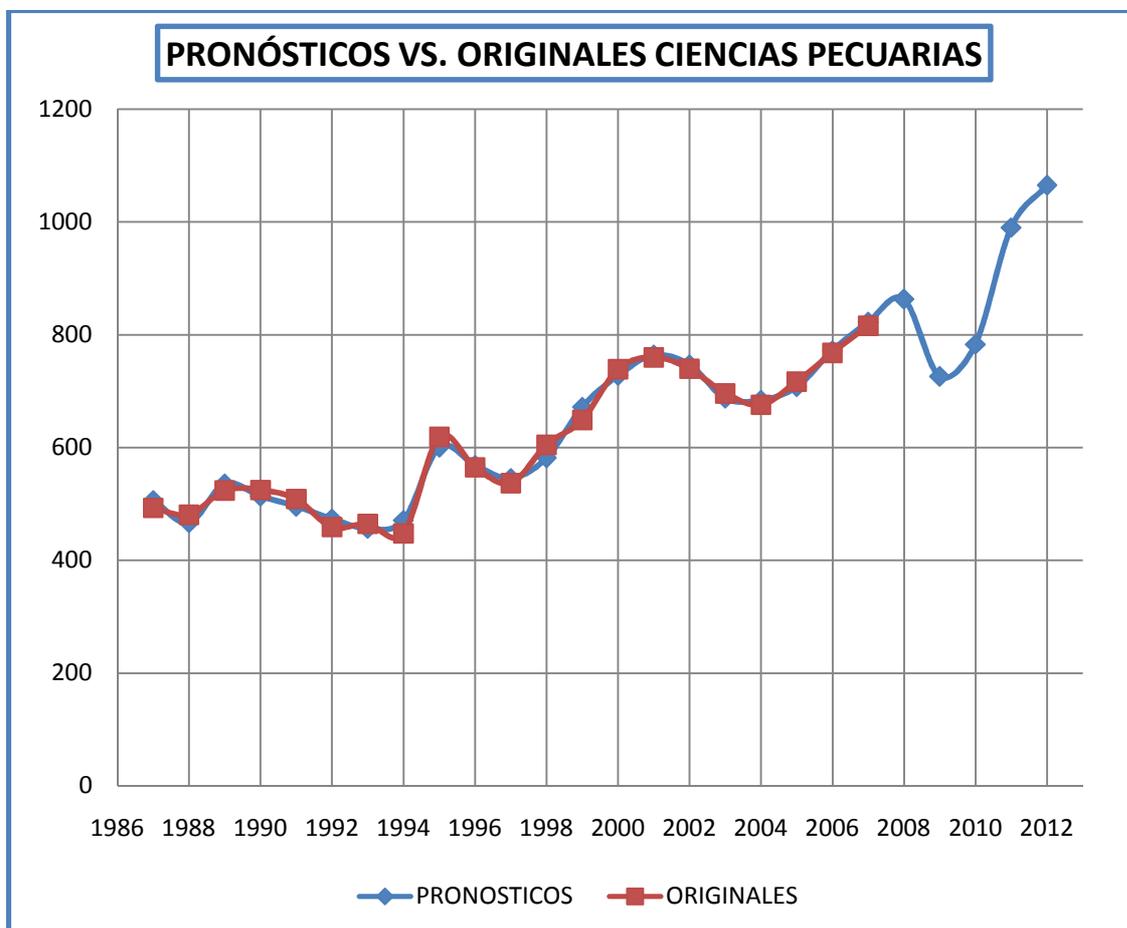


Gráfico 30.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica 30 los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente con los datos originales

Tabla 48.- Pronósticos.

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	22	838,327472	24,4742064	863
2009	23	866,834938	-140,572741	726
2010	24	896,342601	-113,7664	783
2011	25	926,850459	62,8858381	990

3.3.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

EMC: Error medio cuadrado

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

PME: Porcentaje medio de error

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 49.- Medición del Error en el Pronóstico.

MEDICION DEL ERROR EN ELPRONOSTICO			
ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
13,7657735	189,4965193	0,0279225	-0,0279225
14,4920746	210,0202259	0,0301291	0,0301291
11,9905686	143,7737364	0,0228828	-0,0228828
11,2767965	127,1661388	0,0214796	0,0214796
13,3232073	177,5078535	0,0261753	0,0261753
14,8932150	221,8078537	0,0324471	-0,0324471
8,7346245	76,2936656	0,0187841	0,0187841
23,0604547	531,7845690	0,0514742	-0,0514742
18,6337652	347,2172053	0,0301030	0,0301030
4,1561434	17,2735279	0,0073560	-0,0073560
8,7337059	76,2776195	0,0162639	-0,0162639
23,2216031	539,2428496	0,0383828	0,0383828
22,8745061	523,2430303	0,0352458	-0,0352458
11,2399993	126,3375832	0,0152097	0,0152097
3,9585039	15,6697533	0,0052086	-0,0052086
7,2668377	52,8069305	0,0098201	-0,0098201
8,7214902	76,0643910	0,0125309	0,0125309
8,4487293	71,3810260	0,0124981	-0,0124981
9,5124088	90,4859213	0,0132670	0,0132670
4,1289512	17,0482381	0,0053762	-0,0053762
6,3482255	40,2999672	0,0077797	-0,0077797
248,7815843	3671,198605	0,440336334	-0,028213396
DAM	EMC	PEMA	PME
11,84674211	174,8189812	0,020968397	-0,001343495
		2,097%	-0,134%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{248,78}{21} = 11,84$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{3671,19}{21} = 174,81$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,44036}{21} = 2,097\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{0,028}{21} = -0,134\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 11,84 estudiantes. El EMC de 174,81 y el PEMA de 1,09% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel.

Por último un bajo PME de -0,13% indica que la técnica no está significativamente desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en la ESPOCH.

MODELO LINEAL EN EXCEL

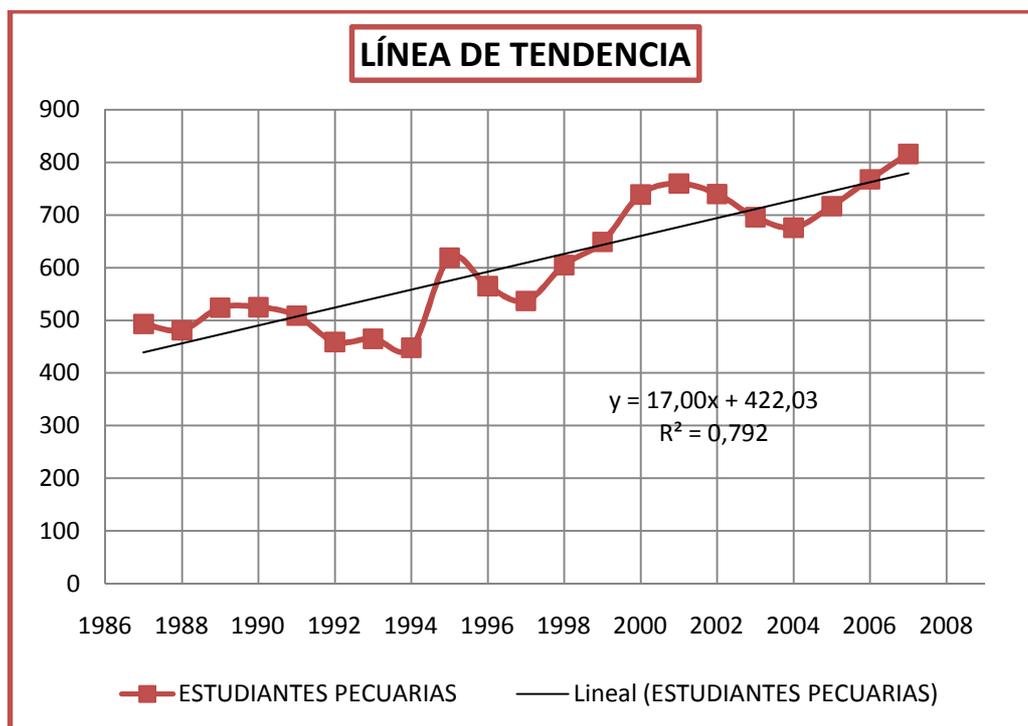


Gráfico 31.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 50.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,89044463
Coeficiente de determinación R ²	0,79289163
R ² ajustado	0,78199119
Error típico	55,3276312
Observaciones	21

Tabla 51.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	422,038095	25,0360988	16,8571828	6,94618E-13
Variable X 1	17,0051948	1,99386943	8,52874043	6,39534E-08

$$X(t) = 422,03 + 17,00 X$$

3.3.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO vs. MODELO EXCEL.

Tabla 52.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción	422				
t	17				
	Último resto	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO PARA $Y(t)=422+17t$			
Y^{\wedge}	$Y - Y^{\wedge}$	ABS($Y - Y^{\wedge}$)	$(Y - Y^{\wedge})^2$	ABS($Y - Y^{\wedge}$)/ Y_t	$(Y - Y^{\wedge})/Y_t$
439,00	54,00	54,00	2916,00	0,11	0,11
456,00	25,00	25,00	625,00	0,05	0,05
473,00	51,00	51,00	2601,00	0,10	0,10
490,00	35,00	35,00	1225,00	0,07	0,07
507,00	2,00	2,00	4,00	0,00	0,00
524,00	-65,00	65,00	4225,00	0,14	-0,14
541,00	-76,00	76,00	5776,00	0,16	-0,16
558,00	-110,00	110,00	12100,00	0,25	-0,25
575,00	44,00	44,00	1936,00	0,07	0,07
592,00	-27,00	27,00	729,00	0,05	-0,05
609,00	-72,00	72,00	5184,00	0,13	-0,13
626,00	-21,00	21,00	441,00	0,03	-0,03
643,00	6,00	6,00	36,00	0,01	0,01
660,00	79,00	79,00	6241,00	0,11	0,11
677,00	83,00	83,00	6889,00	0,11	0,11
694,00	46,00	46,00	2116,00	0,06	0,06
711,00	-15,00	15,00	225,00	0,02	-0,02
728,00	-52,00	52,00	2704,00	0,08	-0,08
745,00	-28,00	28,00	784,00	0,04	-0,04
762,00	6,00	6,00	36,00	0,01	0,01
779,00	37,00	37,00	1369,00	0,05	0,05
		934,00	58162,00	1,65	-0,16
		DAM	EMC	PEMA	PME
		44,476	2769,619	0,078	-0,008
				7,84%	-0,78%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{934,00}{21} = 44,476$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{58162,00}{21} = 2769,619$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{1,65}{21} = 7,84\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-0,16}{21} = -0,78\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 44,47 estudiantes. Al comparar el EMC de 2769,61 y el PEMA de 7,84% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 174,81 y el PEMA de 2,10% obtenido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen.

Por último un PME de -0,78% indica que la técnica no esta desviada; ya que su valor no es cercano a cero, la técnica no sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en PECUARIAS.

Tabla 53.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	44,4761905	11,8467421
EMC	2769,61905	174,818981
PEMA	7,84%	2,10%
PME	-0,78%	-0,13%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = 422,03 + 17,00 X$$

Con $t = 21$ Valor original **816**

$X(21) = 779$ error = 37

MODELO ADITIVO

Tabla 54.- Tabla de pronostico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO			
t	T(t)	E(t)	$x^{\wedge}=T(t)+E(t)$
21	810,8202	11,5280252	822

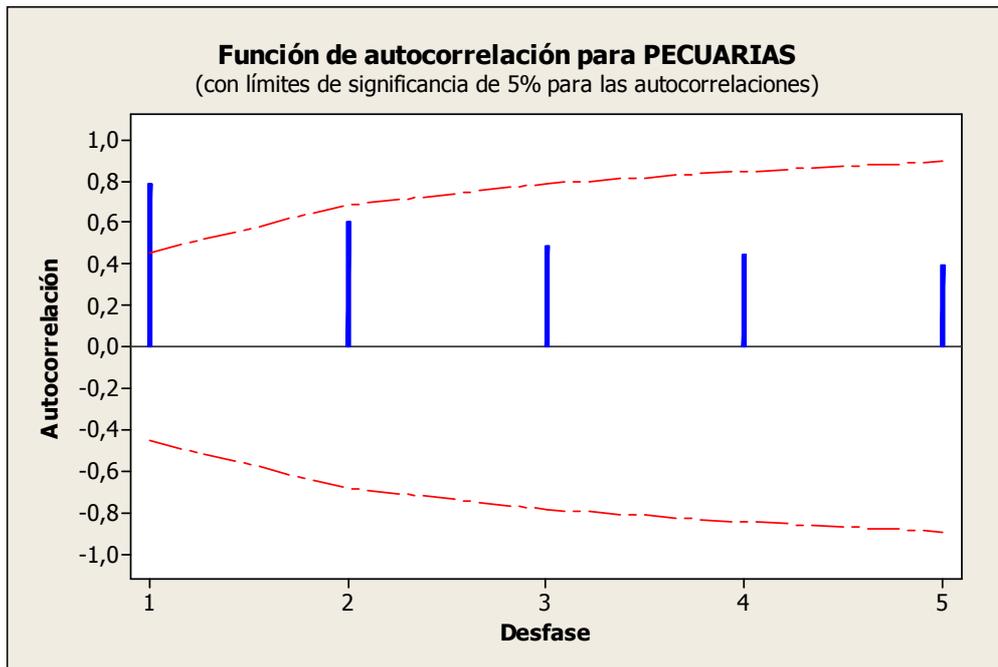
Error = -6

Tabla 55.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

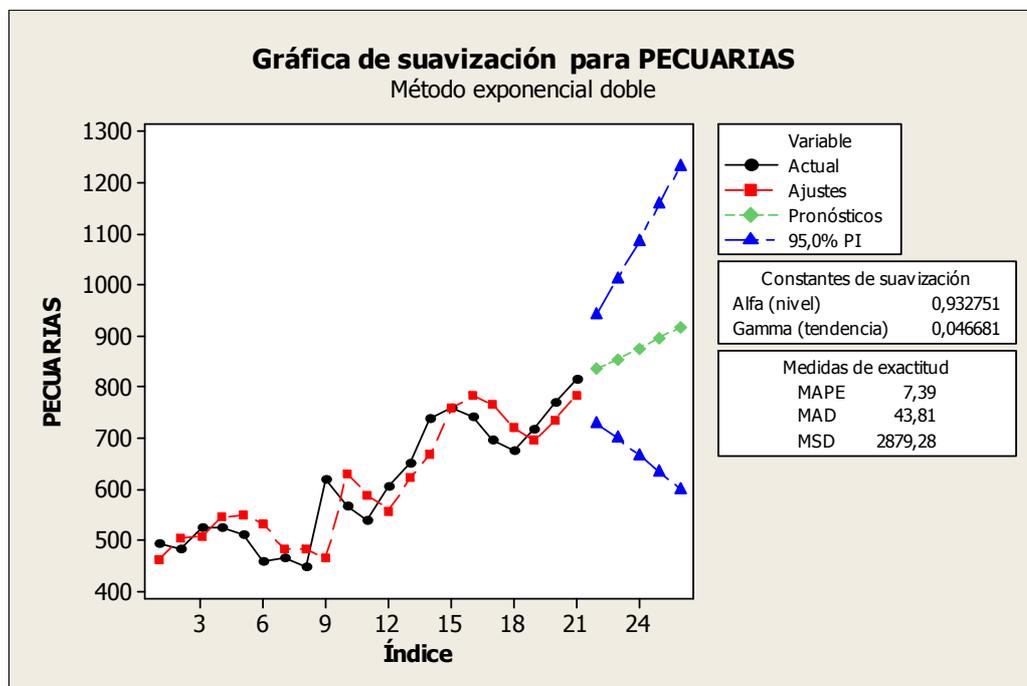
ERROR PORCENTUAL $t=21$	
POLINOMIO ADITIVO	MODELO LINEAL
-6	37
1%	5%

Como observamos en la tabla el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 37 estudiantes que representa un 5% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de -6 estudiantes que representa un 1% de error en este modelo, esto nos dice que el pronostico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

MÉTODO DE HOLT CIENCIAS PECUARIAS



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de la PECUARIAS



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 0,932751
Gamma (tendencia) 0,046681

Medidas de exactitud

MAPE 7,39
MAD 43,81
MSD 2879,28

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
22	834,357	727,019	941,70
23	854,816	697,992	1011,64
24	875,274	666,079	1084,47
25	895,732	633,001	1158,46
26	916,191	599,347	1233,03

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=0,9327$ y $\beta=0,0466$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 7,38%, un DAM (MAD) de 43,81 indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 44 estudiantes, el EMC (MSD) de 2879,28 y el PEMA (7,39%) se comparan con el EMC de 174,81 y el PEMA de 2,10% obtenidos anteriormente y se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.3.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL PECUARIAS.

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \text{ DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Número de estudiantes en el año base

I_n = Número de estudiantes en un año determinado

Tabla 56.-Tasa de crecimiento estudiantil anual PECUARIAS.

PERIODO	TASA %
1988 - 1989	-2,43%
1989 - 1990	8,94%
1990 - 1991	0,19%
1991 - 1992	-3,05%
1992 - 1993	-9,82%
1993 - 1994	1,31%
1994 - 1995	-3,66%
1995 - 1996	38,17%
1996 - 1997	-8,72%
1997 - 1998	-4,96%
1998-1999	12,66%
1999-2000	7,27%
2000-2001	13,87%
2001-2002	2,84%
2002-2003	-2,63%
2003-2004	-5,95%
2004-2005	-2,87%
2005-2006	6,07%
2006-2007	7,11%
2007-2008	6,25%

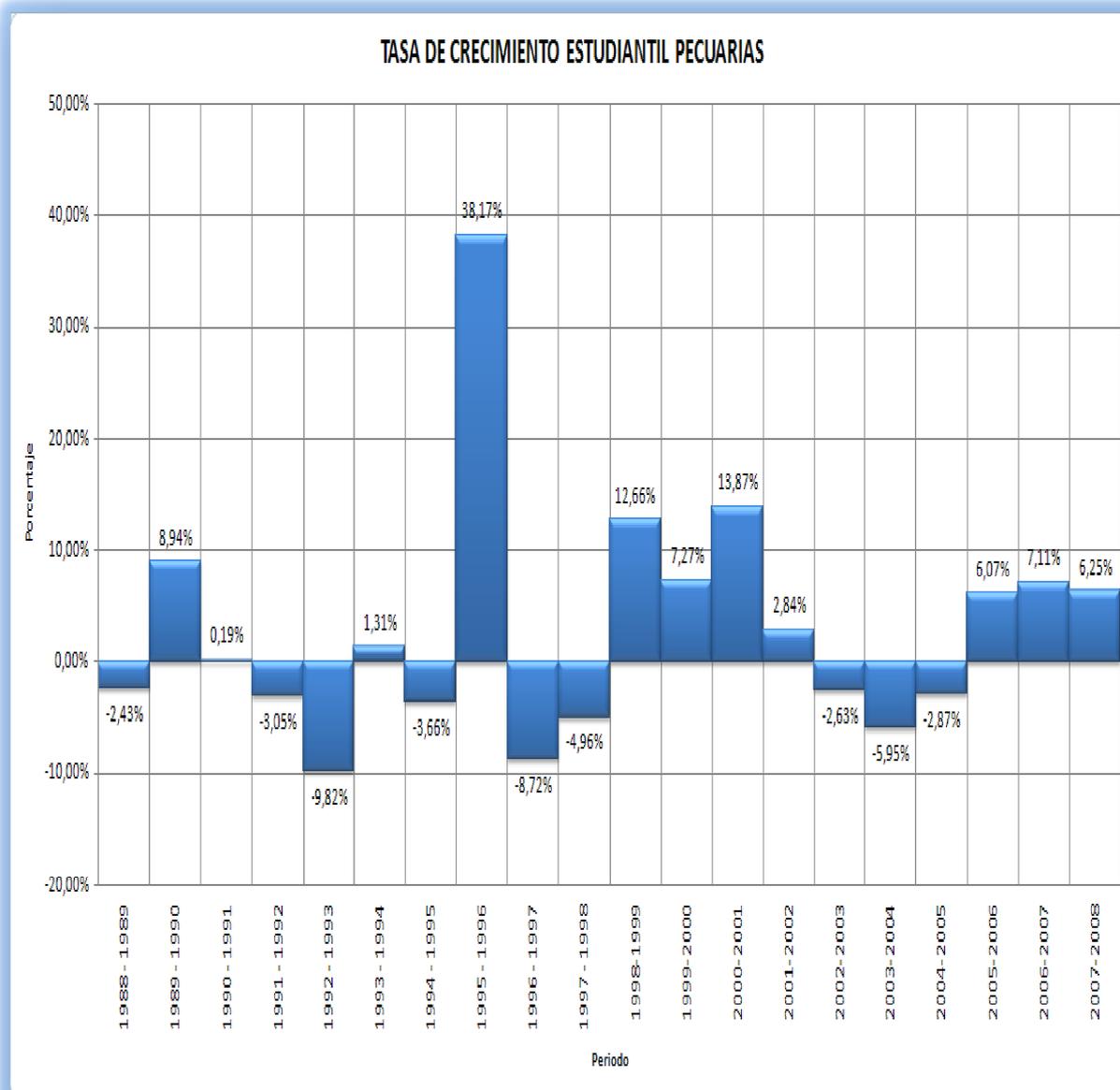


Gráfico 32.- Tasa de crecimiento estudiantil anual PECUARIAS.

En la presente tabla y gráfico observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1987 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 1995 – 1996 con un incremento estudiantil del 38,17% con respecto al periodo al periodo anterior, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un incremento del 6,07%, 2006 – 2007 se ha obtenido un incremento del 7,11% y en el periodo 2007 – 2008 un incremento de 6,25% en la población estudiantil.

3.3.7 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

EVOLUCIÓN ESTUDIANTIL POR ESCUELAS / PECUARIAS

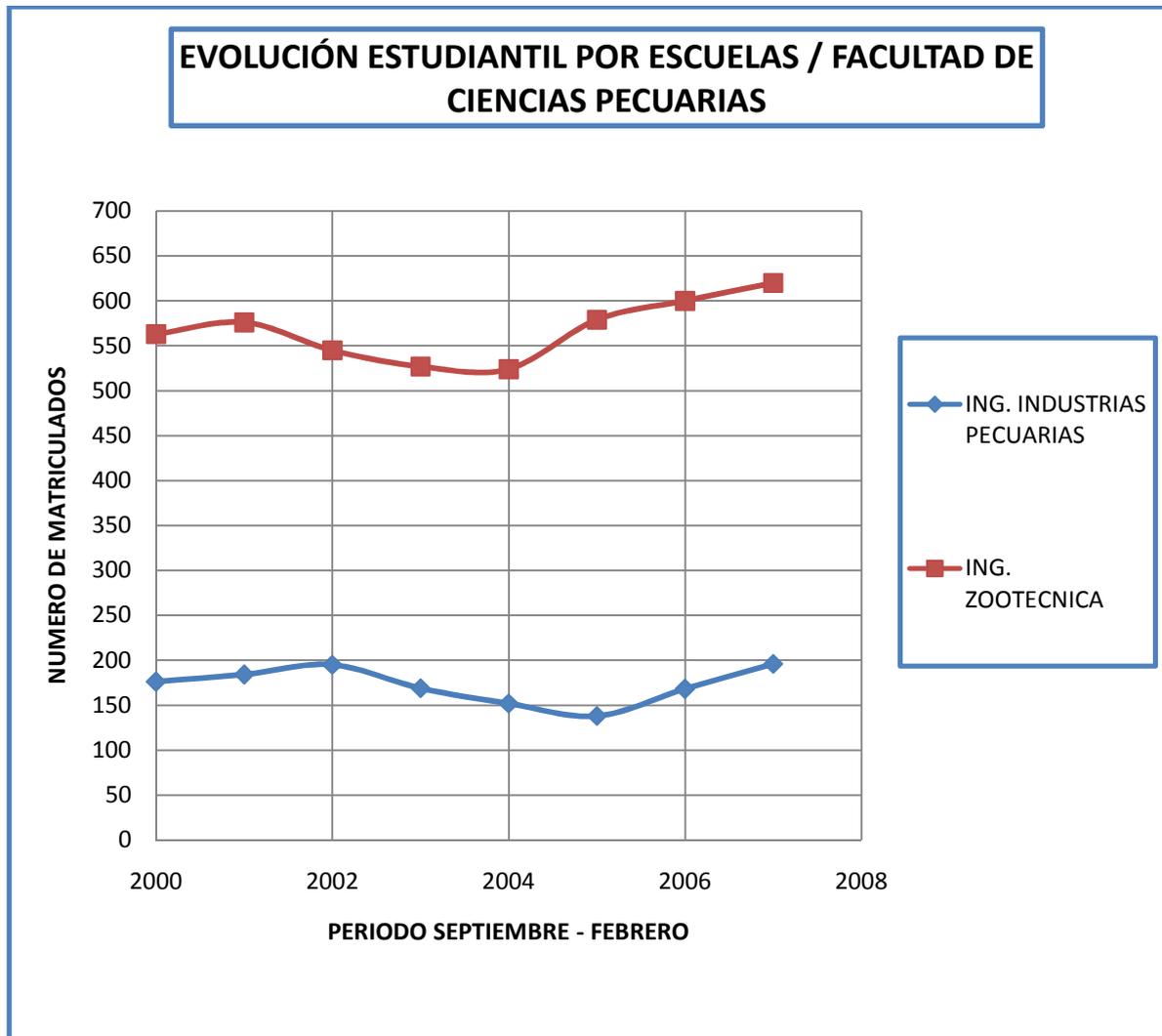


Gráfico 33.- Evolución estudiantil por escuelas / PECUARIAS

Como se observa en la gráfica en Industrias Pecuarias la evolución estudiantil se a mantenido sin cambios considerables con un número de estudiantes de 563 en el año 2000, 524 estudiantes en el año 2004 y 620 estudiantes en el año 2007; En Ing. Zootécnica la afluencia estudiantil se mantenido sin cambios considerables con un número de estudiantes de 196 en el periodo actual.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR ESPECIALIDADES.

Tabla 57.- Matriculados por Especialidad PECUARIAS

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS	196
INGENIERÍA ZOOTÉCNICA	620
Total Facultad: 816	816

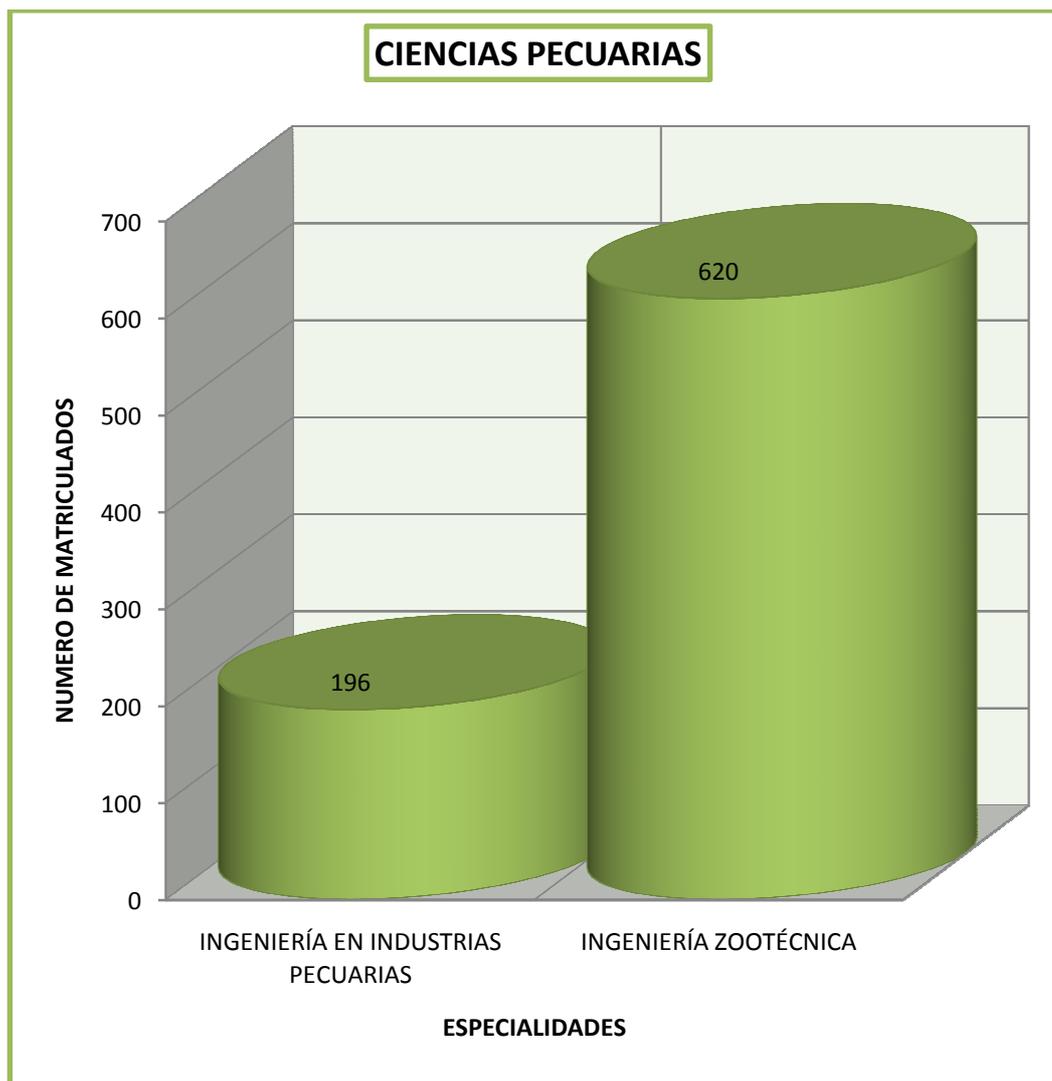


Gráfico 34.- Matriculados por Especialidad PECUARIAS.

Obsérvese que en la Facultad de Ciencias Pecuarias la especialidad con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 es Ing. Zootécnica con 620 alumnos, seguidos de Ing. Industrias Pecuarias con 196 alumnos.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR GÉNERO Y ESPECIALIDAD

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

Tabla 58.- Matriculados por género PECUARIAS

PRIMERO	28	28
DÉCIMO	5	9
DÉCIMO PRIMERO	10	6
SEGUNDO	10	12
TERCERO	13	5
CUARTO	3	1
QUINTO	11	11
SEXTO	8	8
SÉPTIMO	4	5
OCTAVO	6	4
NOVENO	5	4
Total Carrera:	103	93

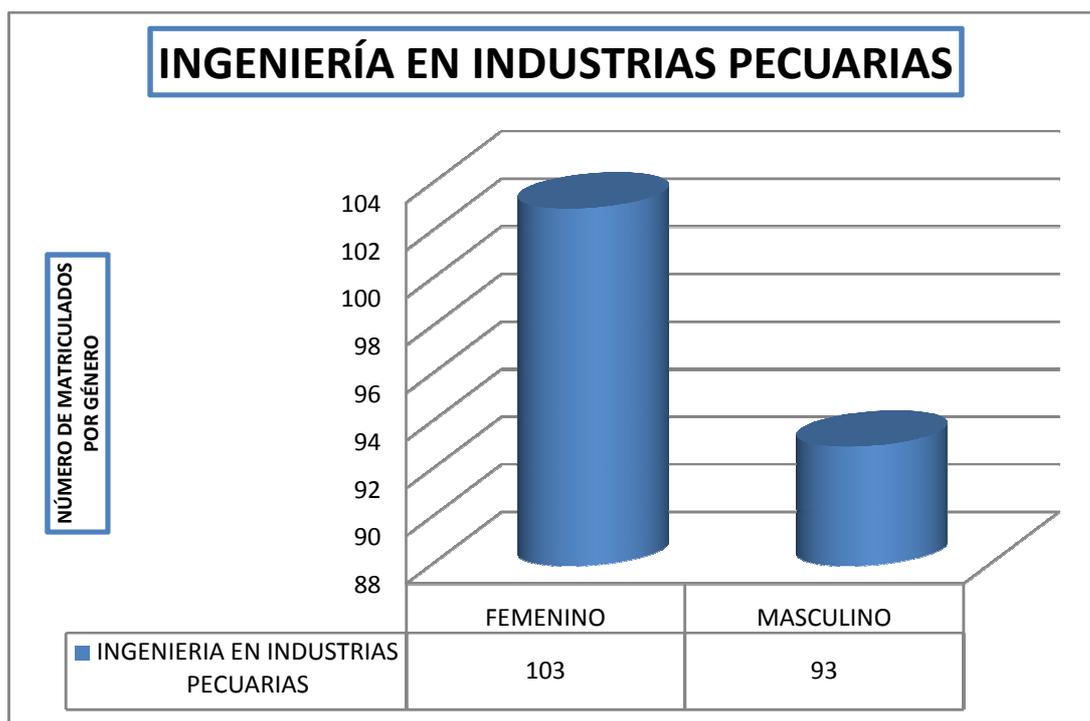


Gráfico 35.- Matriculados por género PECUARIAS.

Se observa que la población estudiantil en Ing. En Industrias Pecuarias esta compuesta por 103 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 57% de la población y 93 estudiantes de sexo masculino que representa el 43% de estudiantes.

INGENIERÍA ZOOTÉCNICA.

Tabla 59.- Matriculados por género ZOOTÉCNICA.

PRIMERO	42	89
DÉCIMO	16	29
NIVEL DE PRACTICAS	17	15
SEGUNDO	18	41
TERCERO	22	37
CUARTO	26	33
QUINTO	18	36
SEXTO	10	26
SÉPTIMO	14	28
OCTAVO	18	39
NOVENO	16	30
Total Carrera:	217	403

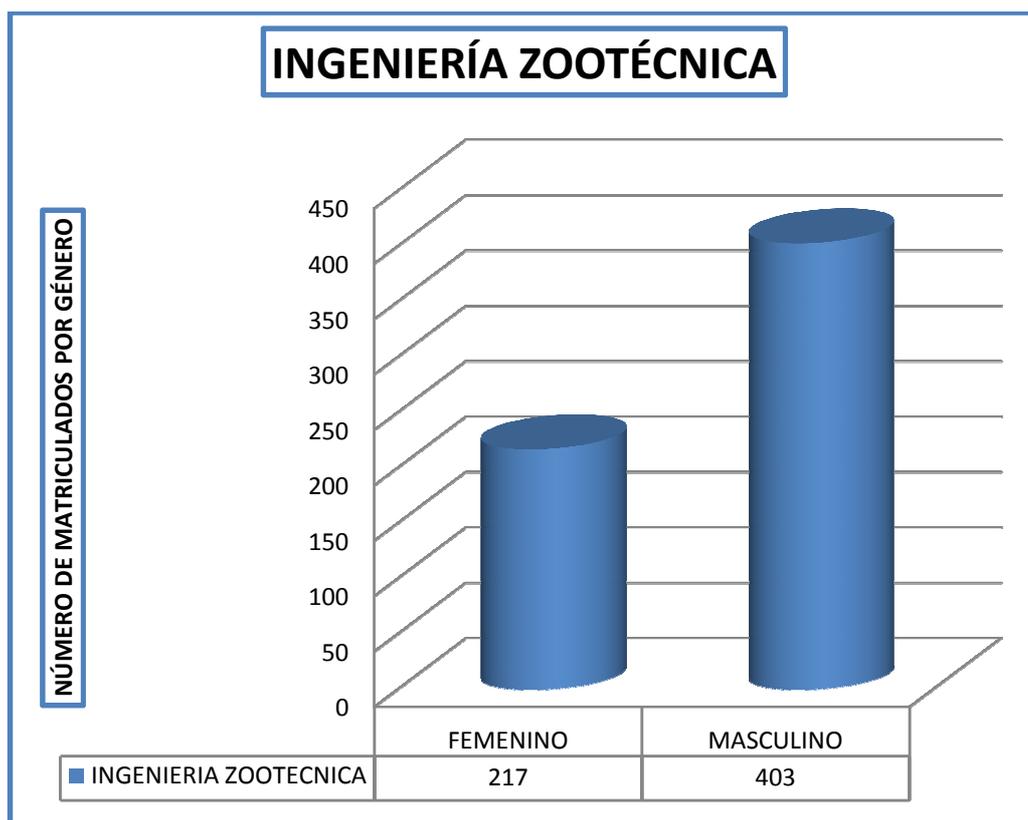


Gráfico 36.- Matriculados por género ZOOTÉCNICA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Zootécnica esta compuesta por 217 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 35% de la población y 403 estudiantes de sexo masculino que representa el 65% de estudiantes.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN ING. INDUSTRIAS PECUARIAS.

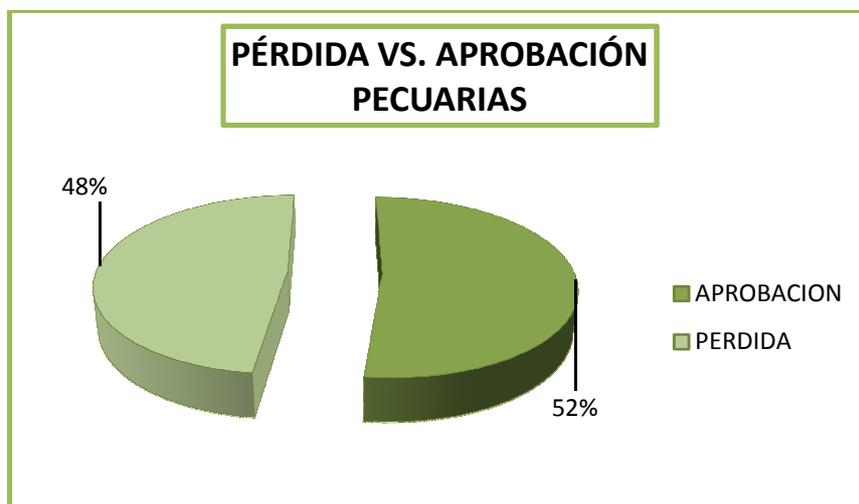


Gráfico 37.- Pérdida vs. Aprobación PECUARIA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 52%, mientras que la pérdida representa un 48%.

APROBACIÓN POR GÉNERO ING. INDUSTRIAS PECUARIAS.

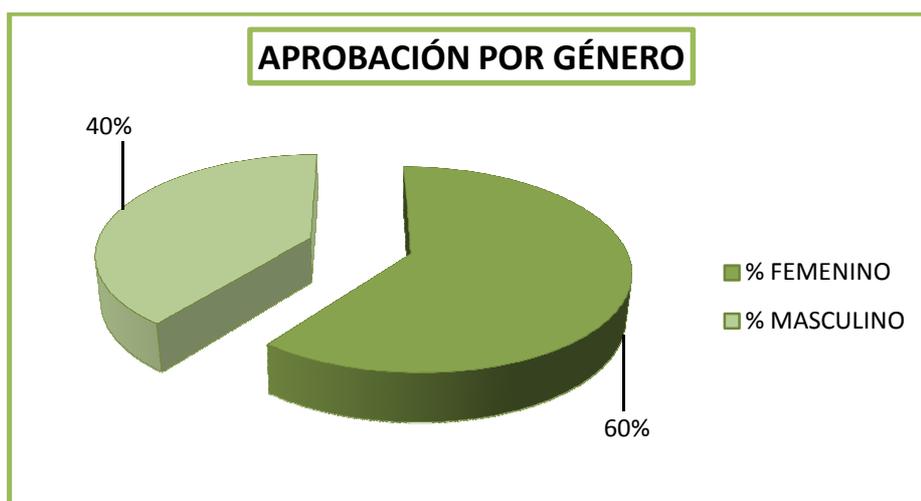


Gráfico 38.- Aprobación por género PECUARIAS.

Observamos que en Ing. Industrias Pecuarias el porcentaje de aprobación viene dado por 40% en el sexo masculino y un 60% sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN ING. ZOOTÉCNICA.

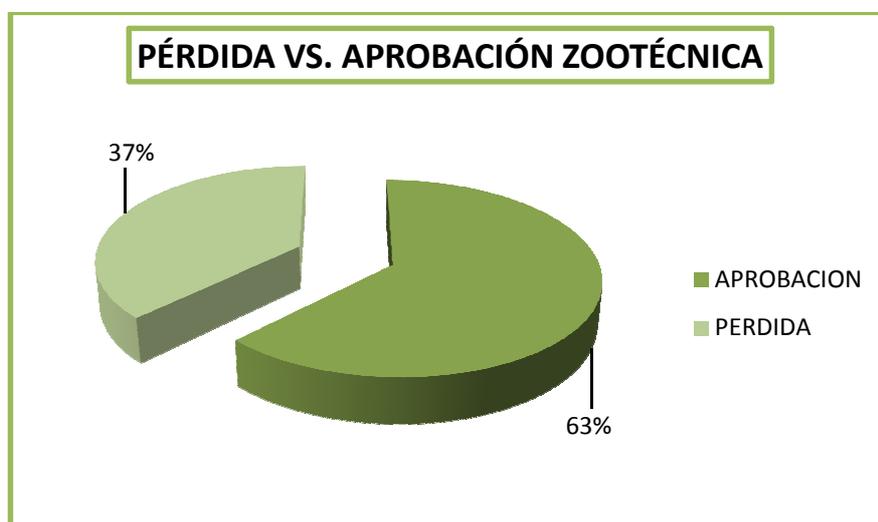


Gráfico 39.- Pérdida vs. Aprobación ZOOTÉCNICA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 63%, mientras que la pérdida representa un 37%.

APROBACIÓN POR GÉNERO ING. ZOOTÉCNICA.

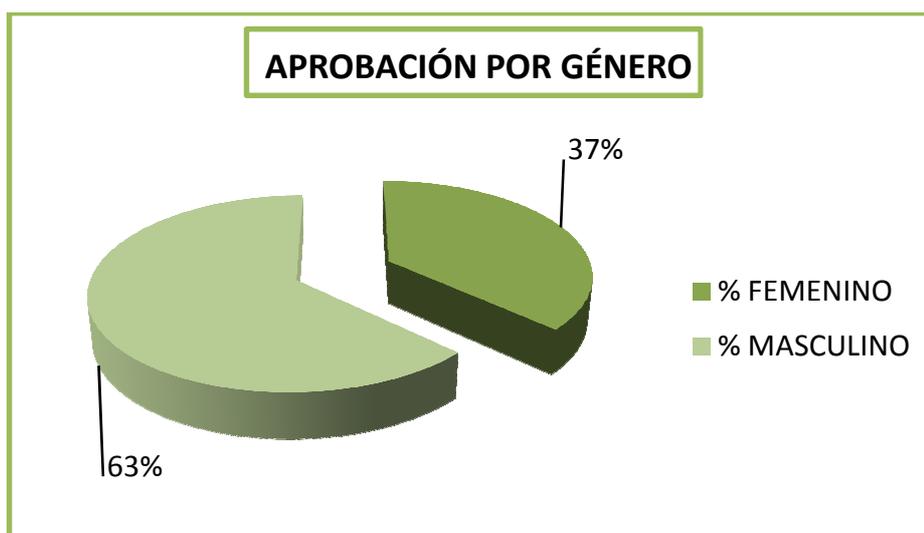


Gráfico 40.- Aprobación por género ZOOTÉCNICA.

Observamos que en Ing. Industrias Pecuarias el porcentaje de aprobación viene dado por 63% en el sexo masculino y un 37% en el sexo femenino.

3.4 MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la Facultad de Informática y Electrónica durante los últimos 21 años a partir del año 1987 hasta el año 2008,

Para realizar el estudio se utilizó técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el período 1987 - 2008

Los datos analizados se han obtenidos de las bases de datos institucional "OASIS" proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, MINITAB Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

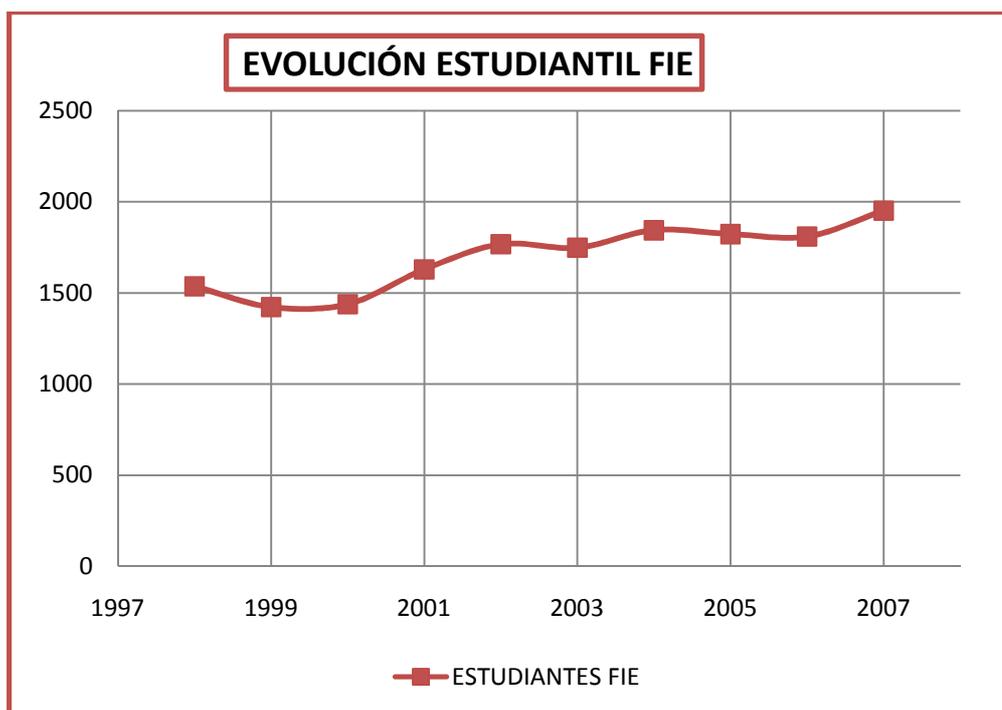
A continuación se muestra un cuadro de contiene estadísticas básicas que corresponden a 10 años desde la creación de esta facultad.

Tabla 60.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes FIE.

N	Validos	10
	Perdidos	0
Media		1697,5000
Mediana		1758,5000
Moda		1423,00(a)
Desv. Tip.		180,96976
Varianza		32750,056
Rango		529,00
Mínimo		1423,00
Máximo		1952,00
Suma		16975,00

Podemos observar anualmente, en promedio se tiene 1698 estudiantes matriculados en la FIE. Con un mínimo de 1423 estudiantes y un máximo de 1952 estudiantes en un periodo de 10 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 41.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la FIE. Periodo 1987 – 2008

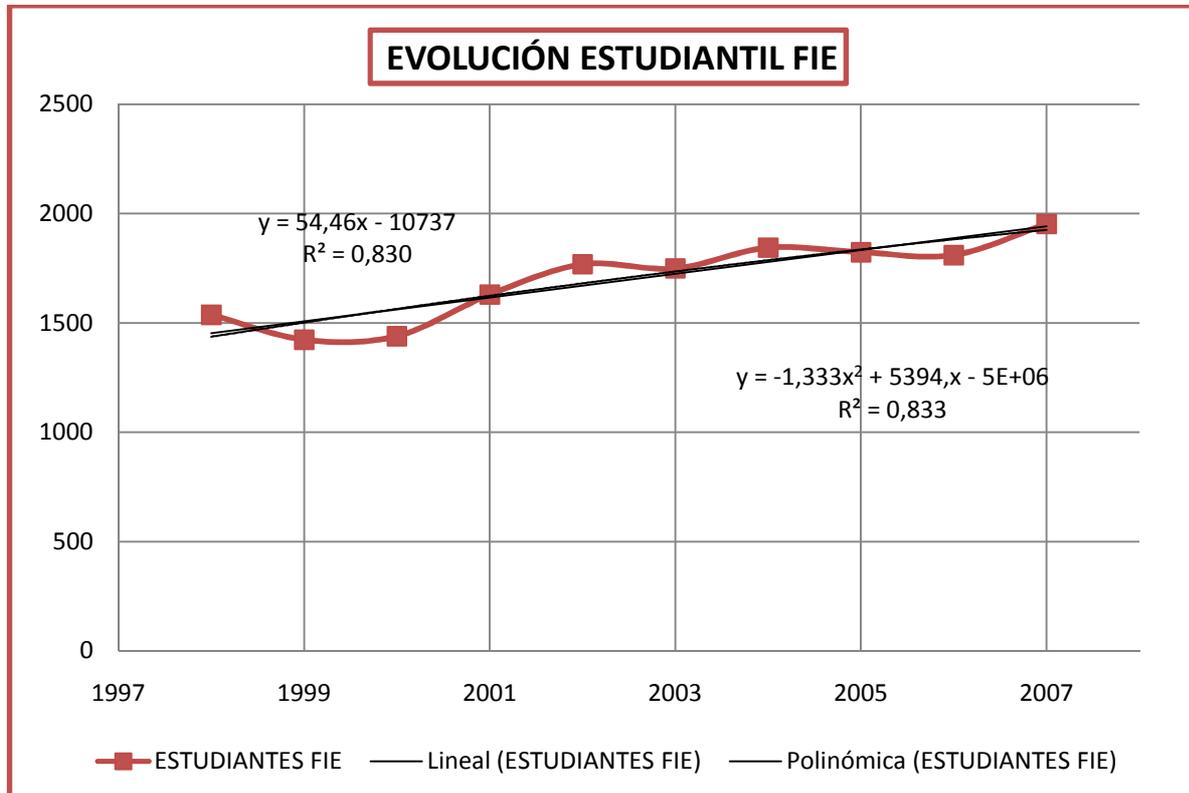
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad, este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 41 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que estos son anuales, por tal motivo se elimina la Estacionalidad y se presenta Ciclicidad.

3.4.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineal y cuadrática.



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 42.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, como se observa el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0.833$.

A continuación estos modelos tanto el lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente a si como el R^2 en los dos casos.

Tabla 61.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

			T(t)		Error cuadrado de la recta	Error cuadrado de la parábola.
			Recta	Parábola		
periodos	Y	t	Yr	Yp	(Y-Yr)^2	(Y-Yp)^2
Oct. -Marzo 1998-1999	1537	1	1452,400	1436,399	7157,200	10120,599
Oct. -Marzo 1999-2000	1423	2	1506,866	1501,533	7033,585	6167,384
Oct. -Marzo 2000-2001	1439	3	1561,333	1564,000	14965,406	15624,949
Oct. -Marzo 2001-2002	1630	4	1615,800	1623,800	201,643	38,439
Oct. -Marzo 2002-2003	1768	5	1670,267	1680,934	9551,819	7580,550
Oct. -Marzo 2003-2004	1749	6	1724,733	1735,400	588,873	184,949
Oct. -Marzo 2004-2005	1844	7	1779,200	1787,200	4199,040	3226,199
Oct. -Marzo 2005-2006	1823	8	1833,667	1836,334	113,779	177,783
Oct. -Marzo 2006-2007	1810	9	1888,133	1882,800	6104,831	5299,831
Oct. -Marzo 2007-2008	1952	10	1942,600	1926,600	88,358	645,183
suma	16975				50004,53333	49065,86667
promedio	1697,5					

Tabla 62.- Coeficientes recta y parábola.

COEFICIENTES	RECTA	PARÁBOLA
c		-1,33339188
b	54,4667066	69,1340598
a	1397,93306	1368,59814

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de la parábola y presionamos resolver.

Para obtener el valor de los R^2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y}_i \right)^2}$$

Tabla 63.- R² de la recta y parábola.

R ² RECTA	R ² PARÁBOLA
0,83034962	0,833534

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho mas a los datos que el lineal con un 0.833 vs. 0.830 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos.

Tabla 64.- Primeros Restos.

