



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

**"ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN CAMARONERA
DEL ECUADOR"**

T E S I S D E G R A D O

**Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

Presentada por:

Howard Lizardo Chávez Antón

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

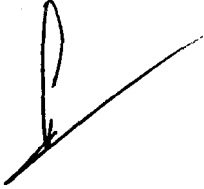
2000

D-20563
6/11/2000
D-20563
F. 10/10

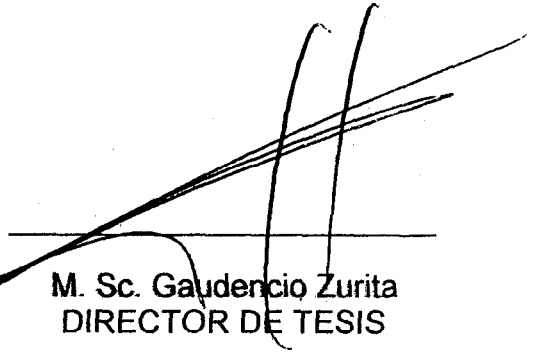
DEDICATORIA

Dedico la realización de esta tesis a mi familia, especialmente a la inspiración de mi vida: Mi madre, por estar allí siempre, y sufrir conmigo las vicisitudes que se debe afrontar para lograr la culminación de una carrera profesional.

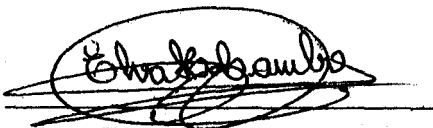
TRIBUNAL DE GRADUACION



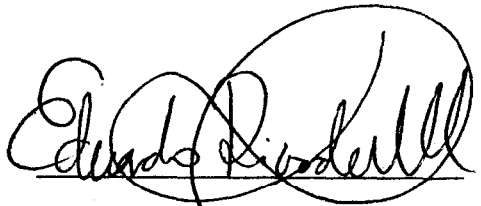
Ing. Félix Ramírez
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE
CIENCIAS MATEMATICAS



M. Sc. Gaudencio Zurita
DIRECTOR DE TESIS



Dra. Elva Camba Campos
VOCAL

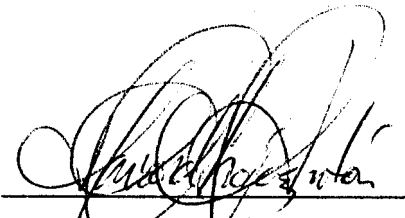


Mat. Eduardo Rivadeneira
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Howard Chávez Antón

INDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	IV
SIMBOLOGIA.....	V
INDICE DE FIGURAS	VI
INDICE DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
I. CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE CAMARON EN EL ECUADOR	
1.1. Desarrollo de la Camaronicultura en el Ecuador	
1.2. Etapas de Desarrollo del Camarón	6
1.3. Técnicas de Siembra	9
1.3.1. Sistema de siembra directa	9
1.3.2. Sistema de siembra indirecta o por transferencia	10
1.3.3. Sistema de transferencia por gravedad	10
1.4. Principales especies de cultivo	10
1.5. Métodos de crianza	12
1.51. Método extensivo	13
1.52. Método semi-extensivo	14
1.53. Método semi-intensivo	15

1.5.4. Método Intensivo.....	16
1.6. Cosecha.....	17
1.7. Zonas destinadas a la crianza.....	18
1.7.1. Por tipos de concesión.....	19
1.7.1.1. Zonas de Playa/Bahía	19
1.7.1.2. Zonas de tierras altas.....	20
1.7.2. Por zona geográfica.....	21
1.8. Enfermedades que afectan al camarón.....	24
1.8.1. Síndrome de la mancha blanca.....	24
1.8.2. Síndrome de Taura	26
1.8.3. Síndrome de la gaviota.....	27
1.9. La tala de manglar.....	29
I I . COMERCIALIZACION INTERNA Y EXTERNA.....	32
2.1. Ecuador como productor mundial.....	34
2.1.1. Camarón marino.....	34
2.1.2. Camarón de cultivo.....	35
2.2. Empacadoras y valor agregado.....	37
2.3. Precios del camarón ecuatoriano.....	41
2.4. Mercado interno.....	43
2.4.1. Pescador artesanal.....	44
2.4.2. Mediano productor.....	46

2.4.3. Gran productor	46
2.5. Exportaciones	47
2.5.1. Mercado estadounidense	50
2.5.2. Mercado europeo	52
2.5.3. Mercado asiático	56
2.6. Promoción en el extranjero	58
III. ESTUDIO DE LA METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS..	61
3.1. Probabilidad..	61
3.2. Variable aleatoria	63
3.3. Muestra aleatoria	64
3.4. Análisis multivariado..	65
3.5. Esperanza matemática	65
3.6. Matriz de datos..	67
3.7. Vector de medias..	67
3.8. Covarianza..	68
3.9. Matriz de varianzas y covarianzas	69
3.10. Coeficiente de correlación..	69
3.11. Matriz de correlaciones	70
3.12. Procesos estocásticos y series de tiempo	71
3.13. Proceso estrictamente estacionario	72

3.14. Procesos estacionarios en covarianza	74
3.15. Ruido blanco	78
3.16. Proceso lineal	78
3.17. Proceso inversible	78
3.18. Proceso autoregresivo	79
3.19. Proceso media móvil	79
3.20. Proceso autoregresivo media móvil (ARMA).	80
3.21. Los modelos ARIMA(p,d,q)	82
3.22. Modelos estacionarios multiplicativos	83
3.23. Modelación de los datos	86
3.23.1. Transformaciones iniciales de la serie	88
3.23.2. Identificación de los parámetros	96
3.23.3. Fase de verificación	100
3.23.4. Pruebas del ruido blanco	105
3.23.4.1. Verificación gráfica	105
3.23.4.2. Pruebas de Box-Pierce y Box-Ljung	109
3.23.5. Criterios para la selección del modelo	11
3.23.5.1. Criterio del mayor poder predictivo	11
3.23.5.2. Criterio de información	112
3.23.6. Predicciones	114

IV. IMPLANTACION DE MÉTODOS DE ANÁLISIS

4.1. Las variables utilizadas en el análisis estadístico. 118

4.1.1. Variables de producción. 119

4.1.1.1. Exportaciones de camarón 119

4.1.1.7. Exportaciones totales ecuatorianas 120

4.1.1.3. Total de exportaciones de productos industrializados del mar.. 120

4.1.1.4. Precios camarón Urner-Barry S A 121

4.1.7. Variables Económicas 121

4.1.2.1. Tipo de cambio dólar/sucre..... 122

4.1.2.2. Índice de precios al consumidor urbano.. 122

4.1.2.3. Balanza comercial. 122

4.1.7.4. Tasa de inflación 173

4.1.3. Variables ambientales. 124

4.1.3.1. Temperatura.;..... 124

4.1.3.2. Salinidad.. 124

4.2. Análisis univariado de series de tiempo 125

4.2.1. Variable X_1 : Exportaciones Camaroneras.. 126

4.2.2. Participación en las Exportaciones Totales Ecuatorianas.. 140

4.3.3. Exportaciones de Productos Industrializados del Mar 151

4.2.4. Variable X_4 : Precios Internacionales Urner Bar-t-y.. 168

4.2.5.	Variable E_3 : Balanza comercial.....	174
4.2.6.	Variable A_1 : Temperatura promedio en la superficie del Mar.....	180
4.2.7.	Variable A_2 : Serie de Salinidad promedio.....	186
4.3.	Un enfoque multivariado.....	192
4.3.1.	Análisis de componentes principales.....	192
4.3.2.	La matriz de datos.....	196
4.3.3.	Correlaciones entre las variables.....	197
4.3.4.	Extracción de las componentes.....	199
4.3.5.	Análisis de series artificiales.....	211
4.3.5.1.	Modelación de la serie Factor 1.....	212
4.3.5.2.	Modelación de la serie Factor 2.....	223
4.3.5.3.	Modelación de la serie Factor 3.....	228
4.3.5.4.	Modelación de la serie Factor 4.....	233