			T(t)	Primeros
			Parábola	Restos
periodos	Y	t	Yp	Y1 [^] =Y-Yp [^]
Oct. -Marzo 1998-1999	1537	1	1436,399	100,601
Oct. -Marzo 1999-2000	1423	2	1501,533	-78,533
Oct. -Marzo 2000-2001	1439	3	1564,000	-125,000
Oct. -Marzo 2001-2002	1630	4	1623,800	6,200
Oct. -Marzo 2002-2003	1768	5	1680,934	87,066
Oct. -Marzo 2003-2004	1749	6	1735,400	13,600
Oct. -Marzo 2004-2005	1844	7	1787,200	56,800
Oct. -Marzo 2005-2006	1823	8	1836,334	-13,334
Oct. -Marzo 2006-2007	1810	9	1882,800	-72,800
Oct. -Marzo 2007-2008	1952	10	1926,600	25,400
suma	16975			0,001
promedio	1697,5			0,000

Observamos que la suma del total de los primeros restos es 0.001 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.4.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros resto para estudiar la Ciclicidad de los datos



Gráfico 43.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica 43 que existe Ciclicidad en los datos para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de Obtener un modelo regresivo aditivo que tomará en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.4.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$
$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Donde A, B,.... Son los coeficientes y a, b,.... son los argumentos como en la gráfica observamos que existen subidas y bajadas es recomendable utilizar las

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo, con un $R^2 = 0,9988$ nos indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicará en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\begin{aligned}
 \hat{Y} &= T(t) + C(t) \\
 T(t) &= 1368,59 + 69,13 * t - 1,33 * t^2 \\
 C(t) &= -30,26 * \text{COS}\left(\frac{41,51 * t}{10}\right) + 75,12 * \text{SEN}\left(\frac{-87,14 * t}{10}\right) - 11,69 * \text{COS}\left(\frac{17,38 * t}{10}\right) - \\
 & 67,88 * \text{SEN}\left(\frac{40,16 * t}{10}\right) + 88,02 * \text{COS}\left(\frac{8,59 * t}{10}\right) + 351,57 * \text{SEN}\left(\frac{10,39 * t}{10}\right) - \\
 & 14,40 * \text{COS}\left(\frac{-17,21 * t}{10}\right) + 60,73 * \text{SEN}\left(\frac{-1649,57 * t}{10}\right) - 149,467 * \text{COS}\left(\frac{-34,36 * t}{10}\right) - \\
 & 2042,04 * \text{SEN}\left(\frac{-33,87 * t}{10}\right) - 39,02 * \text{COS}\left(\frac{-18,08 * t}{21}\right) - 2058,16 * \text{SEN}\left(\frac{-33,78 * t}{10}\right) - \\
 & 71,00 * \text{COS}\left(\frac{20,29 * t}{10}\right) + 455,99 * \text{SEN}\left(\frac{-10,33 * t}{10}\right) \\
 \hat{Y} &= \left(1368,59 + 69,13 * t - 1,33 * t^2\right) + \left(-30,26 * \text{COS}\left(\frac{41,51 * t}{10}\right) + 75,12 * \text{SEN}\left(\frac{-87,14 * t}{10}\right) - \right. \\
 & \left. 11,69 * \text{COS}\left(\frac{17,38 * t}{10}\right) - 67,88 * \text{SEN}\left(\frac{40,16 * t}{10}\right) + \right. \\
 & \left. 88,02 * \text{COS}\left(\frac{8,59 * t}{10}\right) + 351,57 * \text{SEN}\left(\frac{10,39 * t}{10}\right) - \right. \\
 & \left. 14,40 * \text{COS}\left(\frac{-17,21 * t}{10}\right) + 60,73 * \text{SEN}\left(\frac{-1649,57 * t}{10}\right) - \right. \\
 & \left. 149,467 * \text{COS}\left(\frac{-34,36 * t}{10}\right) - 2042,04 * \text{SEN}\left(\frac{-33,87 * t}{10}\right) - \right. \\
 & \left. 39,02 * \text{COS}\left(\frac{-18,08 * t}{21}\right) - 2058,16 * \text{SEN}\left(\frac{-33,78 * t}{10}\right) - \right. \\
 & \left. 71,00 * \text{COS}\left(\frac{20,29 * t}{10}\right) + 455,99 * \text{SEN}\left(\frac{-10,33 * t}{10}\right) \right)
 \end{aligned}$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS.

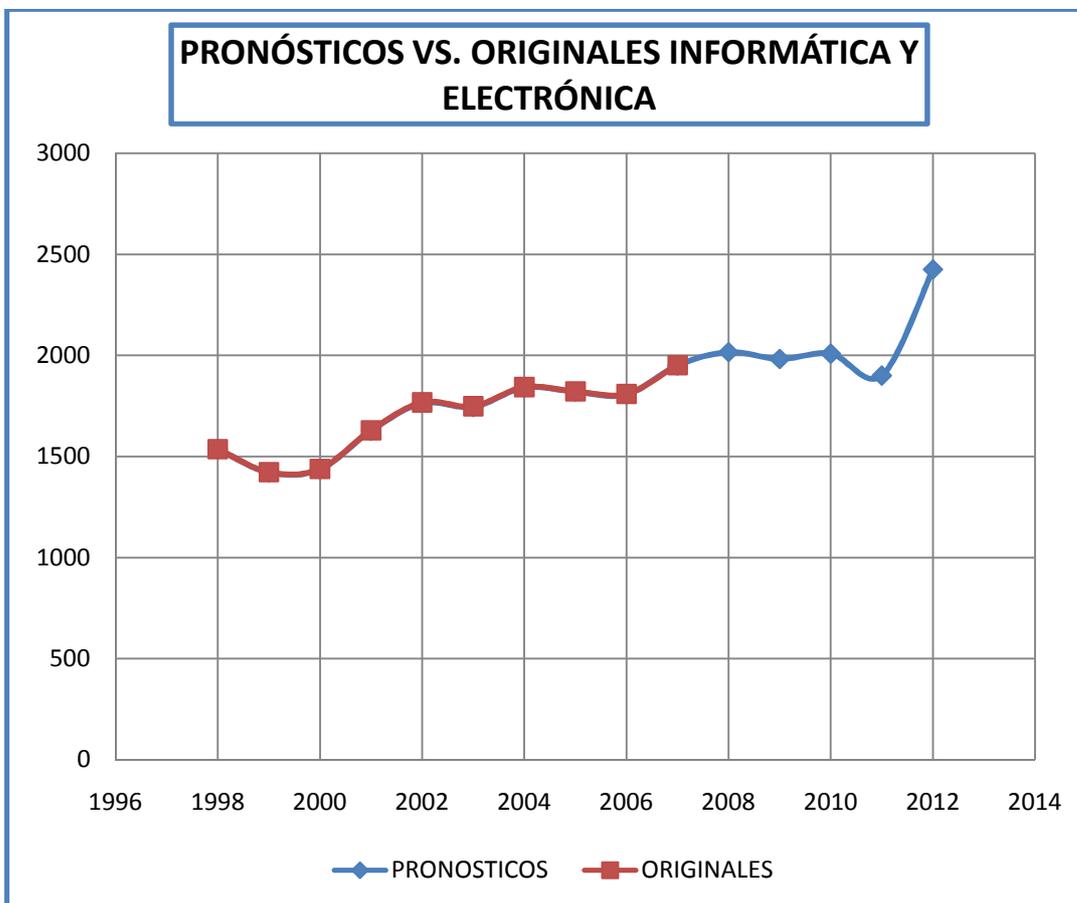


Gráfico 44.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica 44 los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente con los datos originales

Tabla 67.- Pronósticos.

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	11	1967,73238	49,6489824	2017
2009	12	2006,19843	-23,5245997	1983
2010	13	2041,99769	-32,8943016	2009
2011	14	2075,13017	-174,256351	1901

3.4.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

EMC: Error medio cuadrado

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

PME: Porcentaje medio de error

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 68.- Medición del Error en el Pronóstico.

MEDICION DEL ERROR EN ELPRONOSTICO			
ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
0,5565132	0,3097069	0,0003621	-0,0003621
1,4714466	2,1651552	0,0010340	0,0010340
2,0865812	4,3538211	0,0014500	0,0014500
2,1182980	4,4871865	0,0012996	0,0012996
3,4169256	11,6753809	0,0019327	0,0019327
3,1254619	9,7685118	0,0017870	0,0017870
2,9440551	8,6674601	0,0015966	0,0015966
2,1581814	4,6577469	0,0011839	0,0011839
2,7649440	7,6449153	0,0015276	0,0015276
1,1051512	1,2213592	0,0005662	0,0005662
21,7475582	54,9512440	0,0127395	0,0120154
DAM	EMC	PEMA	PME
1,035598009	2,616725905	0,000606645	0,000572161
		0,061%	0,057%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{21,74}{10} = 1,03$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{54,95}{10} = 2,61$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,012}{10} = 0,061\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{0,012}{10} = 0,057\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 1,03 estudiantes. El EMC de 2,61 y el PEMA de 0,061% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel. Por último un bajo PME de 0,057% indica que la técnica no está significativamente desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en la FIE.

MODELO LINEAL EN EXCEL

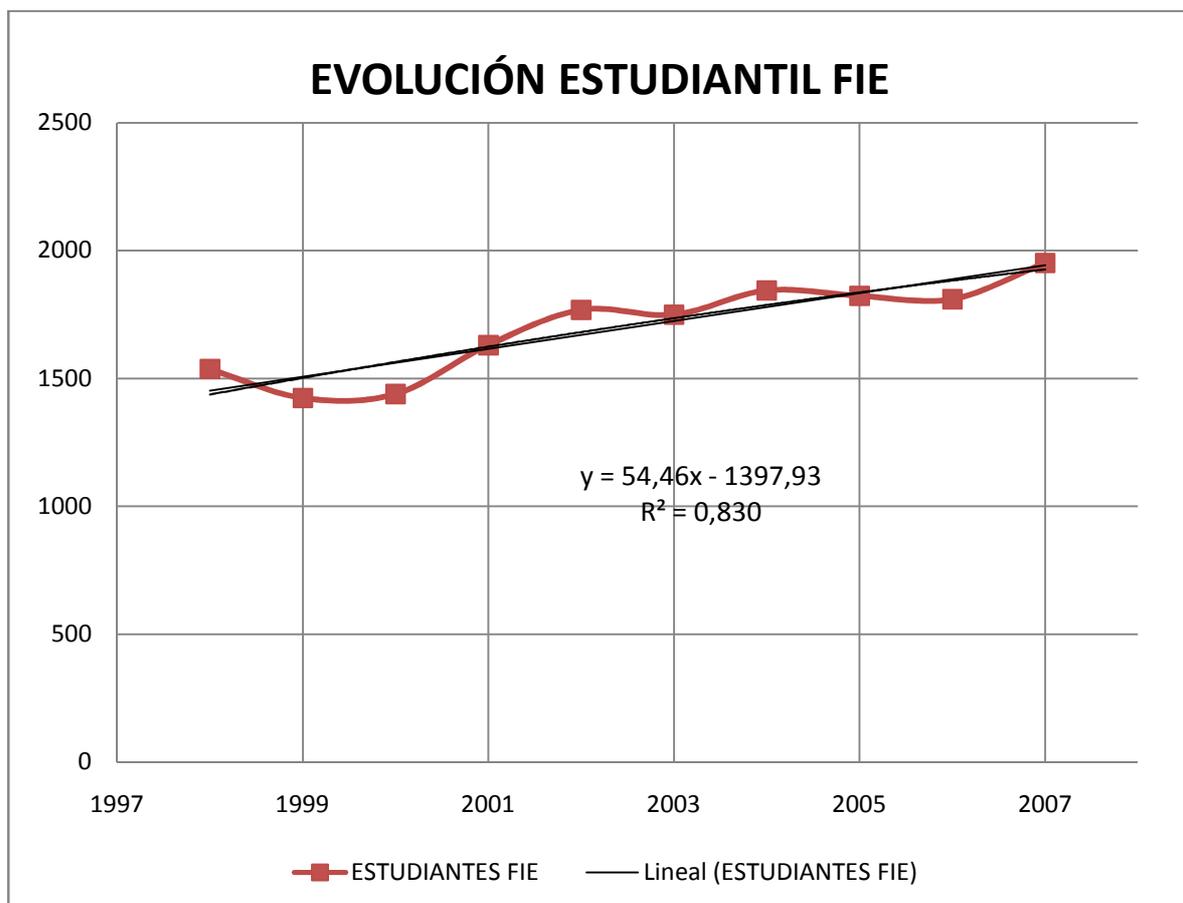


Gráfico 45.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 69.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,91123522
Coefficiente de determinación R ²	0,83034962
R ² ajustado	0,80914333
Error típico	79,0605253
Observaciones	10

Tabla 70.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	1397,93333	54,0086207	25,8835222	5,3268E-09
Variable X 1	54,4666667	8,70427736	6,25745991	0,00024373

$$X(t) = 1397,93 + 54,46 X$$

3.4.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO vs. MODELO EXCEL.

Tabla 71.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción	1397				
T	54,46				
	Último resto	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO PARA Y(t)=1397+54,46t			
Y^	Y - Y^	ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
1451,46	85,54	85,54	7317,09	0,06	0,06
1505,92	-82,92	82,92	6875,73	0,06	-0,06
1560,38	-121,38	121,38	14733,10	0,08	-0,08
1614,84	15,16	15,16	229,83	0,01	0,01
1669,30	98,70	98,70	9741,69	0,06	0,06
1723,76	25,24	25,24	637,06	0,01	0,01
1778,22	65,78	65,78	4327,01	0,04	0,04
1832,68	-9,68	9,68	93,70	0,01	-0,01
1887,14	-77,14	77,14	5950,58	0,04	-0,04
1941,60	10,40	10,40	108,16	0,01	0,01
		591,94	50013,95	0,37	-0,01
		DAM	EMC	PEMA	PME
		59,194	5001,3946	0,03667619	-0,00143385
				3,668%	-0,143%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{591,94}{10} = 59,19$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{50013,95}{10} = 5001,39$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,37}{10} = 3,66\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-0,01}{10} = -0,14\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 59,19 estudiantes. Al comparar el EMC de 5001,39 y el PEMA de 3,67% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 2,61 y el PEMA de 0,06% obtenido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen.

Por último un PME de -0,14% indica que la técnica no esta desviada; ya que su valor no es cercano a cero, la técnica sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en la FIE.

Tabla 72.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	59,194	1,03559801
EMC	5001,3946	2,6167259
PEMA	3,67%	0,06%
PME	-0,14%	0,06%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = 1397,93 + 54,46 X$$

Con $t = 10$ Valor original **1952**

$X(10) = 1943$ error = 9

MODELO ADITIVO

Tabla 73.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO			
t	T(t)	E(t)	$x^{\wedge} = T(t) + E(t)$
10	1926,59955	24,2952945	1951

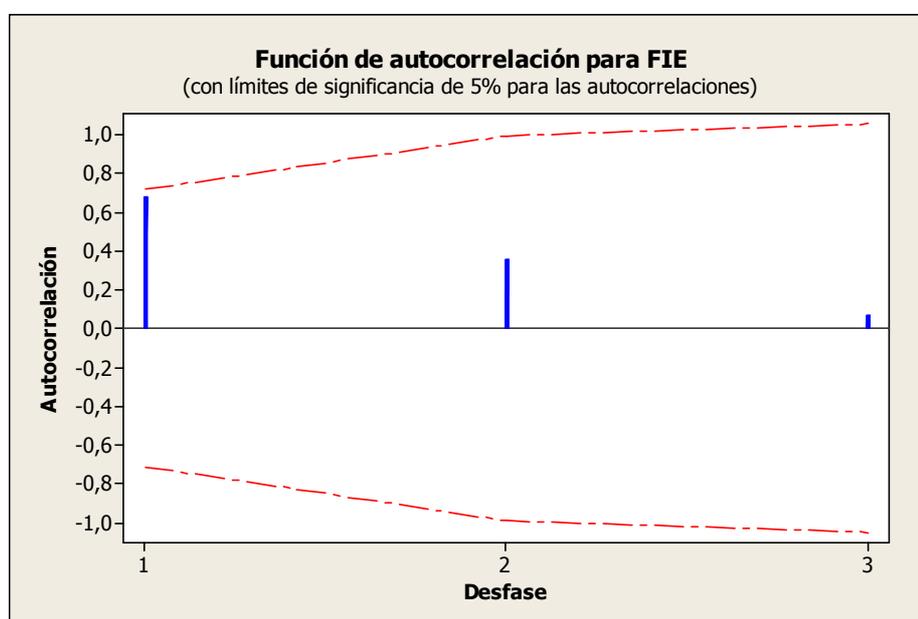
Error = 1

Tabla 74.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

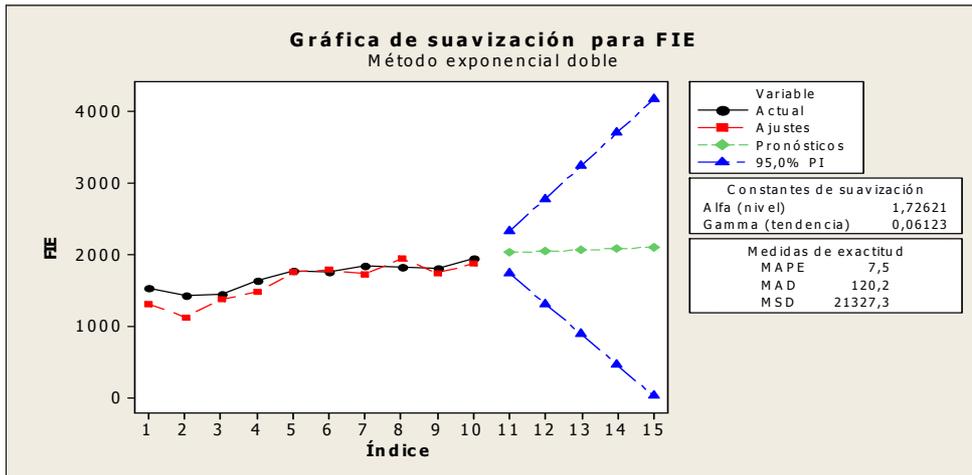
ERROR PORCENTUAL t=21	
MODELO ADITIVO	MODELO LINEAL
1	9
0,05%	0,46%

Como observamos en la tabla el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 10$ (2007-2008) existe un error de 9 estudiantes que representa un 0,46% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 10$ (2007-2008) existe un error de 1 estudiantes que representa un 0,05% de error en este modelo, esto nos dice que el pronóstico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

MÉTODO DE HOLT INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de la FIE



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 1,72621

Gamma (tendencia) 0,06123

Medidas de exactitud

MAPE 7,5
MAD 120,2
MSD 21327,3

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
11	2026,49	1731,95	2321,03
12	2044,86	1308,98	2780,73
13	2063,22	884,75	3241,69
14	2081,59	460,30	3702,87
15	2099,95	35,76	4164,14

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=1,72$ y $\beta=0,06$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 7,5%, un DAM (MAD) de 120,2 indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 120 estudiantes, el EMC (MSD) de 21327,3 y el PEMA (7,5%) se comparan con el EMC de 2,61 y el PEMA de 0,06% obtenidos anteriormente y se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.4.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN.

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \quad \text{DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Número de estudiantes en el año base

I_n = Número de estudiantes en un año determinado.

Tabla 75.-Tasa de crecimiento estudiantil anual FIE.

PERIODO	TASA %
1999-2000	-7,42%
2000-2001	1,12%
2001-2002	13,27%
2002-2003	8,47%
2003-2004	-1,07%
2004-2005	5,43%
2005-2006	-1,14%
2006-2007	-0,71%
G2007-2008	7,85%

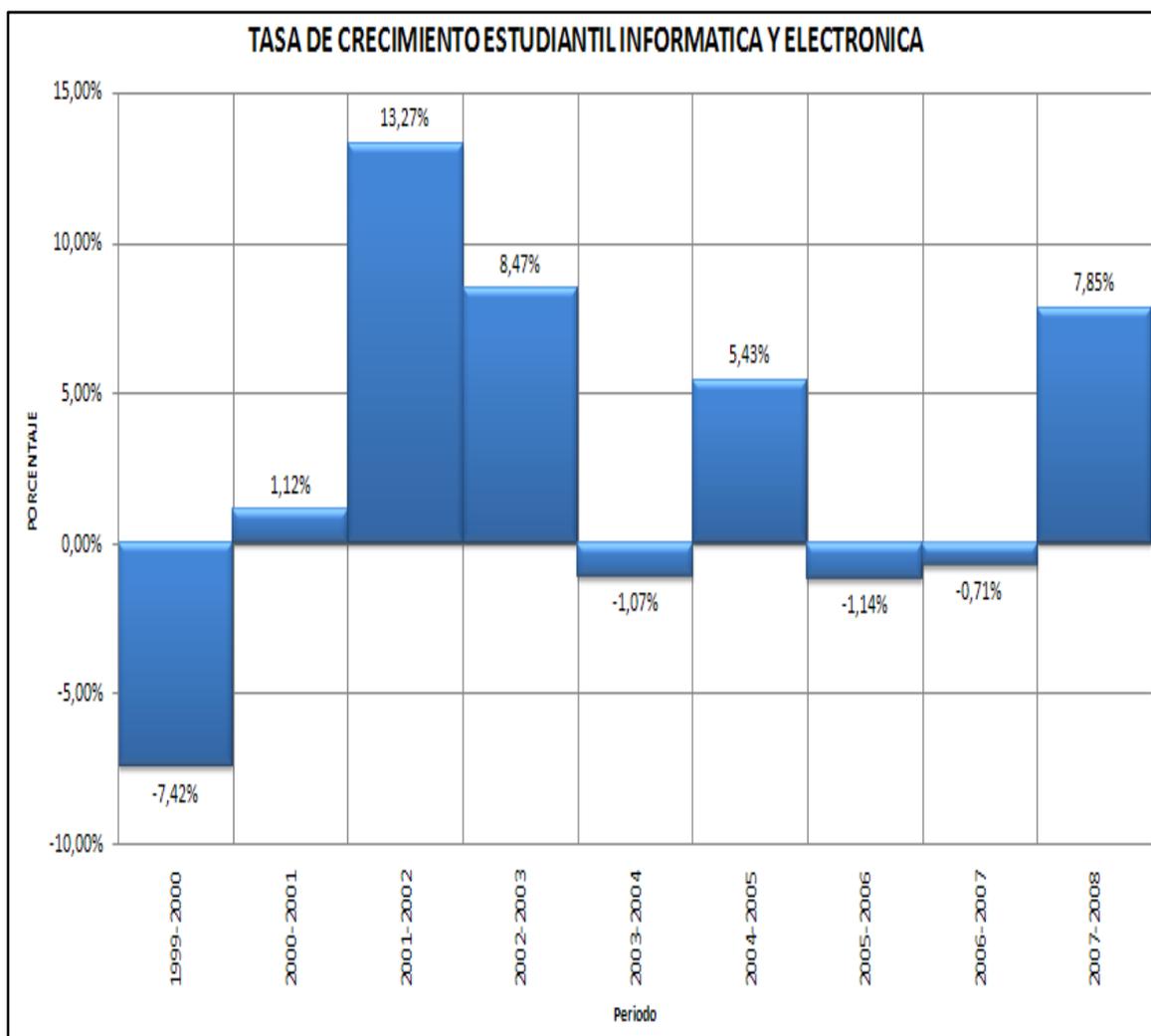
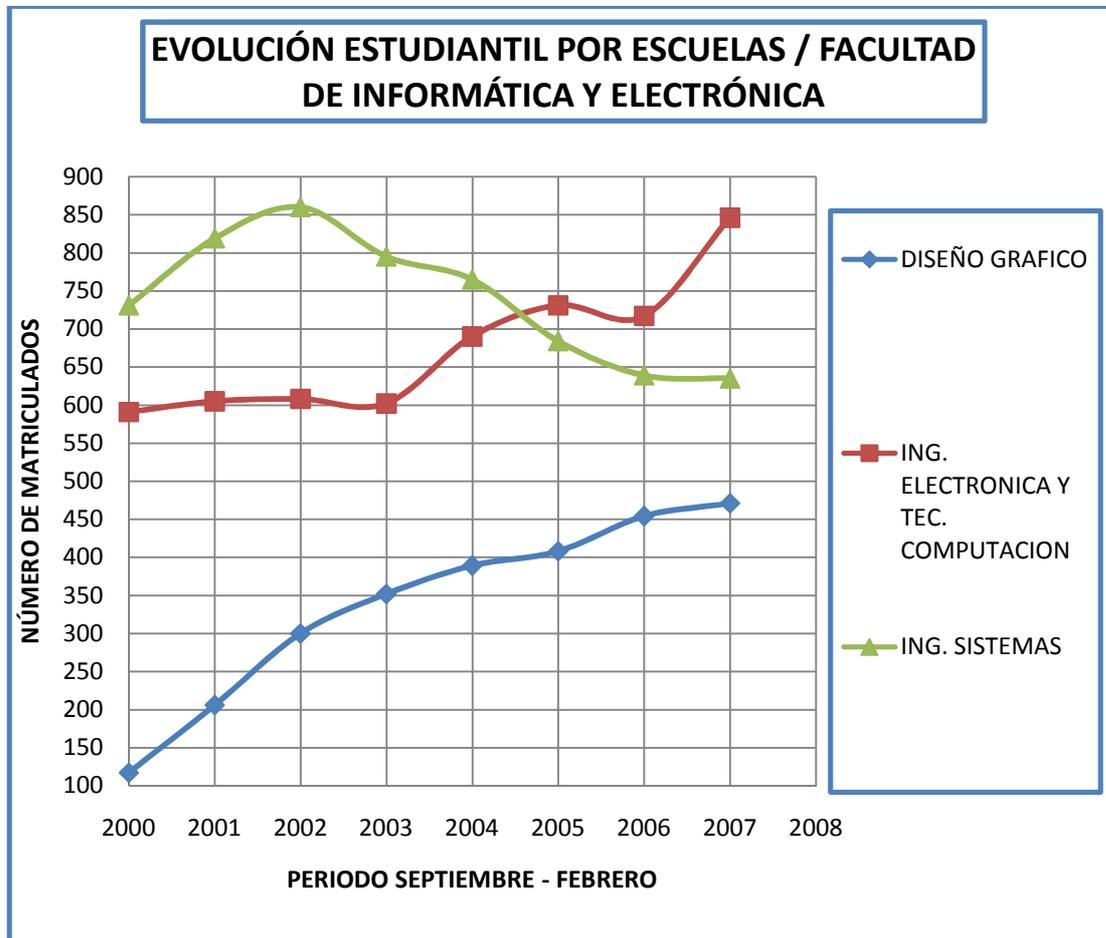


Gráfico 46.- Tasa de crecimiento estudiantil anual FIE.

En la tabla 71 y gráfico 46 observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1999 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 2001 – 2002 con un incremento estudiantil del 13,27% con respecto al periodo al periodo anterior, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un decremento del -1,14%, 2006 – 2007 se ha obtenido un decremento del -0,71%, mientras que en el periodo 2007 – 2008 un incremento de 7,85% en la población estudiantil.

3.4.7 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

EVOLUCIÓN ESTUDIANTIL POR ESCUELAS / FIE.



En la FIE Observamos que en Diseño Gráfico el crecimiento estudiantil es considerable con un número de 206 estudiantes en el año 2001 y un número de 473 alumnos en el año 2007; En Ing. Electrónica y Tecnología en Computación su evolución va de 591 estudiantes en año 2000 pasando por 602 estudiantes en al año 2003 y llegando a tener un número de 846 estudiantes en la actualidad; En Ing. Sistemas en el año 2000 se tuvo 731 estudiantes teniendo un repunte 860 estudiantes en el año 2002 y disminuyendo a 635 estudiantes en el presente periodo.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR ESPECIALIDADES.

Tabla 76.- Matriculados por Especialidad FIE.

LICENCIATURA EN DISEÑO GRÁFICO	236
INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN	846
INGENIERÍA EN SISTEMAS	635
INGENIERÍA EN DISEÑO GRÁFICO	235
Total Facultad: 1952	1952

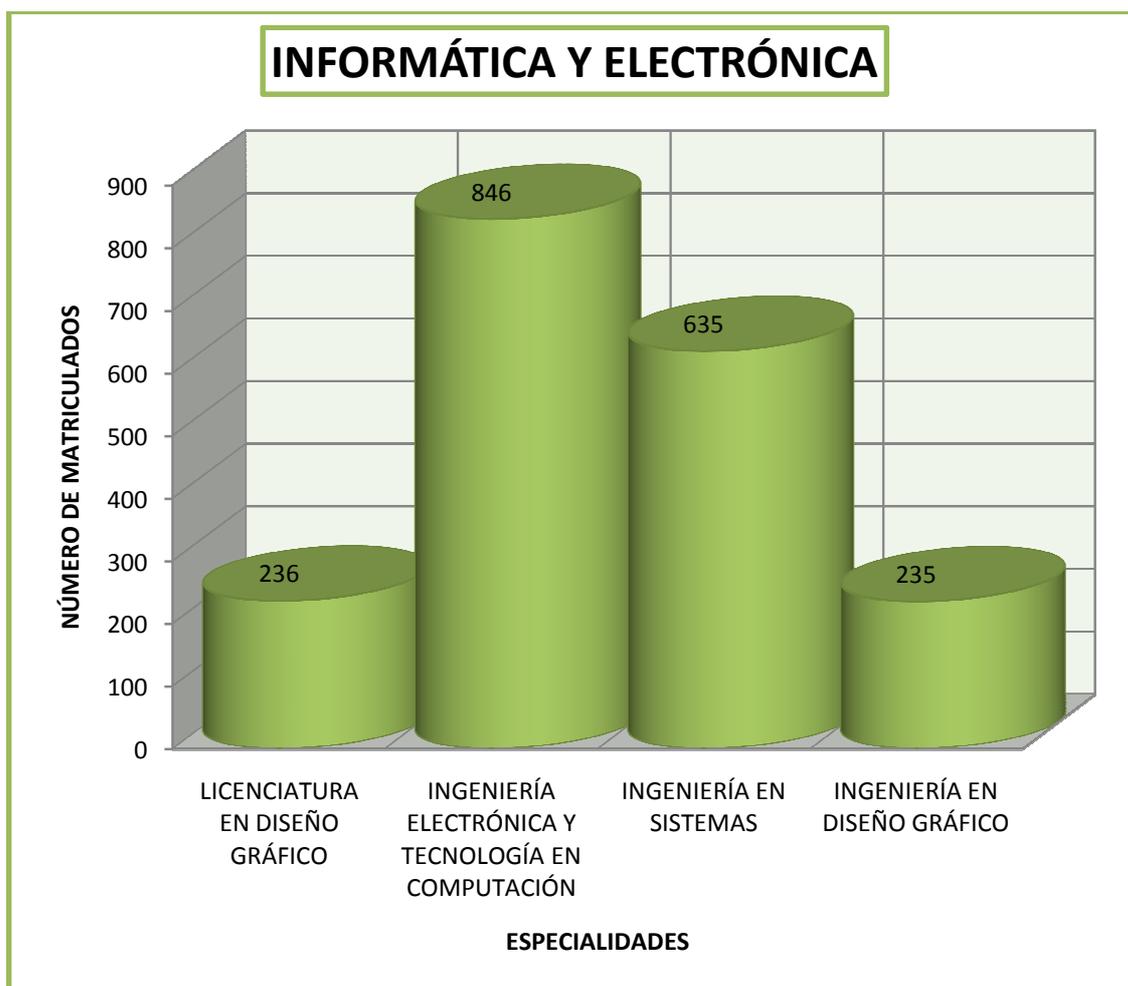


Gráfico 47.- Matriculados por Especialidad FIE

Obsérvese que en la Facultad de Informática y Electrónica las especialidades con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 son Ing. Electrónica y Tecnología en Computación con 846 alumnos, seguidos de Ing. En Sistemas con 635 alumnos y 235 alumnos en Ing. En Diseño Gráfico.

**NÚMERO DE MATRICULADOS POR GÉNERO Y ESPECIALIDAD
INGENIERÍA EN SISTEMAS.**

Tabla 77.- Matriculados por género SISTEMAS.

PRIMERO	65	145	
DÉCIMO	7	8	
SEGUNDO	31	55	
TERCERO	31	36	
CUARTO	20	29	
QUINTO	17	18	
SEXTO	20	28	
SÉPTIMO	29	27	
OCTAVO	18	23	
NOVENO	16	12	
Total Carrera:	254	381	635

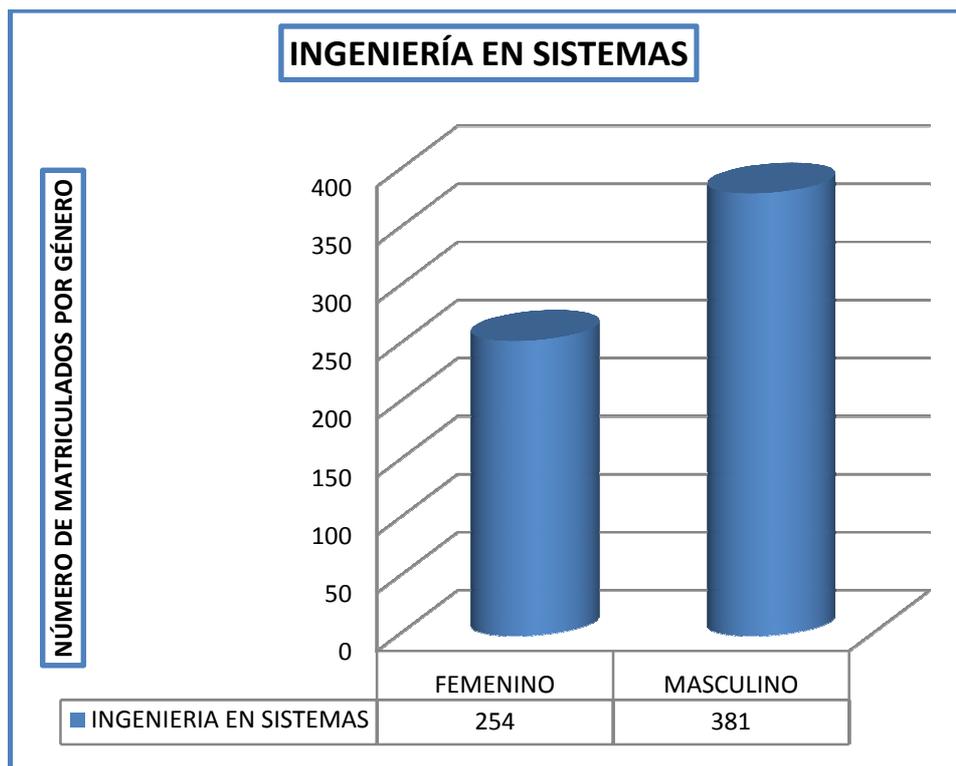


Gráfico 48.- Matriculados por género SISTEMAS.

Se observa que la población estudiantil en el Ing. En Sistemas esta compuesta por 254 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 60% de la población y 381 estudiantes de sexo masculino que representa el 40% de estudiantes.

INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN

Tabla 78.- Matriculados por género ELECTRÓNICA

PRIMERO	70	210	
DÉCIMO	10	21	
DÉCIMO PRIMERO	2	20	
SEGUNDO	31	94	
TERCERO	18	63	
CUARTO	14	37	
QUINTO	18	37	
SEXTO	10	19	
SÉPTIMO	17	25	
OCTAVO	16	49	
NOVENO	26	39	
Total Carrera:	232	614	846

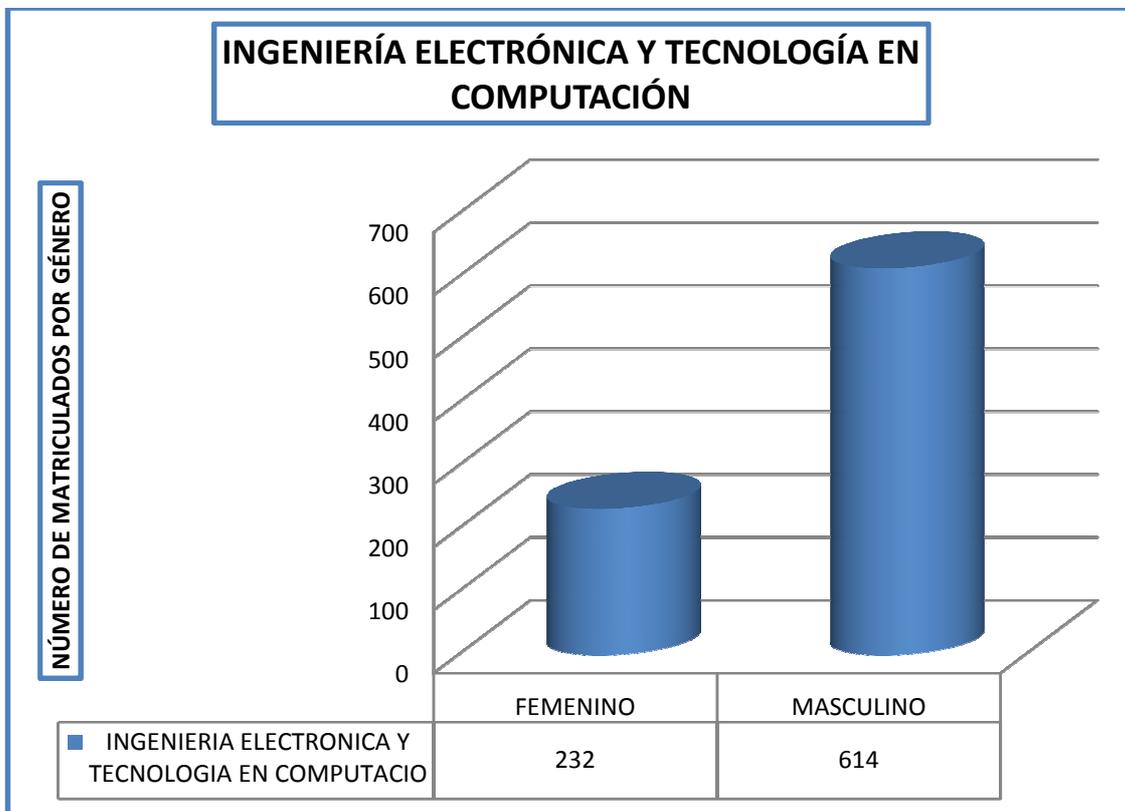


Gráfico 49.- Matriculados por género ELECTRÓNICA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Electrónica esta compuesta por 232 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 27% de la población y 614 estudiantes de sexo masculino que representa el 63% de estudiantes.

INGENIERÍA EN DISEÑO GRÁFICO.

Tabla 79.- Matriculados por género Ing. DISEÑO GRÁFICO.

PRIMERO	49	88	
SEGUNDO	24	48	
TERCERO	11	15	
Total Carrera:	84	151	235

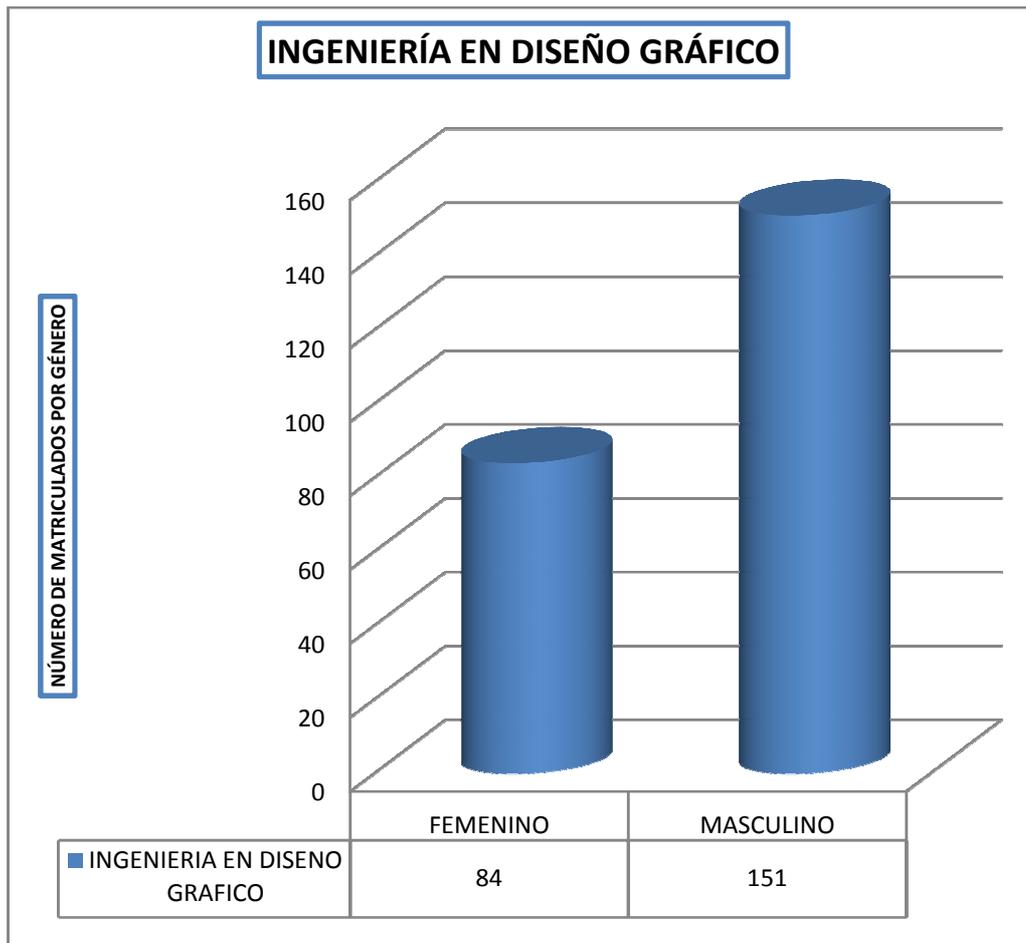


Gráfico 50.- Matriculados por género Ing. DISEÑO GRÁFICO.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Diseño esta compuesta por 84 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 36% de la población y 151 estudiantes de sexo masculino que representa el 64% de estudiantes.

LICENCIATURA EN DISEÑO GRÁFICO.

Tabla 80.- Matriculados por género Lic. DISEÑO GRÁFICO

CUARTO	16	22	
QUINTO	23	30	
SEXTO	21	19	
SÉPTIMO	20	19	
OCTAVO	17	19	
NOVENO	15	15	
Total Carrera:	112	124	236

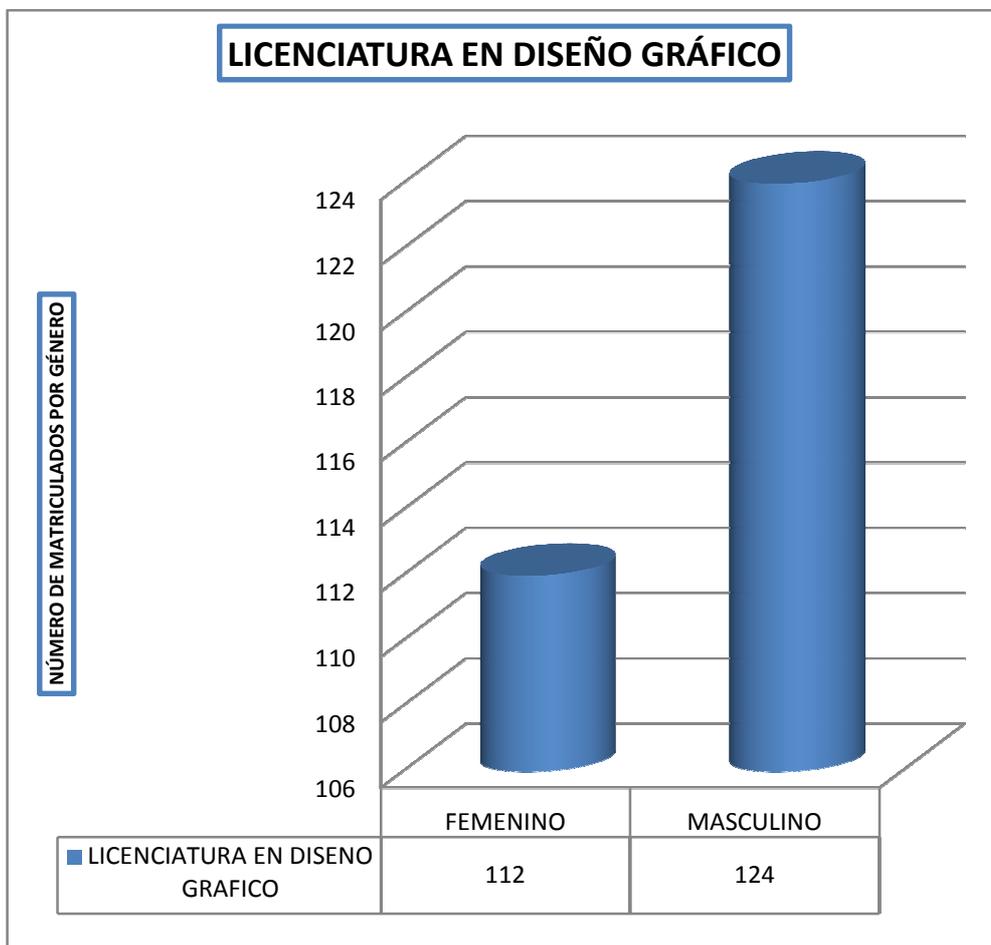


Gráfico 51.- Matriculados por género Lic. DISEÑO GRÁFICO.

Se observa que la población estudiantil en Lic. Diseño esta compuesta por 112 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 47% de la población y 124 estudiantes de sexo masculino que representa el 53% de estudiantes.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN DISEÑO.

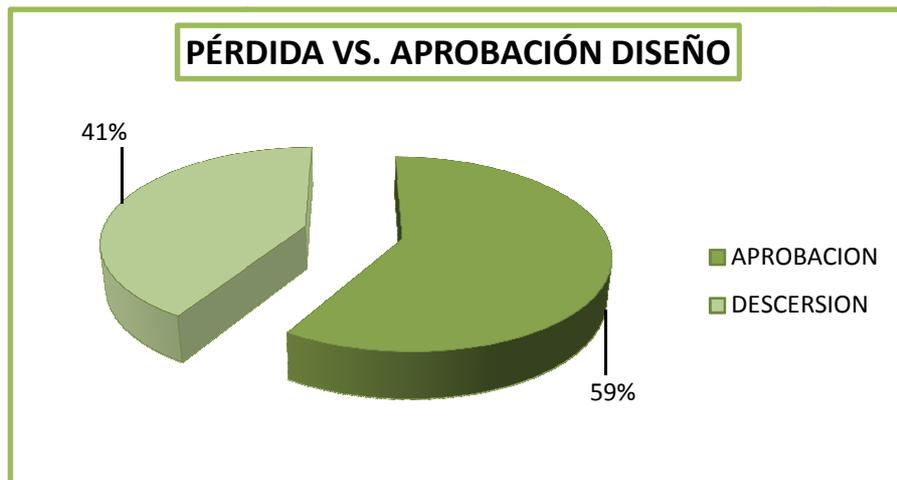


Gráfico 52.- Pérdida vs. Aprobación DISEÑO GRÁFICO.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 59%, mientras que la pérdida representa un 41%.

APROBACIÓN POR GÉNERO EN DISEÑO GRÁFICO.

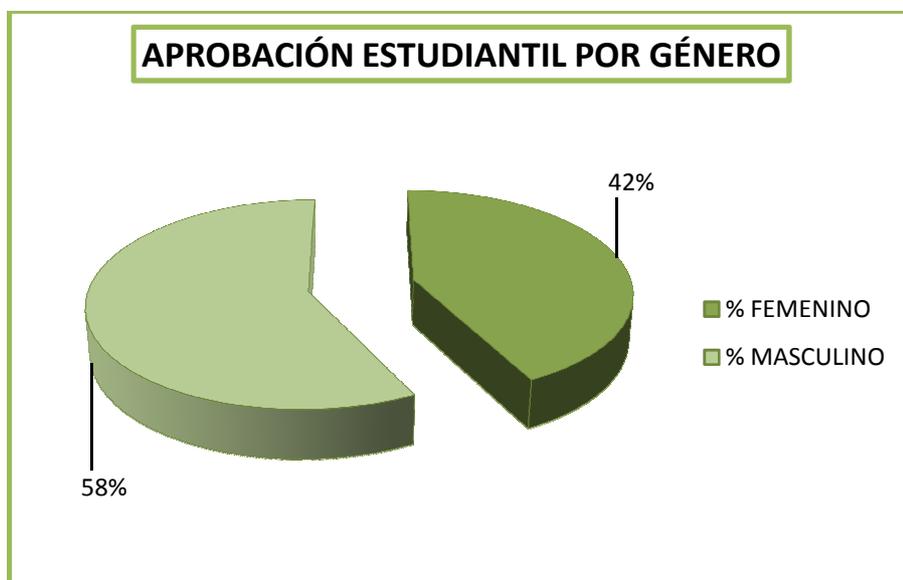


Gráfico 53.- Aprobación por género DISEÑO GRÁFICO.

Observamos que en Diseño Gráfico el porcentaje de aprobación viene dado por 58% en el sexo masculino y un 42% sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN ELECTRÓNICA.

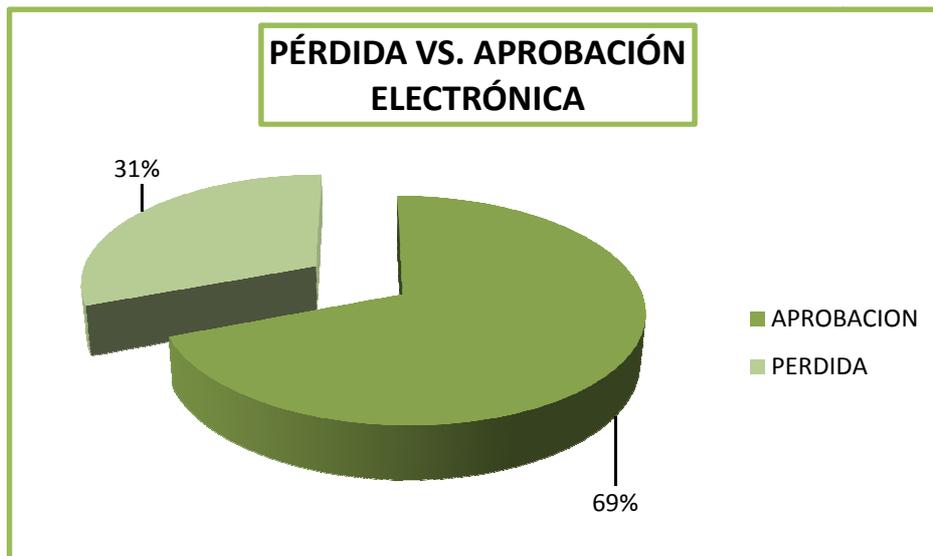


Gráfico 54.- Pérdida vs. Aprobación ELECTRÓNICA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 69%, mientras que la pérdida representa un 31%.

APROBACIÓN POR SEXO EN ELECTRÓNICA.

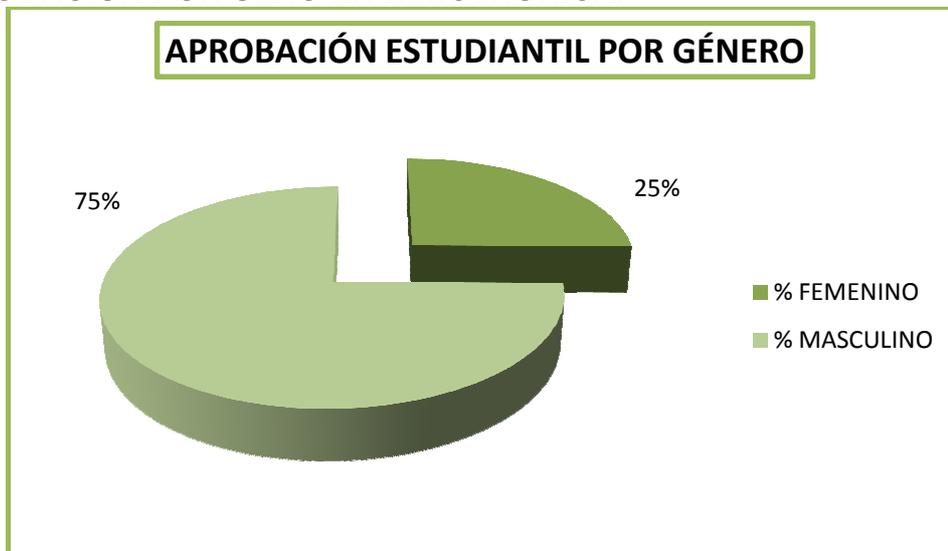


Gráfico 55.- Aprobación por género ELECTRÓNICA.