CONCLUSIONES.....	238
-------------------	-----

RECOMENDACIONES.....	243
----------------------	-----

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

AIC	Akaike information criteria (Criterio de Información de Akaike)
ARCH	Auto-regressive conditional heteroskedasticity (Heterocedasticidad condicional autoregresiva)
BCE	Banco central del Ecuador
CENAIM	Centro nacional de investigaciones marinas
CLIRSEN	Centro de levantamientos integrados de recursos naturales por sensores remotos
CNA	Cámara nacional de acuicultura
CORPEI	Corporación ecuatoriana de promoción de exportaciones e inversiones
CSA	Centro de servicios para la acuicultura
FO5	Free on board (Libre a bordo)
GARCH	General auto-regressive conditional heteroskedaticity (Heterocedasticidad condicional autoregresiva general)
Has.	Hectáreas
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos
INP	Instituto nacional de pesca
IPCU	Indice de precios al consumidor urbano
IQF	Individual quickly frozen (Congelado rápido individual)
lbs.	Libras
MCE	Media cuadrática del error
PCR	Polymerase chain reaction (Reacción en cadena de la polimerasa)
Tm.	Toneladas métricas

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1. 1	Transporte y limpieza de larva silvestre... _____	8
Figura 1.2	Un camarón <i>Penaeus vannamei</i> ...	11
Figura 1.3	Pesca con atarraya...	17
Figura 1.4	Mapas correspondientes al inventario del CLIRSEN, año 1995	21
Figura 1.5	Evolución de hectáreas de cultivo camaronero en el Ecuador.....	22
Figura 1.6	Composición de la superficie total de cultivos por provincia en 1995.....	23
Figura 1.7	Producción Ecuatoriana de camarón en el período 1990 -1994.....	27
Figura 1.8	Producción Ecuatoriana de camarón en el período 1988–1991.....	28
Figura 1.9	Serie temporal de superficie de manglar en el período 1969 -1999	29
Figura 2.1	Producción de camarón Período 1976 – 1998 (Tm.).....	35
Figura 2.2	Sector de arribo de las gavetas de camarón en una empacadora	38
Figura 2.3	Descabezadoras de camarón.....	39
Figura 2.4	Diferentes presentaciones con valor agregado..	40
Figura 2.5	Distribución de la comercialización interna en el Ecuador..	45
Figura 2.6	Evolución de las exportaciones camaroneras ecuatorianas en el período 1979 – 1998 (Toneladas métricas). . .	47
Figura 2.7	Principales destinos de las exportaciones ecuatorianas en 1998 (en porcentajes).....	48
Figura 2.8	Exportaciones a USA durante el período 1985 -1998 (US\$FOB)	50
Figura 2.9	Evolución de las exportaciones a Europa durante el período 1985 – 1988 (Volumen en toneladas métricas).	53
Figura 2.10	Composición de las exportaciones camaroneras ecuatorianas a Europa en 1998 (Por países) ... ____	54
Figura 2. 11	Principales empresas exportadoras de camarón a Europa en 1998 (Porcentajes de participación).	55
Figura 2.12	Exportaciones camaroneras a Asia en el período 1985	