Observamos que en Electrónica el porcentaje de aprobación viene dado por 75% en el sexo masculino y un 25% en el sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN SISTEMAS.

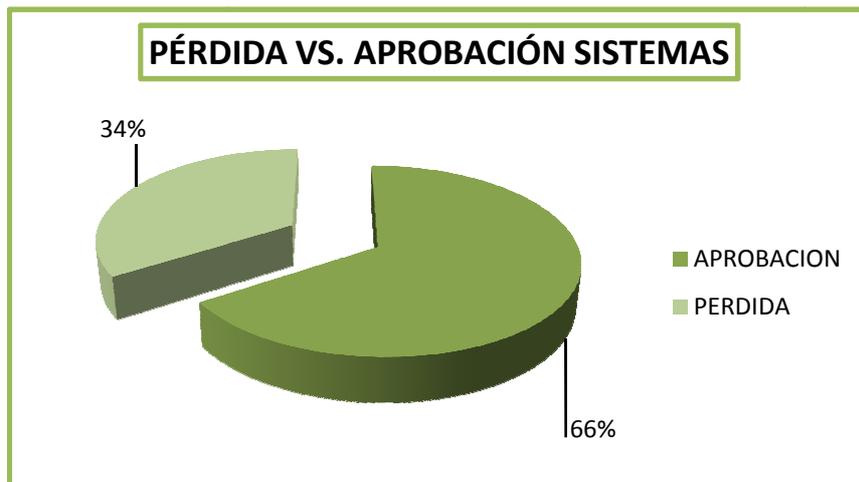


Gráfico 56.- Pérdida vs. Aprobación SISTEMAS.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 66%, mientras que la pérdida representa un 34%.

APROBACIÓN POR SEXO EN SISTEMAS.

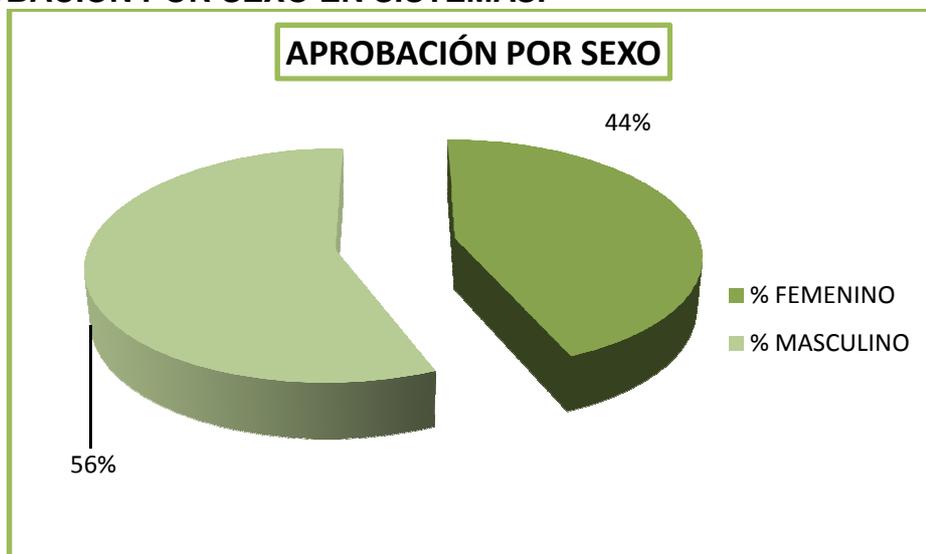


Gráfico 57.- Aprobación por género SISTEMAS.

Observamos que en Sistemas el porcentaje de aprobación viene dado por 56% en el sexo masculino y un 44% sexo femenino.

3.5 MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE MECÁNICA.

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la Facultad de Mecánica durante los últimos 21 años a partir del año 1987 hasta el año 2008.

Para realizar el estudio se utilizó técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el período 1987 – 2008.

Los datos analizados se han obtenidos de las bases de datos institucional “OASIS” proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, MINITAB Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

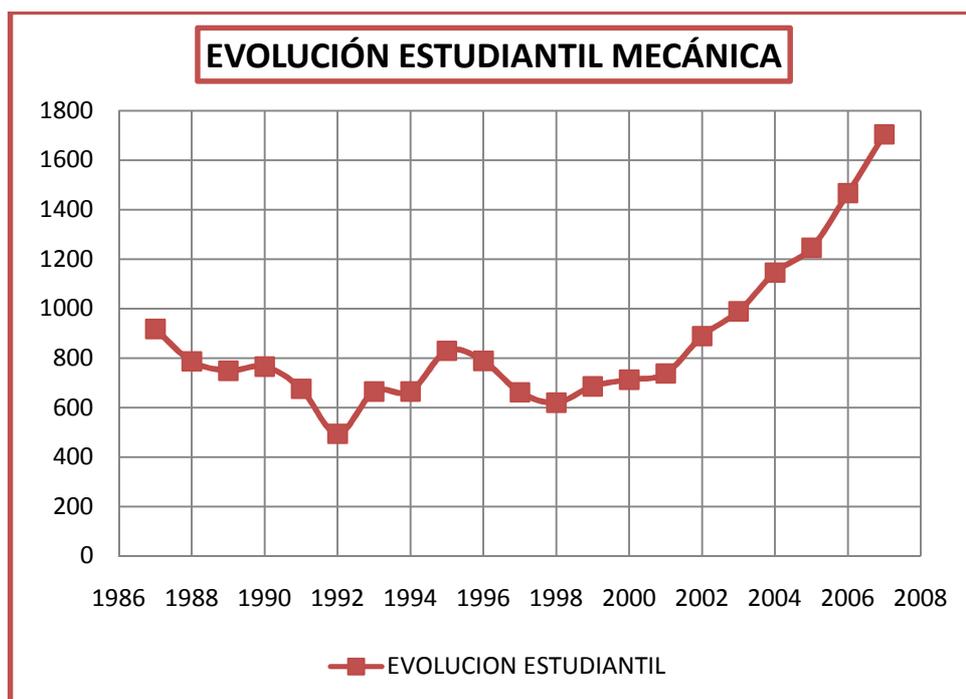
A continuación se muestra un cuadro de contiene estadísticas básicas que corresponden a 10 años desde la creación de esta facultad.

Tabla 81.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes MECÁNICA.

N	Validos	21
	Perdidos	0
Media		866,6667
Mediana		766,0000
Moda		665,00
Desv. Tip.		297,74491
Varianza		88652,033
Rango		1211,00
Mínimo		494,00
Máximo		1705,00
Suma		18200,00

Podemos observar anualmente, en promedio se tiene 867 estudiantes matriculados en Mecánica. Con un mínimo de 494 estudiantes y un máximo de 1705 estudiantes en un periodo de 21 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH

Gráfico 58.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la MECÁNICA. Periodo 1987 – 2008

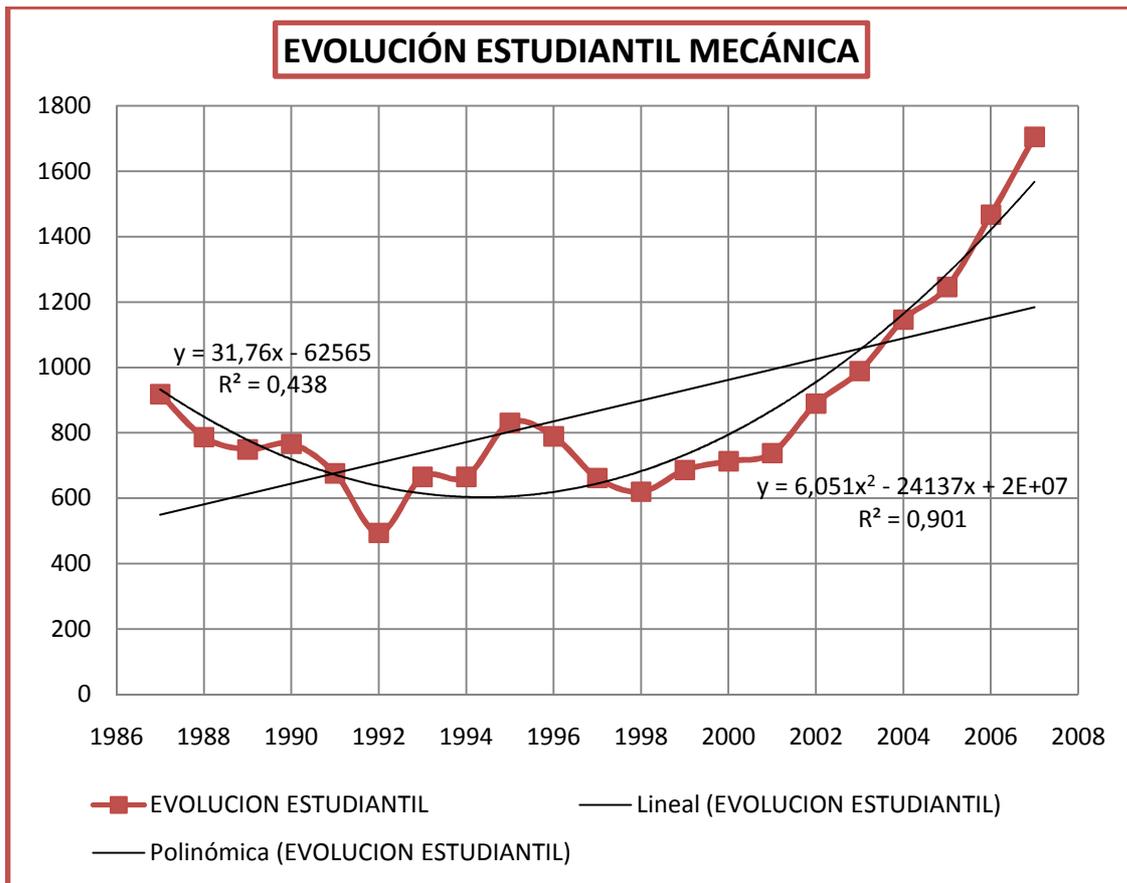
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad, este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 58 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que estos son anuales, por tal motivo se elimina la Estacionalidad y se presenta Ciclicidad.

3.5.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineal y cuadrática.



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 59.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola, observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, como se observa el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0,901$.

A continuación estos modelos tanto en lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente a si como el R^2 en los dos casos.

Tabla 82.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

			T(t)		Error cuadrado de la recta	Error cuadrado de la parábola.
			Recta	Parábola		
periodos	Y	t	Yr	Yp	(Y-Yr)^2	(Y-Yp)^2
Oct. -Marzo 1987-1988	918	1	549,03	932,28	136138,65	203,89
Oct. -Marzo 1988-1989	787	2	580,79	849,07	42520,95	3852,43
Oct. -Marzo 1989-1990	749	3	612,56	777,96	18616,54	838,66
Oct. -Marzo 1990-1991	766	4	644,32	718,95	14805,74	2213,34
Oct. -Marzo 1991-1992	676	5	676,08	672,05	0,01	15,60
Oct. -Marzo 1992-1993	494	6	707,85	637,25	45731,15	20520,56
Oct. -Marzo 1993-1994	665	7	739,61	614,55	5566,96	2545,00
Oct. -Marzo 1994-1995	665	8	771,38	603,96	11315,79	3726,31
Oct. -Marzo 1995-1996	830	9	803,14	605,46	721,50	50416,56
Oct. -Marzo 1996-1997	789	10	834,90	619,07	2107,08	28875,04
Oct. -Marzo 1997-1998	662	11	866,67	644,79	41888,40	296,33
Oct. -Marzo 1998-1999	620	12	898,43	682,60	77523,37	3918,84
Oct. -Marzo 1999-2000	686	13	930,19	732,52	59630,62	2163,94
Oct. -Marzo 2000-2001	713	14	961,96	794,54	61979,81	6648,48
Oct. -Marzo 2001-2002	738	15	993,72	868,66	65393,26	17072,27
Oct. -Marzo 2002-2003	889	16	1025,48	954,89	18628,07	4340,98
Oct. -Marzo 2003-2004	989	17	1057,25	1053,21	4657,83	4123,44
Oct. -Marzo 2004-2005	1146	18	1089,01	1163,64	3247,64	311,33
Oct. -Marzo 2005-2006	1246	19	1120,78	1286,18	15681,16	1614,23
Oct. -Marzo 2006-2007	1467	20	1152,54	1420,81	98885,60	2133,23
Oct. -Marzo 2007-2008	1705	21	1184,30	1567,55	271125,55	18892,16
suma	18200				996165,65	174722,63
promedio	866,666					

Tabla 83.- Coeficientes recta y parábola.

COHEFICIENTES	RECTA	PARÁBOLA
c		6,05129349
b	31,7636266	-101,364842
a	517,266666	1027,59248

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de

la parábola y presionamos resolver, así encontramos los coeficientes para poder compararlos con los obtenidos en el gráfico 59.

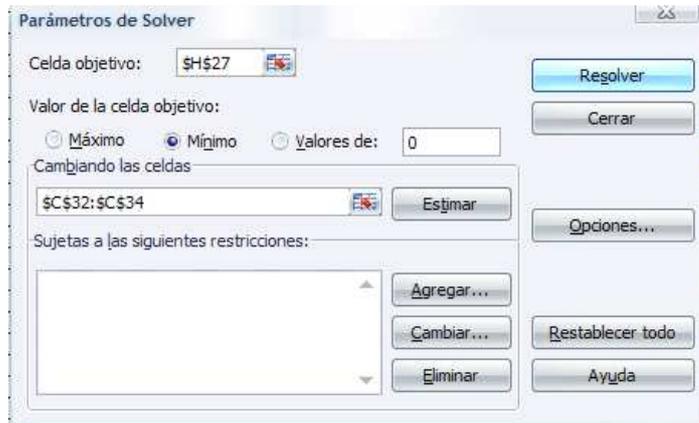


Gráfico 60.- Parámetros de Solver.

Para obtener el valor de los R^2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y}_i \right)^2}$$

Tabla 84.- R^2 de la recta y parábola.

R^2 RECTA	R^2 PARÁBOLA
0,43815973	0,901456

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho más a los datos que el lineal con un 0.901 vs. 0.438 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos

Tabla 85.- Primeros Restos.

			T(t)	Primeros
			Parábola	Restos
periodos	Y	t	Yp	Y1^=Y-Yp^
Oct. -Marzo 1987-1988	918	1	932,28	-14,27893225
Oct. -Marzo 1988-1989	787	2	849,07	-62,06797112
Oct. -Marzo 1989-1990	749	3	777,96	-28,95959698
Oct. -Marzo 1990-1991	766	4	718,95	47,04619018
Oct. -Marzo 1991-1992	676	5	672,05	3,949390343
Oct. -Marzo 1992-1993	494	6	637,25	-143,2499965
Oct. -Marzo 1993-1994	665	7	614,55	50,44802971
Oct. -Marzo 1994-1995	665	8	603,96	61,04346891
Oct. -Marzo 1995-1996	830	9	605,46	224,5363211
Oct. -Marzo 1996-1997	789	10	619,07	169,9265863
Oct. -Marzo 1997-1998	662	11	644,79	17,21426457
Oct. -Marzo 1998-1999	620	12	682,60	-62,60064419
Oct. -Marzo 1999-2000	686	13	732,52	-46,51813994
Oct. -Marzo 2000-2001	713	14	794,54	-81,53822268
Oct. -Marzo 2001-2002	738	15	868,66	-130,6608924
Oct. -Marzo 2002-2003	889	16	954,89	-65,88614912
Oct. -Marzo 2003-2004	989	17	1053,21	-64,21399282
Oct. -Marzo 2004-2005	1146	18	1163,64	-17,64442351
Oct. -Marzo 2005-2006	1246	19	1286,18	-40,17744119
Oct. -Marzo 2006-2007	1467	20	1420,81	46,18695413
Oct. -Marzo 2007-2008	1705	21	1567,55	137,4487625
suma	18200			0,003565073
promedio	866,6666667			0,0001698

Observamos que la suma del total de los primeros restos es 0.003 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.5.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros resto para estudiar la Ciclicidad de los datos



Gráfico 61.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica 61 que existe Ciclicidad en los datos para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de Obtener un modelo regresivo aditivo que tomará en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.5.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$
$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Donde A, B,... Son los coeficientes y a, b,... son los argumentos como en la gráfica observamos que existen subidas y bajadas es recomendable utilizar las funciones trigonométricas seno y coseno para un mejor ajuste en el pronóstico.

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo, con un $R^2 = 0,9988$ nos indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicará en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 1027,59 - 101,365 * t + 6,051 * t^2$$

$$C(t) = -24,53 * \text{COS}\left(\frac{46,99 * t}{21}\right) + 92,33 * \text{SEN}\left(\frac{-89,58 * t}{21}\right) - 66,78 * \text{COS}\left(\frac{8,83 * t}{21}\right) -$$

$$73,38 * \text{SEN}\left(\frac{42,54 * t}{21}\right) + 48,70 * \text{COS}\left(\frac{11,97 * t}{21}\right) + 426,93 * \text{SEN}\left(\frac{12,35 * t}{21}\right) +$$

$$46,34 * \text{COS}\left(\frac{-18,91 * t}{21}\right) - 24,95 * \text{SEN}\left(\frac{-1643,90 * t}{21}\right) + 41,59 * \text{COS}\left(\frac{-31,86 * t}{21}\right) -$$

$$2086,53 * \text{SEN}\left(\frac{-32,23 * t}{21}\right) - 90,66 * \text{COS}\left(\frac{-19,57 * t}{21}\right) + 2059,80 * \text{SEN}\left(\frac{-32,26 * t}{21}\right) -$$

$$34,82 * \text{COS}\left(\frac{22,71 * t}{21}\right) + 454,96 * \text{SEN}\left(\frac{-12,30 * t}{21}\right)$$

$$\hat{Y} = (1027,59 - 101,365 * t + 6,051 * t^2) + \left(-24,53 * \text{COS}\left(\frac{46,99 * t}{21}\right) + 92,33 * \text{SEN}\left(\frac{-89,58 * t}{21}\right) - \right.$$

$$66,78 * \text{COS}\left(\frac{8,83 * t}{21}\right) - 73,38 * \text{SEN}\left(\frac{42,54 * t}{21}\right) +$$

$$48,70 * \text{COS}\left(\frac{11,97 * t}{21}\right) + 426,93 * \text{SEN}\left(\frac{12,35 * t}{21}\right) +$$

$$46,34 * \text{COS}\left(\frac{-18,91 * t}{21}\right) - 24,95 * \text{SEN}\left(\frac{-1643,90 * t}{21}\right) +$$

$$41,59 * \text{COS}\left(\frac{-31,86 * t}{21}\right) - 2086,53 * \text{SEN}\left(\frac{-32,23 * t}{21}\right) -$$

$$90,66 * \text{COS}\left(\frac{-19,57 * t}{21}\right) + 2059,80 * \text{SEN}\left(\frac{-32,26 * t}{21}\right) -$$

$$\left. 34,82 * \text{COS}\left(\frac{22,71 * t}{21}\right) + 454,96 * \text{SEN}\left(\frac{-12,30 * t}{21}\right) \right)$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS.

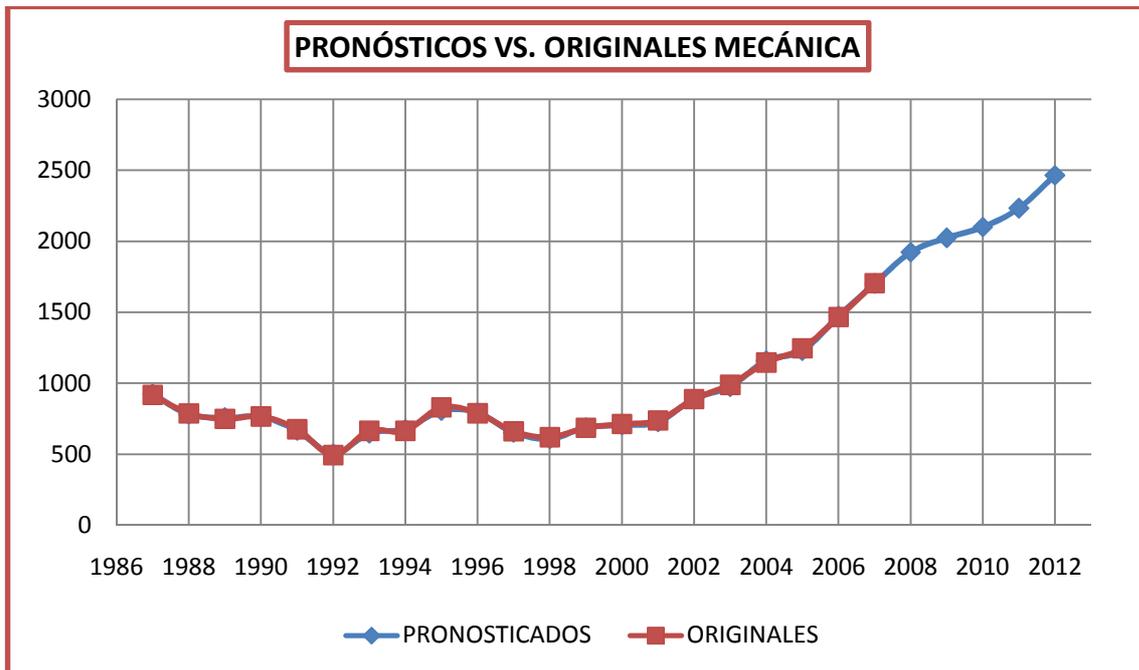


Gráfico 62.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente con los datos originales

Tabla 88.- Pronósticos.

TABLA DE PRONÓSTICOS PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	22	1726,39202	196,553634	1923
2009	23	1897,33538	125,84127	2023
2010	24	2080,38133	20,9016615	2101
2011	25	2275,52987	-43,8926091	2232

3.5.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

EMC: Error medio cuadrado

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

PME: Porcentaje medio de error

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 89.- Medición del Error en el Pronóstico.

Último resto	MEDICION DEL ERROR EN EL PRONOSTICO			
Y - Y^	ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
-5,865457157	5,8654572	34,4035877	0,0063894	-0,0063894
6,420573115	6,4205731	41,2237591	0,0081583	0,0081583
-8,237514257	8,2375143	67,8566411	0,0109980	-0,0109980
2,120671311	2,1206713	4,4972468	0,0027685	0,0027685
10,07533211	10,0753321	101,5123172	0,0149043	0,0149043
-10,21791263	10,2179126	104,4057386	0,0206840	-0,0206840
18,25437664	18,2543766	333,2222664	0,0274502	0,0274502
-12,33418464	12,3341846	152,1321108	0,0185476	-0,0185476
23,1088091	23,1088091	534,0170578	0,0278419	0,0278419
-4,919248259	4,9192483	24,1990034	0,0062348	-0,0062348
9,847838492	9,8478385	96,9799230	0,0148759	0,0148759
11,71052483	11,7105248	137,1363918	0,0188879	0,0188879
-2,23378577	2,2337858	4,9897989	0,0032562	-0,0032562
8,651948797	8,6519488	74,8562180	0,0121346	0,0121346
10,95956932	10,9595693	120,1121597	0,0148504	0,0148504
-2,41740714	2,4174071	5,8438573	0,0027192	-0,0027192
13,6158745	13,6158745	185,3920383	0,0137673	0,0137673
-15,19480327	15,1948033	230,8820465	0,0132590	-0,0132590
17,50922342	17,5092234	306,5729048	0,0140523	0,0140523
-5,109189278	5,1091893	26,1038151	0,0034827	-0,0034827
4,038787808	4,0387878	16,3118070	0,0023688	0,0023688
69,78402703	202,843032	2602,650689	0,257631574	0,086489375
	DAM	EMC	PEMA	PME
	9,65919199	123,9357471	0,01226817	0,004118542
			1,227%	0,412%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{202,84}{21} = 9,65$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{2602,650}{21} = 123,93$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,2576}{21} = 1,227\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{0,086}{10} = 0,412\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 9,65 estudiantes. El EMC de 123,93 y el PEMA de 1,227% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel.

Por último un bajo PME de 0,412% indica que la técnica no está significativamente desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Mecánica.

3.5.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

MODELO LINEAL EN EXCEL

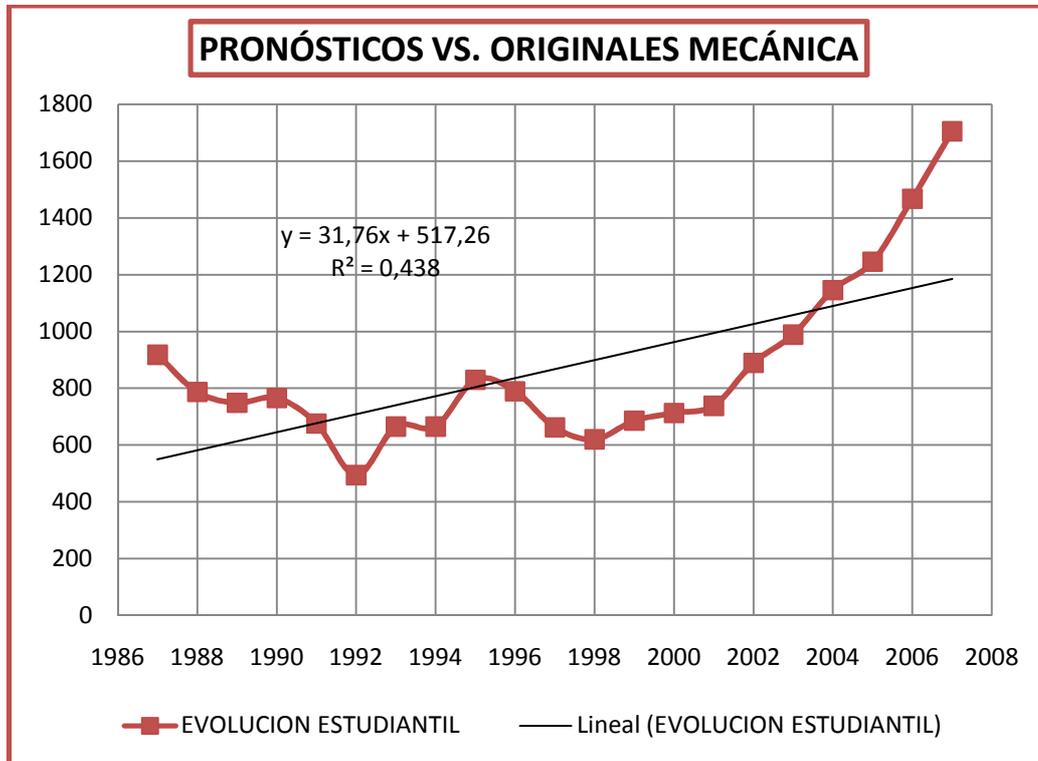


Gráfico 63.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 90.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,661936348
Coeficiente de determinación R ²	0,438159729
R ² ajustado	0,408589189
Error típico	228,9754812
Observaciones	21

Tabla 91.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	517,2666667	103,612836	4,99230295	8,0878E-05
Variable X 1	31,76363636	8,25170356	3,84934288	0,00108089

$$X(t) = 517,266 + 31,76 X$$

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO vs. MODELO EXCEL.

Tabla 92.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción	517,2				
t	31,76				
	Último resto	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO PARA $Y(t)=517,2+31,76t$			
Y^{\wedge}	$Y - Y^{\wedge}$	$ABS(Y-Y^{\wedge})$	$(Y-Y^{\wedge})^2$	$ABS(Y-Y^{\wedge})/Y_t$	$(Y - Y^{\wedge})/Y_t$
548,96	369,04	369,04	136190,52	0,40	0,40
580,72	206,28	206,28	42551,44	0,26	0,26
612,48	136,52	136,52	18637,71	0,18	0,18
644,24	121,76	121,76	14825,50	0,16	0,16
676,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
707,76	-213,76	213,76	45693,34	0,43	-0,43
739,52	-74,52	74,52	5553,23	0,11	-0,11
771,28	-106,28	106,28	11295,44	0,16	-0,16
803,04	26,96	26,96	726,84	0,03	0,03
834,80	-45,80	45,80	2097,64	0,06	-0,06
866,56	-204,56	204,56	41844,79	0,31	-0,31
898,32	-278,32	278,32	77462,02	0,45	-0,45
930,08	-244,08	244,08	59575,05	0,36	-0,36
961,84	-248,84	248,84	61921,35	0,35	-0,35
993,60	-255,60	255,60	65331,36	0,35	-0,35
1025,36	-136,36	136,36	18594,05	0,15	-0,15
1057,12	-68,12	68,12	4640,33	0,07	-0,07
1088,88	57,12	57,12	3262,69	0,05	0,05
1120,64	125,36	125,36	15715,13	0,10	0,10
1152,40	314,60	314,60	98973,16	0,21	0,21
1184,16	520,84	520,84	271274,31	0,31	0,31
		3754,72	996165,90	4,50	-1,09
		DAM	EMC	PEMA	PME
		178,79619	47436,47131	0,2143886	-0,0517026

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{3754,72}{21} = 178,79$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{99616590}{10} = 4743647$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,50}{10} = 21,44\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-1,09}{10} = -5,17\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 178,79 estudiantes. Al comparar el EMC de 47436,471 y el PEMA de 21,44% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 123,93 y el PEMA de 1,23% obtenido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen.

Por último un PME de -5,17% indica que la técnica no esta desviada; ya que su valor no es cercano a cero, la técnica sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Mecánica.

Tabla 93.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	178,79619	9,659191993
EMC	47436,4713	123,9357471
PEMA	21,44%	1,23%
PME	-5,17%	0,41%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = 517,266 + 31,76 X$$

Con t= 21 Valor original **1705**

$$X(21) = 1184 error = 521$$

MODELO ADITIVO

Tabla 94.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO			
t	T(t)	E(t)	$x^{\wedge}=T(t)+E(t)$
21	1567,55124	133,4099747	1701

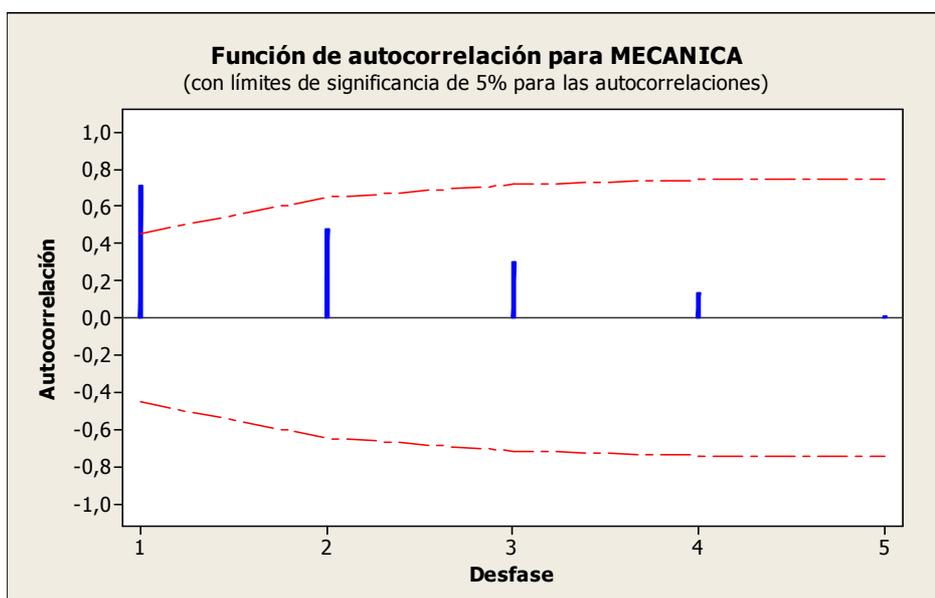
Error = 4

Tabla 95.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

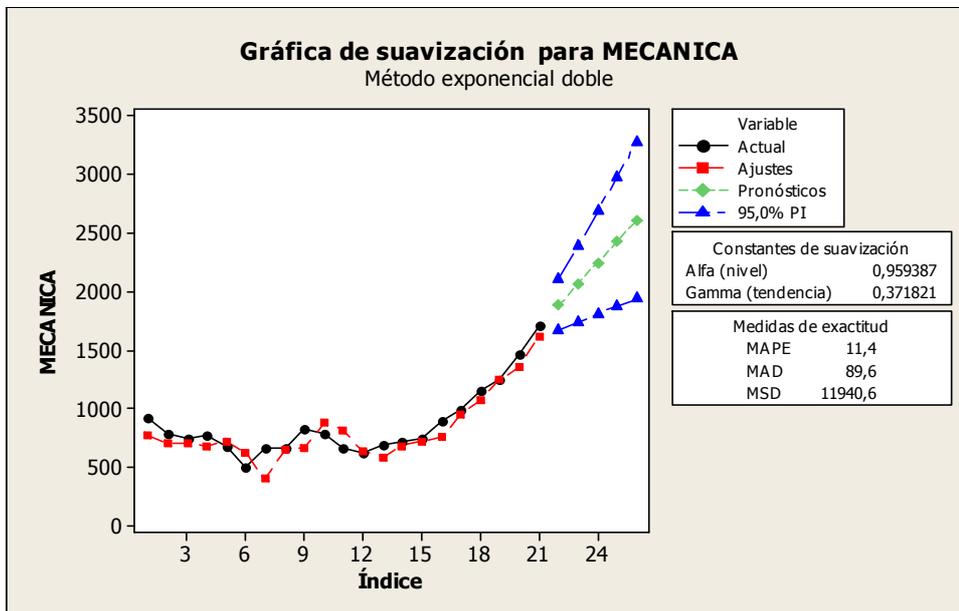
ERROR PORCENTUAL t=21	
MODELO ADITIVO	MODELO LINEAL
4	521
0,23%	30,55%

Como observamos en la tabla el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 521 estudiantes que representa un 30,55% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 4 estudiantes que representa un 0,23% de error en este modelo, esto nos dice que el pronóstico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

MÉTODO DE HOLT MECÁNICA



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de MECÁNICA.



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 0,959387
Gamma (tendencia) 0,371821

Medidas de exactitud

MAPE 11,4
MAD 89,6
MSD 11940,6

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
22	1882,22	1662,81	2101,62
23	2063,32	1737,09	2389,55
24	2244,42	1805,48	2683,37
25	2425,53	1871,56	2979,49
26	2606,63	1936,52	3276,74

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=0,95$ y $\beta=0,37$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 11,4%, un DAM (MAD) de 89,6 indica que cada pronóstico está

desviado en un promedio de 87 estudiantes, el EMC (MSD) de 11940,6 y el PEMA (11,4%) se comparan con el EMC de 123,93 y el PEMA de 1,227% obtenidos anteriormente y se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.5.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL MECÁNICA.

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \text{ DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Número de estudiantes en el año base

I_n = Número de estudiantes en un año determinado

Tabla 96.-Tasa de crecimiento estudiantil anual MECÁNICA.

PERIODO	TASA %
1988 - 1989	-14,27%
1989 - 1990	-4,83%
1990 - 1991	2,27%
1991 - 1992	-11,75%
1992 - 1993	-26,92%
1993 - 1994	34,62%
1994 - 1995	0,00%
1995 - 1996	24,81%
1996 - 1997	-4,94%
1997 - 1998	-16,10%
1998-1999	-6,34%
1999-2000	10,65%
2000-2001	3,94%
2001-2002	3,51%
2002-2003	20,46%
2003-2004	11,25%
2004-2005	15,87%
2005-2006	8,73%
2006-2007	17,74%
2007-2008	16,22%

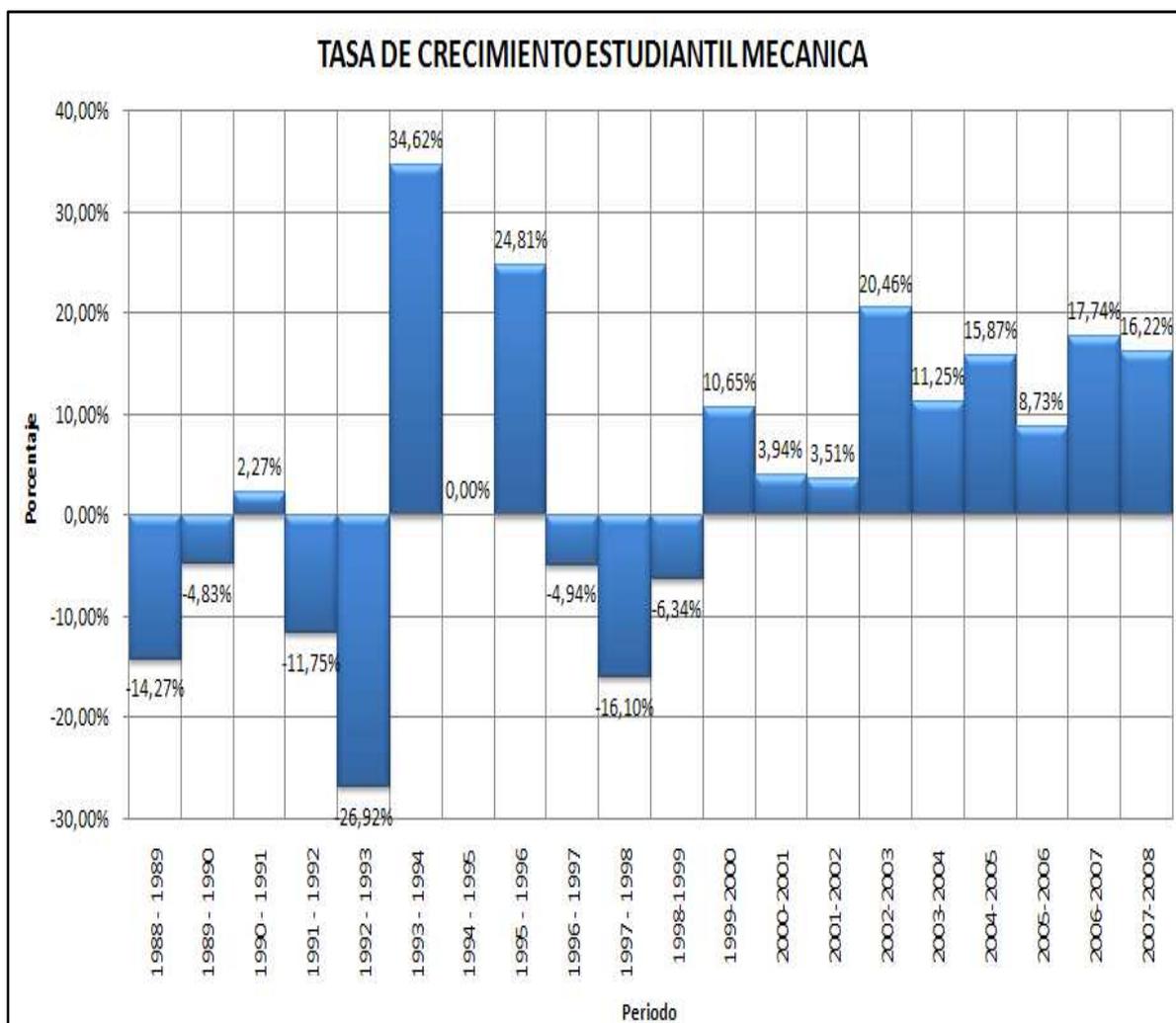


Gráfico 64.- Tasa de crecimiento estudiantil anual MECÁNICA.

En la presente tabla y gráfico observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1987 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 1992 – 1993 con un decremento estudiantil del 26,92% con respecto al periodo anterior, seguido de un incremento significativo en el periodo 1993 – 1994 de 34,62%, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un decremento del 8,73%, 2006 – 2007 se ha obtenido un decremento del 17,74%, mientras que en el periodo 2007 – 2008 un incremento de 16,22% en la población estudiantil.

3.5.7 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

EVOLUCIÓN ESTUDIANTIL POR ESCUELAS / MECÁNICA.

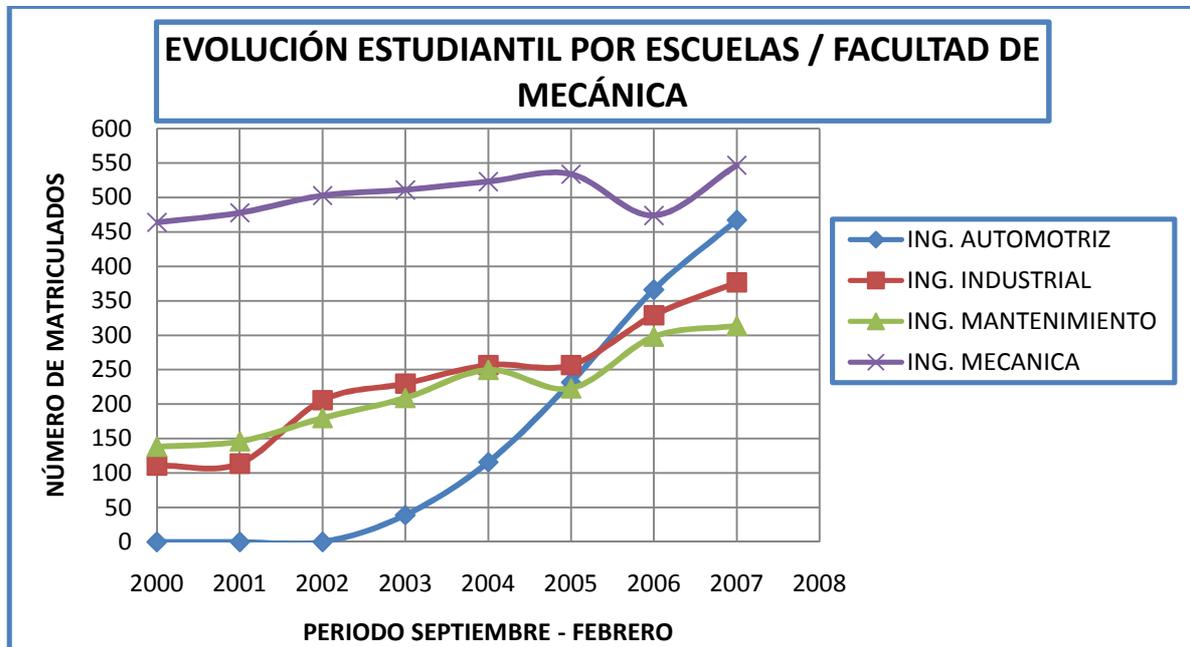


Gráfico 65.- Evolución estudiantil por escuelas / MECÁNICA

Desde el año 2003 en Ing. Automotriz los ingresos de estudiantes se han ido incrementando sustancialmente con un número de 39 estudiantes en el año de su creación pasando por 223 en el año 2005 y llegando a tener 467 estudiantes en la actualidad; en Ing. Industrial el ingreso de estudiantes también tiene un aumento de 111 estudiantes en el año 2000, 250 estudiantes en el año 2004 y finalmente 377 en el periodo actual; en Ing. Mantenimiento su evolución también es positiva con 138 estudiantes en el año 2000, 250 en el año 2004 y 314 en el año 2007; en Ing. Mecánica que es la carrera con mayor afluencia en esta facultad su número de estudiantes se ha ido incrementando de 464 estudiantes en el año 2000, 523 estudiantes en el año 2004, una recaída en el año 2006 a 474 estudiantes y llegando a obtener 547 estudiantes en el año 2007.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR ESPECIALIDADES.

Tabla 97.- Matriculados por Especialidad MECÁNICA.

INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ	467
INGENIERÍA INDUSTRIAL	377
INGENIERÍA MECÁNICA	547
INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO	314
Total Facultad: 1705	1705

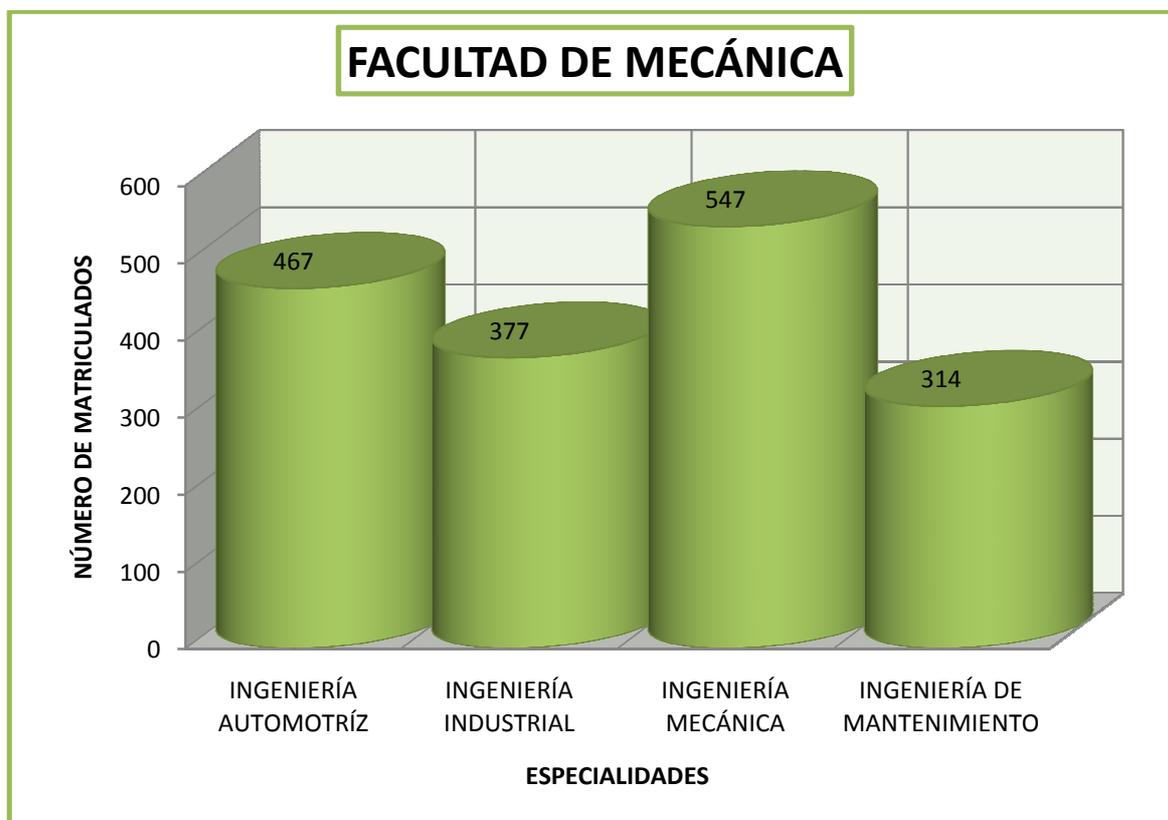


Gráfico 66.- Matriculados por especialidad MECÁNICA.

Obsérvese que en la Facultad de Mecánica las especialidades con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 son Ing. Mecánica con 547 alumnos, seguidos de Ing. Automotriz con 467 alumnos y 377 alumnos en Ing. Industrial.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR GÉNERO Y ESPECIALIDAD

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.

Tabla 98.- Matriculados por género AUTOMOTRIZ.

PRIMERO	2	155	
SEGUNDO	2	53	
TERCERO	3	97	
CUARTO	2	42	
QUINTO	1	47	
SEXTO	1	25	
SÉPTIMO	1	21	
OCTAVO	1	14	
Total Carrera:	13	454	467

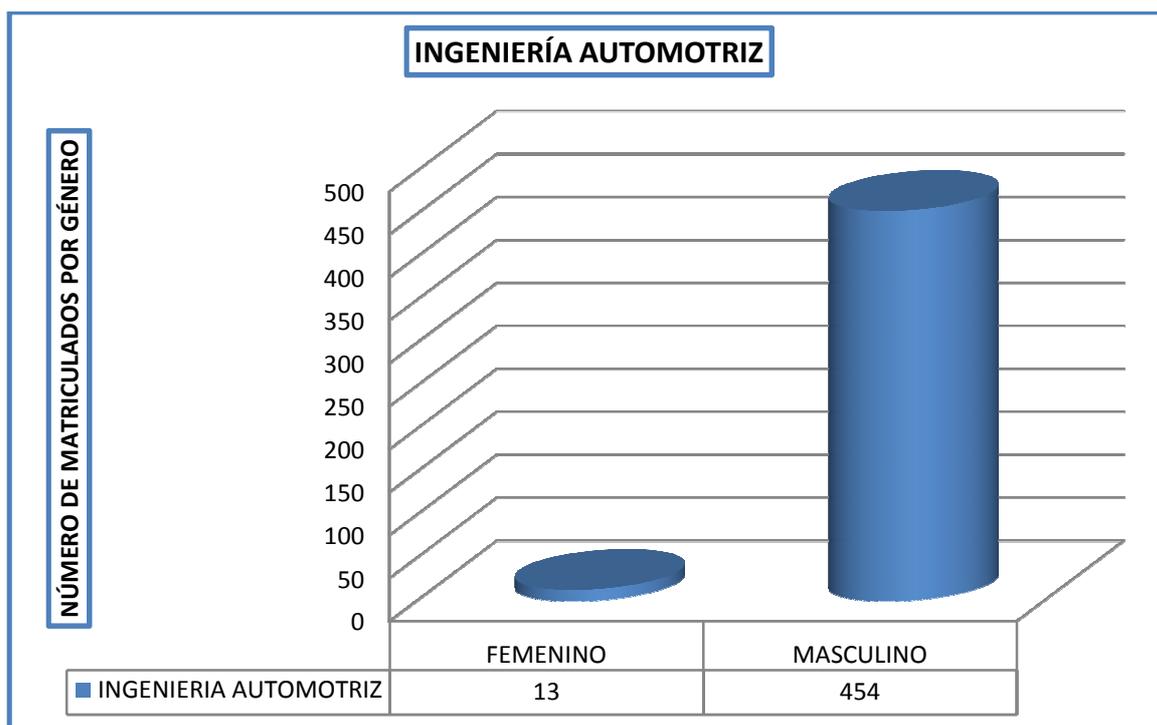


Gráfico 67.- Matriculados por género AUTOMOTRIZ.

Se observa que la población estudiantil en el Ing. Automotriz esta compuesta por 13 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 3% de la población y 454 estudiantes de sexo masculino que representa el 97% de estudiantes.

INGENIERÍA INDUSTRIAL.

Tabla 100.- Matriculados por género INDUSTRIAL.