	Pag.
	1998 (En US\$ FOB) 56
Figura 2.13	Participación de las principales empresa exportadoras de camarón en el total exportado a Asia en 1998.. 57
Figura 2.14	Logotipo genérico propuesto por la CORPEI..... 59
Figura 3.1	Un proceso estocástico..... 71
Figura 3.2	Un proceso estacionario con respecto a la media... 72
Figura 3.3	Un proceso estacionario con respecto a la varianza..... 73
Figura 3.4	Ejemplo del correlograma de una serie..... 77
Figura 3.5	Comportamiento de la serie de datos usada como ejemplo (Miles de unidades)..... 87
Figura 3.6	Ejemplos de criterios para elegir el número de diferenciaciones de una serie..... 91
Figura 3.7	Evolución de la Serie de ventas (Datos centrados). 93
Figura 3.8	Gráfico de autocorrelaciones estimadas de la serie de ventas.. 94
Figura 3.9	Serie con una diferencia estacional y una diferencia no estacional..... 95
Figura 3.10	Gráfico de autocorrelaciones parciales con una diferencia Estacional y una diferencia no estacional... _ _ _ _ _ 97
Figura 3. 11	Gráfico de autocorrelaciones de la serie con una diferencia estacional y una diferencia no estacional.. 98
Figura 3.12	Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo SARIMA(I, 1, 1)(1, 1, 0)₆..... 106
Figura 3.13	Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo SARIMA(1, 1, 0)(0, 1, 1)₆..... 107
Figura 3.14	Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo SARIMA(0, 1, 0)(1, 1, 0)₆..... 108
Figura 3.15	Predicciones del modelo SARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 0)₆..... 115
Figura 3.16	Predicciones del modelo SARIMA(0, 1, 0)(1, 1, 0)₆ para la serie de ventas mensuales..... 117
Figura 4.1	Exportaciones camaroneras ecuatorianas en el período: Enero de 1990 a Septiembre de 1999..... 126
Figura 4.2	Autocorrelaciones estimadas de la serie Exportaciones camaroneras..... 128
Figura 4.3	Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie de

	Pag.
	exportaciones camaroneras..... 129
Figura 4.4	Serie X₁ (Exportaciones camaroneras) con una suavización y una diferencia estacionaria..... 130
Figura 4.5	Autocorrelaciones estimadas para la serie de exportaciones con una diferencia estacionaria..... 131
Figura 4.6	Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie de exportaciones con una diferencia estacionaria. 132
Figura 4.7	Predicciones estimadas por le modelo ARIMA(2,1,1) para la serie de exportaciones camaroneras del Ecuador. 140
Figura 4.8	Participación de las exportaciones camaroneras en las exportaciones totales ecuatorianas (En porcentajes) Período: Enero de 1989 a Septiembre de 1999 140
Figura 4.9	Autocorrelaciones estimadas para la serie de participación de las exportaciones camaroneras en las exportaciones totales (Serie X₂)..... 141
Figura 4.10	Autocorrelaciones estimadas para la primera diferencia de la serie de participación en las exportaciones totales. . 142
Figura 4. 11	Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie X₂ con una diferencia estacionaria..... 143
Figura 4.12	Autocorrelaciones de l o s residuos del modelo ARIMA(1,1,0) considerado para el ajuste de la serie de participación de las exportaciones camaroneras 147
Figura 4.13	Predicciones estimadas por el modelo ARIMA(2,1,1) para la serie de participación en el total de las exportaciones camaroneras ecuatorianas 150
Figura 4.14	Serie de exportaciones de productos industrializados del mar (En miles de dólares FOB), período: Enero de 1994 a Septiembre de 1999. 151
Figura 4.15	Autocorrelaciones estimadas para la serie X₃ : Productos Industrializados del mar. 152
Figura 4.16	Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie de exportaciones de productos industrializados del mar.. 153
Figura 4.17	Serie X₃ con una diferencia estacionaria..... 154
Figura 4.18	Autocorrelaciones estimadas para la serie X₃ con una diferencia estacionaria..... 155