PRIMERO	22	89	
DÉCIMO	0	1	
SEGUNDO	4	41	
TERCERO	7	30	
CUARTO	2	29	
QUINTO	3	31	
SEXTO	2	29	
SÉPTIMO	7	28	
OCTAVO	3	25	
NOVENO	4	20	
Total Carrera:	54	323	377

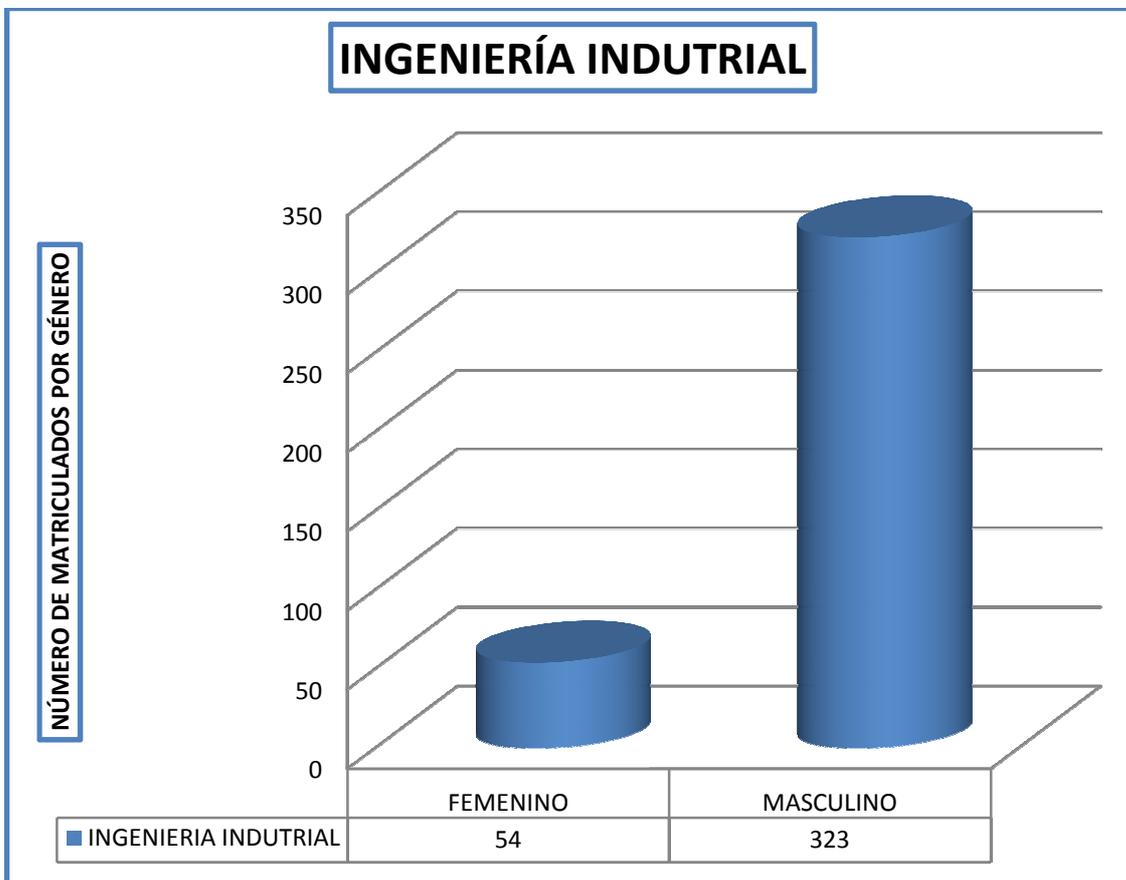


Gráfico 69.- Matriculados por género INDUSTRIAL.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Industrial esta compuesta por 54 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 14% de la población y 323 estudiantes de sexo masculino que representa el 86% de estudiantes.

INGENIERÍA MECÁNICA.

Tabla 101.- Matriculados por género MECÁNICA.

PRIMERO	25	157	
SEGUNDO	4	71	
TERCERO	10	72	
CUARTO	4	50	
QUINTO	10	33	
SEXTO	3	34	
SÉPTIMO	4	29	
OCTAVO	5	27	
NOVENO	1	8	
Total Carrera:	66	481	547

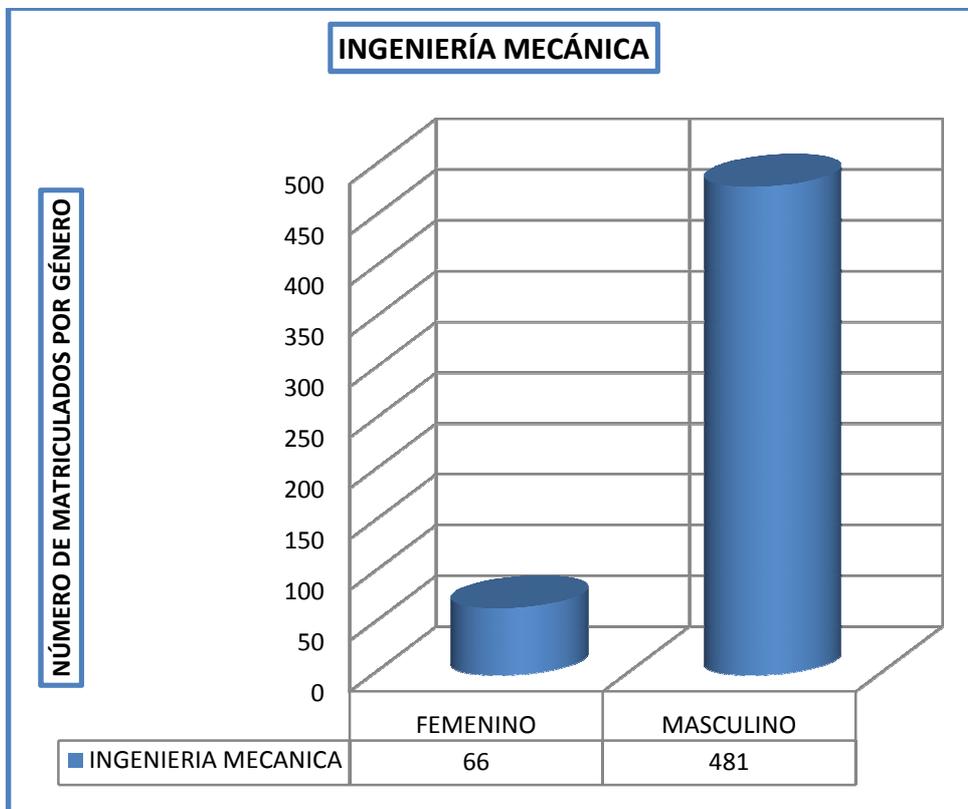


Gráfico 70.- Matriculados por género MECÁNICA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Mecánica esta compuesta por 66 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 12% de la población y 481 estudiantes de sexo masculino que representa el 88% de estudiantes.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN INDUSTRIAL.

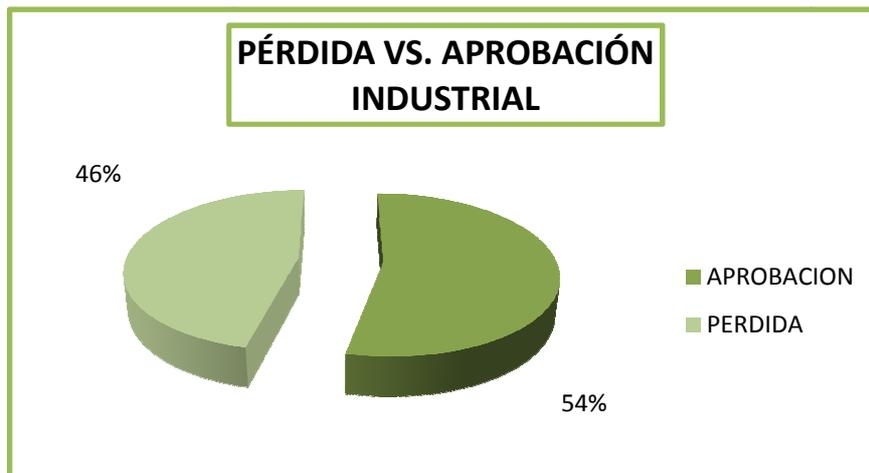


Gráfico 71.- Pérdida vs. Aprobación INDUSTRIAL.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 46%, mientras que la pérdida representa un 54%.

APROBACIÓN POR GÉNERO EN MANTENIMIENTO.

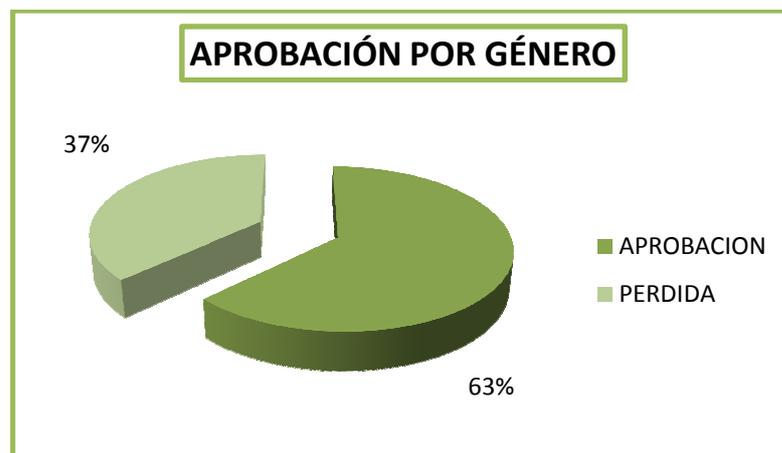


Gráfico 72.- Aprobación por género MATENIMIENTO.

Observamos que en Ing. Mantenimiento el porcentaje de aprobación viene dado por 63% en el sexo masculino y un 37% en el sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN MECÁNICA.

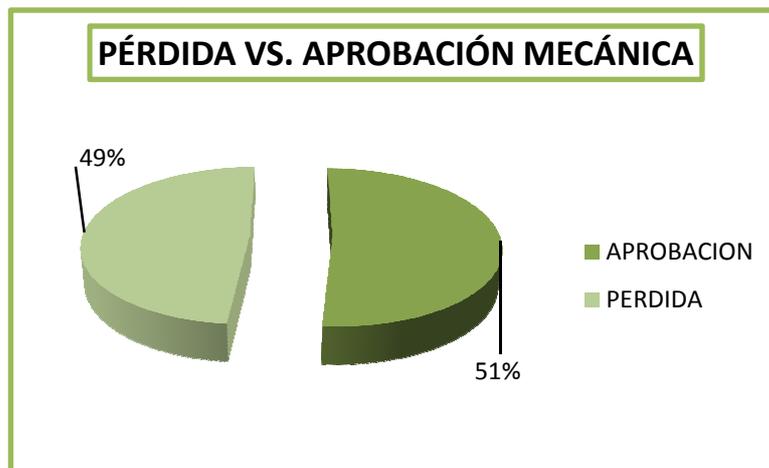


Gráfico 73.- Pérdida vs. Aprobación MECANICA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 51%, mientras que la pérdida representa un 49%.

APROBACIÓN POR GÉNERO EN INDUSTRIAL.

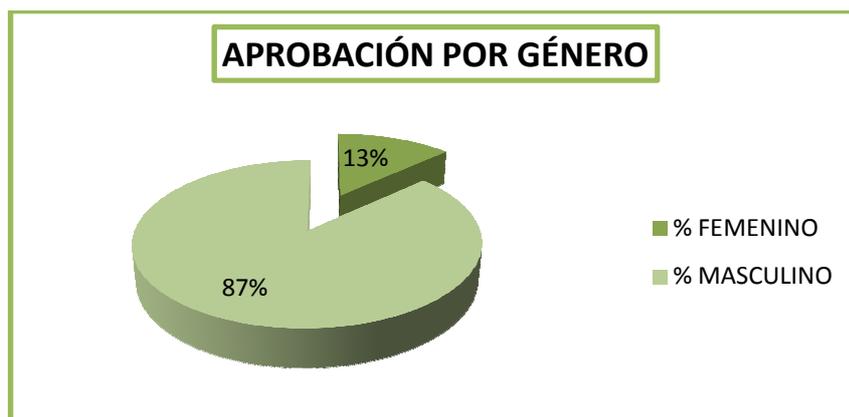


Gráfico 74.- Aprobación por género INDUSTRIAL.

Observamos que en Industrial el porcentaje de aprobación viene dado por 87% en el sexo masculino y un 13% en el sexo femenino.

APROBACIÓN POR GÉNERO MANTENIMIENTO.

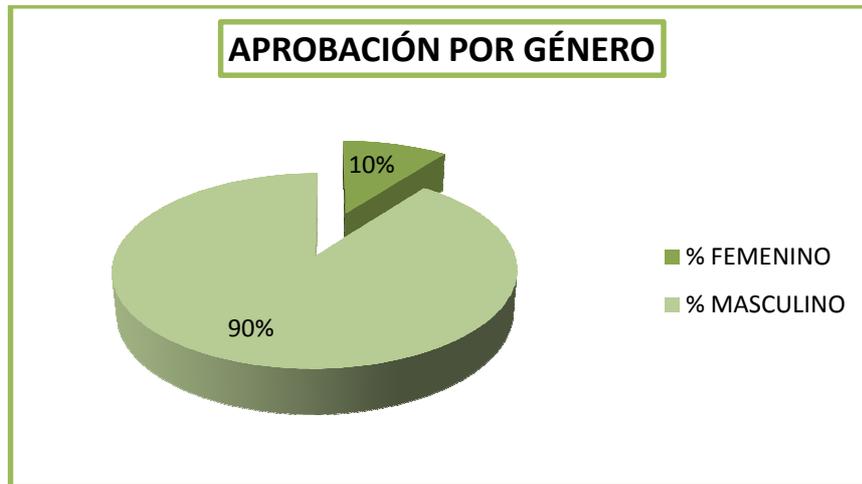


Gráfico 75.- Aprobación por género MANTENIMIENTO.

Observamos que en Mantenimiento el porcentaje de aprobación viene dado por 90% en el sexo masculino y un 10% en el sexo femenino.

3.6 MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES.

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los arribos de estudiantes a la Facultad de Recursos Naturales durante los últimos 21 años a partir del año 1987 hasta el año 2008.

Para realizar este estudio se utilizaron las técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el 2007-2008.

Los datos analizados se han obtenidos de las bases de datos institucional “OASIS” proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, MINITAB Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

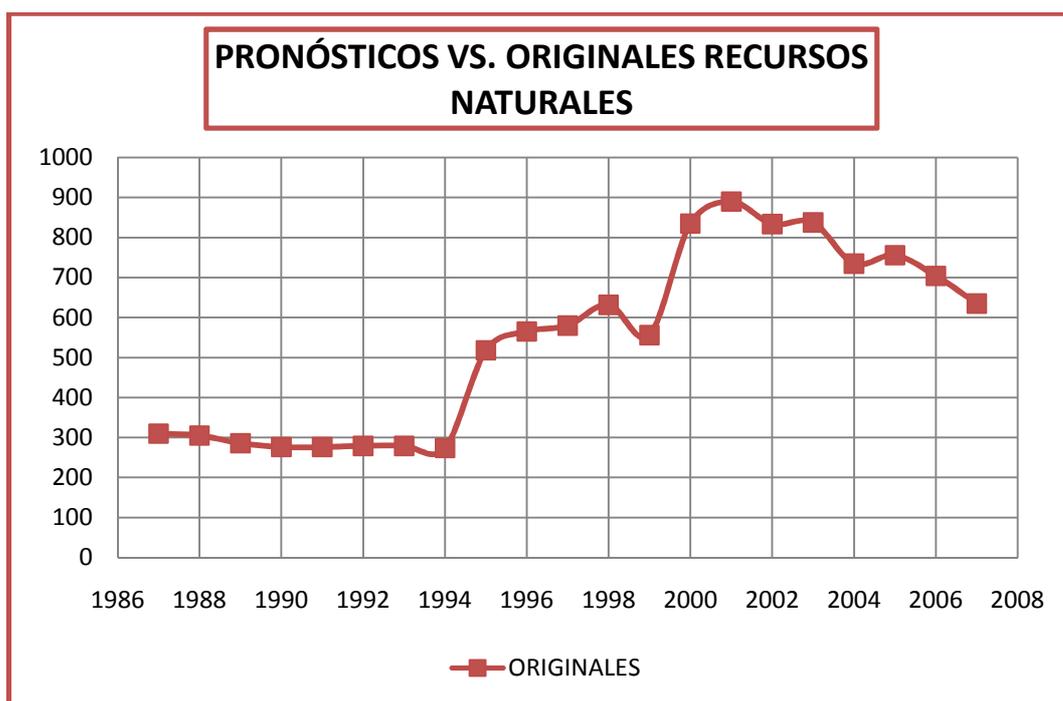
A continuación se muestra un cuadro de contiene estadísticas básicas que corresponden a 21 años desde la creación de esta facultad.

Tabla 102.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes RECURSOS NATURALES.

	Validos	21
	Perdidos	0
Media		541,0952
Mediana		565,0000
Moda		276,00(a)
Desv. Tip.		227,57436
Varianza		51790,090
Rango		616,00
Mínimo		274,00
Máximo		890,00
Suma		11363,00

Podemos observar anualmente, en promedio se tiene 541 estudiantes matriculados en R. Naturales con un mínimo de 274 estudiantes y un máximo de 890 estudiantes en un periodo de 21 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaria Académica y Planificación ESPOCH

Gráfico 76.- Serie temporal de estudiantes matriculado en RECURSOS NATURALES. Periodo 1987 – 2008

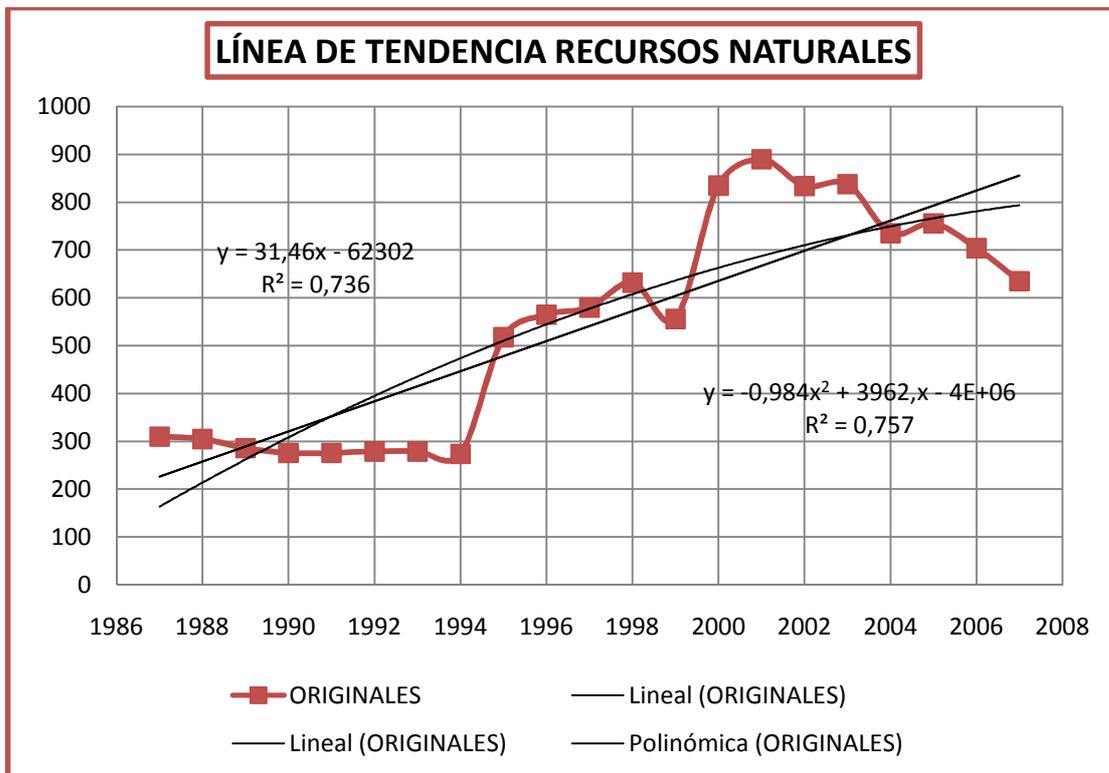
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad, este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 76 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que estos son anuales, por tal motivo se elimina la Estacionalidad y se presenta Ciclicidad.

3.6.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineal y cuadrática.



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 77.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, como se observa el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0.75$.

A continuación estos modelos tanto el lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente a si como el R^2 en los dos casos.

Tabla 103.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

periodos	Y	t	T(t)		Error cuadrado de la recta (Y-Yr)^2	Error cuadrado de la parábola. (Y-Yp)^2
			Recta Yr	Parábola Yp		
Oct. -Marzo 1987-1988	310	1	226,407	164,070	6987,783	21295,573
Oct. -Marzo 1988-1989	305	2	257,876	214,240	2220,685	8237,338
Oct. -Marzo 1989-1990	286	3	289,345	262,442	11,187	554,985
Oct. -Marzo 1990-1991	276	4	320,814	308,675	2008,250	1067,654
Oct. -Marzo 1991-1992	276	5	352,282	352,939	5818,994	5919,683
Oct. -Marzo 1992-1993	279	6	383,751	395,235	10972,804	13510,668
Oct. -Marzo 1993-1994	279	7	415,220	435,563	18555,881	24511,893
Oct. -Marzo 1994-1995	274	8	446,689	473,922	29821,421	39968,611
Oct. -Marzo 1995-1996	518	9	478,158	510,312	1587,415	59,110
Oct. -Marzo 1996-1997	565	10	509,626	544,733	3066,231	410,739
Oct. -Marzo 1997-1998	580	11	541,095	577,186	1513,578	7,917
Oct. -Marzo 1998-1999	632	12	572,564	607,671	3532,628	591,911
Oct. -Marzo 1999-2000	556	13	604,033	636,187	2307,161	6429,898
Oct. -Marzo 2000-2001	835	14	635,502	662,734	39799,558	29675,597
Oct. -Marzo 2001-2002	890	15	666,971	687,313	49742,133	41082,165
Oct. -Marzo 2002-2003	834	16	698,439	709,923	18376,682	15395,159
Oct. -Marzo 2003-2004	838	17	729,908	730,564	11683,837	11542,425
Oct. -Marzo 2004-2005	735	18	761,377	749,237	695,747	202,700
Oct. -Marzo 2005-2006	756	19	792,846	765,942	1357,616	98,837
Oct. -Marzo 2006-2007	704	20	824,315	780,677	14475,620	5879,437
Oct. -Marzo 2007-2008	635	21	855,783	793,445	48745,351	25104,728
suma	11363				273280,5615	251547,0276
promedio	541,095					

Tabla 104.- Coeficientes recta y parábola.

COEFICIENTES	RECTA	PARÁBOLA
C		-0,98428989
B	31,4688228	53,1231147
A	194,938215	111,931148

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de

la parábola y presionamos resolver, así encontramos los coeficientes para poder compararlos con obtenidos en el gráfico.

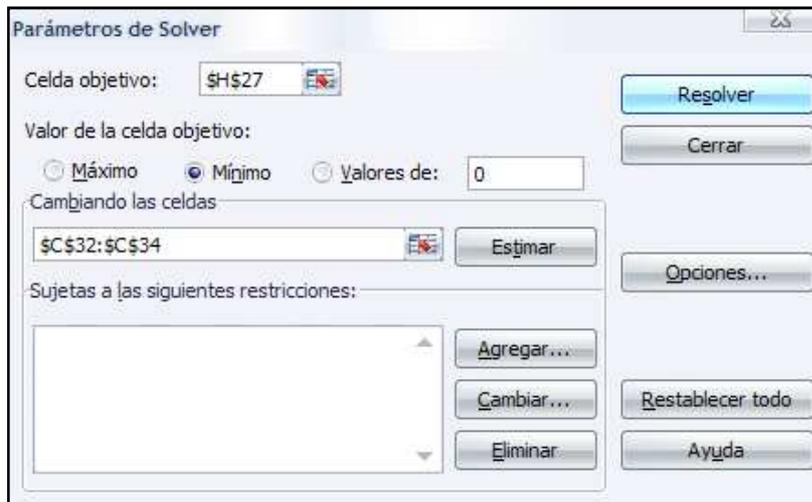


Gráfico 78.- Parámetros de Solver.

Para obtener el valor de R^2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y}_i \right)^2}$$

Tabla 105.- R^2 de la recta y parábola.

R^2 RECTA	R^2 PARÁBOLA
0,7361652	0,757148

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho mas a los datos que el lineal con un 0,757 vs. 0,736 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos

Tabla 106.- Primeros Restos.

			T(t)	Primeros
			Parábola	Restos
periodos	Y	t	Yp	Y1^=Y-Yp^
Oct. -Marzo 1987-1988	310	1	164,070	145,930
Oct. -Marzo 1988-1989	305	2	214,240	90,760
Oct. -Marzo 1989-1990	286	3	262,442	23,558
Oct. -Marzo 1990-1991	276	4	308,675	-32,675
Oct. -Marzo 1991-1992	276	5	352,939	-76,939
Oct. -Marzo 1992-1993	279	6	395,235	-116,235
Oct. -Marzo 1993-1994	279	7	435,563	-156,563
Oct. -Marzo 1994-1995	274	8	473,922	-199,922
Oct. -Marzo 1995-1996	518	9	510,312	7,688
Oct. -Marzo 1996-1997	565	10	544,733	20,267
Oct. -Marzo 1997-1998	580	11	577,186	2,814
Oct. -Marzo 1998-1999	632	12	607,671	24,329
Oct. -Marzo 1999-2000	556	13	636,187	-80,187
Oct. -Marzo 2000-2001	835	14	662,734	172,266
Oct. -Marzo 2001-2002	890	15	687,313	202,687
Oct. -Marzo 2002-2003	834	16	709,923	124,077
Oct. -Marzo 2003-2004	838	17	730,564	107,436
Oct. -Marzo 2004-2005	735	18	749,237	-14,237
Oct. -Marzo 2005-2006	756	19	765,942	-9,942
Oct. -Marzo 2006-2007	704	20	780,677	-76,677
Oct. -Marzo 2007-2008	635	21	793,445	-158,445
suma	11363			-0,010
promedio	541,095			0,000

Observamos que la suma del total de los primeros restos es -0,010 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.6.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros restos para estudiar la Ciclicidad de los datos.



Gráfico 79.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica que existe Ciclicidad en los datos para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de obtener un modelo regresivo aditivo que tomará en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.6.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$
$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Donde A, B,.... Son los coeficientes y a, b,.... son los argumentos como en la gráfica observamos que existen subidas y bajadas es recomendable utilizar las funciones trigonométricas seno y coseno para un mejor ajuste en el pronóstico.

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo, con un $R^2 = 0,94015$ nos indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicará en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 111,93 + 53,12 * t - 0,98 * t^2$$

$$C(t) = 39,55 * \text{COS}\left(\frac{45,67 * t}{21}\right) + 88,26 * \text{SEN}\left(\frac{-89,18 * t}{21}\right) + 53,43 * \text{COS}\left(\frac{12,07 * t}{21}\right) -$$

$$71,23 * \text{SEN}\left(\frac{42,68 * t}{21}\right) + 120,86 * \text{COS}\left(\frac{8,78 * t}{21}\right) + 382,15 * \text{SEN}\left(\frac{12,16 * t}{21}\right) +$$

$$19,05 * \text{COS}\left(\frac{-24,24 * t}{21}\right) + 3,72 * \text{SEN}\left(\frac{-1645,48 * t}{21}\right) + 7,46 * \text{COS}\left(\frac{-29,62 * t}{21}\right) -$$

$$2068,47 * \text{SEN}\left(\frac{-30,91 * t}{21}\right) - 79,31 * \text{COS}\left(\frac{-21,76 * t}{21}\right) + 2041,65 * \text{SEN}\left(\frac{-30,95 * t}{21}\right) +$$

$$38,31 * \text{COS}\left(\frac{22,61 * t}{21}\right) + 395,50 * \text{SEN}\left(\frac{-12,37 * t}{21}\right)$$

$$\hat{Y} = \left(111,93 + 53,12 * t - 0,98 * t^2 \right) + \left(\begin{array}{l} 39,55 * \text{COS}\left(\frac{45,67 * t}{21}\right) + 88,26 * \text{SEN}\left(\frac{-89,18 * t}{21}\right) + \\ 53,43 * \text{COS}\left(\frac{12,07 * t}{21}\right) - 71,23 * \text{SEN}\left(\frac{42,68 * t}{21}\right) + \\ 120,86 * \text{COS}\left(\frac{8,78 * t}{21}\right) + 382,15 * \text{SEN}\left(\frac{12,16 * t}{21}\right) + \\ 19,05 * \text{COS}\left(\frac{-24,24 * t}{21}\right) + 3,72 * \text{SEN}\left(\frac{-1645,48 * t}{21}\right) + \\ 7,46 * \text{COS}\left(\frac{-29,62 * t}{21}\right) - 2068,47 * \text{SEN}\left(\frac{-30,91 * t}{21}\right) - \\ 79,31 * \text{COS}\left(\frac{-21,76 * t}{21}\right) + 2041,65 * \text{SEN}\left(\frac{-30,95 * t}{21}\right) + \\ 38,31 * \text{COS}\left(\frac{22,61 * t}{21}\right) + 395,50 * \text{SEN}\left(\frac{-12,37 * t}{21}\right) \end{array} \right)$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS

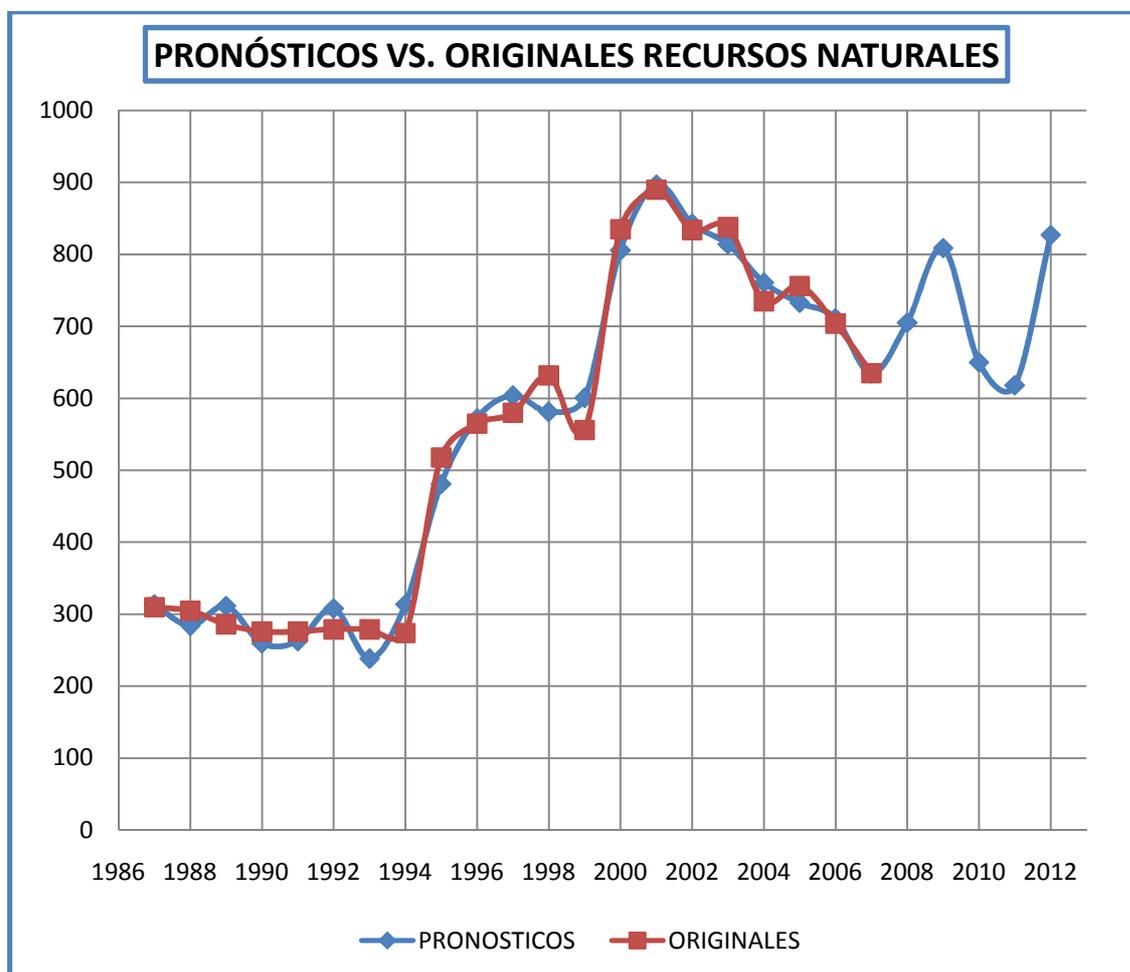


Gráfico 80.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica 80 los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente con los datos originales

Tabla 109.- Pronósticos.

TABLA DE PRONÓSTICOS PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	22	804,243365	-99,0269974	705
2009	23	813,073434	-3,71579036	809
2010	24	819,934924	-169,854598	650
2011	25	824,827834	-206,465941	618

3.6.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

EMC: Error medio cuadrado

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

PME: Porcentaje medio de error

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 110.- Medición del Error en el Pronóstico.

MEDICION DEL ERROR EN EL PRONOSTICO			
ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
3.7335101	13.9390980	0.0120436	-0.0120436
21.0090768	441.3813086	0.0688822	0.0688822
25.7622276	663.6923699	0.0900777	-0.0900777
16.1035317	259.3237347	0.0583461	0.0583461
13.3255994	177.5715993	0.0482812	0.0482812
29.1262347	848.3375465	0.1043951	-0.1043951
40.7107107	1657.3619688	0.1459165	0.1459165
40.0065703	1600.5256663	0.1460094	-0.1460094
37.0067742	1369.5013336	0.0714416	0.0714416
7.4071284	54.8655512	0.0131100	-0.0131100
23.7088259	562.1084243	0.0408773	-0.0408773
50.8778567	2588.5562997	0.0805029	0.0805029
44.5634494	1985.9010189	0.0801501	-0.0801501
29.3799505	863.1814930	0.0351856	0.0351856
7.2390911	52.4044398	0.0081338	-0.0081338
8.3841965	70.2947507	0.0100530	-0.0100530
23.8799698	570.2529590	0.0284964	0.0284964
26.0909241	680.7363191	0.0354979	-0.0354979
23.2257700	539.4363931	0.0307219	0.0307219
7.2969319	53.2452154	0.0103650	-0.0103650
0.3952073	0.1561888	0.0006224	0.0006224
479.233537	15052.77368	1.11910961	0.01768412
DAM	EMC	PEMA	PME
22.8206446	716.7987466	0.05329093	0.0008421
		5.329%	0.084%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{479,23}{21} = 22,82$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{15052,77}{21} = 716,79$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{1,119}{21} = 5,329\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{0,017}{21} = 0,084\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 22 estudiantes. El EMC de 716,79 y el PEMA de 5,329% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel.

Por último un bajo PME de 0,084% indica que la técnica no está significativamente desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Recursos Naturales.

MODELO LINEAL EN EXCEL

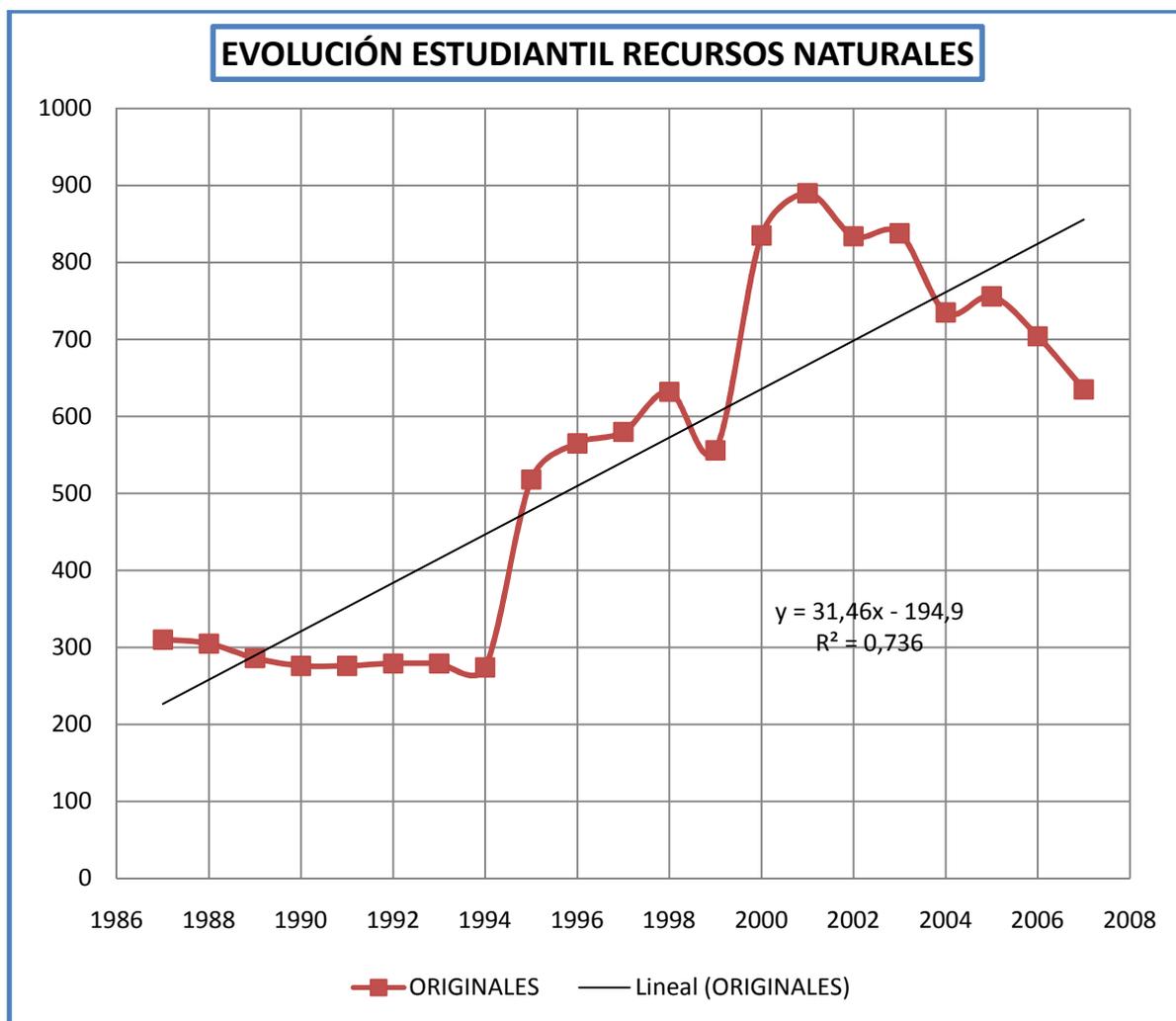


Gráfico 81.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 111.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,8646787
Coefficiente de determinación R ²	0,74766926
R ² ajustado	0,7343887
Error típico	116,564656
Observaciones	21

Tabla 112.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	-194,9	8388,833706	-7,438847999	4,851E-07
Variable X 1	31,46	4,200698619	7,503199308	4,28519E-07

$$X(t) = -194,9 + 31,46 X$$

3.6.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO vs. MODELO EXCEL.

Tabla 113.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción	194,9				
t	31,46				
	Último resto	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO PARA $Y(t)=194,9+31,46t$			
Y^{\wedge}	$Y - Y^{\wedge}$	$ABS(Y-Y^{\wedge})$	$(Y-Y^{\wedge})^2$	$ABS(Y-Y^{\wedge})/Yt$	$(Y - Y^{\wedge})/Yt$
226,36	83,64	83,64	6995,65	0,27	0,27
257,82	47,18	47,18	2225,95	0,15	0,15
289,28	-3,28	3,28	10,76	0,01	-0,01
320,74	-44,74	44,74	2001,67	0,16	-0,16
352,20	-76,20	76,20	5806,44	0,28	-0,28
383,66	-104,66	104,66	10953,72	0,38	-0,38
415,12	-136,12	136,12	18528,65	0,49	-0,49
446,58	-172,58	172,58	29783,86	0,63	-0,63
478,04	39,96	39,96	1596,80	0,08	0,08
509,50	55,50	55,50	3080,25	0,10	0,10
540,96	39,04	39,04	1524,12	0,07	0,07
572,42	59,58	59,58	3549,78	0,09	0,09
603,88	-47,88	47,88	2292,49	0,09	-0,09
635,34	199,66	199,66	39864,12	0,24	0,24
666,80	223,20	223,20	49818,24	0,25	0,25
698,26	135,74	135,74	18425,35	0,16	0,16
729,72	108,28	108,28	11724,56	0,13	0,13
761,18	-26,18	26,18	685,39	0,04	-0,04
792,64	-36,64	36,64	1342,49	0,05	-0,05
824,10	-120,10	120,10	14424,01	0,17	-0,17
855,56	-220,56	220,56	48646,71	0,35	-0,35
		1980,72	273281,01	4,17	-1,09
		DAM	EMC	PEMA	PME
		94,32	13013,38122	0,19876084	-0,05177789
				19,88%	-5,18%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{1980,72}{21} = 94,32$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{273281,01}{21} = 13013,38$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} = \frac{4,17}{21} = 19,88\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right)^2}{n} = \frac{-1,09}{21} = -5,18\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 94 estudiantes. Al comparar el EMC de 13013,38 y el PEMA de 19,88% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 716,79 y el PEMA de 5,33% obtenido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen.

Por último un PME de -5,18% indica que la técnica no esta desviada; ya que su valor no es cercano a cero, la técnica sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Recursos Naturales.

Tabla 114.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	94,32	22,8206446
EMC	13013,3812	716,798747
PEMA	19,88%	5,33%
PME	-5,18%	0,08%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = -194,9 + 31,46 X$$

Con $t = 21$ Valor original **635**

$$X(21) = 856 \quad \text{error} = 221$$

MODELO ADITIVO

Tabla 115.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO			
t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge} = T(t) + E(t)$
21	793,444715	-158,839923	635

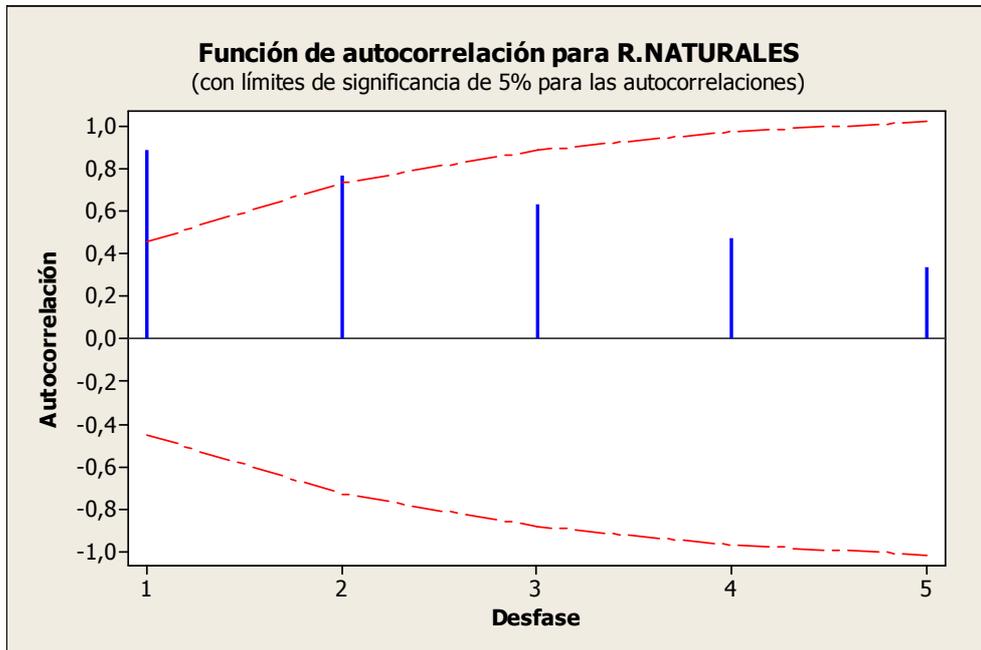
Error = 0

Tabla 116.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

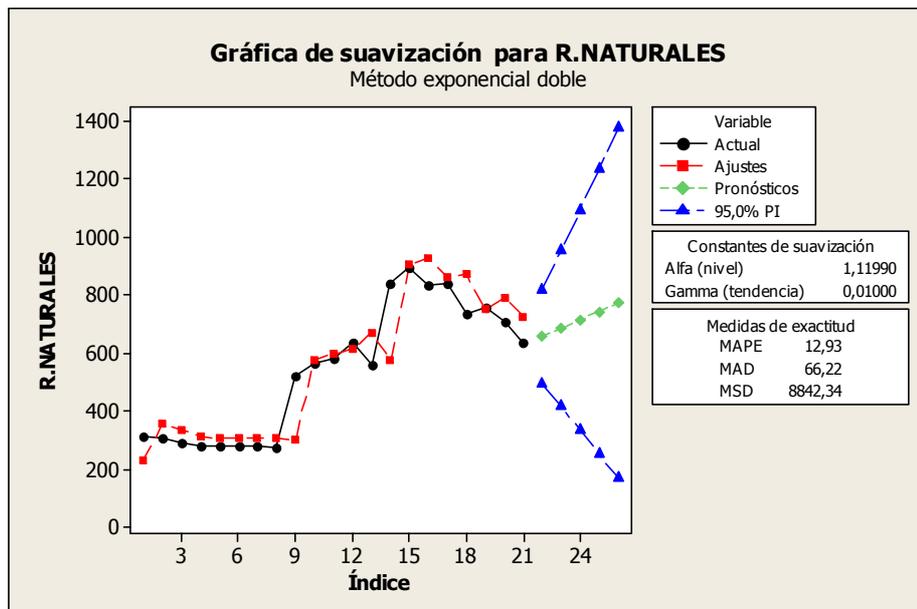
ERROR PORCENTUAL t=21	
MODELO ADITIVO	MODELO LINEAL
0	-221
0,00%	34,73%

Como observamos en la tabla el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 221 estudiantes que representa un 34,73% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 0 estudiantes que representa un 0,00% de error en este modelo, esto nos dice que el pronóstico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

MÉTODO DE HOLT RECURSOS NATURALES



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de R. NATURALES



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 1,11990
Gamma (tendencia) 0,01000

Medidas de exactitud

MAPE 12,93
MAD 66,22
MSD 8842,34

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
22	653,452	491,208	815,70
23	682,585	413,933	951,24
24	711,719	332,642	1090,80
25	740,852	250,037	1231,67
26	769,986	166,849	1373,12

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=1,1199$ y $\beta=0,01$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 12,93%, un DAM (MAD) de 66,62 indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 66 estudiantes, el EMC (MSD) de 8842,34 y el PEMA (12,93%) se comparan con el EMC de 716,79 y el PEMA de 5,32% obtenidos anteriormente se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.6.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL RECURSOS NATURALES.

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \text{ DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Número de estudiantes en el año base

I_n = Número de estudiantes en un año determinado

Tabla 117.-Tasa de crecimiento estudiantil anual RECURSOS NATURALES.

PERIODO	TASA %
1988 - 1989	-1,61%
1989 - 1990	-6,23%
1990 - 1991	-3,50%
1991 - 1992	0,00%
1992 - 1993	1,09%
1993 - 1994	0,00%
1994 - 1995	-1,79%
1995 - 1996	89,05%
1996 - 1997	9,07%
1997 - 1998	2,65%
1998-1999	8,97%
1999-2000	-12,03%
2000-2001	50,18%
2001-2002	6,59%
2002-2003	-6,29%
2003-2004	0,48%
2004-2005	-12,29%
2005-2006	2,86%
2006-2007	-6,88%
2007-2008	-9,80%

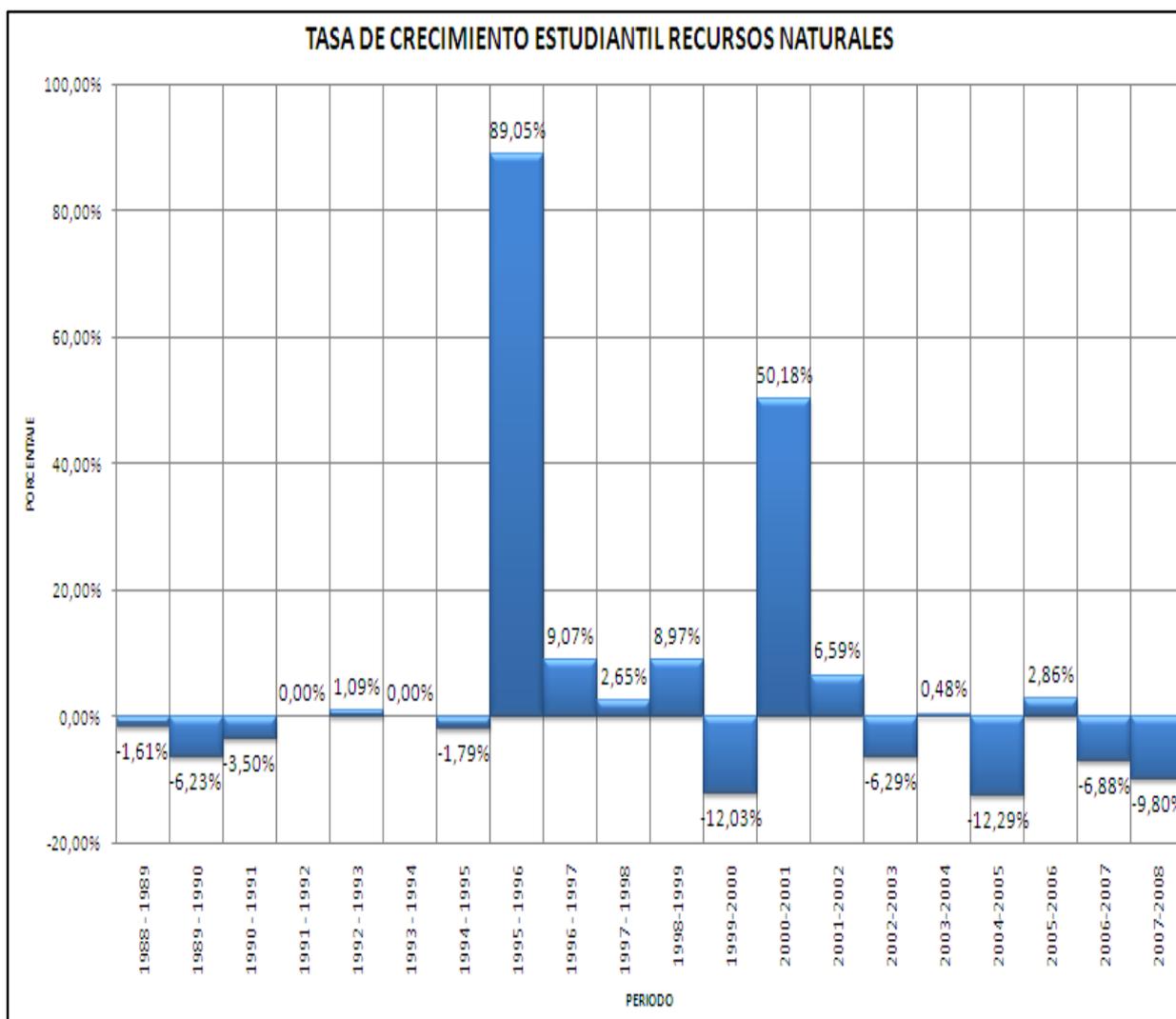


Gráfico 82.- Tasa de crecimiento estudiantil anual RECURSOS NATURALES.

En la presente tabla y gráfico observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1988 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 1995 – 1996 con un incremento estudiantil del 89,05% con respecto al periodo anterior, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un decremento del 2,86%, 2006 – 2007 se ha obtenido un decremento del -6,88%, mientras que en el periodo 2007 – 2008 un decremento de -9,80% en la población estudiantil.

3.6.7 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

EVOLUCIÓN ESTUDIANTIL POR ESCUELAS /R. NATURALES.

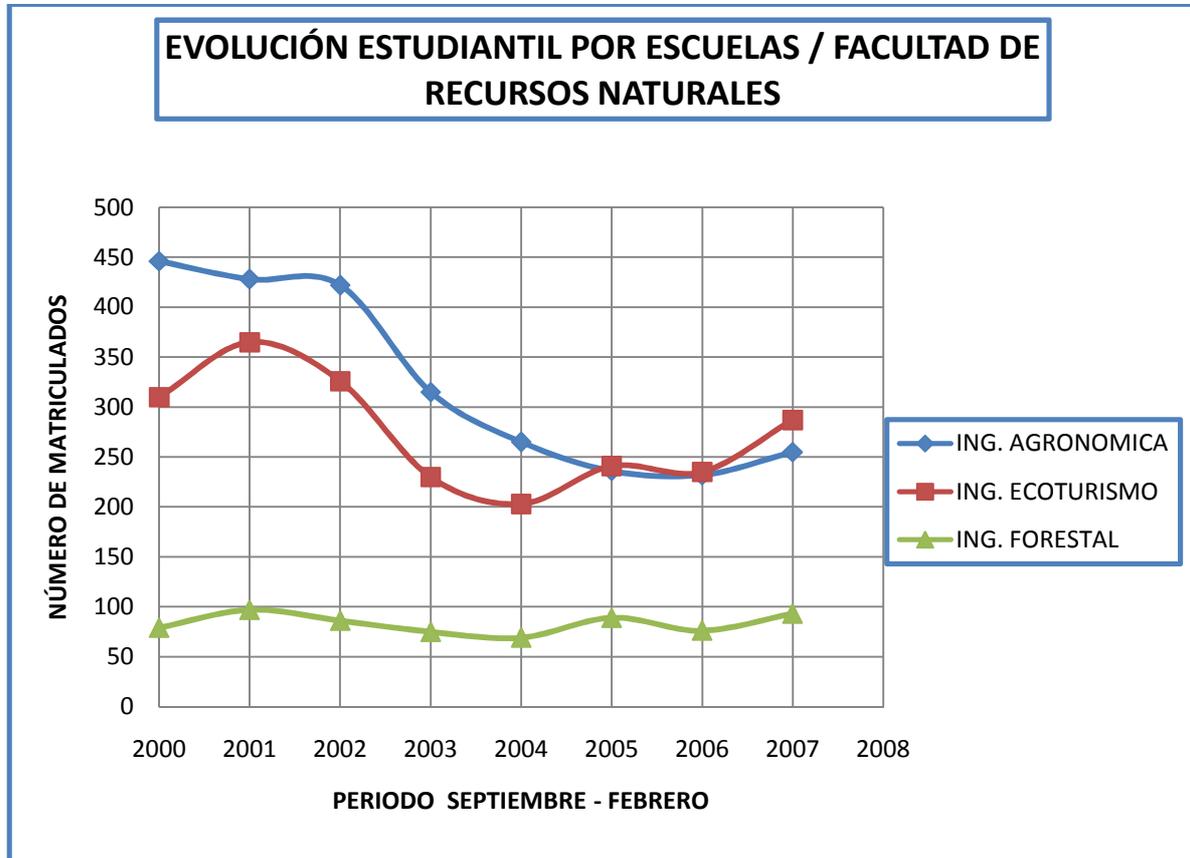


Gráfico 83.- Evolución estudiantil por escuelas / RECURSOS NATURALES.

En Ing. Agronómica la evolución no ha sido tan satisfactoria ya que ha existido un decremento estudiantil de 446 estudiantes en el año 2000, 265 estudiantes en el año 2004 y 255 estudiantes en el año 2007; en Ing. Ecoturismo la evolución va dada por 310 estudiantes en el año 2000, 203 estudiantes en el año 2004 y 287 estudiantes en el año 2007; en Ing. Forestal su evolución estudiantil es constante va desde 79 estudiantes en el año 2000, 69 estudiantes en el año 2004 y 93 estudiantes en el año 2007.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR ESPECIALIDADES.

Tabla 118.- Matriculados por Especialidad RECURSOS NATURALES.

INGENIERÍA AGRONÓMICA	255
INGENIERÍA EN ECOTURISMO	287
INGENIERÍA FORESTAL	93
Total Facultad:	635

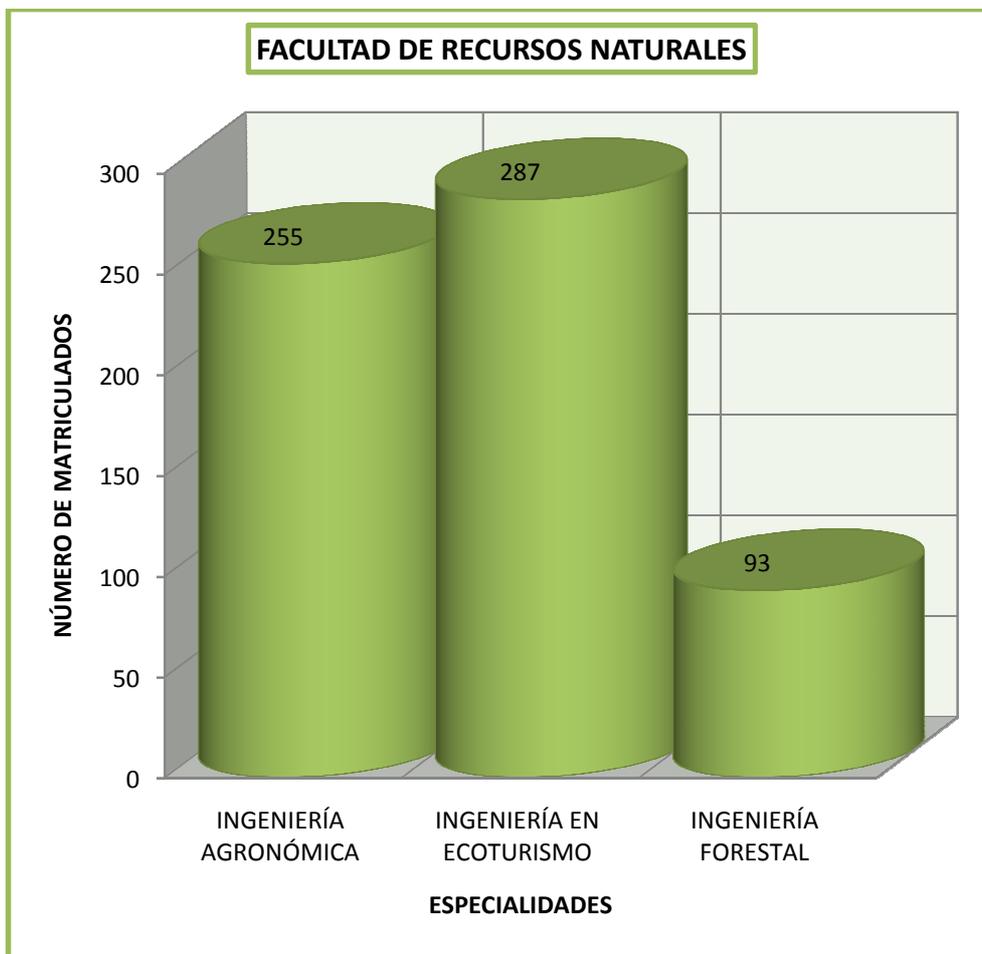


Gráfico 84.- Matriculados por Especialidad RECURSOS NATURALES.

Obsérvese que en la Facultad de Recursos Naturales las especialidades con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 son Ing. En Ecoturismo con 287 alumnos, seguidos de Ing. Agronómica con 255 alumnos y 93 alumnos en Ing. Forestal.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR GÉNERO Y ESPECIALIDAD.

INGENIERÍA AGRONÓMICA.

Tabla 119.- Matriculados por género AGRONÓMICA.

PRIMERO	16	24
DÉCIMO	6	11
UNDÉCIMO	17	27
SEGUNDO	9	25
TERCERO	9	14
CUARTO	4	7
QUINTO	5	11
SEXTO	8	7
SÉPTIMO	9	11
OCTAVO	3	13
NOVENO	8	11
Total Carrera:	94	161

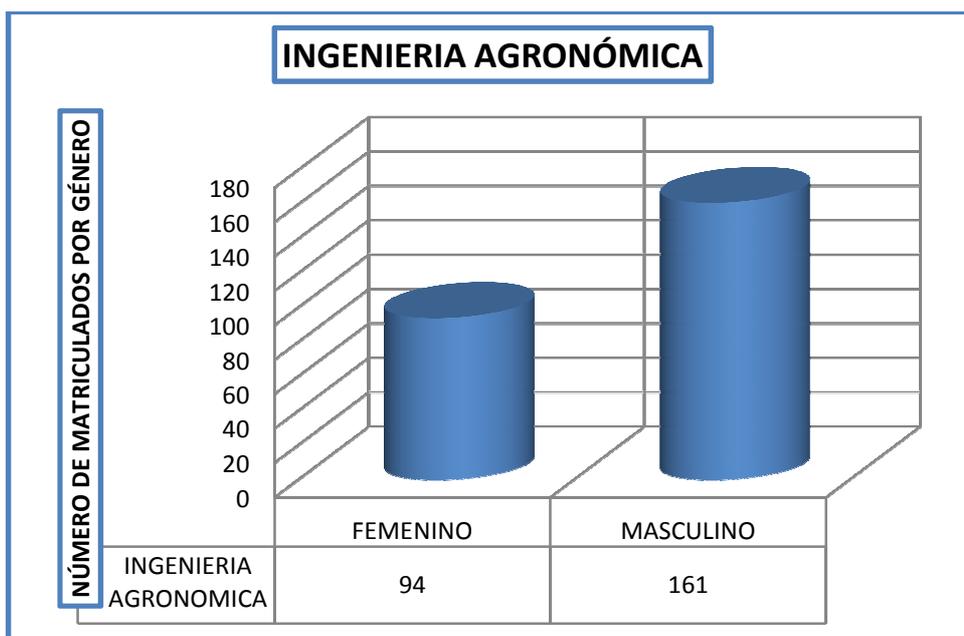


Gráfico 85.- Matriculados por género AGRONOMÍA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Agronómica esta compuesta por 94 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 37% de la población y 161 estudiantes de sexo masculino que representa el 63% de estudiantes.

INGENIERÍA EN ECOTURISMO.

Tabla 120.- Matriculados por género ECOTURISMO.

PRIMERO	53	36	
DÉCIMO	6	4	
SEGUNDO	16	9	
TERCERO	14	13	
CUARTO	17	8	
QUINTO	12	11	
SEXTO	11	7	
SÉPTIMO	15	6	
OCTAVO	21	10	
NOVENO	11	7	
Total Carrera:	176	111	287

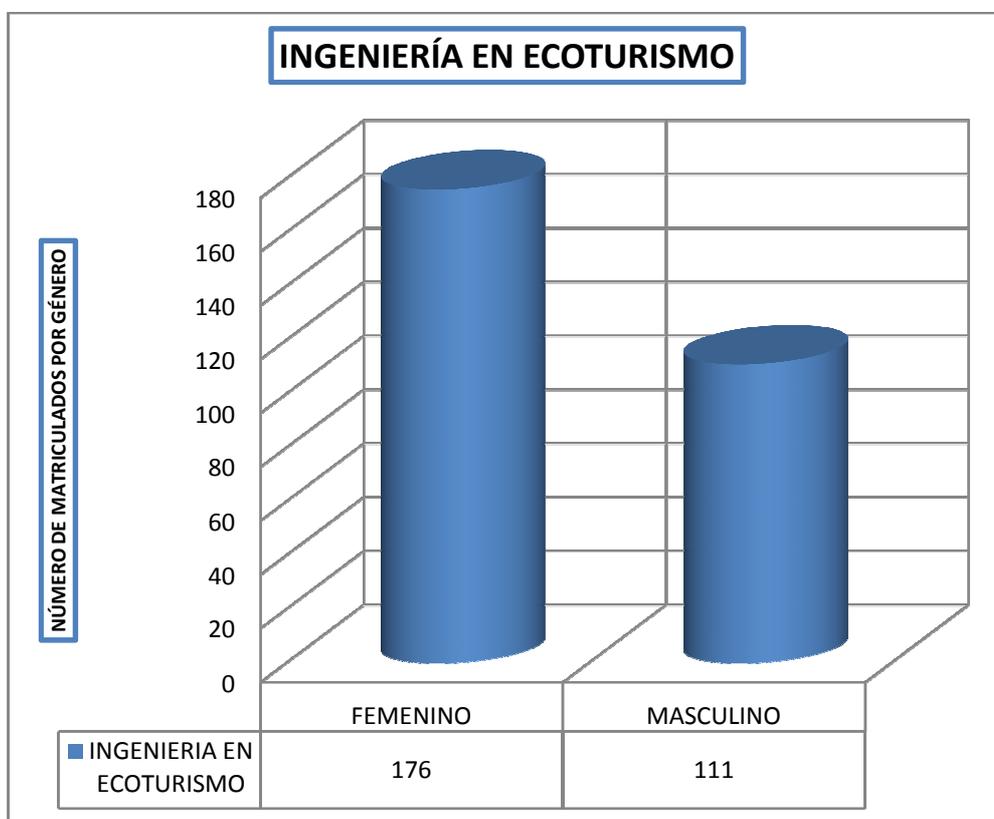


Gráfico 86.- Matriculados por género ECOTURISMO.

Se observa que la población estudiantil en Ing. En Ecoturismo esta compuesta por 176 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 61% de la población y 111 estudiantes de sexo masculino que representa el 39% de estudiantes.

INGENIERÍA FORESTAL.

Tabla 121.- Matriculados por género FORESTAL.

PRIMERO	6	11	
DÉCIMO	2	0	
UNDÉCIMO	3	3	
SEGUNDO	5	9	
TERCERO\	6	7	
CUARTO	1	2	
QUINTO	1	8	
SEXTO	2	4	
SÉPTIMO	4	9	
OCTAVO	3	3	
NOVENO	4	0	
Total Carrera:	37	56	93

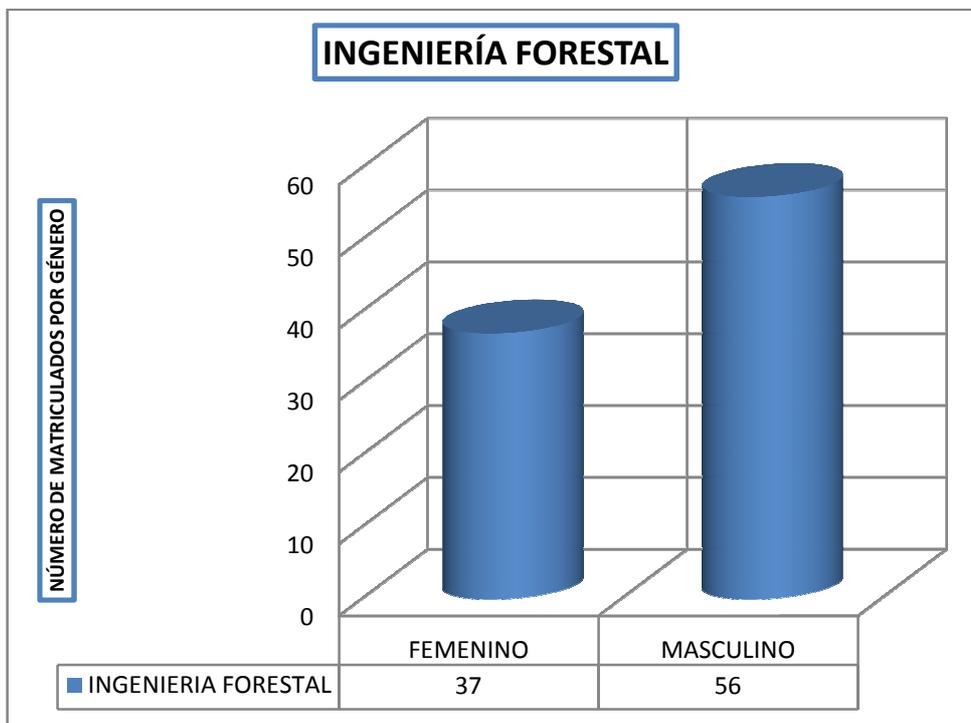


Gráfico 87.- Matriculados por género FORESTAL.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Forestal esta compuesta por 37 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 40% de la población y 56 estudiantes de sexo masculino que representa el 60% de estudiantes.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN ING. AGRONÓMICA.

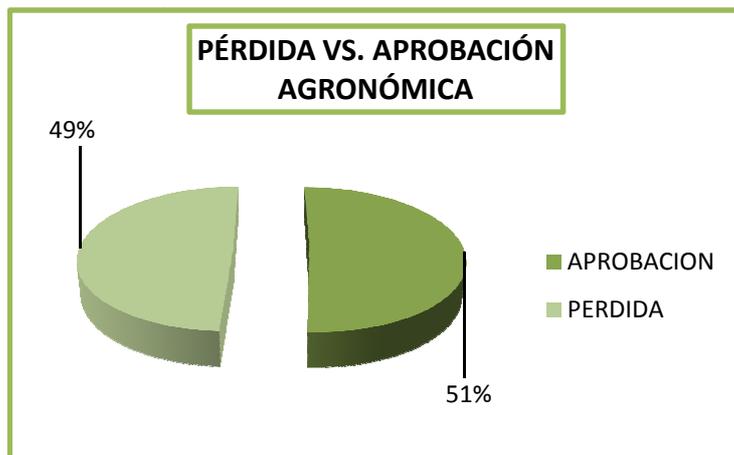


Gráfico 88.- Pérdida vs. Aprobación AGRONÓMICA.

La gráfica 88 nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 51%, mientras que la pérdida representa un 49%.

APROBACIÓN POR GÉNERO EN AGRONÓMICA.

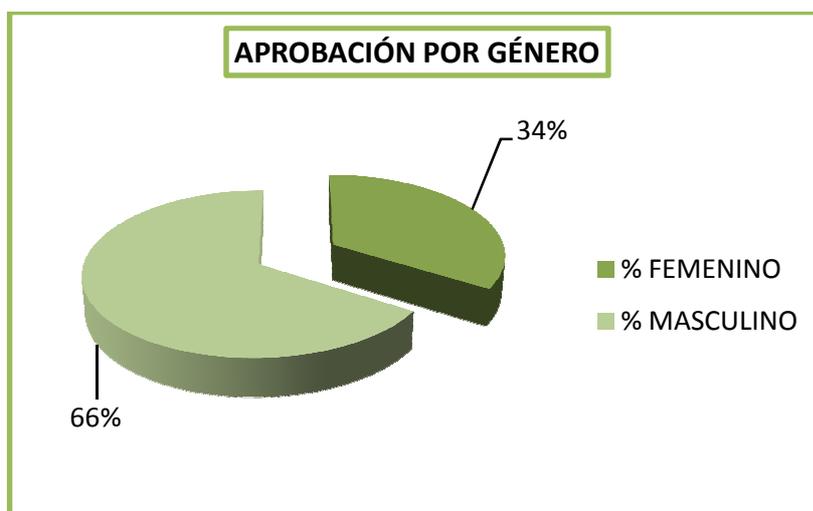


Gráfico 89.- Aprobación por género AGRONÓMICA.

Observamos que en Ing. Agronómica el porcentaje de aprobación viene dado por 66% en el sexo masculino y un 34% en el sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN ING. ECOTURISMO.

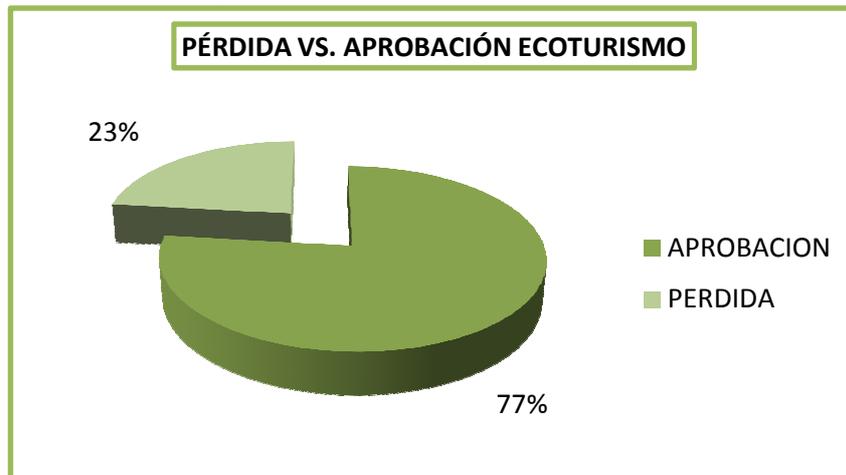


Gráfico 90.- Pérdida vs. Aprobación ECOTURISMO.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 77%, mientras que la pérdida representa un 23%.

APROBACIÓN POR GÉNERO ING. AGRONÓMICA.

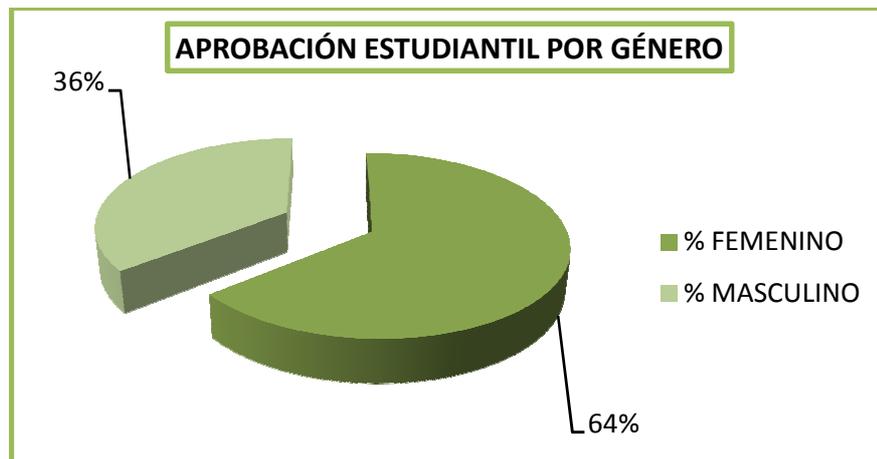


Gráfico 91.- Aprobación por género AGRONÓMICA.

Observamos que en Ing. Agronómica el porcentaje de aprobación viene dado por 64% en el sexo masculino y un 36% sexo femenino.

3.7 MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE SALUD PÚBLICA.

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la Facultad de Salud Pública durante los últimos 21 años a partir del año 1987 hasta el año 2008.

Para realizar el estudio se utilizó técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el período 1987 – 2008.

Los datos analizados se han obtenido de la base de datos institucional “OASIS” proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, MINITAB Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

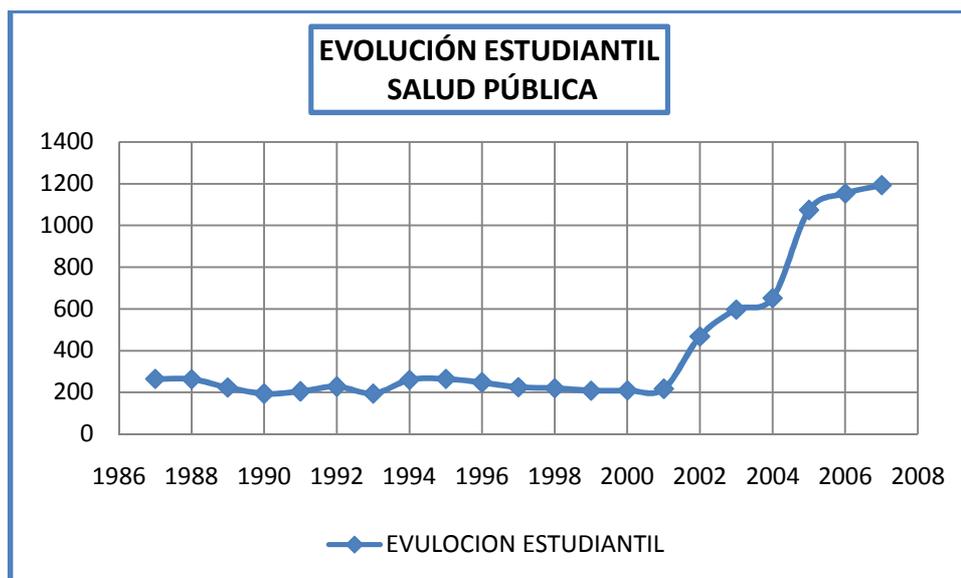
A continuación se muestra un cuadro de contiene estadísticas básicas que corresponden a 21 años desde la creación de esta facultad.

Tabla 122.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes SALUD PÚBLICA.

N	Validos	21
	Perdidos	0
Media		407,1905
Mediana		247,0000
Moda		264,00
Desv. Tip.		332,24217
Varianza		110384,862
Rango		1000,00
Mínimo		193,00
Máximo		1193,00
Suma		8551,00

Podemos observar anualmente, en promedio se tiene 407 estudiantes matriculados en Salud Pública. Con un mínimo de 193 estudiantes y un máximo de 1193 estudiantes en un periodo de 21 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Serie temporal de estudiantes matriculados en la ESPOCH. Periodo 1987 – 2008

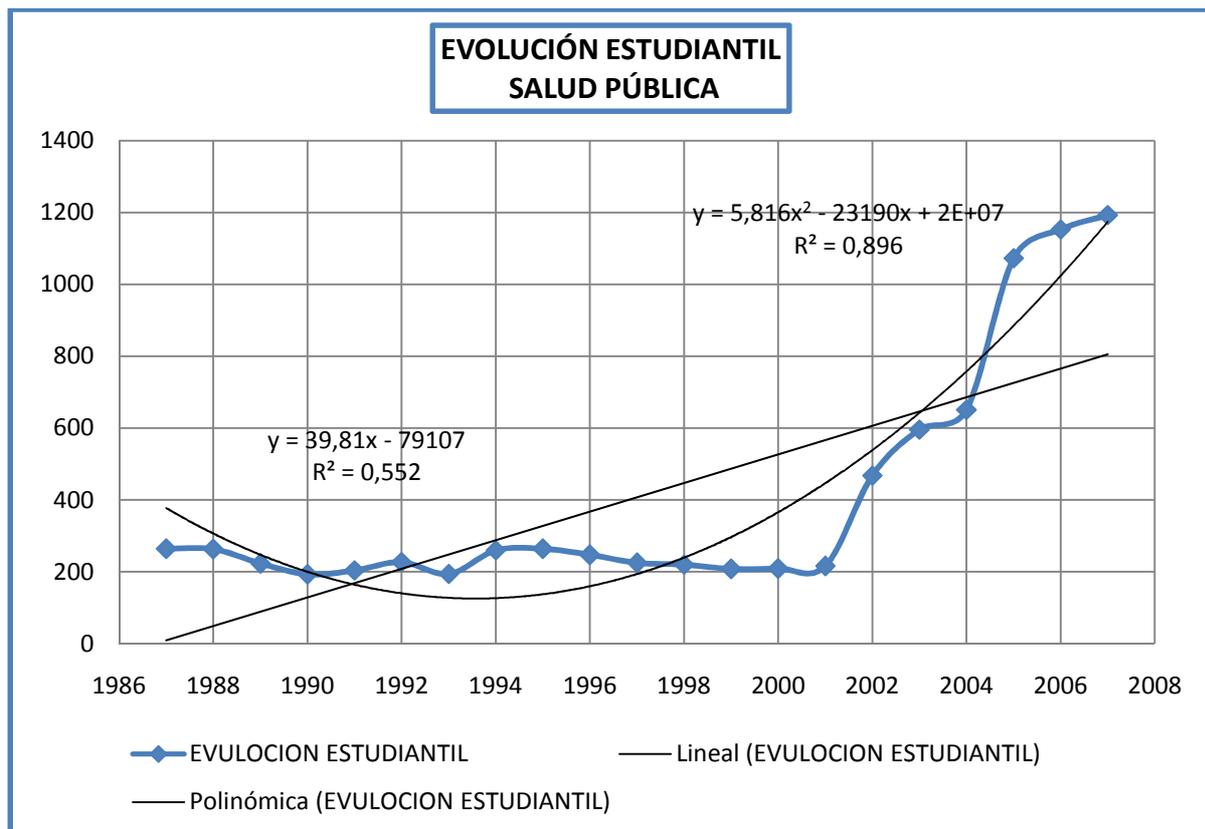
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad, este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 96 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que los analizados son anuales, por tal motivo se elimina la Estacionalidad y se presenta Ciclicidad.

3.7.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineal y cuadrática.



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 92.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola, observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, como se observa el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0,896$.

A continuación estos modelos tanto el lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente así como el R^2 en los dos casos.

Tabla 123.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

PERIODO	Y	t	T(t)		Error cuadrado de la recta (Y-Yr)^2	Error cuadrado de la parábola. (Y-Yp)^2
			Recta Yr	Parábola Yp		
Oct. -Marzo 1987-1988	264	1	9,02	377,37	65013,94	12853,74
Oct. -Marzo 1988-1989	263	2	48,84	306,69	45865,12	1908,43
Oct. -Marzo 1989-1990	223	3	88,66	247,63	18048,46	606,59
Oct. -Marzo 1990-1991	193	4	128,47	200,20	4163,82	51,91
Oct. -Marzo 1991-1992	204	5	168,29	164,41	1275,26	1567,18
Oct. -Marzo 1992-1993	227	6	208,11	140,25	356,98	7525,16
Oct. -Marzo 1993-1994	194	7	247,92	127,72	2907,69	4392,46
Oct. -Marzo 1994-1995	260	8	287,74	126,83	769,50	17734,62
Oct. -Marzo 1995-1996	264	9	327,56	137,57	4039,46	15985,80
Oct. -Marzo 1996-1997	247	10	367,37	159,93	14489,81	7580,56
Oct. -Marzo 1997-1998	225	11	407,19	193,93	33193,37	965,08
Oct. -Marzo 1998-1999	220	12	447,01	239,57	51532,34	382,88
Oct. -Marzo 1999-2000	208	13	486,82	296,83	77742,96	7891,17
Oct. -Marzo 2000-2001	209	14	526,64	365,73	100895,88	24564,13
Oct. -Marzo 2001-2002	216	15	566,46	446,26	122820,81	53019,14
Oct. -Marzo 2002-2003	468	16	606,27	538,42	19119,94	4959,03
Oct. -Marzo 2003-2004	596	17	646,09	642,21	2509,18	2135,74
Oct. -Marzo 2004-2005	651	18	685,91	757,64	1218,61	11372,08
Oct. -Marzo 2005-2006	1073	19	725,73	884,70	120599,56	35457,64
Oct. -Marzo 2006-2007	1153	20	765,54	1023,39	150123,39	16799,22
Oct. -Marzo 2007-2008	1193	21	805,36	1173,71	150265,33	372,08
suma	8551				986951,42	228124,65
promedio	407,190					

Tabla 124.- Coeficientes recta y parábola.

COEFICIENTES	RECTA	PARÁBOLA
c		5,81608115
b	39,8168795	-88,1369748
a	-30,795187	459,695225

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de la parábola y presionamos resolver, así encontramos los coeficientes para poder compararlos con obtenidos en el gráfico.

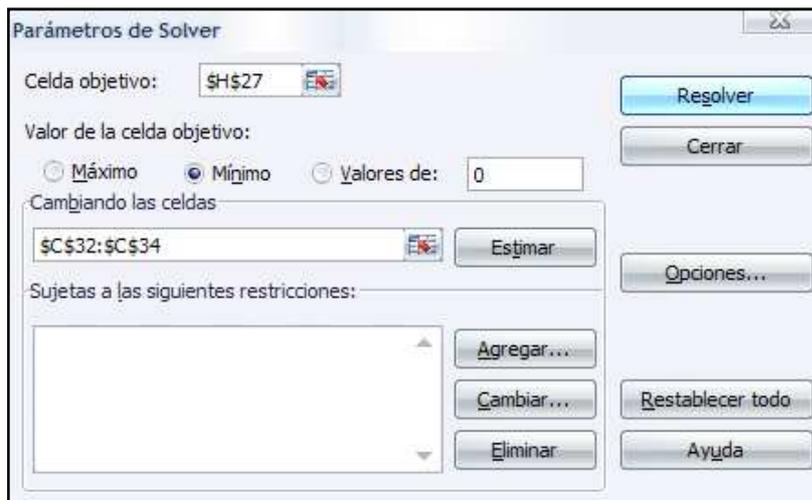


Gráfico 93.- Parámetros de Solver.

Para obtener el valor de R^2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y}_i \right)^2}$$

Tabla 125.- R^2 de la recta y parábola.

R^2 RECTA	R^2 PARÁBOLA
0,55294983	0,896669

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho mas a los datos que el lineal con un 0.896 vs. 0.552 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos.

Tabla 126.- Primeros Restos.

			T(t)	Primeros
			Parábola	Restos
PERIODO	Y	T	Yp	Y1^=Y-Yp^
Oct. -Marzo 1987-1988	264	1	377,37	-113,374
Oct. -Marzo 1988-1989	263	2	306,69	-43,686
Oct. -Marzo 1989-1990	223	3	247,63	-24,629
Oct. -Marzo 1990-1991	193	4	200,20	-7,205
Oct. -Marzo 1991-1992	204	5	164,41	39,588
Oct. -Marzo 1992-1993	227	6	140,25	86,748
Oct. -Marzo 1993-1994	194	7	127,72	66,276
Oct. -Marzo 1994-1995	260	8	126,83	133,171
Oct. -Marzo 1995-1996	264	9	137,57	126,435
Oct. -Marzo 1996-1997	247	10	159,93	87,066
Oct. -Marzo 1997-1998	225	11	193,93	31,066
Oct. -Marzo 1998-1999	220	12	239,57	-19,567
Oct. -Marzo 1999-2000	208	13	296,83	-88,832
Oct. -Marzo 2000-2001	209	14	365,73	-156,729
Oct. -Marzo 2001-2002	216	15	446,26	-230,259
Oct. -Marzo 2002-2003	468	16	538,42	-70,420
Oct. -Marzo 2003-2004	596	17	642,21	-46,214
Oct. -Marzo 2004-2005	651	18	757,64	-106,640
Oct. -Marzo 2005-2006	1073	19	884,70	188,302
Oct. -Marzo 2006-2007	1153	20	1023,39	129,612
Oct. -Marzo 2007-2008	1193	21	1173,71	19,289
suma	8551			-0,003
promedio	407,190			0,000

Observamos que la suma del total de los primeros restos es -0.003 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.7.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros restos para estudiar la Ciclicidad de los datos

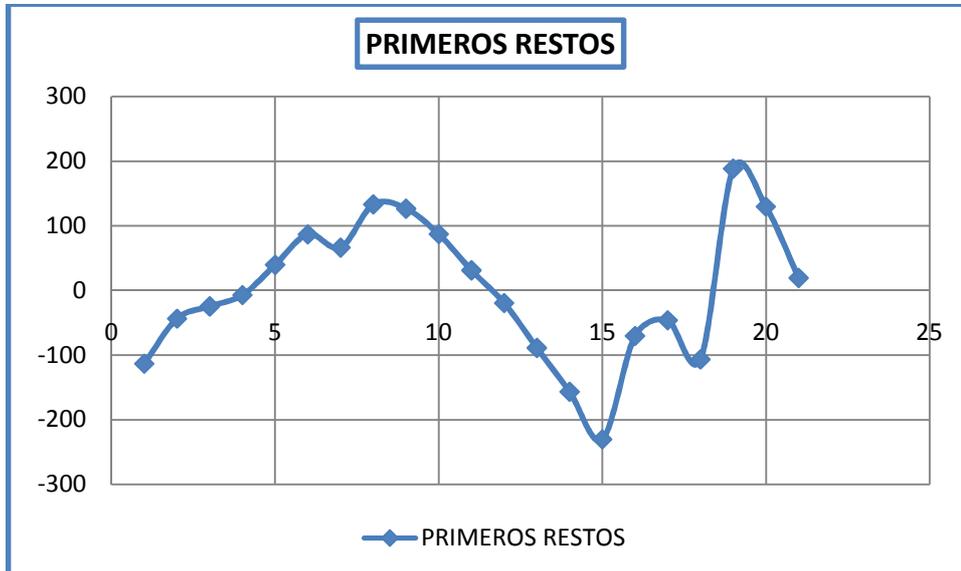


Gráfico 94.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica 95 que existe Ciclicidad en los datos, para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de Obtener un modelo regresivo aditivo que tomará en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.7.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$
$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo, con un $R^2 = 0,9966$ nos indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicará en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 459,69 - 88,13*t + 5,81*t^2$$

$$C(t) = 92,30*\cos\left(\frac{44,73*t}{21}\right) + 157,50*\sin\left(\frac{-88,79*t}{21}\right) - 130,29*\cos\left(\frac{10,77*t}{21}\right) - 107,55*\sin\left(\frac{45,13*t}{21}\right) - 28,71*\cos\left(\frac{9,78*t}{21}\right) + 294,39*\sin\left(\frac{11,94*t}{21}\right) - 35,70*\cos\left(\frac{-25,66*t}{21}\right) + 12,50*\sin\left(\frac{-1645,12*t}{21}\right) - 107,05*\cos\left(\frac{-35,55*t}{21}\right) - 2073,20*\sin\left(\frac{-36,23*t}{21}\right) - 42,41*\cos\left(\frac{-19,72*t}{21}\right) + 1998,75*\sin\left(\frac{-36,16*t}{21}\right) - 30,23*\cos\left(\frac{30,28*t}{21}\right) + 346,05*\sin\left(\frac{-11,15*t}{21}\right)$$

$$\hat{Y} = \left(459,69 - 88,13*t + 5,81*t^2 \right) + \left(92,30*\cos\left(\frac{44,73*t}{21}\right) + 157,50*\sin\left(\frac{-88,79*t}{21}\right) - 130,29*\cos\left(\frac{10,77*t}{21}\right) - 107,55*\sin\left(\frac{45,13*t}{21}\right) - 28,71*\cos\left(\frac{9,78*t}{21}\right) + 294,39*\sin\left(\frac{11,94*t}{21}\right) - 35,70*\cos\left(\frac{-25,66*t}{21}\right) + 12,50*\sin\left(\frac{-1645,12*t}{21}\right) - 107,05*\cos\left(\frac{-35,55*t}{21}\right) - 2073,20*\sin\left(\frac{-36,23*t}{21}\right) - 42,41*\cos\left(\frac{-19,72*t}{21}\right) + 1998,75*\sin\left(\frac{-36,16*t}{21}\right) - 30,23*\cos\left(\frac{30,28*t}{21}\right) + 346,05*\sin\left(\frac{-11,15*t}{21}\right) \right)$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS

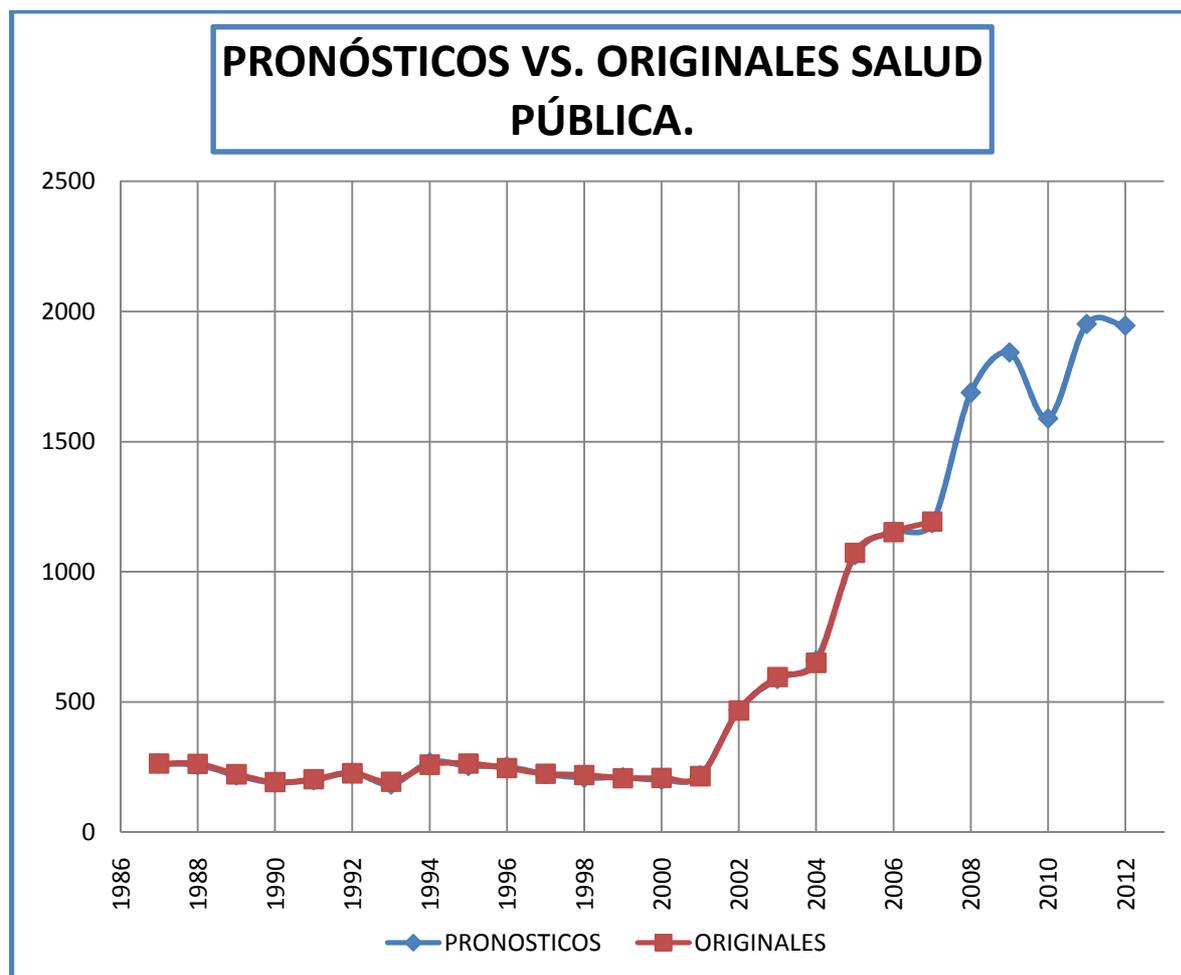


Gráfico 95.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente con los datos originales

Tabla 129.- Pronósticos.

TABLA DE PRONÓSTICOS PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	22	1335,66506	352,550858	1688
2009	23	1509,25173	333,56344	1843
2010	24	1694,47057	-105,872078	1589
2011	25	1891,32157	60,2531325	1952

3.7.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

EMC: Error medio cuadrado

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

PME: Porcentaje medio de error

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 130.- Medición del Error en el Pronóstico.

MEDICION DEL ERROR EN ELPRONOSTICO			
ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
0,0725967	0,0052703	0,0002750	0,0002750
4,6448641	21,5747622	0,0176611	0,0176611
3,8399597	14,7452907	0,0172196	0,0172196
2,0432173	4,1747371	0,0105866	0,0105866
2,9327296	8,6009027	0,0143761	0,0143761
2,6584674	7,0674491	0,0117113	-0,0117113
10,5816741	111,9718276	0,0545447	0,0545447
8,9601069	80,2835159	0,0344619	-0,0344619
9,1206418	83,1861063	0,0345479	0,0345479
4,2972864	18,4666703	0,0173979	-0,0173979
1,2407237	1,5393954	0,0055143	0,0055143
10,3365108	106,8434564	0,0469841	0,0469841
3,7212680	13,8478353	0,0178907	-0,0178907
7,2686594	52,8334093	0,0347783	0,0347783
1,2253572	1,5015003	0,0056730	-0,0056730
1,5120853	2,2864019	0,0032310	-0,0032310
7,2721719	52,8844848	0,0122016	0,0122016
9,0004141	81,0074541	0,0138255	-0,0138255
8,6834597	75,4024716	0,0080927	0,0080927
2,0489908	4,1983635	0,0017771	-0,0017771
5,6981806	32,4692621	0,0047763	0,0047763
107,1593656	774,8905667	0,367526781	0,155589962
DAM	EMC	PEMA	PME
5,102826935	36,8995508	0,017501275	0,007409046
		1,750%	0,741%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{107,15}{21} = 5,10$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{774,89}{21} = 36,89$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,367}{21} = 1,750\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{0,155}{21} = 0,741\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 5 estudiantes. El EMC de 36,89 y el PEMA de 1,75% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel.

Por último un bajo PME de 0,741% indica que la técnica no está significativamente desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Salud Pública.

MODELO LINEAL EN EXCEL

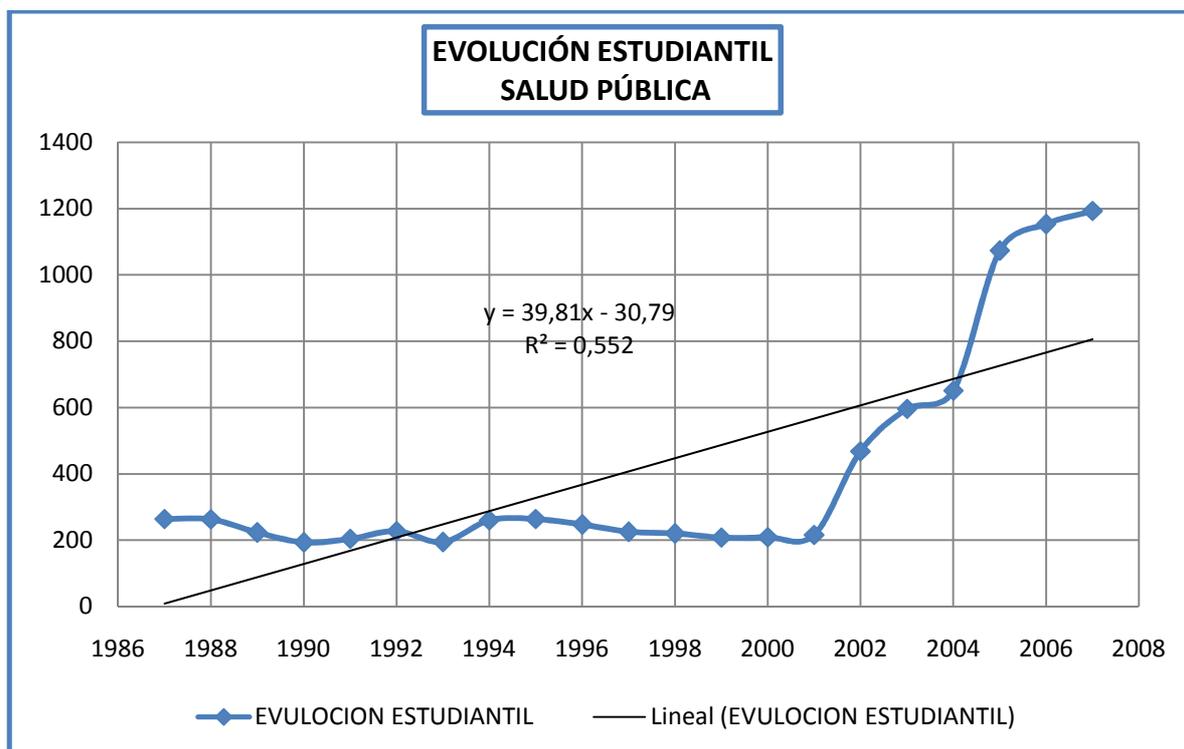


Gráfico 96.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 131.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,743605966
Coefficiente de determinación R ²	0,552949833
R ² ajustado	0,529420877
Error típico	227,9140441
Observaciones	21

Tabla 132.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	-30,7952381	103,132529	-0,29859869	0,768487433
Variable X 1	39,81688312	8,213452025	4,84776474	0,000111796

$$X(t) = -30,79 + 39,81 X$$

3.7.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO vs. MODELO EXCEL.

Tabla 133.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción	-30,79				
t	39,81				
	Último resto	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO PARA $Y(t) = -30,79 + 39,81t$			
Y^{\wedge}	$Y - Y^{\wedge}$	ABS($Y - Y^{\wedge}$)	$(Y - Y^{\wedge})^2$	ABS($Y - Y^{\wedge}$)/ Y_t	$(Y - Y^{\wedge})/Y_t$
9,02	254,98	254,98	65014,80	0,97	0,97
48,83	214,17	214,17	45868,79	0,81	0,81
88,64	134,36	134,36	18052,61	0,60	0,60
128,45	64,55	64,55	4166,70	0,33	0,33
168,26	35,74	35,74	1277,35	0,18	0,18
208,07	18,93	18,93	358,34	0,08	0,08
247,88	-53,88	53,88	2903,05	0,28	-0,28
287,69	-27,69	27,69	766,74	0,11	-0,11
327,50	-63,50	63,50	4032,25	0,24	-0,24
367,31	-120,31	120,31	14474,50	0,49	-0,49
407,12	-182,12	182,12	33167,69	0,81	-0,81
446,93	-226,93	226,93	51497,22	1,03	-1,03
486,74	-278,74	278,74	77695,99	1,34	-1,34
526,55	-317,55	317,55	100838,00	1,52	-1,52
566,36	-350,36	350,36	122752,13	1,62	-1,62
606,17	-138,17	138,17	19090,95	0,30	-0,30
645,98	-49,98	49,98	2498,00	0,08	-0,08
685,79	-34,79	34,79	1210,34	0,05	-0,05
725,60	347,40	347,40	120686,76	0,32	0,32
765,41	387,59	387,59	150226,01	0,34	0,34
805,22	387,78	387,78	150373,33	0,33	0,33
		3689,52	986951,56	11,83	-3,91
		DAM	EMC	PEMA	PME
		175,69	46997,6933	0,5632	-0,18600
				56%	-19%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{3689,52}{21} = 175,69$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{98651,56}{21} = 46997$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{11,83}{21} = 56\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-3,91}{21} = -19\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico esta desviado en un promedio de 176 estudiantes. Al comparar el EMC de 46997 y el PEMA de 56% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 47436,47 y el PEMA de 0,21% obtenido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen.

Por último un PME de -0,05% indica que la técnica no esta desviada; ya que su valor no es cercano a cero, la técnica sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Salud Pública.