	Pag.
Figura 4.19 Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie X_3 con una diferencia estacionaria.....	156
Figura 4.20 Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo ARIMA(2,1,0)+δ	162
Figura 4.21 Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo ARIMA(2,1,0) para el ajuste de la serie de exportaciones de productos industrializados del mar.....	163
Figura 4.22 Predicciones estimadas por el modelo ARIMA(0,1,2)+δ para la serie de productos industrializados del mar.....	167
Figura 4.23 Predicciones estimadas por el modelo ARIMA(1,2) para la serie de precios internacionales Urner-Barry.....	173
Figura 4.24 Predicciones estimadas por el modelo SARIMA(1,1,0)(0,1,1)$_6$ para la Serie de la Balanza Comercial.....	179
Figura 4.25 Predicciones estimadas por el modelo SARIMA(1,1,0)(1,0,0)$_6$ para la serie de temperaturas marinas.....	185
Figura 4.26 Predicciones estimadas por el modelo SARIMA(0,1,0)(0,1,1)$_6$ para la serie de salinidades promedio.....	191
Figura 4.27 Gráfico de los eigenvalores correspondientes a las componentes de la matriz de datos.....	204
Figura 4.28 Suavización de la serie Factor 1.....	212
Figura 4.29 Serie factor 1 con una diferencia estacionaria.....	213
Figura 4.30 Autocorrelaciones estimadas para la serie Factor 1.....	214
Figura 4.31 Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie Factor 1 (Con una diferencia estacionaria)	215
Figura 4.32 Predicciones estimadas por el modelo ARIMA(2,1,1) para la serie del primer factor.....	222
Figura 4.33 Predicciones estimadas por el modelo ARMA(1,1) para la serie del segundo factor.....	227
Figura 4.34 Predicciones estimadas por el modelo SARIMA(0,1,2)(1,1,0)$_6$ para la serie del tercer factor.....	232
Figura 4.35 Predicciones estimadas por el modelo	

Pag.

SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₆ para la serie del cuarto factor.. 237

INDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla I	Principales productores mundiales de camarón de cultivo (1998)	36
Tabla II	Exportaciones de camarón por región (Enero a Junio, años 1998 y 1999, en toneladas métricas)	49
Tabla III	Principales proveedores de camarón a USA (En millones de libras)	51
Tabla IV	Serie de ventas mensuales usadas como ejemplo	86
Tabla V	Resultados de la prueba de student para el modelo SARIMA(1,1,1)(1,1,0)₆	103
Tabla VI	Resultados de la prueba de student para el modelo SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆	104
Tabla VII	Resultados de la prueba de student para el modelo SARIMA(0,1,0)(1,1,0)₆+δ	104
Tabla VIII	Prueba de Box-Ljung para verificación de la independencia de ruidos blancos en los modelos propuestos	110
Tabla IX	Criterios de Akaike para los modelos propuestos	113
Tabla X	Características del modelo SARIMA(0,1,0)(1,1,0)₆+ constante para el ajuste de ventas	116
Tabla XI	Prueba de existencia de parámetros para el modelo SARIMA(2,1,1)(0,0,1)₁₂	134
Tabla XII	Prueba de existencia de parámetros para el modelo SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂	134
Tabla XIII	Prueba de existencia de parámetros para el modelo ARIMA(2,1,1)	135
Tabla XIV	Resultados de la prueba de Box-Ljung para el modelo ARIMA(2,1,1)	136
Tabla XV	Intervalos de predicción del modelo ARIMA(2,1,1) para el ajuste de la serie de exportaciones camaroneras	137
Tabla XVI	Características del modelo ARIMA(2,1,1) que explica el comportamiento de las exportaciones camaroneras ecuatorianas	138
Tabla XVII	Resultados de la prueba de Student para los parámetros del modelo ARIMA(1,1,1) para ajustar la serie X₂	144
Tabla XVIII	Resultados de la prueba de Student para los parámetros	