Tabla 134.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	178,79619	5,10282693
EMC	47436,4713	36,8995508
PEMA	0,2144	1,75%
PME	-0,0517	0,74%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = -30,79 + 39,81 X$$

Con $t = 21$ Valor original **1193**

$X(21) = 805$ error = 388

MODELO ADITIVO

Tabla 135.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO			
t	T(t)	E(t)	$x^{\wedge} = T(t) + E(t)$
21	1173,71054	13,5912783	1187

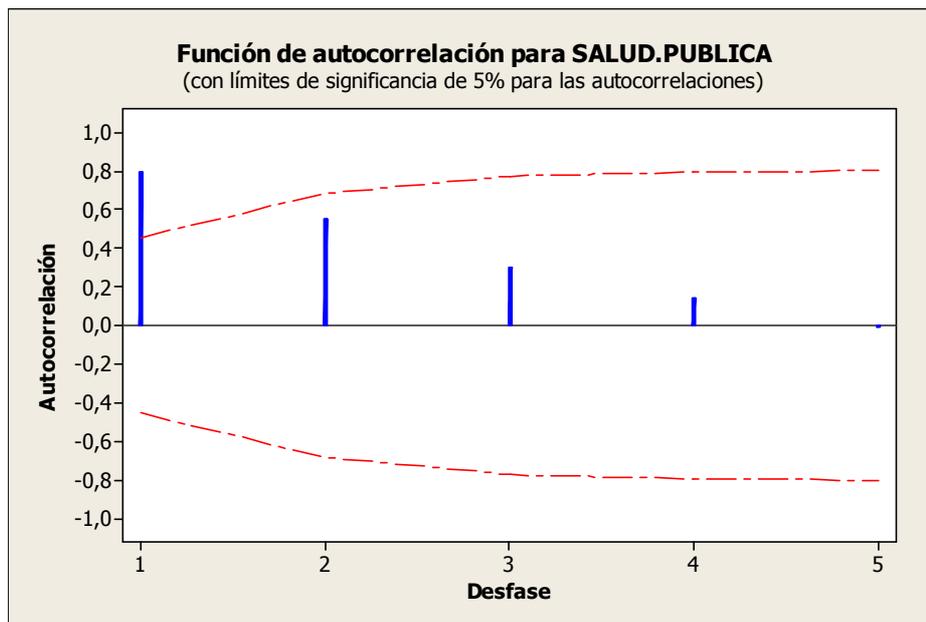
Error = 6

Tabla 136.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

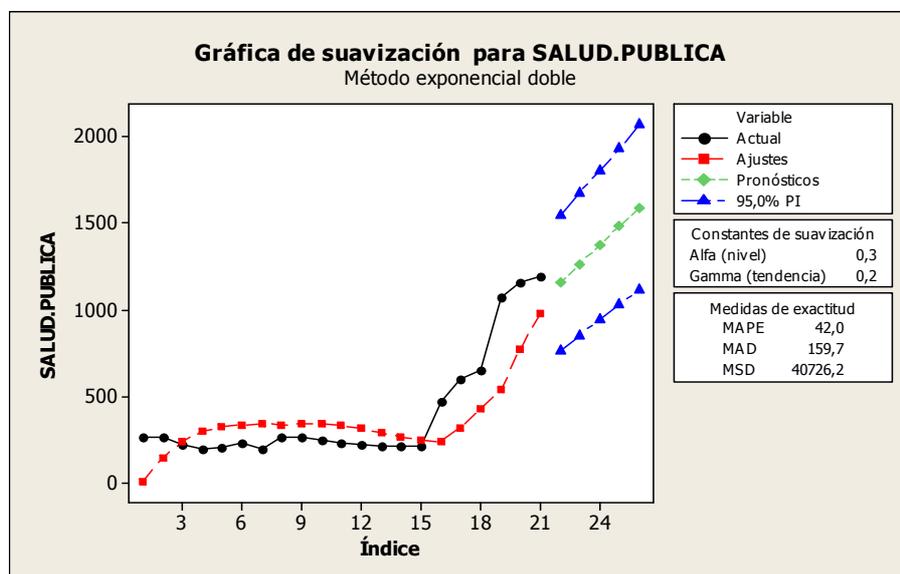
ERROR PORCENTUAL $t=21$	
MODELO ADITIVO	MODELO LINEAL
6	388
0,50%	32,50%

Como observamos en la tabla el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 388 estudiantes que representa un 32,50% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 21$ (2007-2008) existe un error de 6 estudiantes que representa un 0,50% de error en este modelo, esto nos dice que el pronóstico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

MÉTODO DE HOLT SALUD PÚBLICA



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de R. NATURALES



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 0,3

Gamma (tendencia) 0,2

Medidas de exactitud

MAPE 42,0
MAD 159,7
MSD 40726,2

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
22	1152,70	761,32	1544,08
23	1261,44	851,46	1671,42
24	1370,18	939,80	1800,55
25	1478,91	1026,59	1931,24
26	1587,65	1112,04	2063,26

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=0,3$ y $\beta=0,2$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 42%, un DAM (MAD) de 159,7, indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 158 estudiantes, el EMC (MSD) de 40726,2 y el PEMA (42%) se comparan con el EMC de 36,89 y el PEMA de 1,75% obtenidos anteriormente se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.7.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL SALUD PÚBLICA

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \text{ DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Número de estudiantes en el año base

I_n = Número de estudiantes en un año determinado

Tabla 137.-Tasa de crecimiento estudiantil anual SALUD PÚBLICA.

PERIODO	TASA %
1988 - 1989	-0,38%
1989 - 1990	-15,21%
1990 - 1991	-13,45%
1991 - 1992	5,70%
1992 - 1993	11,27%
1993 - 1994	-14,54%
1994 - 1995	34,02%
1995 - 1996	1,54%
1996 - 1997	-6,44%
1997 - 1998	-8,91%
1998-1999	-2,22%
1999-2000	-5,45%
2000-2001	0,48%
2001-2002	3,35%
2002-2003	116,67%
2003-2004	27,35%
2004-2005	9,23%
2005-2006	64,82%
2006-2007	7,46%
2007-2008	3,47%

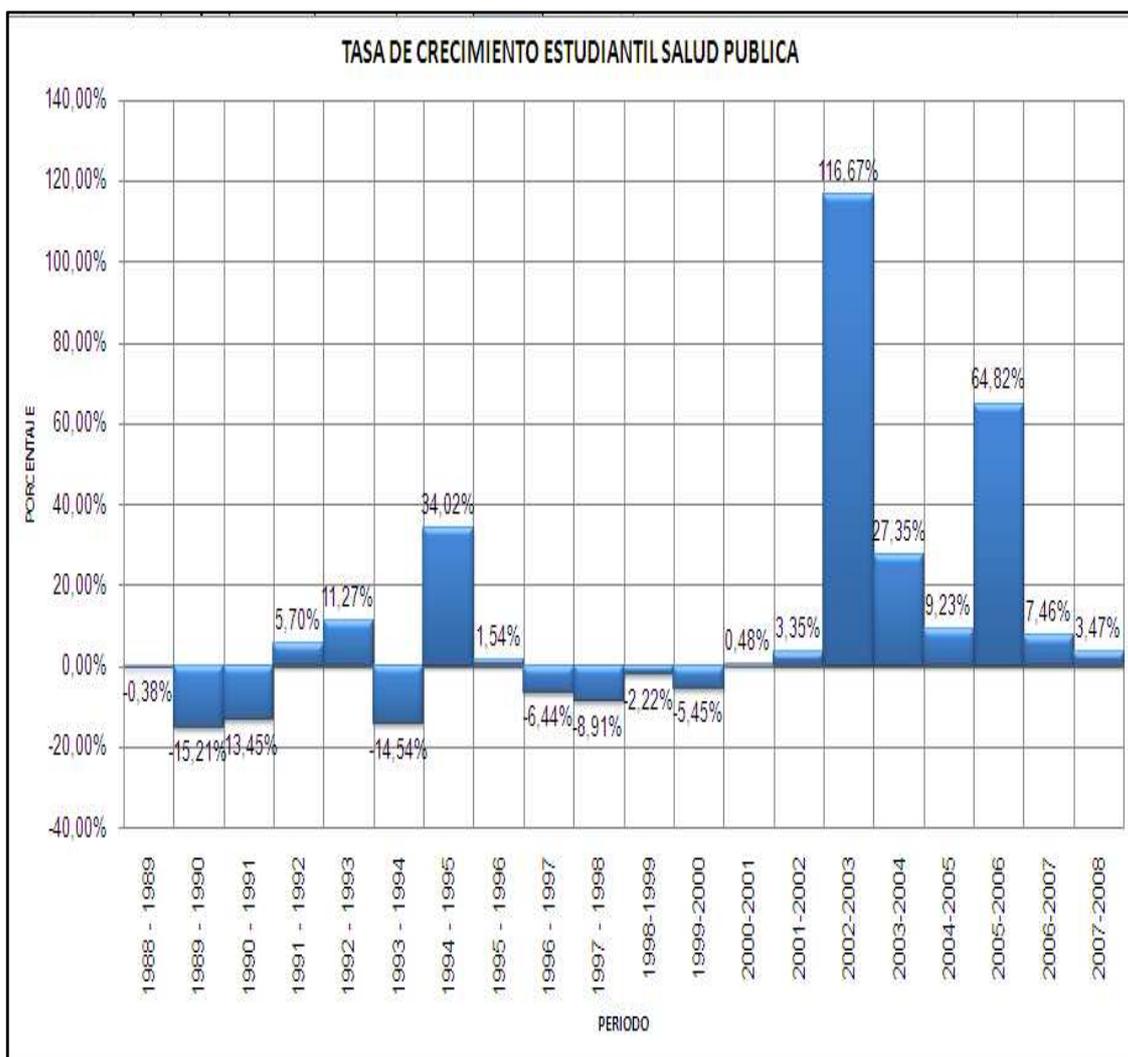


Gráfico 97.- Tasa de crecimiento estudiantil anual SALUD PÚBLICA.

En la presente tabla y gráfico observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1987 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 2002 – 2003 con un decremento estudiantil del 116,67% con respecto al periodo anterior, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un decremento del 64,82%, 2006 – 2007 se ha obtenido un decremento del 7,46%, mientras que en el periodo 2007 – 2008 un incremento de 3,47% en la población estudiantil.

3.7.7 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

EVOLUCIÓN ESTUDIANTIL POR ESCUELAS / SALUD PÚBLICA.

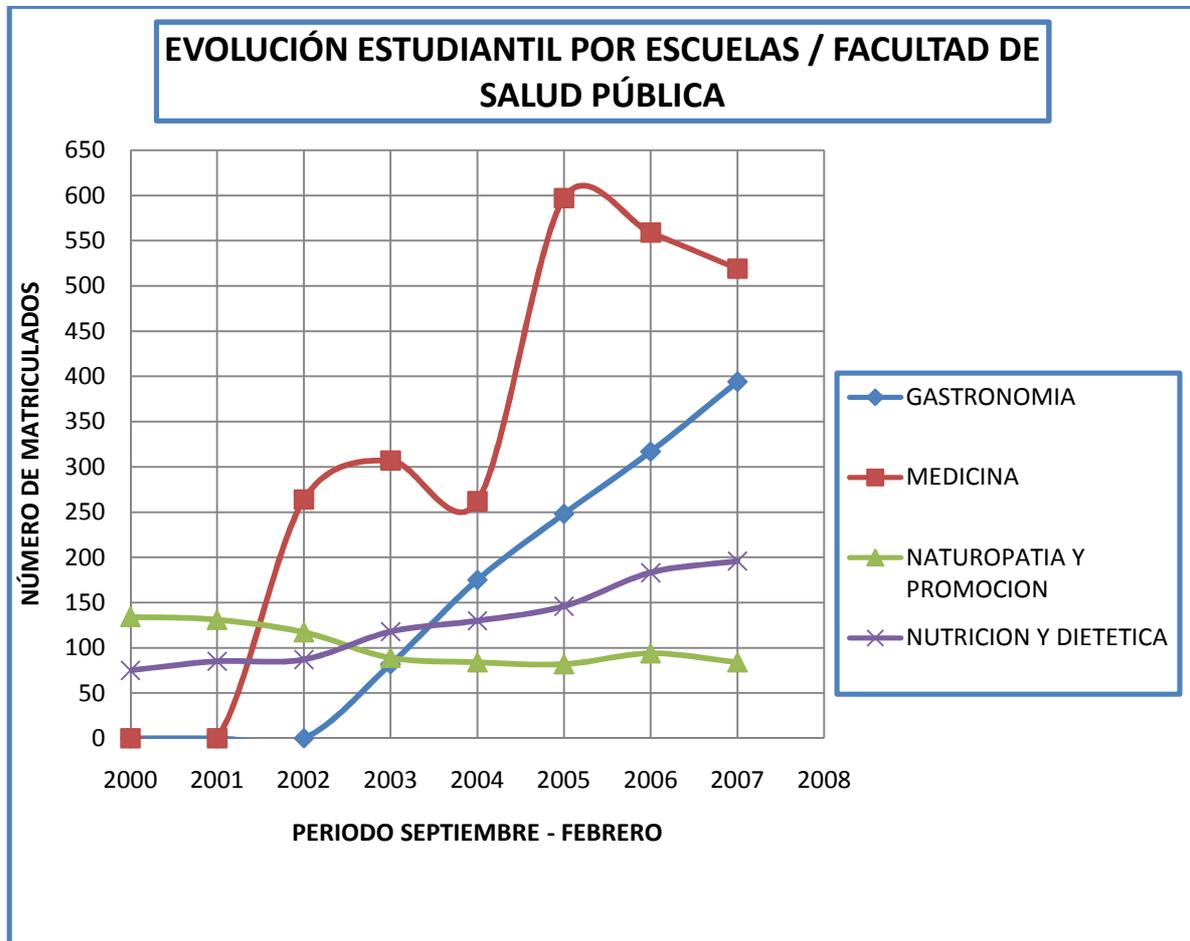


Gráfico 98.- Evolución estudiantil por escuelas / SALUD PÚBLICA

En Gastronomía la evolución ha sido positiva desde la creación en el año 2003 con un número de estudiantes de 82 estudiantes matriculados, subiendo a 248 estudiantes en el 2005 y llegando a tener 394 estudiantes en el año 2007; En Medicina el número de estudiantes ha empezado con 264 alumnos en el año 2002, bajo a 262 en el año 2004, tuvo un repunte de 597 alumnos en el 2005 y en el año 2007 un número de 519 estudiantes; En Naturopatía el número de estudiantes ha ido disminuyendo en bajas proporciones de 134 estudiantes en el año 2000 a 84 estudiantes en el 2004 y 2007; En Nutrición y dietética su

evolución es positiva teniendo en el 2000 un número 75 estudiantes matriculados, 130 estudiantes en el 2004 y 196 estudiantes en el 2007.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR ESPECIALIDADES.

Tabla 138.- Matriculados por Especialidad SALUD PÚBLICA.

PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD	18
GASTRONOMIA	394
MEDICINA	519
NUTRICIÓN Y DIETÉTICA	196
PROMOCIÓN Y CUIDADOS DE LA SALUD	66
Total Facultad: 1193	1193

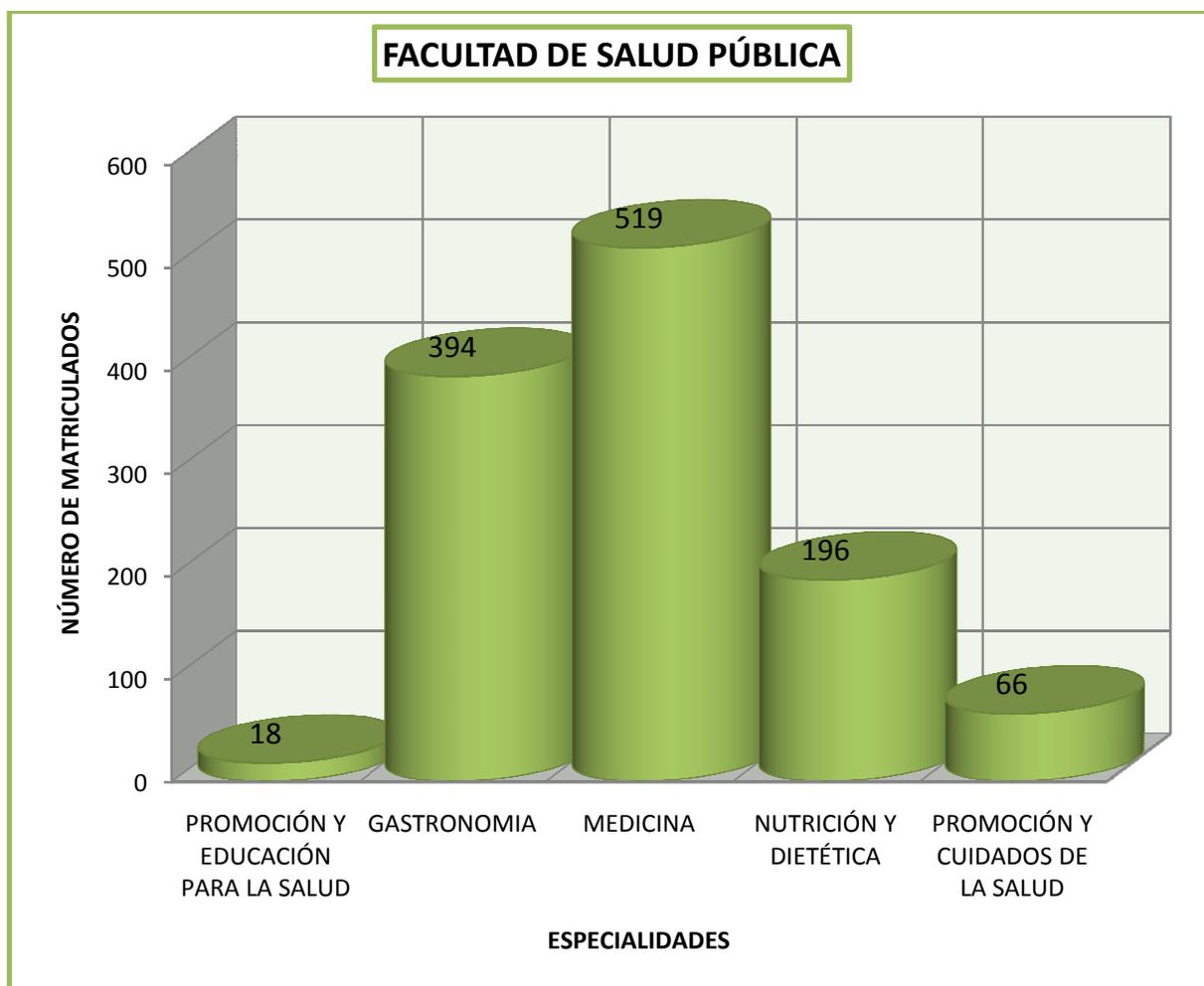


Gráfico 99.- Matriculados por especialidad

Obsérvese que en la Facultad de Salud Pública las especialidades con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 son

Medicina con 519 alumnos, seguidos de Gastronomía con 394 alumnos y 196 alumnos en Nutrición y Dietética.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR GÉNERO Y ESPECIALIDAD

PROMOCIÓN Y CUIDADOS DE LA SALUD

Tabla 139.- Matriculados por género PROMOCIÓN Y CUIDADOS DE LA SALUD.

CAB	7	4	
PRIMERO	9	3	
SEGUNDO	10	5	
TERCERO	12	6	
CUARTO	7	3	
Total Carrera:	45	21	66

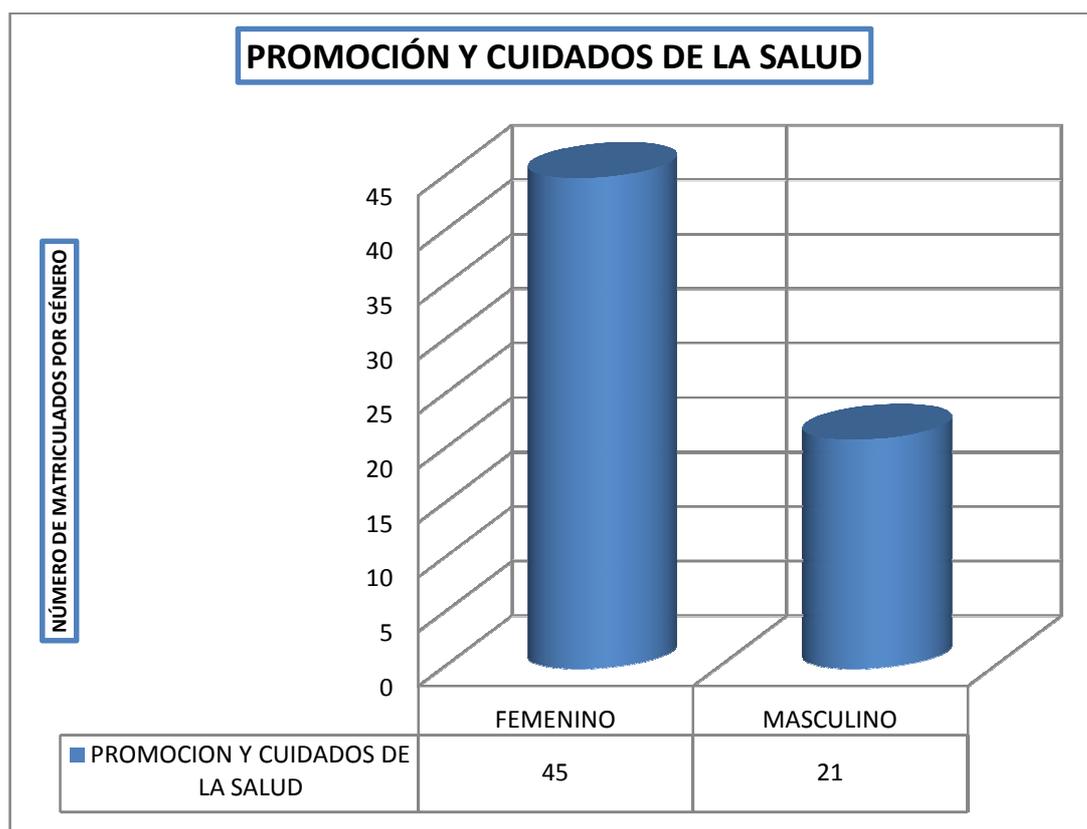


Gráfico 100.- Matriculados por sexo PROMOCIÓN Y CUIDADOS DE LA SALUD.

Se observa que la población estudiantil en Promoción y Cuidados de la Salud esta compuesta por 45 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 68%

de la población y 21 estudiantes de sexo masculino que representa el 32% de estudiantes.

PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD.

Tabla 140.- Matriculados por género PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD.

SEXTO	4	1	
SÉPTIMO	4	0	
OCTAVO	5	0	
NOVENO	4	0	
Total Carrera:	17	1	18

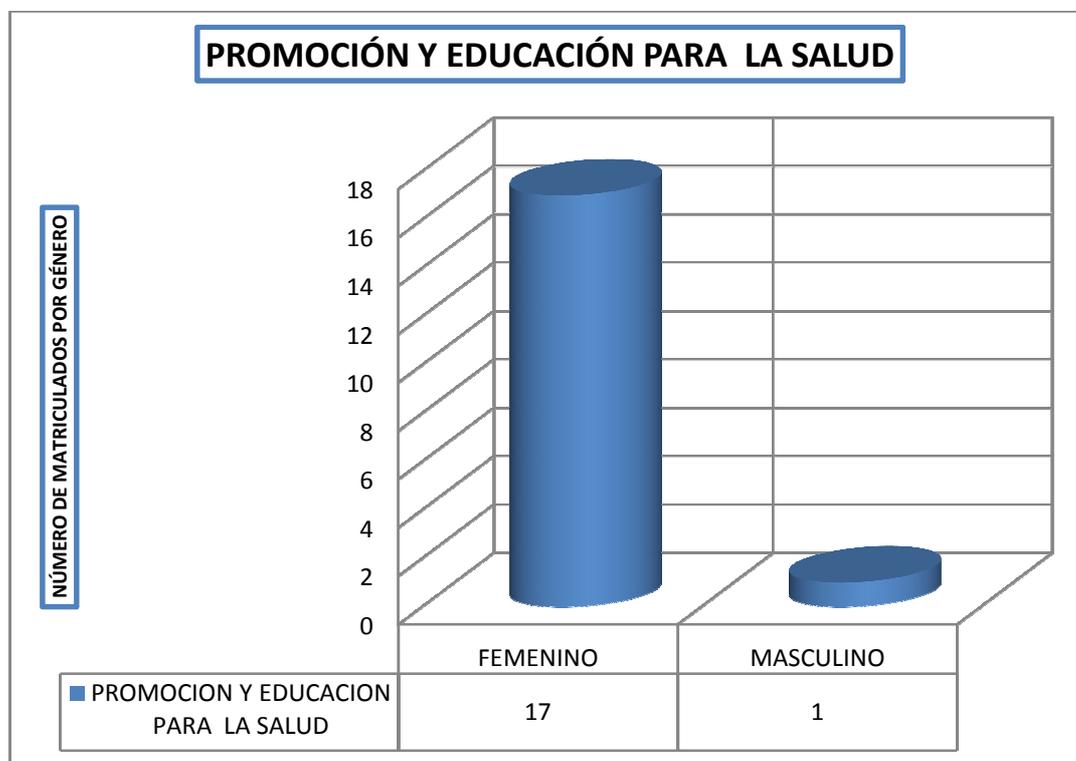


Gráfico 101.- Matriculados por género PROMOCIÓN Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD.

Se observa que la población estudiantil en Educación para la Salud esta compuesta por 17 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 94% de la población y 1 estudiantes de sexo masculino que representa el 6% de estudiantes.

GASTRONOMÍA.

Tabla 141.- Matriculados por género GASTRONOMÍA.

CAB	56	60	
PRIMERO	17	20	
SEGUNDO	24	26	
TERCERO	16	16	
CUARTO	29	22	
QUINTO	7	8	
SEXTO	19	21	
SÉPTIMO	16	4	
OCTAVO	15	18	
Total Carrera:	199	195	394

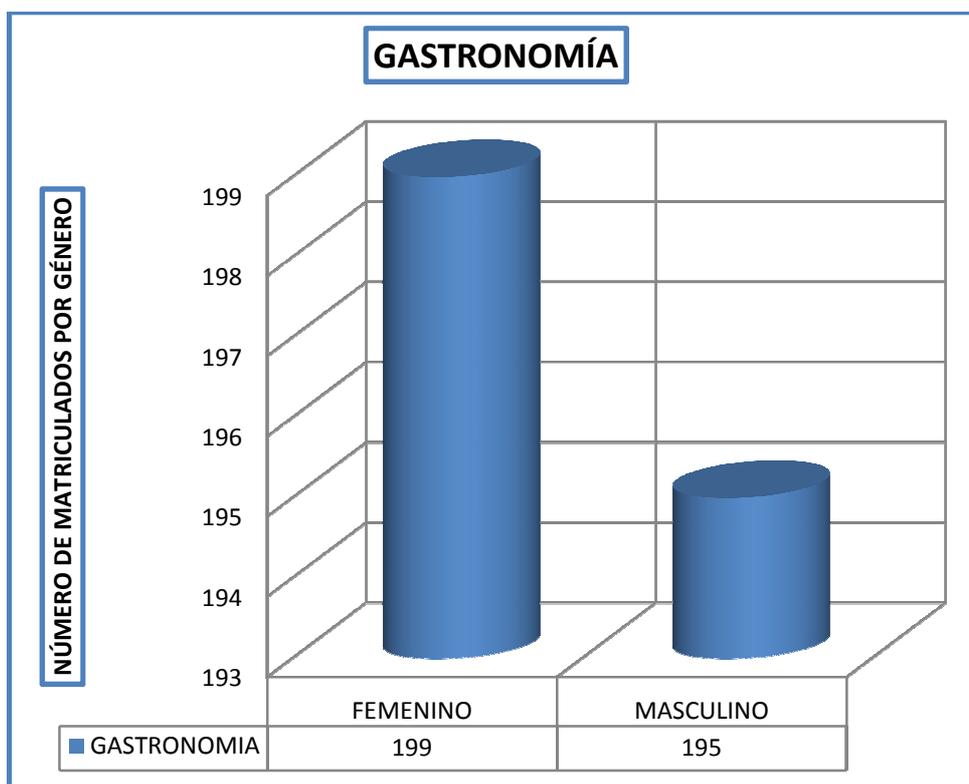


Gráfico 102.- Matriculados por género GASTRONOMÍA.

Se observa que la población estudiantil en Gastronomía esta compuesta por 199 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 49% de la población y 195 estudiantes de sexo masculino que representa el 51% de estudiantes.

MEDICINA.

Tabla 142.- Matriculados por género MEDICINA.

CAB	110	53	
PRIMERO	59	41	
DÉCIMO	28	7	
CUARTO	25	12	
QUINTO	13	7	
SEXTO	18	12	
SÉPTIMO	32	21	
OCTAVO	28	15	
NOVENO	19	19	
Total Carrera:	332	187	519

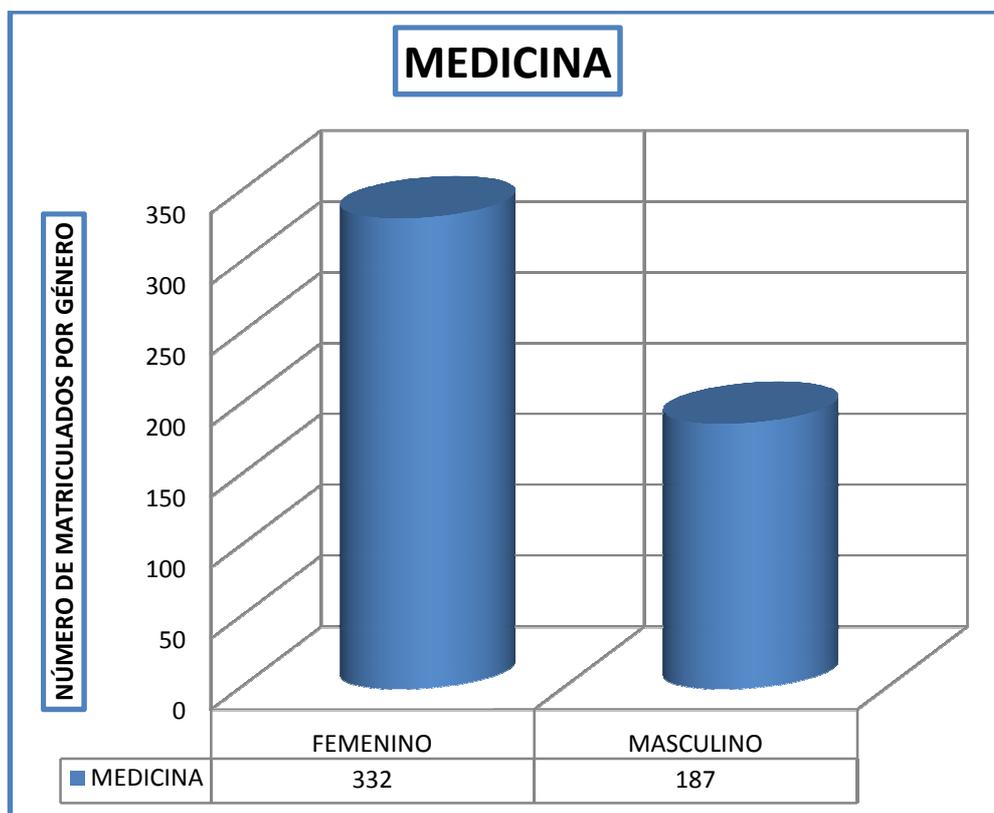


Gráfico 103.- Matriculados por género MEDICINA.

Se observa que la población estudiantil Medicina esta compuesta por 112 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 64% de la población y 124 estudiantes de sexo masculino que representa el 36% de estudiantes.

NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.

Tabla 143.- Matriculados por género NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.

CAB	29	11	
PRIMERO	24	5	
SEGUNDO	35	6	
TERCERO	1	3	
CUARTO	9	2	
QUINTO	18	3	
SEXTO	15	3	
SÉPTIMO	6	2	
OCTAVO	11	3	
NOVENO	8	2	
Total Carrera:	156	40	196

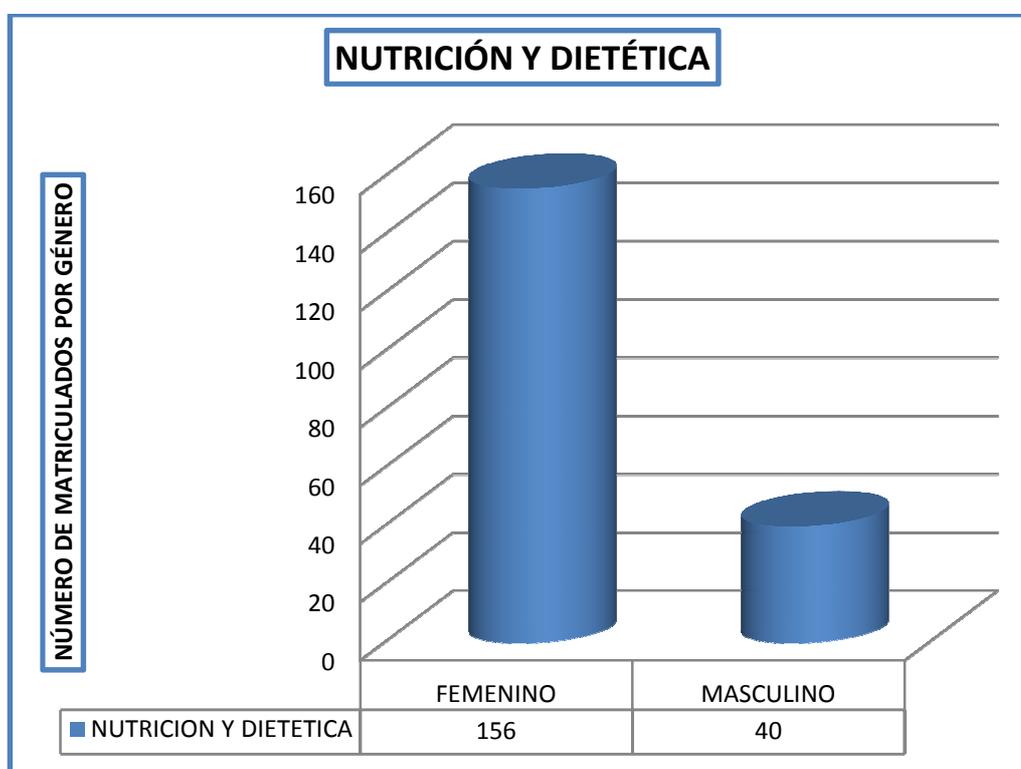


Gráfico 104.- Matriculados por género NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Nutrición y Dietética esta compuesta por 156 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 80% de la población y 40 estudiantes de sexo masculino que representa el 20% de estudiantes.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN GASTRONOMÍA.

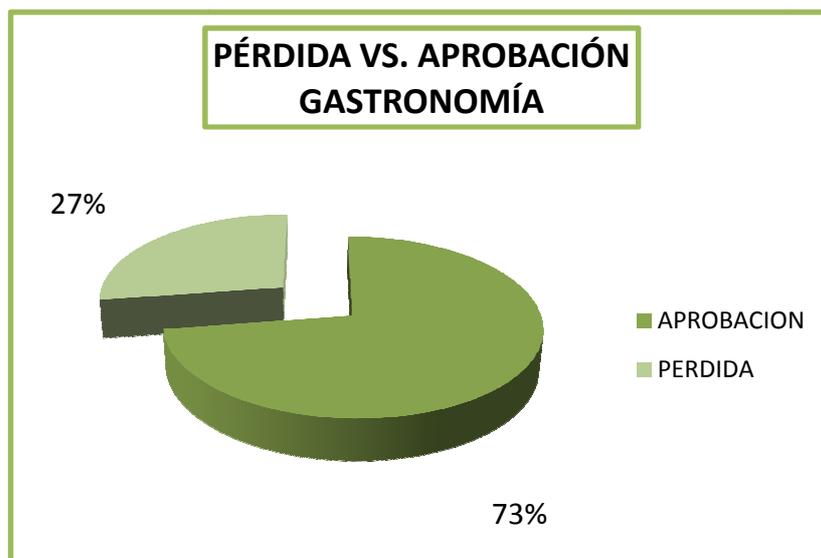


Gráfico 105.- Pérdida vs. Aprobación GASTRONOMÍA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 27%, mientras que la pérdida representa un 73%.

APROBACIÓN POR GÉNERO GASTRONOMÍA.

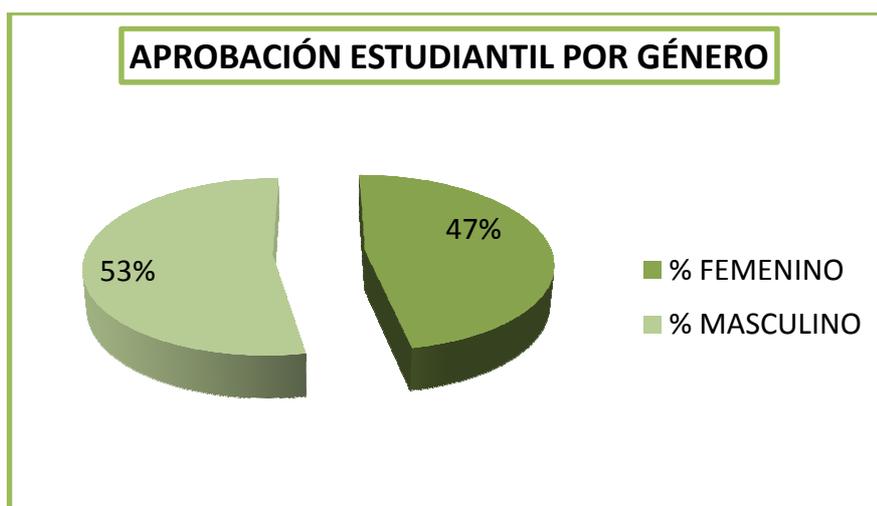


Gráfico 106.- Aprobación por género GASTRONOMÍA.

Observamos que en Gastronomía el porcentaje de aprobación viene dado por 53% en el sexo masculino y un 47% en el sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.

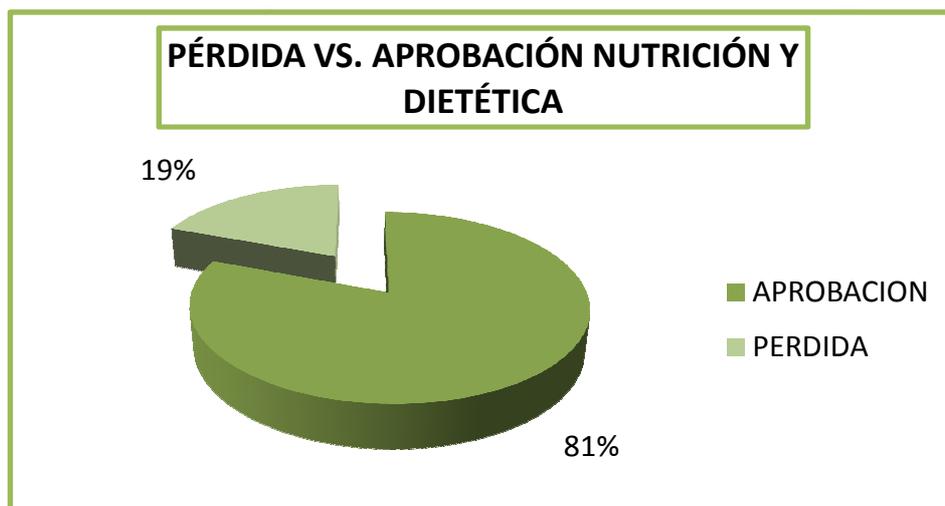


Gráfico 107.- Pérdida vs. Aprobación NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 81%, mientras que la pérdida representa un 19%.

APROBACIÓN POR GÉNERO EN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.

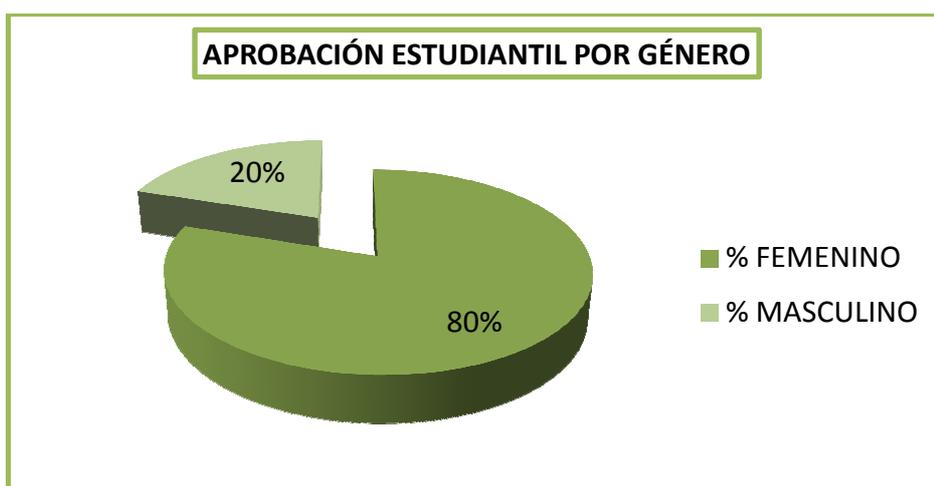


Gráfico 108.- Aprobación por género NUTRICIÓN Y DIETÉTICA.

Observamos que en Nutrición y Dietética el porcentaje de aprobación viene dado por 80% en el sexo masculino y un 20% en el sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN MEDICINA.

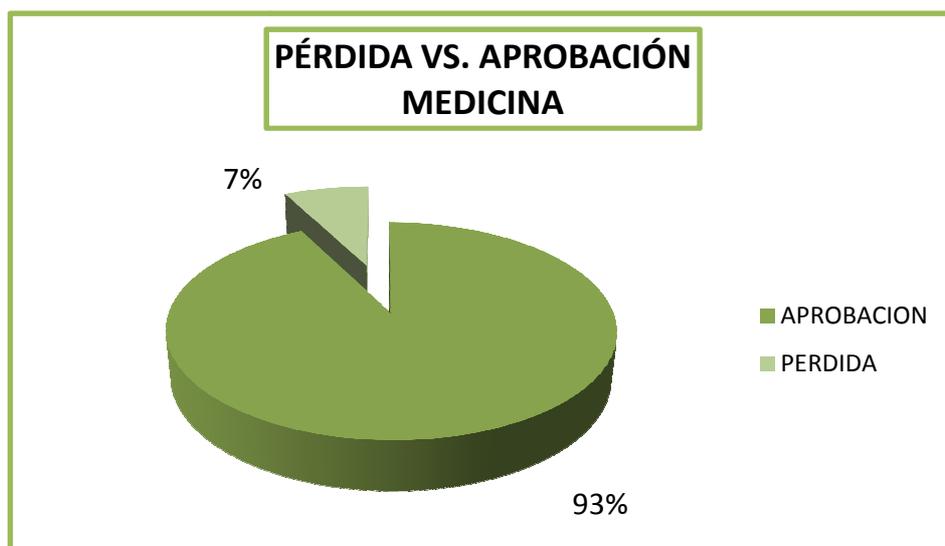


Gráfico 109.- Pérdida vs. Aprobación MEDICINA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 93%, mientras que la pérdida representa un 7%.

3.7.14.11 APROBACIÓN POR GÉNERO MEDICINA.

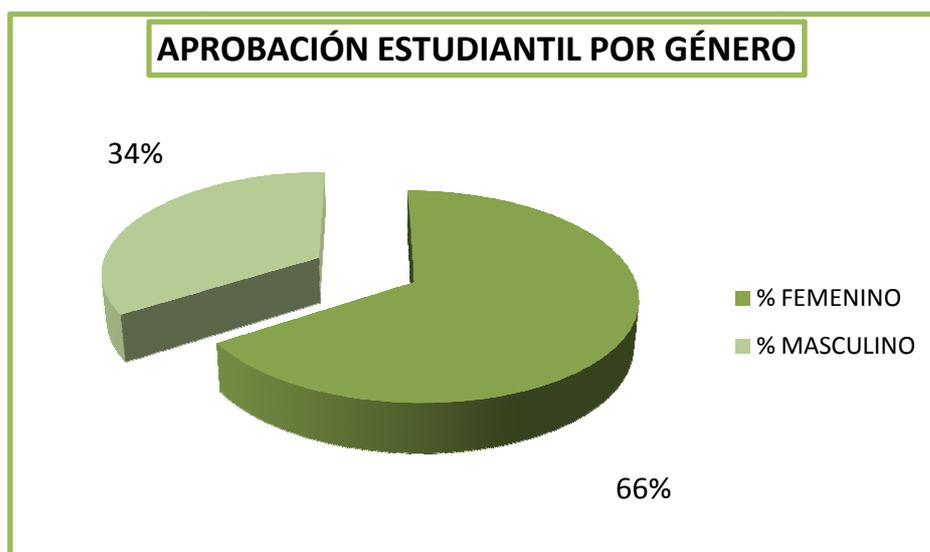


Gráfico 110.- Aprobación por género MEDICINA.

Observamos que en Medicina el porcentaje de aprobación viene dado por 66% en el sexo masculino y un 34% en el sexo femenino.

3.8 MODELO DE PRONÓSTICO PARA LA FACULTAD DE CIENCIAS.

El presente trabajo está orientado a realizar un estudio del comportamiento de los ingresos de estudiantes a la Facultad de Ciencias durante los últimos 10 años a partir del año 1987 hasta el año 2008.

Para realizar el estudio se utilizó técnicas estadísticas de Series Temporales y análisis de los ingresos de estudiantes durante el período 1987 – 2008.

Los datos analizados se han obtenido de la base de datos institucional “OASIS” proporcionados previa la autorización de las autoridades de la ESPOCH.

Debido a que los datos proporcionados se entregaron en documentos PDF se procedió a copiarlos y clasificarlos manualmente a la hoja de cálculo de Microsoft EXCEL, MINITAB Y SPSS 13 para un mejor desenvolvimiento de los mismos.

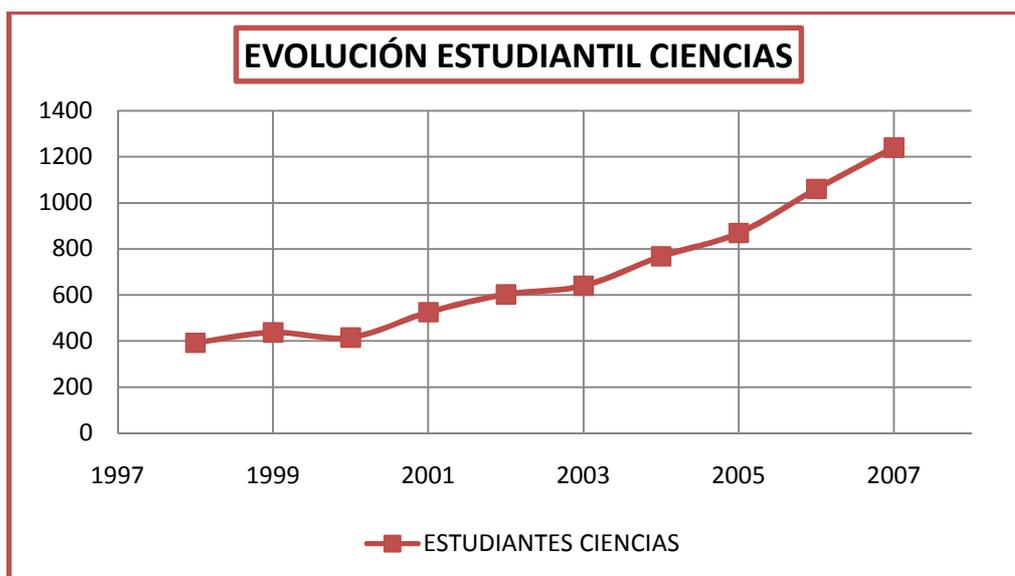
A continuación se muestra un cuadro que contiene estadísticas básicas que corresponden a 10 años desde la creación de esta facultad.

Tabla 144.- Estadísticas descriptivas ingreso de estudiantes CIENCIAS.

N	Validos	10
	Perdidos	0
Media		694,8000
Mediana		621,0000
Moda		392,00(a)
Desv. Tip.		287,36380
Varianza		82577,956
Rango		848,00
Mínimo		392,00
Máximo		1240,00
Suma		6948,00

Podemos observar que anualmente en promedio se tienen 695 estudiantes matriculados en Ciencias. Con un mínimo de 392 estudiantes y un máximo de 1240 estudiantes en un periodo de 10 años.

GRÁFICA DE LA SERIE



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH

Gráfico 111.- Serie temporal de estudiantes matriculados en la CIENCIAS. Periodo 1987 – 2008

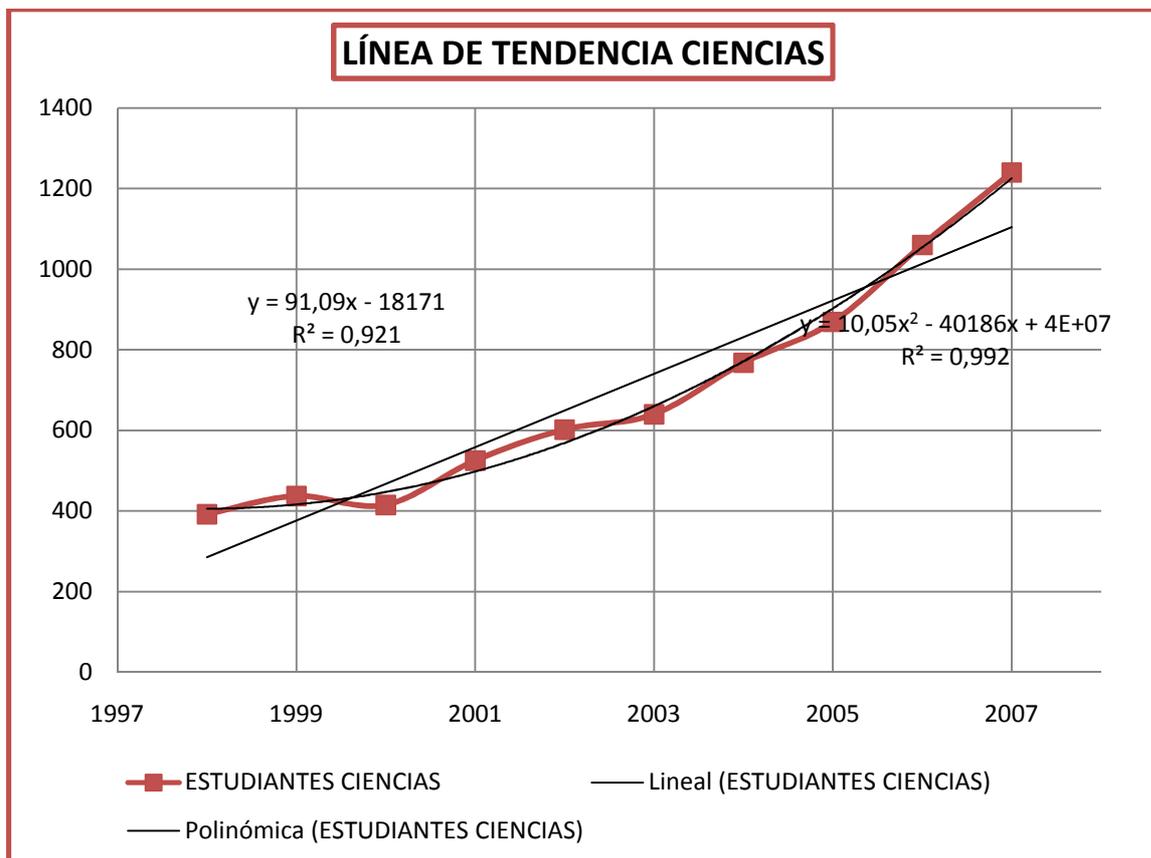
IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Necesitamos observar el gráfico de los datos para ver componentes como son: Tendencia, Estacionalidad, Aleatoriedad, Ciclicidad, este análisis nos va a ser de suma importancia ya que nos dice el comportamiento de los datos y en el que veremos si existen datos anómalos u outlier.

En la Gráfica 112 observamos que los datos presentan Tendencia y Ciclicidad, los datos no presentan estacionalidad debido a que estos son anuales, por tal motivo se elimina la Estacionalidad y se presenta Ciclicidad.

3.8.1 ESTUDIO DE LA TENDENCIA

Para estudiar la tendencia de los datos graficamos los datos originales y sobre ellos líneas de tendencia lineal y cuadrática.



Fuente: Secretaría Académica y Planificación ESPOCH
Gráfico 112.- Líneas de tendencia lineal y cuadrática.

Obtenemos las ecuaciones de la recta y parábola, observamos el R^2 para ver cual modelo se ajusta mejor a los datos, como se observa el modelo cuadrático es el mejor con un $R^2 = 0,992$.

A continuación estos modelos tanto en lineal como cuadrático se encontrarán analíticamente así como el R^2 en los dos casos.

Tabla 145.- Proceso para encontrar coeficientes de la recta y parábola mediante SOLVER.

PERIODO	Y	t	Recta	T(t) Parábola	Error cuadrado de la recta	Error cuadrado de la parábola.
			Yr	Yp	(Y-Yr)^2	(Y-Yp)^2
Oct. -Marzo 1998-1999	392	1	284,891	405,572	11472,358	184,212
Oct. -Marzo 1999-2000	437	2	375,982	416,210	3723,219	432,236
Oct. -Marzo 2000-2001	415	3	467,073	446,960	2711,568	1021,463
Oct. -Marzo 2001-2002	525	4	558,164	497,824	1099,826	738,519
Oct. -Marzo 2002-2003	602	5	649,255	568,802	2232,991	1102,131
Oct. -Marzo 2003-2004	640	6	740,345	659,892	10069,206	395,705
Oct. -Marzo 2004-2005	768	7	831,436	771,096	4024,169	9,588
Oct. -Marzo 2005-2006	869	8	922,527	902,414	2865,166	1116,483
Oct. -Marzo 2006-2007	1060	9	1013,618	1053,845	2151,276	37,889
Oct. -Marzo 2007-2008	1240	10	1104,709	1225,389	18303,639	213,488
Suma	6948,000				58653,418	5251,714
promedio	694,800				5865,342	525,171

Tabla 146.- Coeficientes recta y parábola.

COEFICIENTES	RECTA	PARÁBOLA
A	193,7999997	10,05668177
B	91,09090594	-19,53280187
C		415,0486002

Estos valores se comprueban aplicando Solver, En la celda objetivo se introduce el error cuadrado de la parábola: en valor de la celda objetivo escogemos mínimo y en cambiando las celdas escogemos los coeficientes de la parábola y presionamos resolver, así encontramos los coeficientes para poder compararlos con los obtenidos en el gráfico.

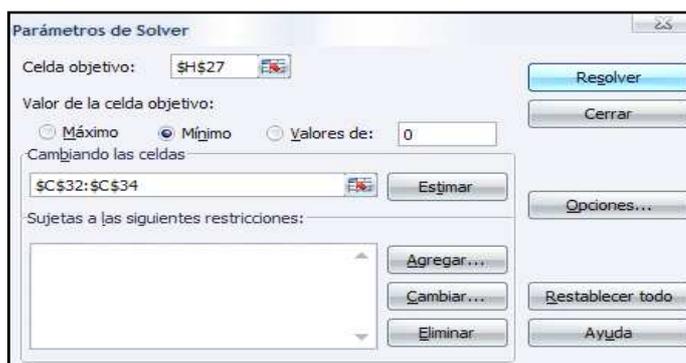


Gráfico 113.- Parámetros de Solver.

Para obtener el valor del R^2 (ajuste de bondad) dividimos el error cuadrado de la parábola para el error de la media.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y}_i \right)^2}$$

Tabla 147.- R^2 de la recta y parábola.

R^2 RECTA	R^2 PARÁBOLA
0,92108007	0,992934

Habiendo estudiado la tendencia de los datos concluimos que el modelo cuadrático es el mejor ya que se ajusta mucho mas a los datos que el lineal con un 0,992 vs. 0,921 respectivamente.

Con esta conclusión obtenemos los primeros restos

Tabla 148.- Primeros Restos.

PERIODO	Y	T	T(t) Parábola	Primeros Restos
			Yp	$Y1^{\wedge}=Y-Yp^{\wedge}$
Oct. -Marzo 1998-1999	392	1	405,572	-13,57248
Oct. -Marzo 1999-2000	437	2	416,210	20,79027
Oct. -Marzo 2000-2001	415	3	446,960	-31,96033
Oct. -Marzo 2001-2002	525	4	497,824	27,17569
Oct. -Marzo 2002-2003	602	5	568,802	33,19836
Oct. -Marzo 2003-2004	640	6	659,892	-19,89233
Oct. -Marzo 2004-2005	768	7	771,096	-3,09639
Oct. -Marzo 2005-2006	869	8	902,414	-33,41381
Oct. -Marzo 2006-2007	1060	9	1053,845	6,15539
Oct. -Marzo 2007-2008	1240	10	1225,389	14,61124
Suma	6948,000			-0,00437
promedio	694,800			-0,00043

Observamos que la suma del total de los primeros restos es -0.004 los cálculos indican que es muy bajo y que el modelo se ajusta significativamente.

3.8.2 ESTUDIO DE LA CICLICIDAD

Graficamos los primeros restos para estudiar la Ciclicidad de los datos

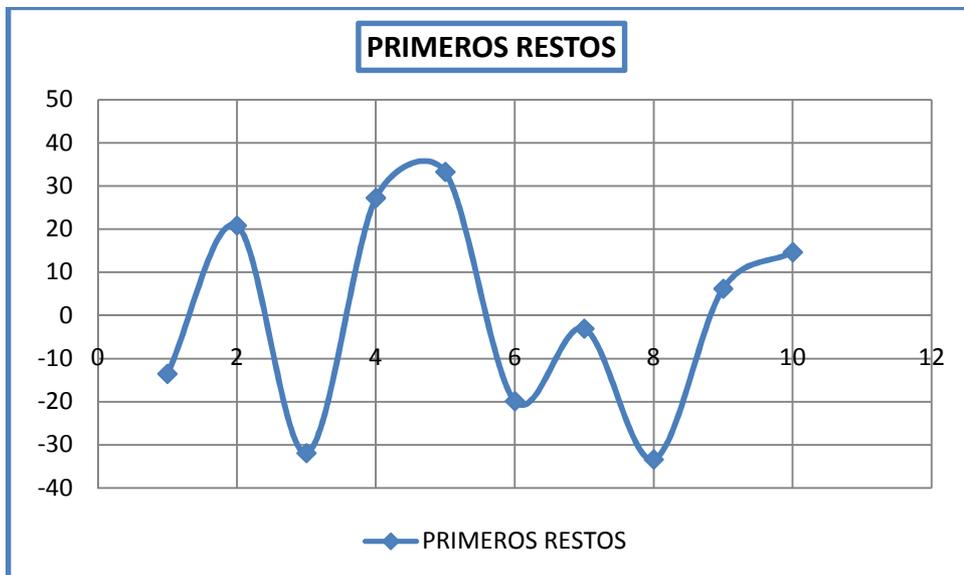


Gráfico 114.- Primeros Restos.

Observamos en la gráfica que existe Ciclicidad en los datos para esto aplicaremos el polinomio trigonométrico con el fin de obtener un modelo regresivo aditivo que tomará en cuenta la tendencia y la Ciclicidad.

3.8.3 POLINOMIO TRIGONOMÉTRICO

Nuestro modelo trigonométrico viene dado de la siguiente forma:

$$A_i * \text{COS} \left(\frac{a_i * t_i}{n} \right) + B_i * \text{SEN} \left(\frac{b_i * t_i}{n} \right) + \dots +$$
$$A_n * \text{COS} \left(\frac{a_n * t_n}{n} \right) + B_n * \text{SEN} \left(\frac{b_n * t_n}{n} \right)$$

Aplicando SOLVER a los argumentos y coeficientes del polinomio trigonométrico obtenemos los valores de los mismos, con este método obtenemos la Ciclicidad de los datos.

Observamos nuestro R^2 para ver que tan confiable es nuestro modelo, con un $R^2 = 0,9999$ nos indica que nuestro modelo es significativamente confiable o que se ajusta significativamente a los datos originales.

A continuación se muestra el modelo que se aplicará en el pronóstico el mismo que toma en cuenta la tendencia y la ciclicidad de los datos.

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 415,04 - 19,53 * t + 10,05 * t^2$$

$$C(t) = 30,90 * \text{COS}\left(\frac{-0,69 * t}{10}\right) - 4,54 * \text{SEN}\left(\frac{3,74 * t}{10}\right) + 1,50 * \text{COS}\left(\frac{-8,40 * t}{10}\right) +$$

$$4,79 * \text{SEN}\left(\frac{14,63 * t}{10}\right) - 3,53 * \text{COS}\left(\frac{-2,80 * t}{10}\right) - 2,43 * \text{SEN}\left(\frac{9,28 * t}{10}\right) -$$

$$17,78 * \text{COS}\left(\frac{-7,96 * t}{10}\right) + 0,94 * \text{SEN}\left(\frac{0,59 * t}{10}\right) - 9,96 * \text{COS}\left(\frac{-7,71 * t}{10}\right) -$$

$$5,08 * \text{SEN}\left(\frac{4,52 * t}{10}\right) + 2,41 * \text{COS}\left(\frac{6,81 * t}{10}\right) + 19,23 * \text{SEN}\left(\frac{16,79 * t}{10}\right) -$$

$$9,39 * \text{COS}\left(\frac{14,55 * t}{10}\right) - 23,43 * \text{SEN}\left(\frac{24,80 * t}{10}\right)$$

$$\hat{Y} = \left(459,69 - 88,13 * t + 5,81 * t^2 \right) + \left(30,90 * \text{COS}\left(\frac{-0,69 * t}{10}\right) - 4,54 * \text{SEN}\left(\frac{3,74 * t}{10}\right) + \right.$$

$$1,50 * \text{COS}\left(\frac{-8,40 * t}{10}\right) + 4,79 * \text{SEN}\left(\frac{14,63 * t}{10}\right) -$$

$$3,53 * \text{COS}\left(\frac{-2,80 * t}{10}\right) - 2,43 * \text{SEN}\left(\frac{9,28 * t}{10}\right) -$$

$$17,78 * \text{COS}\left(\frac{-7,96 * t}{10}\right) + 0,94 * \text{SEN}\left(\frac{0,59 * t}{10}\right) -$$

$$9,96 * \text{COS}\left(\frac{-7,71 * t}{10}\right) - 5,08 * \text{SEN}\left(\frac{4,52 * t}{10}\right) +$$

$$2,41 * \text{COS}\left(\frac{6,81 * t}{10}\right) + 19,23 * \text{SEN}\left(\frac{16,79 * t}{10}\right) -$$

$$\left. 9,39 * \text{COS}\left(\frac{14,55 * t}{10}\right) - 23,43 * \text{SEN}\left(\frac{24,80 * t}{10}\right) \right)$$

GRÁFICA DE LOS VALORES ORIGINALES VS. PRONOSTICADOS

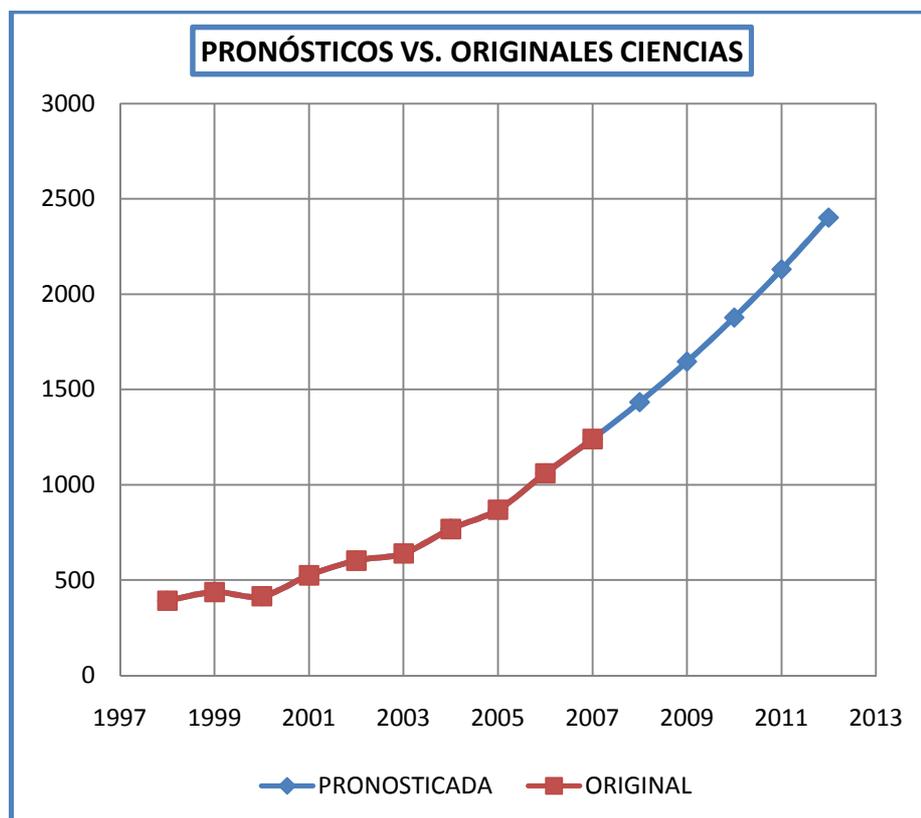


Gráfico 115.- Datos reales y pronósticos de ingreso de estudiantes (1986-2008).

Como se observa en la gráfica los valores pronosticados efectivamente se ajustan significativamente a los datos originales.

Tabla 151.- Pronósticos

TABLA DE PRONÓSTICOS PARA EL MODELO				
Año	t	T(t)	E(t)	$Y^{\wedge}=T(t)+E(t)$
2008	11	1417,04891	319,710955	1737
2009	12	1628,82108	-611,241301	1018
2010	13	1860,70681	298,462104	2159
2011	14	2112,7061	-203,993539	1909

3.8.4 MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO

A continuación realizamos la medición del error del modelo de pronóstico para reafirmar la confiabilidad del modelo aditivo para lo cual se obtiene:

DAM: Desviación absoluta media

EMC: Error medio cuadrado

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n}$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}$$

PEMA: Porcentaje de error medio absoluto

PME: Porcentaje medio de error

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n}$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n}$$

Tabla 152.- Medición del Error en el Pronóstico.

MEDICION DEL ERROR EN ELPRONOSTICO			
ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
0,0285322	0,0008141	0,0000728	-0,0000728
0,0473123	0,0022385	0,0001083	0,0001083
0,0486813	0,0023699	0,0001173	-0,0001173
0,0358647	0,0012863	0,0000683	-0,0000683
0,0377152	0,0014224	0,0000626	0,0000626
0,0225476	0,0005084	0,0000352	0,0000352
0,0218446	0,0004772	0,0000284	-0,0000284
0,0178636	0,0003191	0,0000206	-0,0000206
0,0196518	0,0003862	0,0000185	0,0000185
0,0052610	0,0000277	0,0000042	0,0000042
0,2852743	0,0098497	0,0005363	-0,0000785
DAM	EMC	PEMA	PME
0,028527426	0,00098497	0,005%	-0,001%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{0,285}{10} = 0,028$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{0,0098}{10} = 0,00098$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{0,00053}{10} = 0,005\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{0,000078}{10} = 0,001\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 0 estudiantes. El EMC de 0,00098 y el PEMA de 0,005% se compararán con el EMC y el PEMA del modelo lineal obtenido en el Microsoft Excel.

Por último un bajo PME de 0,001% indica que la técnica no está significativamente desviada; ya que su valor es cercano a cero, la técnica no sobrestima ni subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Ciencias.

MODELO LINEAL EN EXCEL

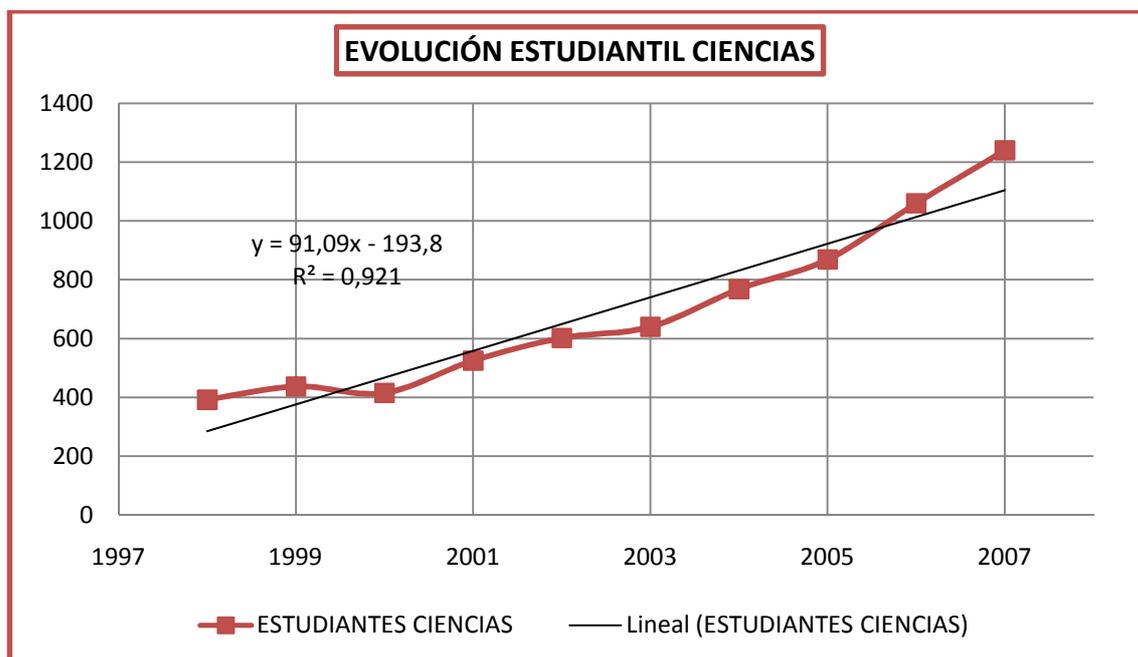


Gráfico 116.- Modelo lineal con Excel.

Tabla 153.- Estadística de Regresión.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,959729165
Coefficiente de determinación R ²	0,92108007
R ² ajustado	0,911215079
Error típico	85,625214
Observaciones	10

Tabla 154.- Coeficientes del Modelo Lineal.

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>
Intercepción	193,8	58,493	3,313204
Variable X 1	91,0909	9,42702	9,662741

$$X(t) = 193,8 + 91,09 X$$

3.8.5 COMPARACIÓN MODELO ADITIVO, MODELO EXCEL Y MÉTODO DE HOLT.

COMPARACIÓN MODELO ADITIVO vs. MODELO EXCEL.

Tabla 155.- Medición del Error en el Pronóstico

Intercepción	193,8				
t	91,09				
	Último resto	MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO PARA $Y(t)=193,8+91,09t$			
Y^	Y - Y^	ABS(Y-Y^)	(Y-Y^)^2	ABS(Y-Y^)/Yt	(Y - Y^)/Yt
284,89	107,11	107,11	11472,55	0,27	0,27
375,98	61,02	61,02	3723,44	0,14	0,14
467,07	-52,07	52,07	2711,28	0,13	-0,13
558,16	-33,16	33,16	1099,59	0,06	-0,06
649,25	-47,25	47,25	2232,56	0,08	-0,08
740,34	-100,34	100,34	10068,12	0,16	-0,16
831,43	-63,43	63,43	4023,36	0,08	-0,08
922,52	-53,52	53,52	2864,39	0,06	-0,06
1013,61	46,39	46,39	2152,03	0,04	0,04
1104,70	135,30	135,30	18306,09	0,11	0,11
		699,59	58653,42	1,13	0,00
		DAM	EMC	PEMA	PME
		69,959	5865,34185	0,11338313	0,00023299
				11,34%	-0,02%

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} = \frac{699,59}{10} = 69,959$$

$$EMC = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} = \frac{58653,42}{10} = 5865,34$$

$$PEMA = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} = \frac{1,13}{10} = 11,34\%$$

$$PME = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)^2}{Y_t}}{n} = \frac{-3,91}{21} = -0,02\%$$

Observamos que la DAM indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 70 estudiantes. Al comparar el EMC de 5865,34 y el PEMA de 11,33% obtenido con el Microsoft Excel vs. El EMC de 0,00098 y el PEMA de 0,01% obtenido con el Modelo Aditivo se comprueba que este modelo (Modelo Aditivo) se ajusta significativamente a los datos de origen.

Por último un PME de -0,02% indica que la técnica no está desviada; ya que su valor no es cercano a cero, la técnica sobrestima y subestima en forma consistente el número de estudiantes matriculados en Ciencias.

Tabla 156.- Comparación de errores entre Modelo Lineal vs. Modelo Aditivo.

	Modelo Lineal	Modelo Aditivo
DAM	69,959	0,02852743
EMC	5865,34185	0,00098497
PEMA	11,338%	0,01%
PME	-0,023%	0,00%

PRONÓSTICOS MODELO ADITIVO VS. MODELO LINEAL EXCEL

MODELO LINEAL

$$X(t) = 193,8 + 91,09 X$$

Con $t = 10$ Valor original **1240**

$X(10) = 1105$ error = 135

MODELO ADITIVO

Tabla 157.- Tabla de pronóstico para modelo aditivo

TABLA DE PRONÓSTICO PARA EL MODELO			
t	T(t)	E(t)	X^(t)=T(t)+E(t)
10	1225,388758	17,14671301	1243

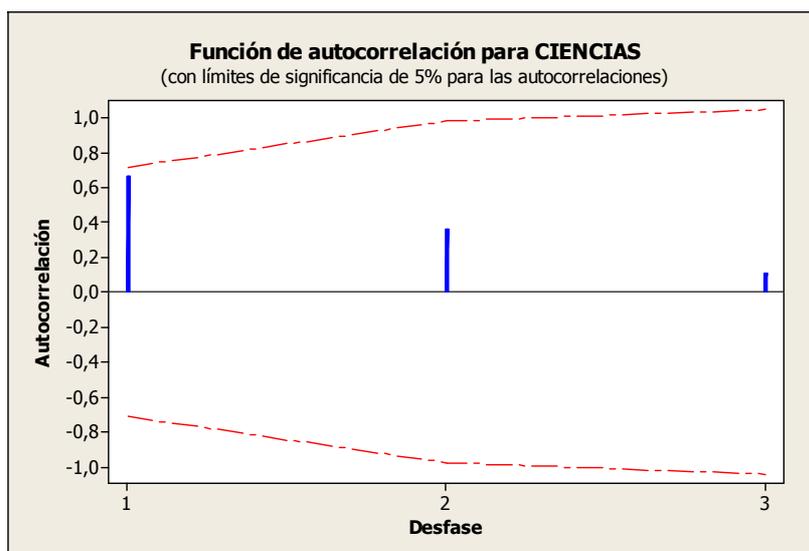
Error = 3

Tabla 158.- Error porcentual Modelo Lineal vs. Modelo aditivo

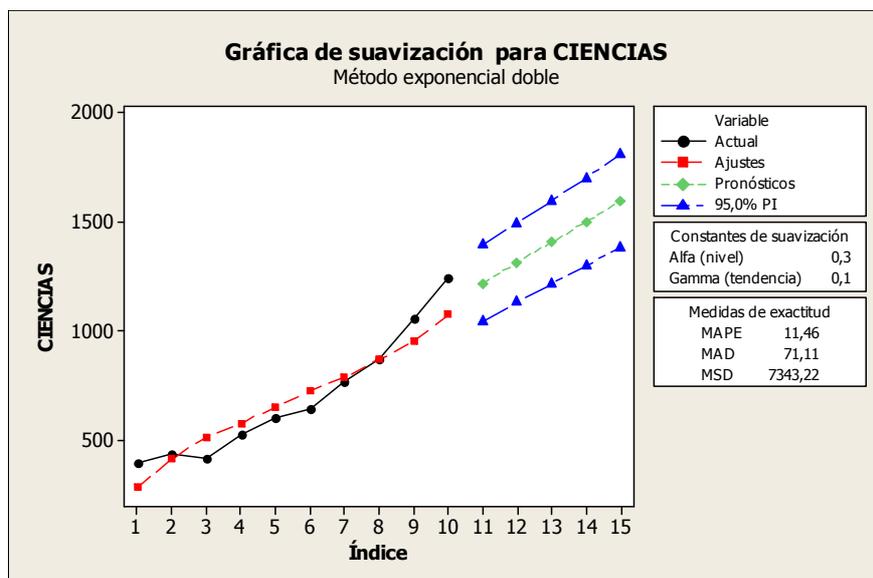
ERROR PORCENTUAL t=10	
MODELO ADITIVO	MODELO LINEAL
-3	135
0,2%	10,9%

Como observamos en la tabla el Modelo Lineal con Excel para un periodo $t = 10$ (2007-2008) existe un error de 135 estudiantes que representa un 10,9% de error en este modelo; al contrario con el modelo Aditivo (Polinomio Trigonométrico) para un periodo $t = 10$ (2007-2008) existe un error de 3 estudiantes que representa un 0,02% de error en este modelo, esto nos dice que el pronóstico con el Modelo Aditivo se ajusta significativamente a los datos de origen.

MÉTODO DE HOLT CIENCIAS



Al disminuir las autocorrelaciones a medida que el desfase aumenta se sugiere que existe una componente de tendencia en los datos de CIENCIAS



Constantes de suavización

Alfa (nivel) 0,3 Gamma (tendencia) 0,1

Medidas de exactitud

MAPE 11,46
MAD 71,11
MSD 7343,22

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
11	1218,43	1044,21	1392,65
12	1312,59	1130,08	1495,09
13	1406,74	1215,16	1598,32
14	1500,90	1299,54	1702,25
15	1595,05	1383,33	1806,77

Mediante la aplicación del método de Holt con un nivel de significancia del 95% y constantes de suavización $\alpha=0,3$ y $\beta=0,1$, se obtuvo los pronósticos para cinco años, para lo cual sus medidas de exactitud vienen dadas por un PEMA (MAPE) de 11,46%, un DAM (MAD) de 71,11 indica que cada pronóstico está desviado en un promedio de 71 estudiantes, el EMC (MSD) de 7343,22 y el PEMA (11,46%) se comparan con el EMC de 0,00098 y el PEMA de 0,005% obtenidos anteriormente y se verifica que la mejor técnica a aplicarse para la construcción del modelo de serie temporal es el modelo aditivo (Polinomio Trigonométrico).

3.8.6 TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL CIENCIAS

$$I = \frac{I_n - I_0}{I_0} * 100\% \text{ DONDE:}$$

I = Índice de crecimiento

I_0 = Número de estudiantes en el año base

I_n = Número de estudiantes en un año determinado

Tabla 159.-Tasa de crecimiento estudiantil anual CIENCIAS.

PERIODO	TASA %
1999-2000	11,48%
2000-2001	-5,03%
2001-2002	26,51%
2002-2003	14,67%
2003-2004	6,31%
2004-2005	20,00%
2005-2006	13,15%
2006-2007	21,98%
2007-2008	16,98%

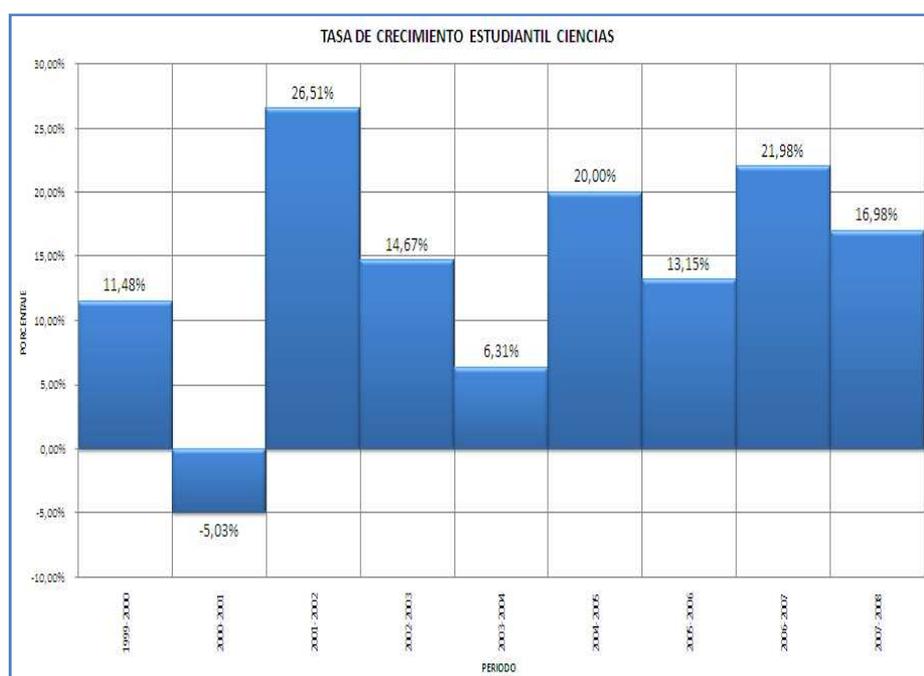


Gráfico 117.- Tasa de crecimiento estudiantil anual CIENCIAS.

En la presente tabla y gráfico observamos la tasa de crecimiento estudiantil desde el año 1998 hasta el 2008, la misma que se ha obtenido de año a año, el dato mas representativo es el de el periodo 2001 – 2002 con un decremento estudiantil del 26,51% con respecto al periodo anterior, mientras que en los tres últimos periodos 2005 – 2006 se ha obtenido un decremento del 13,15%, 2006 – 2007 se ha obtenido un decremento del 21,98%, mientras que en el periodo 2007 – 2008 un incremento de 16,98% en la población estudiantil.

3.8.7 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

EVOLUCIÓN ESTUDIANTIL POR ESCUELAS / CIENCIAS.

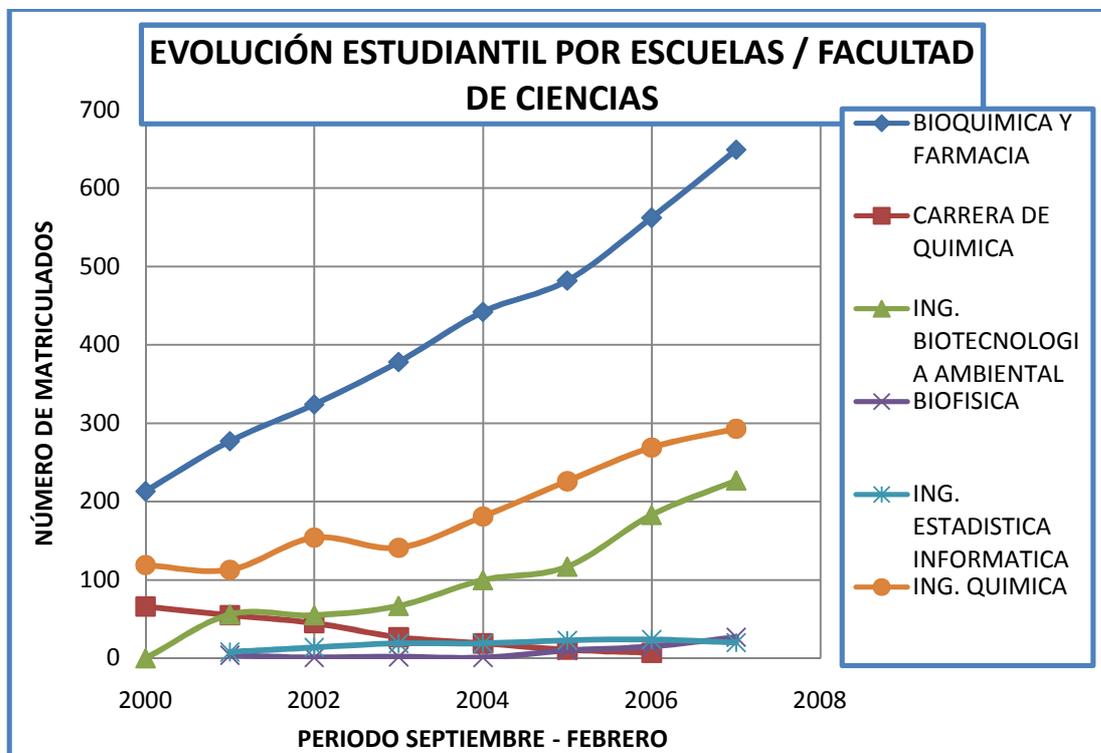


Gráfico 118.- Evolución estudiantil por escuelas / CIENCIAS

En Ing. Bioquímica y Farmacia la evolución es exitosa tiene 213 estudiantes en el año 2000, 442 estudiantes en el año 2004 y 649 estudiantes en el año 2007; en la carrera de Química el número de estudiantes va disminuyendo de 66 en el año 2000, 27 en el año 2004, 15 estudiantes en el año 2006 y 0 en el año 2007; En Biotecnología Ambiental en el año de su creación 2002 tuvo 26 estudiantes matriculados, 100 estudiantes en el año 2004 y 227 estudiantes en el año 2007; En Ing. Biofísica se tuvo 4 estudiantes en el año 2002, 10 estudiantes en el año 2008 y 27 alumnos en el año 2007; En Ing. Estadística Informática el número de estudiantes fue de 8 en el año 2002, 19 estudiantes en el año 2004 y 20 en el año 2007; En Ing. Química tuvo 119 estudiantes en el año 2000, en el año 2004 181 alumnos y en al año 2007 293 alumnos.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR ESPECIALIDADES.

Tabla 160.- Matriculados por Especialidad

BIOFÍSICA	27
BIOQUÍMICA Y FARMACIA	649
BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL	227
INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA	20
INGENIERÍA QUÍMICA	293
TECNOLOGÍA QUÍMICA INDUSTRIAL	24
Total Facultad: 1240	1240

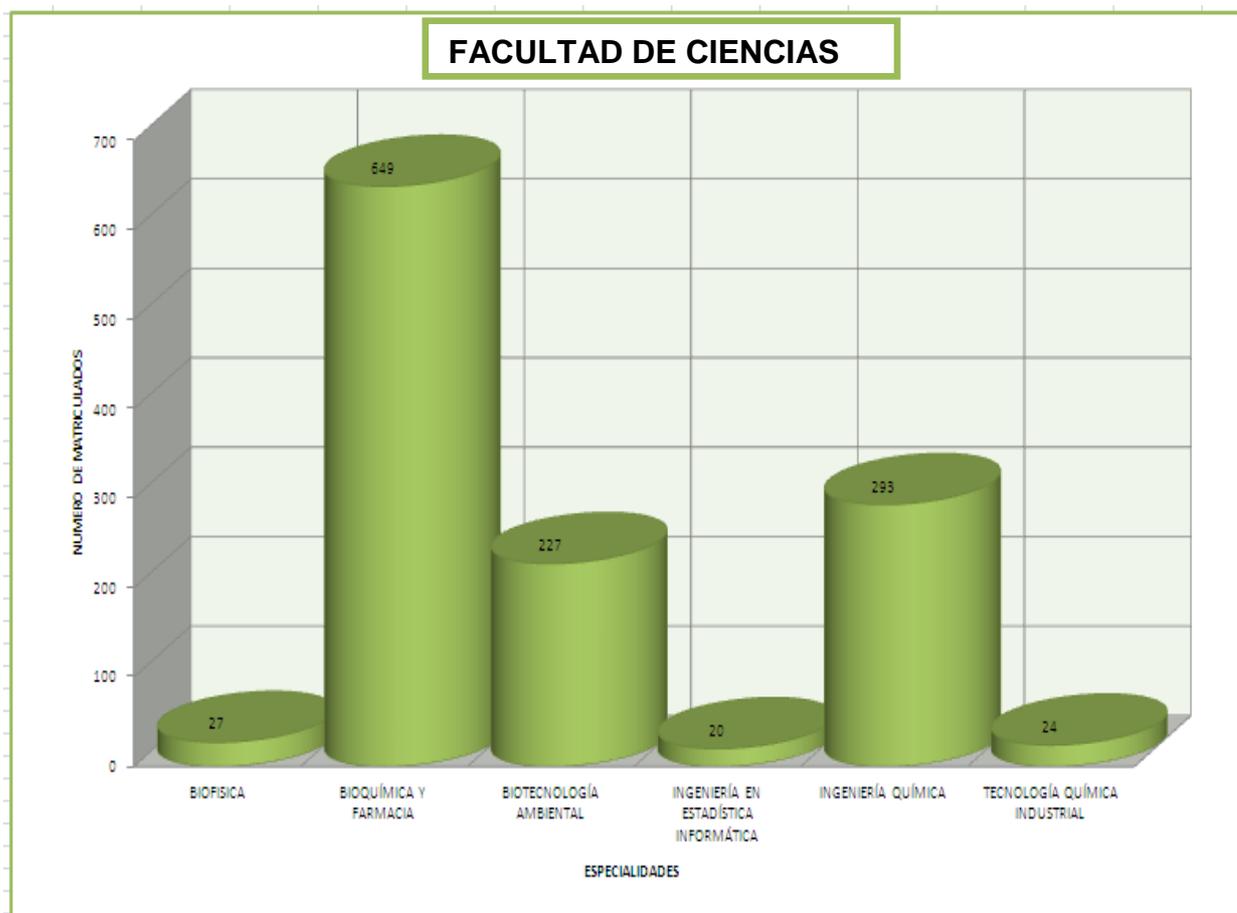


Gráfico 119.- Matriculados por especialidad CIENCIAS

Obsérvese que en la Facultad de Ciencias las especialidades con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 son Ing. Bioquímica y Farmacia con 649 alumnos, seguidos de Ing. Química con 293 alumnos y 227 alumnos en Biotecnología Ambiental.

NÚMERO DE MATRICULADOS POR GÉNERO Y ESPECIALIDAD

ING. BIOQUÍMICA Y FARMACIA.

Tabla 161.- Matriculados por género BIOQUÍMICA Y FARMACIA.

PRIMERO	127	56	
DÉCIMO	14	4	
DÉCIMO PRIMERO	4	0	
SEGUNDO	111	41	
TERCERO	69	18	
CUARTO	44	22	
QUINTO	20	5	
SEXTO	33	8	
SÉPTIMO	21	9	
OCTAVO	16	3	
NOVENO	15	9	
Total Carrera:	474	175	649

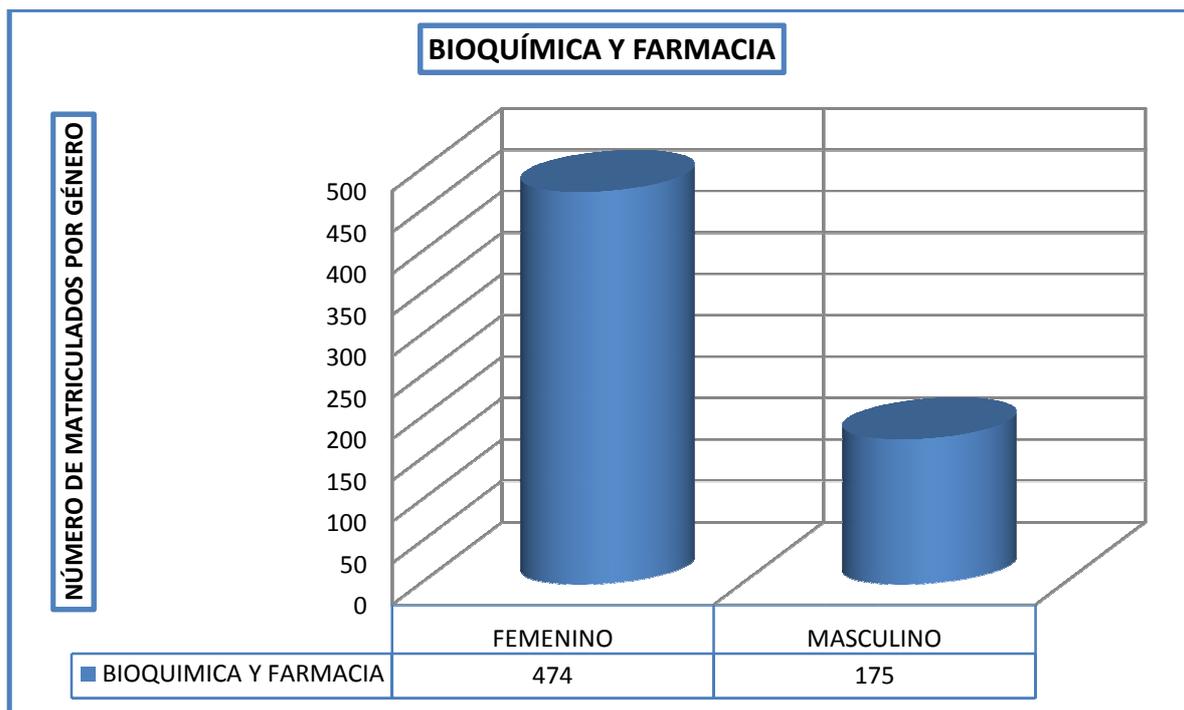


Gráfico 120.- Matriculados por género BIOQUÍMICA Y FARMACIA.

Se observa que la población estudiantil en Bioquímica y Farmacia esta compuesta por 474 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 73% de la población y 175 estudiantes de sexo masculino que representa el 27% de estudiantes.

BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

Tabla 162.- Matriculados por género BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

PRIMERO	46	37	
DÉCIMO	2	4	
SEGUNDO	17	13	
TERCERO	17	13	
CUARTO	8	3	
QUINTO	12	7	
SEXTO	6	10	
SÉPTIMO	9	8	
OCTAVO	2	2	
NOVENO	8	3	
Total Carrera:	127	100	227

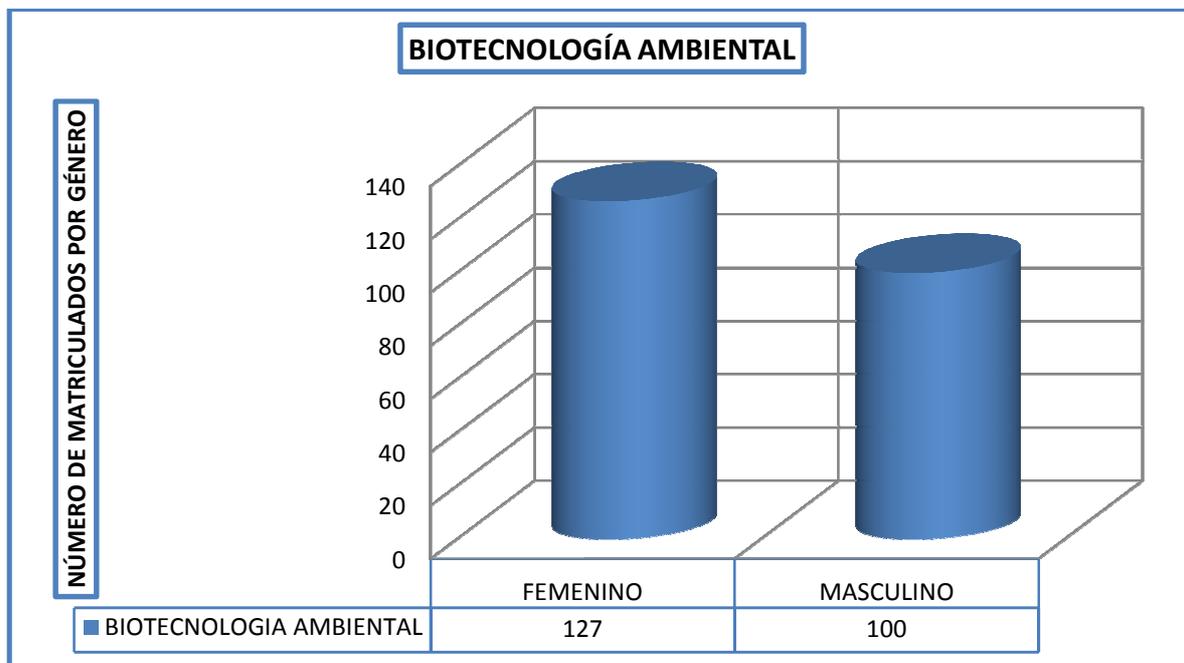


Gráfico 121.- Matriculados por género BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

Se observa que la población estudiantil en Biotecnología Ambiental compuesta por 127 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 56% de la población y 100 estudiantes de sexo masculino que representa el 44% de estudiantes.

ING. BIOFÍSICA.

Tabla 163.- Matriculados por género BIOFÍSICA.

PRIMERO	6	6	
SEGUNDO	0	4	
TERCERO	3	3	
CUARTO	0	1	
QUINTO	2	2	
Total Carrera:	11	16	27

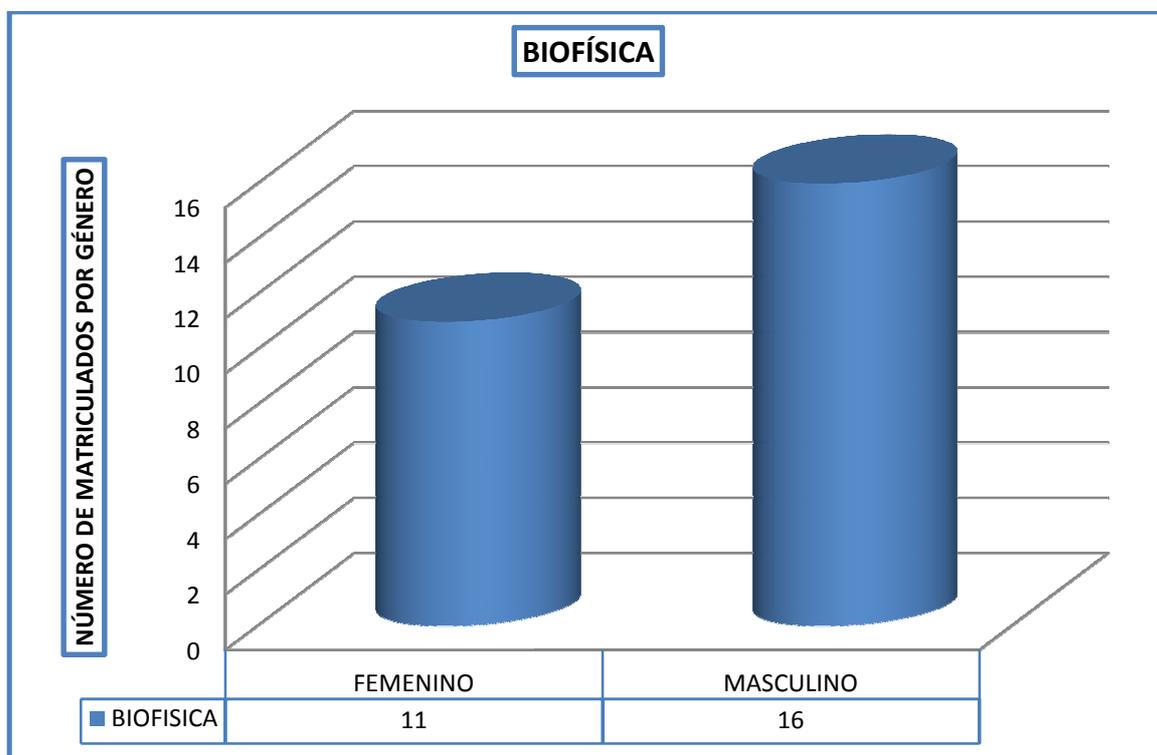


Gráfico 122.- Matriculados por género BIOFÍSICA.

Se observa que la población estudiantil en Biofísica esta compuesta por 11 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 59% de la población y 16 estudiantes de sexo masculino que representa el 41% de estudiantes.

ING. ESTADÍSTICA INFORMÁTICA.

Tabla 164.- Matriculados por género ESTADÍSTICA INFORMÁTICA.

PRIMERO	4	4	
DÉCIMO	0	1	
SEGUNDO	3	1	
TERCERO	1	3	
CUARTO	1	0	
QUINTO	1	1	
Total Carrera:	10	10	20

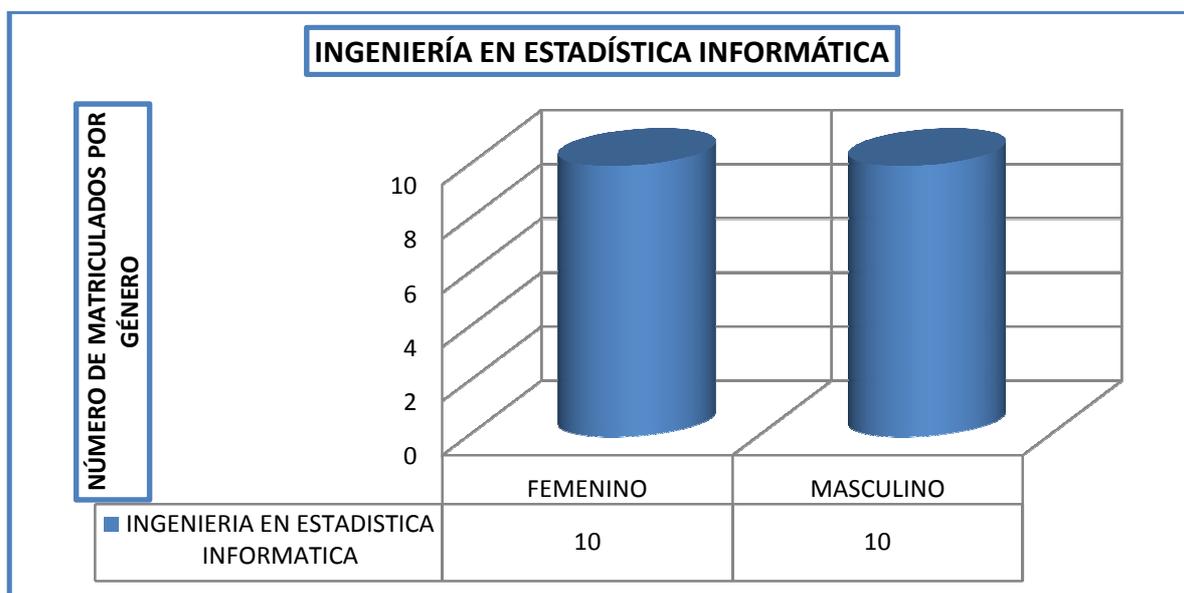


Gráfico 123.- Matriculados por género ESTADÍSTICA INFORMÁTICA.

Se observa que la población estudiantil en Estadística Informática esta compuesta por 10 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 50% de la población y 10 estudiantes de sexo masculino que representa el 50% de estudiantes.

ING. QUÍMICA.

Tabla 165.- Matriculados por género QUÍMICA.

PRIMERO	47	41	
DÉCIMO	7	2	
SEGUNDO	14	14	
TERCERO	22	24	
CUARTO	11	18	
QUINTO	17	16	
SEXTO	10	16	
SÉPTIMO	7	8	
OCTAVO	8	4	
NOVENO	1	6	
Total Carrera:	144	149	293

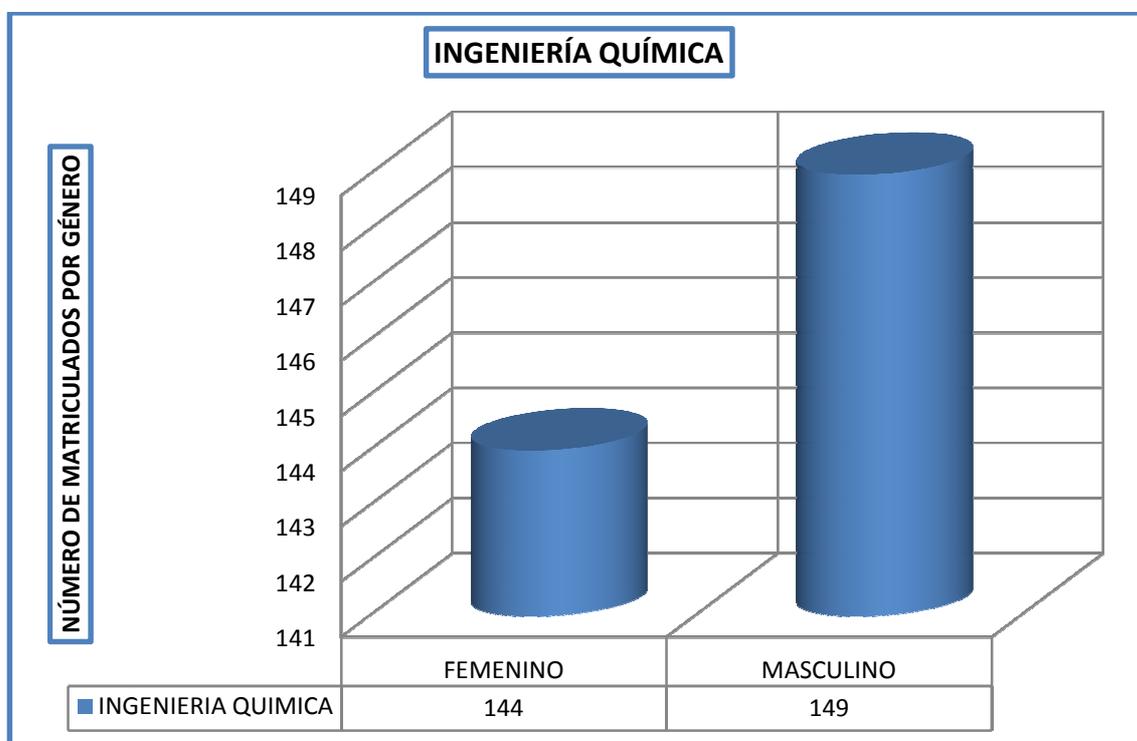


Gráfico 124.- Matriculados por género QUÍMICA.