	Pag.
	del modelo ARIMA(0,1,1) , propuesto para el ajuste de la serie X₂
Tabla XIX	Pruebas del modelo ARIMA(1,1,0)
Tabla XX"	Resultados de la prueba de Box-Ljung para los modelos tentativos de la serie X₂
Tabla XXI	Características del modelo ARIMA(0,1,1) que explica la serie X₂
Tabla XXII	Intervalos de predicción del modelo ARIMA(0,1,1) para la serie X₂
Tabla XXIII	Resultados de la prueba de Student para el modelo ARIMA(3,1,2)
Tabla XXIV	Resultados de la prueba de Student para el modelo ARIMA(0,1,2) + δ
Tabla XXV	Resultados de la prueba de Student para el modelo ARIMA(1,1,1)+δ
Tabla XXVI	Resultados de la prueba de Student para el modelo ARIMA(2,1,0)+δ
Tabla XXVII	Resultados de la prueba de Student para el modelo ARIMA(2,1,0)
Tabla XXVIII	Resultados de la prueba de Box-Ljung para los modelos tentativos para la serie X₃
Tabla XXIX	Criterios para los modelos postulados
Tabla XXX	Características del modelo ARIMA(0,1,2)+δ que explica la serie de exportaciones de productos industrializados del mar
Tabla XXXI	Intervalos de predicción del modelo ARIMA(0,1,2)+ δ Para la serie de exportación de productos industrializados del mar.....
Tabla XXXII	Prueba de Student para el modelo ARMA(1,2) para el ajuste de la serie de precios internacionales
Tabla XXXIII	Prueba de Box-Ljung para la verificación de la independencia de residuos del modelo ARMA(1,2) en el ajuste de la serie de precios internacionales Uner-Barry
Tabla XXXIV	Características del modelo ARMA(1,2) en el ajuste de la serie de precios internacionales Uner-Barry ,.....

	Pag.
Tabla XXXV	Intervalos de predicción para el modelo ARMA(1,2) en el ajuste de la serie de precios internacionales Uner-Bar-r-y.....
Tabla XXXVI	Prueba de Student para la existencia de los parámetros del modelo SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆ en el ajuste de la serie de la Balanza Comercial Ecuatoriana.....
Tabla XXXVII	Prueba de Box-Ljung para la verificación de la independencia de los residuos del modelo SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆ en el ajuste de la serie E ₃ : Balanza Comercial.....
Tabla XXXVIII	Características del modelo SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆ para el ajuste de la serie E ₃ : Balanza Comercial.....
Tabla XXXIX	Intervalos de predicción del modelo SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆ que explica la variable E ₃ : Balanza Comercial.....
Tabla XL	Prueba de Student para la existencia de parámetros del modelo SARIMA(1,1,0)(1,0,0)₆ en el ajuste de la serie de temperaturas superficiales marinas.....
Tabla XLI	Prueba de Box-Ljung para los residuos del modelo que ajusta la serie de temperaturas marinas.....
Tabla XLII	Características del modelo SARIMA(1,1,0)(1,1,0)₆ que ajusta la serie de temperaturas en la superficie del mar.....
Tabla XLIII	Intervalos de predicción del modelo SARIMA(1,1,0)(1,0,0)₆ del 95% de confianza para el ajuste de la serie de temperaturas marinas.....
Tabla XLIV	Prueba de Student para la existencia de parámetros del modelo SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆ en el ajuste de la serie de salinidades promedio.....
Tabla XLV	Prueba de verificación de residuos para el modelo que explica la serie de salinidades promedio.....
Tabla XLVI	Características del modelo SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆ escogido para la explicación de las salinidades promedio.....
Tabla XLVI I	Intervalos de predicción del 95% de confianza para el