Se observa que la población estudiantil en Ing. Química y Auditoría está compuesta por 144 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 49% de la población y 149 estudiantes de sexo masculino que representa el 51% de estudiantes.

TECNOLOGÍA QUÍMICA INDUSTRIAL.

Tabla 166.- Matriculados por género QUÍMICA INDUSTRIAL.

TERCERO	1	1	
CUARTO	1	5	
QUINTO	0	1	
SEXTO	1	7	
SÉPTIMO	4	3	
Total Carrera:	7	17	24

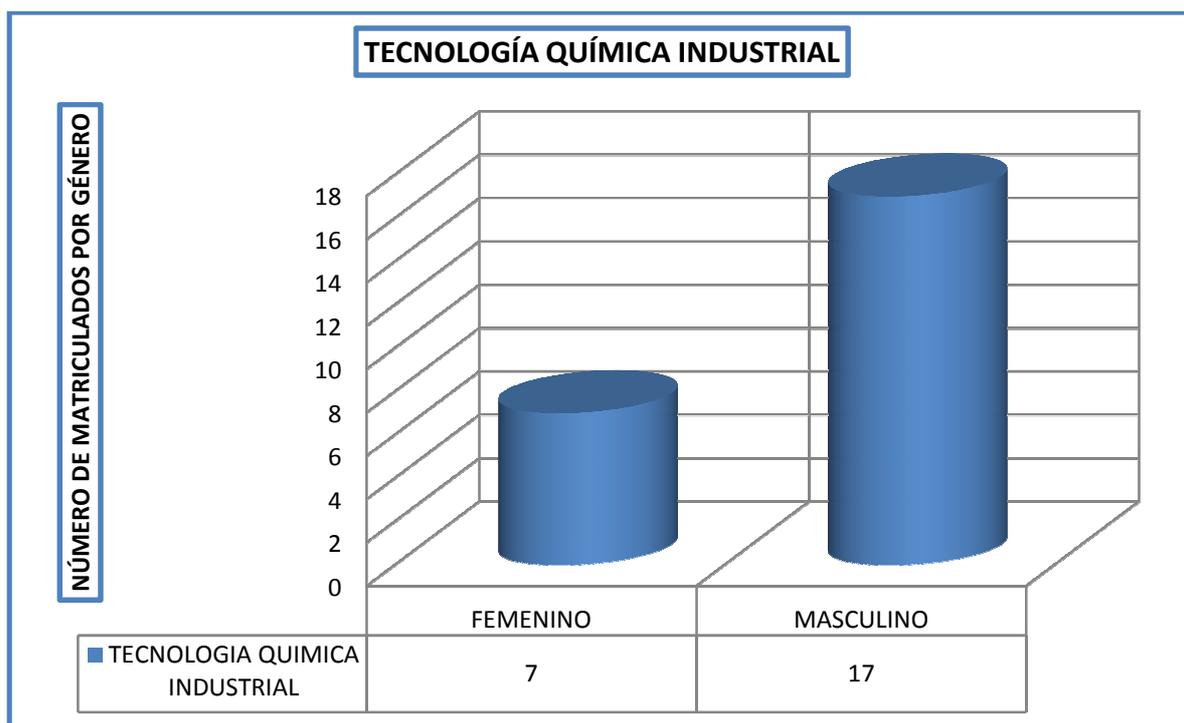


Gráfico 125.- Matriculados por género QUÍMICA INDUSTRIAL.

Se observa que la población estudiantil en Tecnología Química Industrial esta compuesta por 7 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 29% de la población y 17 estudiantes de sexo masculino que representa el 71% de estudiantes.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN QUÍMICA.

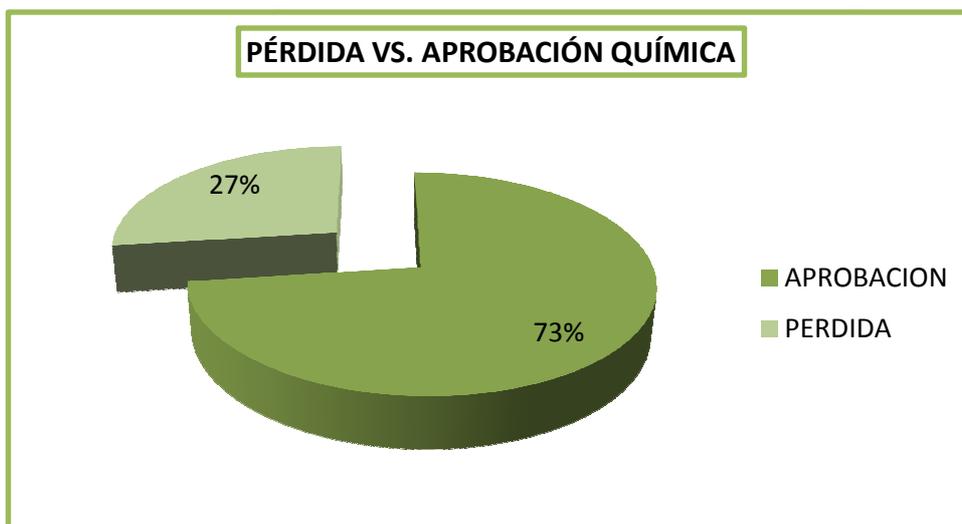


Gráfico 126.- Pérdida vs. Aprobación QUÍMICA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 73%, mientras que la pérdida representa un 27%.

APROBACIÓN ESTUDIANTIL POR GÉNERO QUÍMICA.

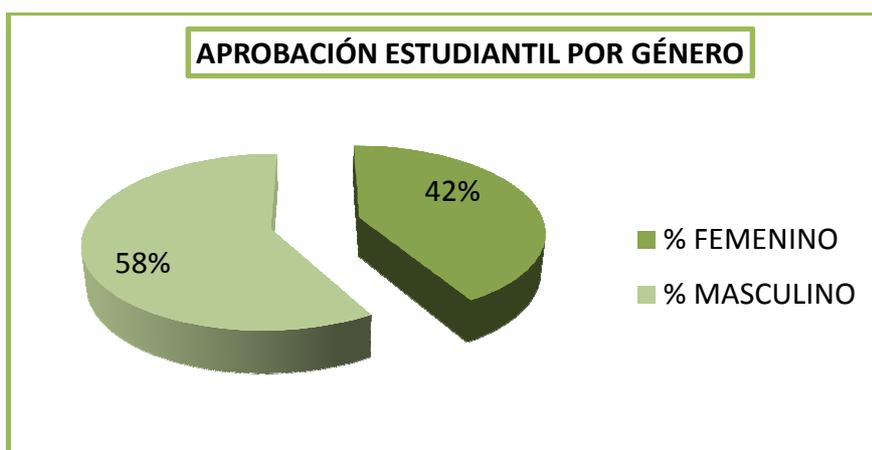


Gráfico 127.- Aprobación por género QUÍMICA.

Observamos que en Química el porcentaje de aprobación viene dado por 58% en el sexo masculino y un 42% sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN BIOQUÍMICA Y FARMACIA.

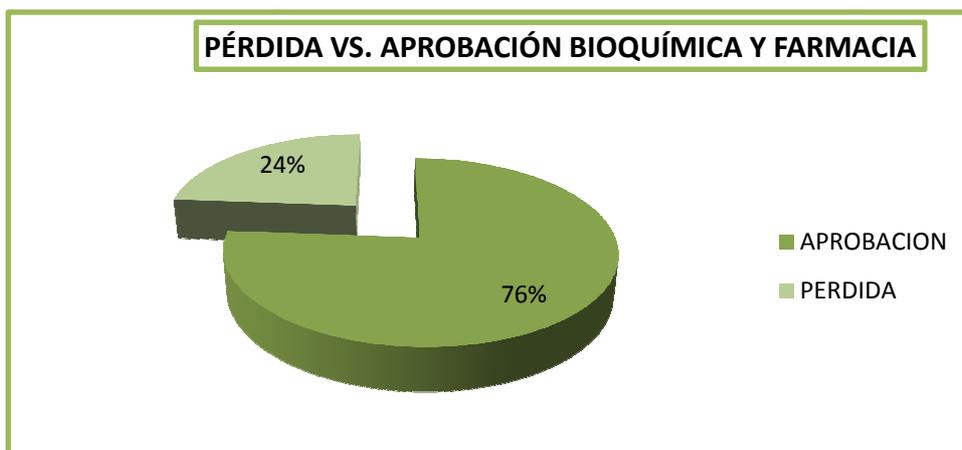


Gráfico 128.- Pérdida vs. Aprobación BIOQUÍMICA Y FARMACIA.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 76%, mientras que la pérdida representa un 24%.

APROBACIÓN ESTUDIANTIL POR GÉNERO EN BIOQUÍMICA Y FARMACIA.

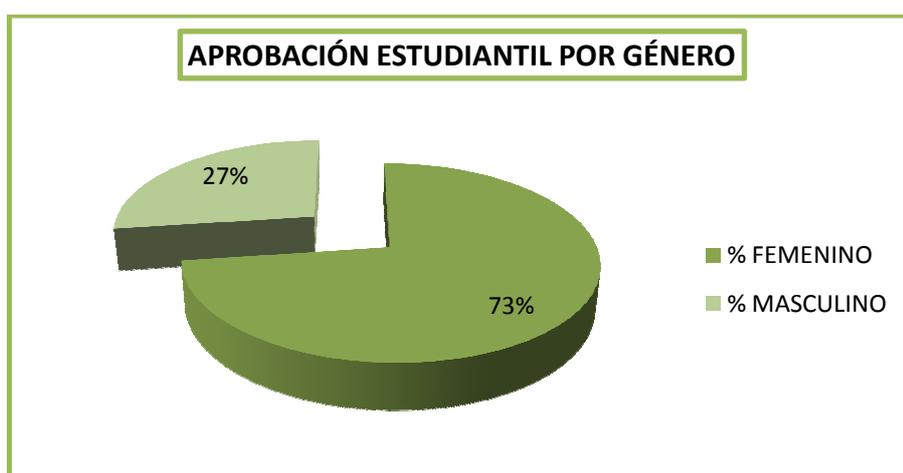


Gráfico 129.- Aprobación por género BIOQUÍMICA Y FARMACIA.

Observamos que en Bioquímica y Farmacia el porcentaje de aprobación viene dado por 27% en el sexo masculino y un 73% sexo femenino.

PÉRDIDA VS. APROBACIÓN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

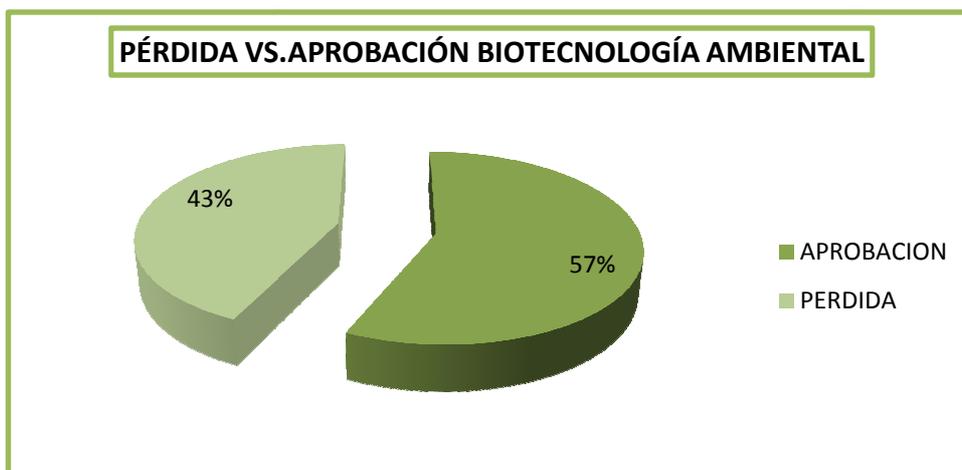


Gráfico 130.- Pérdida vs. Aprobación BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

La gráfica nos indica que desde el periodo 2004 hasta el 2008 se obtuvo que la aprobación en promedio de los estudiantes es del 57%, mientras que la pérdida representa un 43%.

APROBACIÓN POR GÉNERO BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

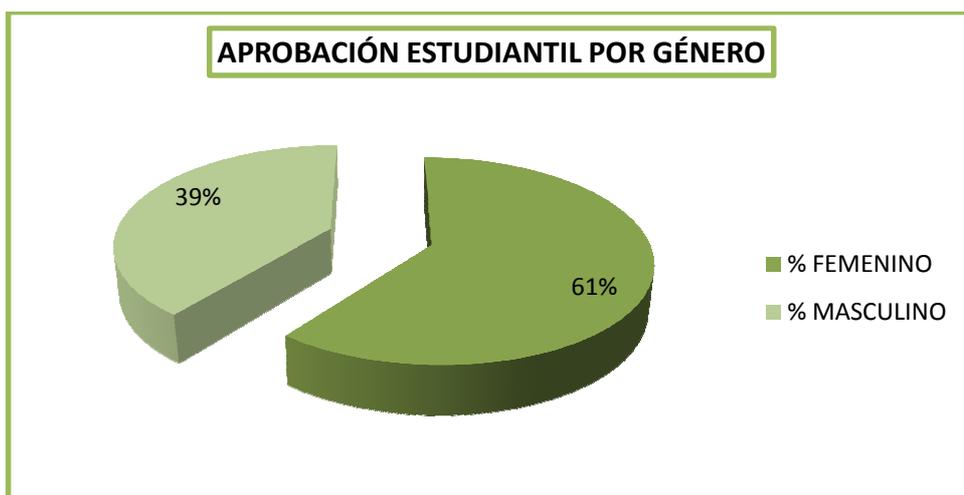


Gráfico 131.- Aprobación BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.

Observamos que en Biotecnología Ambiental el porcentaje de aprobación viene dado por 61% en el sexo masculino y un 39% en el sexo femenino.

4. PRUEBA DE SIGNIFICACIÓN PARA PROPORCIONES DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN LA ESPOCH CON RESPECTO AL GÉNERO.

Se deberá utilizar una prueba de dos colas, ya que se quiere probar si la afluencia estudiantil por género es equivalente, teniendo en cuenta que el número de matriculados es de 5453 estudiantes de sexo masculino y 4831 estudiantes de sexo femenino.

$$H_0: p_1 = p_2$$

$$H_1: p_1 \neq p_2$$

$$\alpha = 0,05$$

El valor estadístico de prueba z es:

$$z = \frac{(x_1/n) - (x_2/n)}{\sqrt{p(1-p)[(1/n) + (1/n)]}}$$

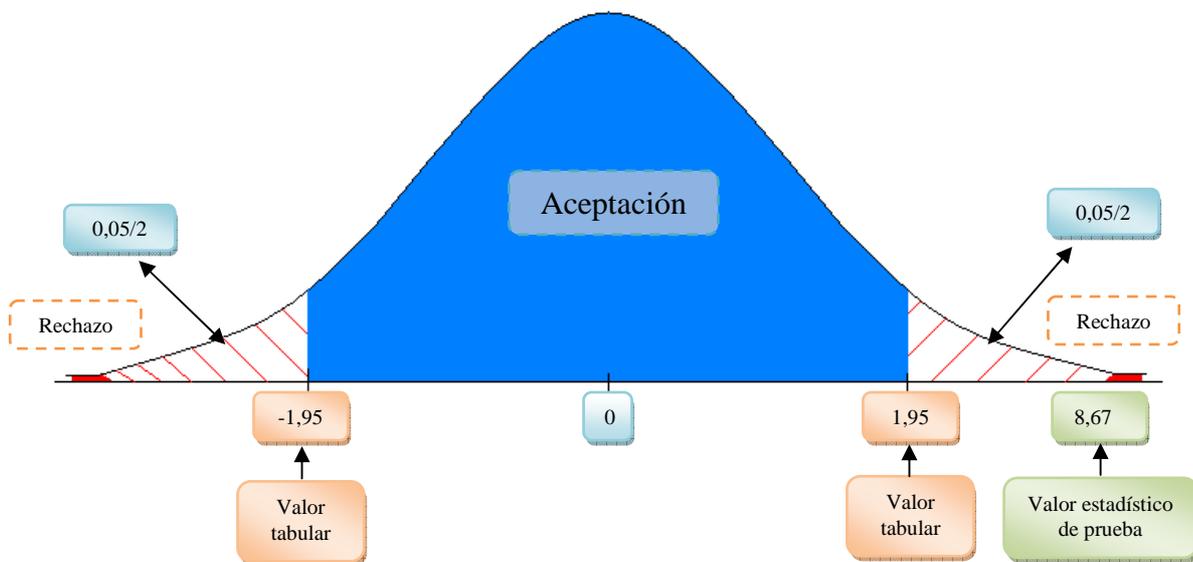
Donde

$$p = \frac{x_1 + x_2}{2n}$$

Por consiguiente, se tiene

$$p = \frac{5453 + 4831}{2(10284)} = 0.5$$

$$z = \frac{\left(\frac{5453}{10284}\right) - \left(\frac{4831}{10284}\right)}{\sqrt{0,5(1 - 0,5)\left[\left(\frac{1}{10284}\right) + \left(\frac{1}{10284}\right)\right]}} = 8,67$$



El valor tabular normal para 0,05 y una prueba de dos colas es $\pm 1,95$. En consecuencia se rechaza H_0 y se concluye el número de estudiantes matriculados de sexo masculino difiere del número de estudiantes matriculadas de sexo femenino.

5. DOCENTES.

5.1 EVOLUCIÓN DE DOCENTES POR NOMBRAMIENTO Y CONTRATO.

Tabla 162.- Evolución Docentes

AÑO	NOMBRAMIENTO	CONTRATO	TOTAL
2005	334	227	561
2006	356	341	697
2007	372	348	720
TOTAL	1062	916	1978
PORCENTAJE	54%	46%	

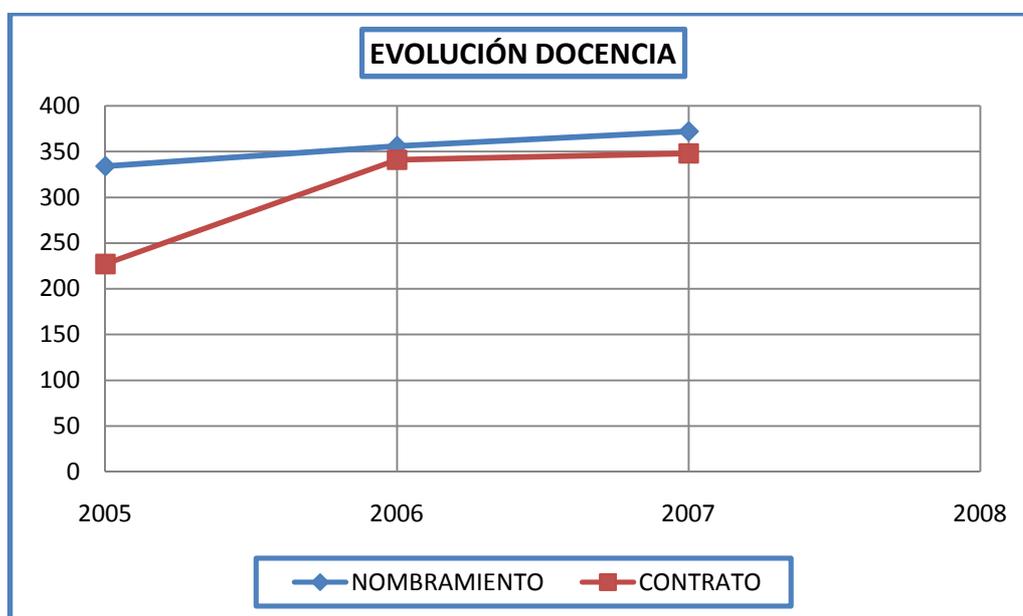


Gráfico 132.- Evolución Docentes.

Se observa en el gráfico anterior que la evolución de docentes con nombramiento es de 334 docentes en el 2005, 356 en el 2006 y 372 en el 2007; en comparación con los docentes por contrato que tuvieron 227 docentes por contrato en el año 2005, 341 en el 2006 y 348 en el 2007 concluyéndose que el 54% de docentes están con nombramiento y el 46% de docentes están por contrato.

5.2 ÍNDICE DE CRECIMIENTO DOCENTES

Tabla 162.- Evolución Docentes

	ÍNDICE DE CRECIMIENTO		
	NOMBRAMIENTO	CONTRATO	TOTAL
2005-2006	6,59%	50,22%	24,24%
2006-2007	4,49%	2,05%	3,30%

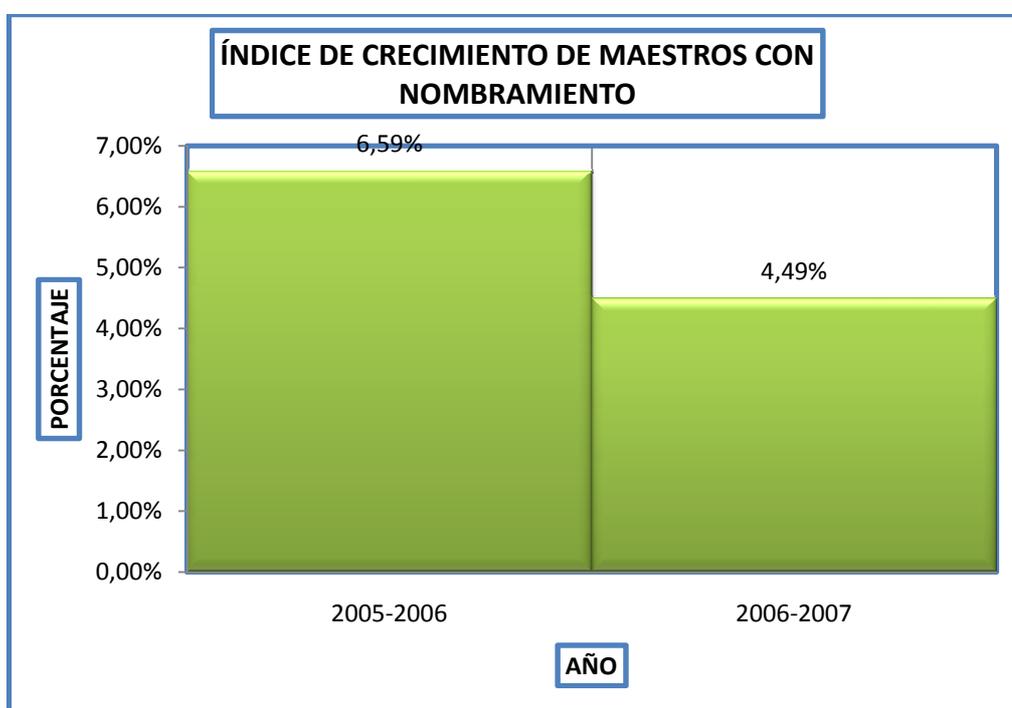


Gráfico 133.- Índice de crecimiento docente nombramiento.

Observe que en índice de crecimiento de los maestros con nombramiento es de 6,59% del año 2005 al año 2006 y 4,49% del año 2006 al año 2007.

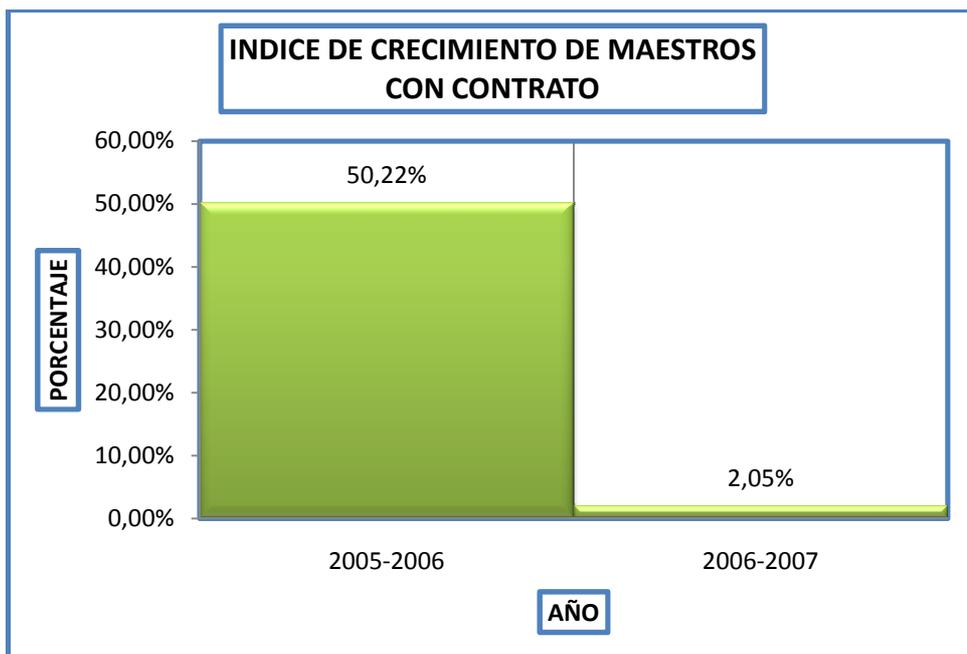


Gráfico 134.- Índice de crecimiento docentes contrato.

Observe que en índice de crecimiento de los maestros con contrato es de 50,22% del año 2005 al año 2006 y 2,05% del año 2006 al año 2007.

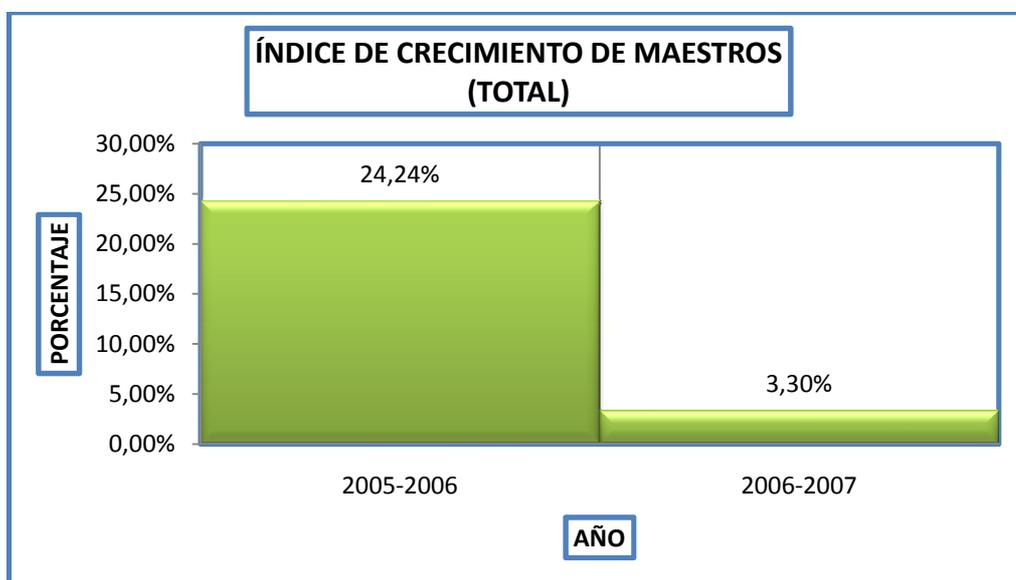


Gráfico 135.- Índice de crecimiento docentes total.

Obsérvese que el índice de crecimiento de los maestros es de 24,24% del año 2005 al año 2006 y 3,30% del año 2006 al año 2007.

6. CONCLUSIONES.

- El estudio realizado nos ayudó a observar el comportamiento y la evolución de los ingresos de estudiantes a la ESPOCH y a cada una de sus Facultades, se determinó que la tasa de crecimiento estudiantil en promedio desde el año 2004 hasta el año 2007 para la ESPOCH y cada una de sus facultades es de:

TASA DE CRECIMIENTO ESTUDIANTIL %	
ESPOCH	9,27%
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	12,64%
CIENCIAS PECUARIAS	4,14%
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	2,85%
MECÁNICA	14,64%
RECURSOS NATURALES	-6,53%
SALUD PÚBLICA	21,25
CIENCIAS	18,03%

- Se obtuvo modelos de series temporales que nos ayudaron a predecir el número de estudiantes que ingresarán anualmente a la institución esto con el afán de que las autoridades tomen decisiones a tiempo basándose en datos reales y no en la intuición, la siguiente tabla muestra pronósticos para los cuatro años siguientes:

PRONÓSTICOS PARA CUATRO AÑOS	2008	2009	2010	2011
ESPOCH	11867	11241	12298	12437
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	2934	2839	3007	2835
CIENCIAS PECUARIAS	863	726	783	990
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	2017	1983	2009	1901
MECÁNICA	1923	2023	2101	2232
RECURSOS NATURALES	705	809	650	618
SALUD PÚBLICA	1688	1843	1589	1952
CIENCIAS	1737	1018	2159	1909

Como referencia se hace constar el modelo obtenido para la ESPOCH:

$$\hat{Y} = T(t) + C(t)$$

$$T(t) = 3657,55 - 46,53 * t + 16,23 * t^2$$

$$C(t) = -243,99 * \cos\left(\frac{22,75 * t}{21}\right) - 145,92 * \operatorname{sen}\left(\frac{-61,79 * t}{21}\right) - 219,64 * \cos\left(\frac{45,51 * t}{21}\right) +$$

$$211,60 * \operatorname{sen}\left(\frac{78,15 * t}{21}\right) + 204,56 * \cos\left(\frac{24,89 * t}{21}\right) + 538,71 * \operatorname{sen}\left(\frac{-9,12 * t}{21}\right) -$$

$$291,41 * \cos\left(\frac{18,07 * t}{21}\right) + 672,85 * \operatorname{sen}\left(\frac{-126,95 * t}{21}\right) - 313,57 * \cos\left(\frac{-87,04 * t}{21}\right) -$$

$$51,01 * \operatorname{sen}\left(\frac{-42,87 * t}{21}\right) + 734,02 * \cos\left(\frac{2,07 * t}{21}\right) + 1018,10 * \operatorname{sen}\left(\frac{-4,71 * t}{21}\right) -$$

$$35,19 * \cos\left(\frac{36,53 * t}{21}\right) + 301,99 * \operatorname{sen}\left(\frac{-4,36 * t}{21}\right)$$

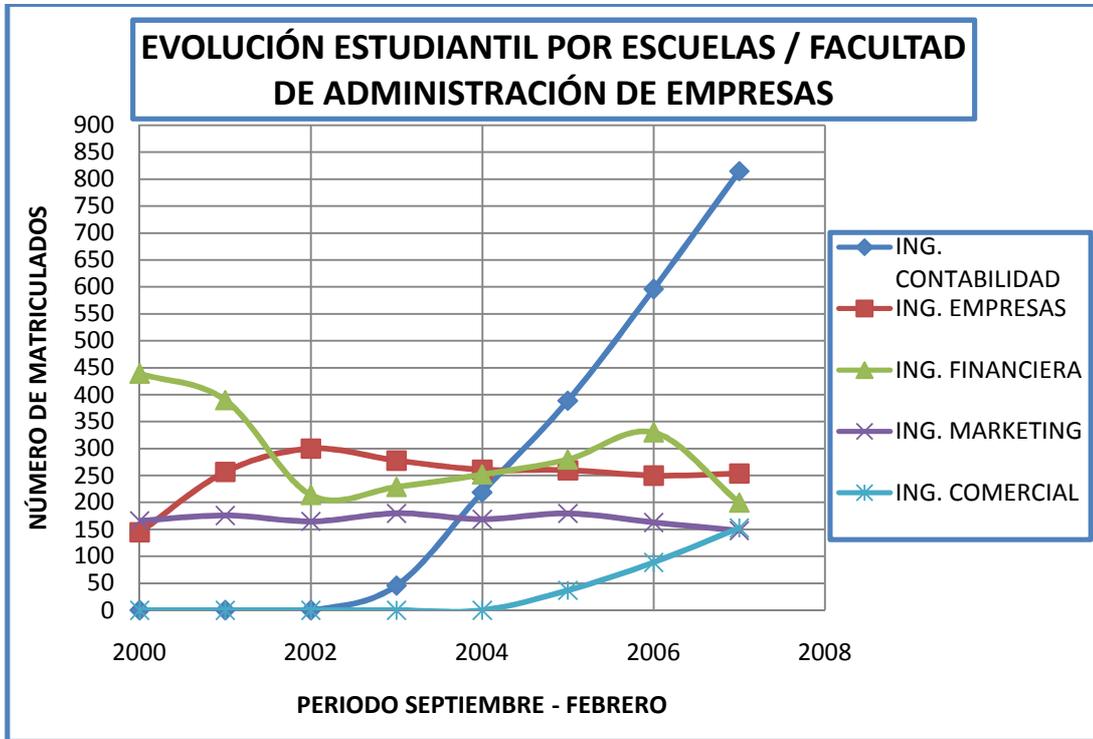
$$\hat{Y} = (3657,55 - 46,53 * t + 16,23 * t^2) + \left(\begin{array}{l} -243,99 * \cos\left(\frac{22,75 * t}{21}\right) - 145,92 * \operatorname{sen}\left(\frac{-61,79 * t}{21}\right) - \\ 219,64 * \cos\left(\frac{45,51 * t}{21}\right) + 211,60 * \operatorname{sen}\left(\frac{78,15 * t}{21}\right) + \\ 204,56 * \cos\left(\frac{24,89 * t}{21}\right) + 538,71 * \operatorname{sen}\left(\frac{-9,12 * t}{21}\right) - \\ 291,41 * \cos\left(\frac{18,07 * t}{21}\right) + 672,85 * \operatorname{sen}\left(\frac{-126,95 * t}{21}\right) - \\ 313,57 * \cos\left(\frac{-87,04 * t}{21}\right) - 51,01 * \operatorname{sen}\left(\frac{-42,87 * t}{21}\right) + \\ 734,02 * \cos\left(\frac{2,07 * t}{21}\right) + 1018,10 * \operatorname{sen}\left(\frac{-4,71 * t}{21}\right) - \\ 35,19 * \cos\left(\frac{36,53 * t}{21}\right) + 301,99 * \operatorname{sen}\left(\frac{-4,36 * t}{21}\right) \end{array} \right)$$

- Al comparar los resultados obtenidos mediante el modelo aditivo vs. El modelo lineal, concluimos que el modelo aditivo se ajusta de mejor manera a los datos originales:

MEDICIÓN DEL ERROR EN EL PRONÓSTICO AÑO 2007	MATRICULADOS 2007	ADITIVO	ERROR	EXCEL	ERROR
ESPOCH	10226	10226	0	8811	1415
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS	2685	2675	10	2259	426
CIENCIAS PECUARIAS	816	822	-6	779	37
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	1952	1951	1	1943	9
MECÁNICA	1705	1701	4	1184	521
RECURSOS NATURALES	635	635	0	856	-221
SALUD PÚBLICA	1193	1187	6	805	388
CIENCIAS	1240	1243	-3	1105	135

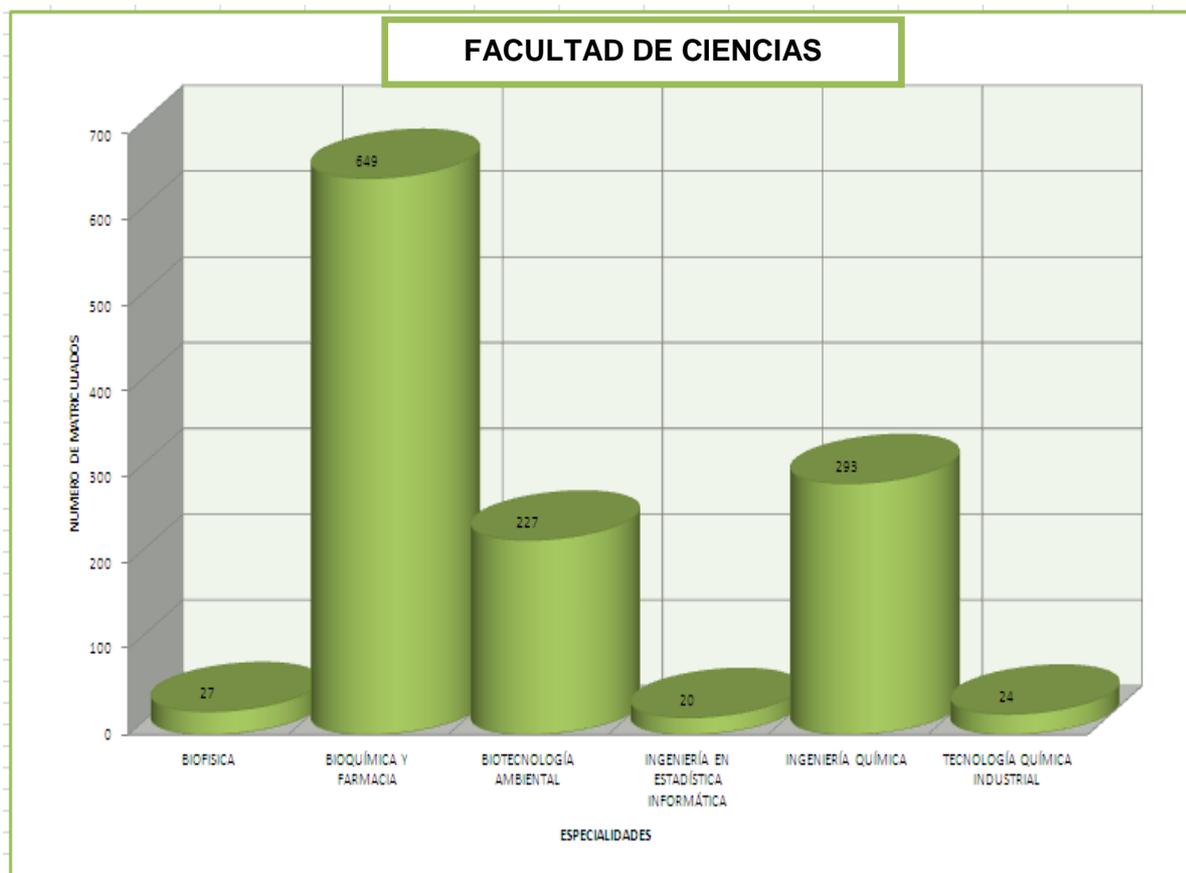
- En el periodo octubre 2007 febrero 2008 se encontró que la población estudiantil en la ESPOCH se conformaba por 4831 estudiantes del sexo femenino representando el 47% de la población estudiantil, y 5453 estudiantes del sexo masculino representando el 53% de la población en la ESPOCH.
- En el estudio se encontró que el 66% de la población estudiantil aprueban sus materias, mientras que el 34% no las aprueba, esto en general ya que el estudio se encuentra realizado para cada una de las escuelas de la institución.
- Se realizó la comparación de la evolución de cada Escuela perteneciente a cada facultad, esto con el fin de que las autoridades aprecien de mejor manera la evolución de cada una de las escuelas. La

siguiente gráfica muestra la evolución de cada una de las escuelas pertenecientes a la FADE.



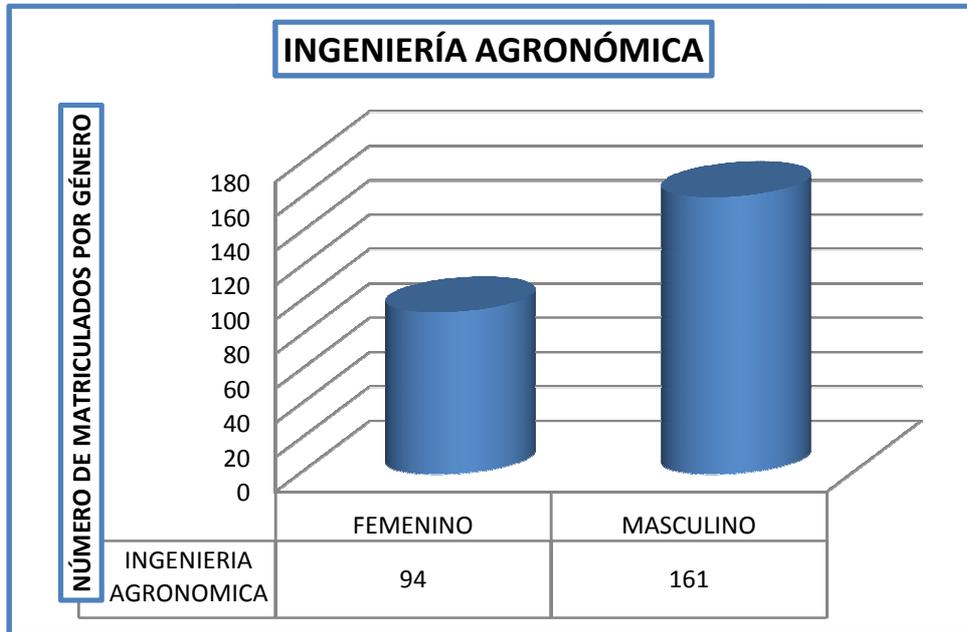
Se observa que en esta facultad la carrera con mayor repunte estudiantil es Ing. En Contabilidad y Auditoría empezando con un número de 46 estudiantes en el año 2003 y llegando a obtener en la actualidad 815 estudiantes, en Ing. Empresas la afluencia de estudiantes se ha mantenido casi constante en los últimos años con un promedio de matriculados de 250 estudiantes por periodo, en Ing. Financiera desde el año 2000 ha sufrido un decremento de estudiantes hasta la fecha de 439 a 200 estudiantes respectivamente, en Ing. En Marketing la evolución estudiantil no ha sufrido cambios significativos desde el año 2000 hasta la fecha se ha mantenido con 169 estudiantes en promedio, en Ing. Comercial existe un incremento de 37 estudiantes en el año 2005 a 153 estudiantes en el año 2008.

- Se presentan estadísticas comparativas para el número de estudiantes que se matricularon en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 en cada una de las especialidades de cada Facultad.



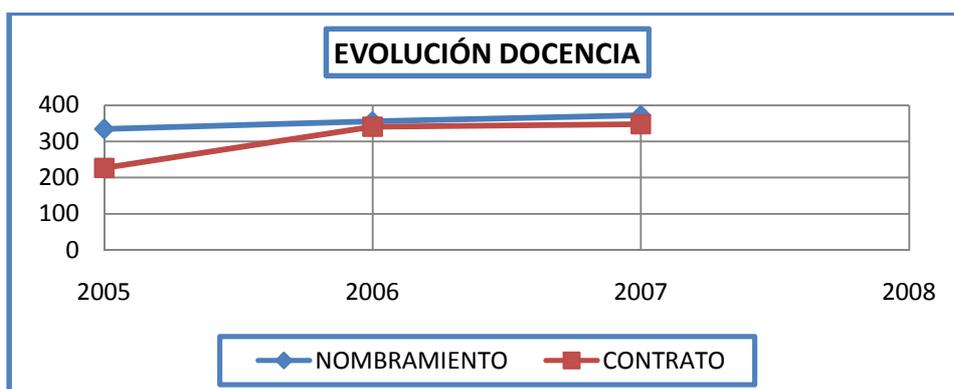
Obsérvese que en la Facultad de Ciencias las especialidades con mayor demanda en el periodo académico Septiembre 2007 – Febrero 2008 son Ing. Bioquímica y Farmacia con 649 alumnos, seguidos de Ing. Química con 293 alumnos y 227 alumnos en Biotecnología Ambiental.

- Se encontró que las preferencias de estudiantes en cada una de las especialidades con respecto al género y especialidad, la siguiente gráfica muestra la preferencia de los estudiantes en Ing. Agronómica.

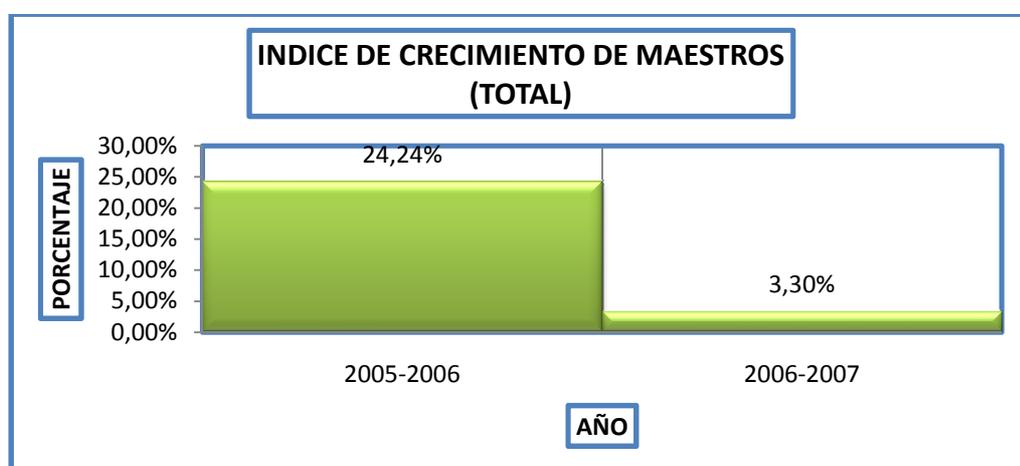


Se observa que la población estudiantil en Ing. Agronómica esta compuesta por 94 estudiantes del sexo femenino que corresponde al 37% de la población y 161 estudiantes de sexo masculino que representa el 63% de estudiantes.

- Se realizó una comparación de la evolución y el índice de crecimiento desde el año 2005 al año 2007 clasificado por docentes de planta y docentes por contrato con los siguientes resultados:



Se observa en el gráfico anterior que la evolución de docentes con nombramiento es de 334 docentes en el 2005, 356 en el 2006 y 372 en el 2007; en comparación con los docentes por contrato que tuvieron 227 docentes por contrato en el año 2005, 341 en el 2006 y 348 en el 2007 concluyéndose que el 54% de docentes están con nombramiento y el 46% de docentes están por contrato.



Obsérvese que el índice de crecimiento de los maestros es de 24,24% del año 2005 al año 2006 y 3,30% del año 2006 al año 2007.

7. RECOMENDACIONES

- Desarrollar una base de datos que permita un acceso y manipulación más rápida de los mismos para su respectivo análisis.
- Continuar con este tipo de estudios basados en datos reales puesto que nos muestra de una forma más clara la evolución que ha venido teniendo la institución a lo largo de los años.
- Determinar y publicar periódicamente los índices académicos de la ESPOCH, con el objetivo de que todas las personas pertenecientes a la institución y particulares puedan ver el desenvolvimiento institucional de manera que permita llevar a cabo los objetivos anhelados de esta nuestra institución superior.
- Fomentar el uso de modelos de pronósticos para la toma de decisiones con respecto al desenvolvimiento de cada una de las escuelas.
- Publicar los resultados obtenidos en los diferentes medios de socialización de la ESPOCH.
- Aplicar los modelos logrados en la página web de la ESPOCH.

8. RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue encontrar modelos de series temporales para el análisis de las tendencias y predecir el ingreso de estudiantes a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en cada una de sus facultades, también se realizó un estudio descriptivo de los mismo con el fin de tener un mejor manejo de la información y tomar decisiones políticas administrativas a tiempo.

Con base a información obtenida de Secretaria Académica y de la Oficina de Planificación, que cuenta con datos registrados desde hace 21 años (1988 -2008). Se aplico tres metodologías: modelo aditivo (polinomio trigonométrico) modelo de regresión lineal simple utilizando EXCEL y modelo de holt aplicando MINITAB, y la predicción se realizó para cuatro años con los tres modelos, estudiando la tendencia mediante la función de autocorrelacion con límites de significancia del 5%.

Luego de observar los errores de cada uno de los modelos se determino que el mejor modelo de pronostico es el aditivo, se proyecta que el ingreso de estudiantes para el año 2011 en la facultad de Administración de Empresas será de 2835; en la de Ciencias Pecuarias 990; en la de Informatiza y Electrónica 1901; en la de Mecánica 2232; en la de Recursos Naturales 618; en la de Salud Publica 1952; en la de Ciencias 1909, con un total de 12437 en la actualidad (Octubre 2007), se cuenta con 10226 con este estudio se puede predecir que la población estudiantil en cuatro años se incrementaría en 2211.

Con el modelo aditivo se concluye que los pronósticos se ajustan significativamente a los datos. La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo debe implementar un sistema gestor de base de datos informática para un mejor manejo de la información que sirva a la toma de decisiones oportunas y pertinentes

SUMMARY

This investigation deals with finding models of temporal series for the tendency analysis and predict the entrance of students into the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo and into each faculty. A descriptive study was carried out to obtain a better management of the information and make the political administrative decisions on time. The information was obtained from the Academic Registrar's Office and the Planning Office which have a 21 year period recorded data (1988-2008).

Three methodologies were applied: additive model (trigonometric polynomial), simple linear regression model using EXCEL and Holt model applying MINITAB; the prediction was carried out for four years with three models, studying the tendency through the autocorrelation function with significance limits of 5%. After having observed the errors of each model it was determined that the best prognostic was the additive one. It was projected that the student entrance for the 2011 year in the Enterprise Administration Faculty will be 2835; in the Cattle and livestock Science Faculty, 990; in the Electronics and Informatics Faculty, 1901; in the Mechanics Faculty, 2232; in the Natural Resources Faculty, 618; In Public Health Faculty 1952; in the Science Faculty, 1909, with a total of 12,437. At present (October 2007), there are 10,226 students. With this study it is possible to predict that the student population in four years will increase by 2,211 students. It is concluded that with the additive model the prognostics are significantly adjusted to the data.

The Escuela Superior Politécnica de Chimborazo must implement a management system of informatics data base for a better management of the information which will serve for opportune and pertaining decision making.

9. BIBLIOGRAFÍA

- CANAVOS, G. Probabilidad y Estadística: aplicación y métodos. 2ª.ed.
Barcelona: McGraw-Hill, 2002.
- CONGACHA J y ORTEGA M. Introducción a la Estadística y Teoría de las Probabilidades. 2001.
- GUJARATI DAMODAR N. 1997. Econometría 3^{ra}, ed. McGraw-Hill, s.f.
- HABER/RUNYON. Estadística General. Ed. Addison-Wesley 1986.
- MONTGOMERY DOUGLAS C. Runger George C. Probabilidad y Estadística Aplicada a la Ingeniería, segunda edición MC. Graw-Hill, 2003.
- PINDYCK R.S. ECONOMETRÍA, Modelos y Pronósticos. Ed. McGraw-Hill, 2001.
- RICHARD LEVIN. Estadística Para Administradores. 1996.
- SHELDON M. ROSS. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. 2002.
- WALPOLE, MEYERS. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. 1997.
- WILLIAM J. STEVENSON. Estadística para Administración y Economía. Ed. HARLA, 1981.

BIBLIOGRAFÍA EN INTERNET

LÍNEAS DE TENDENCIAS

<http://docencia.50webs.com/tendencia1.htm>

20080316

<http://www.eumed.net/libros/2006a/rmss/a3.htm>

20080316

<http://www.monografias.com/trabajos11/numind/numind.shtml>

20080316

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

<http://www.fisterra.com/mbe/investiga/10descriptiva/10descriptiva.asp>

20080316

<http://sitios.ingenieriausac.edu.gt/estadistica/estadistica2/estadisticadescriptiva.html>

20080316

MÉTODO DE HOLT

<http://www.eumed.net/cursecon/libreria/drm/1m.htm>

20080311.

SERIES DE TIEMPO

<http://www.monografias.com/trabajos30/series-de-tiempo/series-de-tiempo.shtml>

20080311

SOLVER

<http://mit.ocw.universia.net/15.053/s02/pdf/usingexcelsolver.pdf>

20080314

<http://office.microsoft.com/es-es/excel/HA011245953082.aspx>

20080314

<http://office.microsoft.com/es-es/excel/HA010877853082.aspx>

20080314

<http://digi.usac.edu.gt/cursos/excel/leccion10.htm>

20080314