	Pag.
	modelo SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆ en la explicación de la serie de salinidades promedio registradas.....
Tabla XLVIII	Matriz de correlación de las variables de análisis.....
Tabla XLIX	Resultados de la extracción original de componentes de la matriz de datos usando la matriz de covarianzas.....
Tabla L	Comunalidades de la solución de componentes principales utilizando la matriz de covarianzas.....
Tabla LI	Resultados de la extracción de componentes principales utilizando la matriz de correlaciones.
Tabla LII	Vectores ortonormalizados encontrados usando el método de las componentes principales... ____
Tabla LIII	Matriz de cargas asociadas a la solución de factores encontrada.....
Tabla LIV	Matriz de cargas con una rotación Varimax.....
Tabla LV	Comunalidades encontradas para la solución de componentes principales utilizando la matriz de correlaciones.....
Tabla LVI	Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂
Tabla LVII	Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo ARIMA(2,1,0)
Tabla LVIII	Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo SARIMA(2,1,1)
Tabla LIX	Características del modelo SARIMA(2,1,1) en el ajuste de la serie correspondiente al primer factor.....
Tabla LX	Intervalos de predicción para el modelo ARIMA(2,1,1) de la serie del primer factor.....
Tabla LXI	Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo ARMA(I,1)
Tabla LXII	Características del modelo ARMA(1,1) que explica la serie de la segunda componente.....
Tabla LXIII	Intervalos de predicción para el modelo ARMA(1,1) de la serie del segundo factor.... ____
Tabla LXIV	Pruebas para el modelo SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆
Tabla LXV	Características del modelo SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆ pa-

	Pag.
	ra el ajuste de la serie correspondiente al tercer factor
Tabla LXVI	Intervalos de predicción para el modelo SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆
Tabla LXVII	Resultados de las pruebas de Student y Box-Ljung del modelo SARIMA(1,0,0)(0,1,1) para ajustar la serie correspondiente a la cuarta componente principal.. . . .
Tabla LXVIII	Características del modelo SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₆ en el ajuste de la serie correspondiente al cuarto factor.. .
Tabla LXIX	Intervalos de predicción para el modelo SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₆ de la serie del cuarto factor.. . .
	230
	231
	234
	235
	236

SIMBOLOGIA

σ^2	Varianza
μ	Media
	Media de la muestra
$E[x]$	Esperanza matemática de x
$E[g(x)]$	Esperanza matemática de la función g(x)
∇^d	Diferencia de d-ésimo orden
$\ln$	Logaritmo natural
$\neg$	Negación
$\forall$	Para todo
$\exists$	Existe por lo menos uno

BIBLIOGRAFIA

- 1 BOX G., JENKINS G., REINSEL G., "Time Series Analysis, Forecasting and Control", Third edition, Prentice Hall, New Jersey, 1994 pp 46-52, 69-87, 89-129.
- 2 CÁMARA DE PRODUCTORES DE CAMARÓN, "Libro Blanco del camarón", Octubre 1993, Codemet S.A.
- 3 CLIRSEN, "Informe técnico del estudio multitemporal de manglares, camarónicas y áreas salinas" , año de 1995
- 4 COSTA E., "Manejo costero integrado en el Ecuador", Primera Edición, Programa de manejo de recursos costeros, 1995
- 5 FREUND JOHN, WALPOLE RONALD, Estadística Matemática con aplicaciones, Cuarta Edición, Editorial Prentice Hall, 1990
- 6 HAIR J., ANDERSON R., TATHAM R., BLAIR W., "Multivariate Data Analysis", Fifth edition, Prentice Hall, 1998.

- 7 JOHNSON R., WICHERN D., "Applied Multivariate Statistical Analysis",
Fourth Edition, Prentice Hall, 1998
- 8 LOESCH H., AVILA Q., "**Claves** para la identificación de camarones
peneidos de interés comercial en el Ecuador", Boletín científico y técnico
del Instituto nacional de pesca, Volumen 1, Número 2, 1984
- 9 **MARTÍNEZ** LUIS, "Camaronicultura: Bases técnicas y científicas para el
cultivo de camarones peneidos", Primera Edición, AGT Editor **S.A**, 1993
- 10 MILLER I., FREUND J., JOHNSON R, "Probabilidad y estadística para
ingenieros", Cuarta Edición, Prentice Hall, 1992
- II **SOLUÁP** ENER, "**Compendio del manejo y engorde** de camarones
Penaeus en cautiverio", Editorial Caupolicán, 1994
- 12 www.cna.gu.pro, Página web de la Cámara Nacional de Acuicultura,
información estadística y de caracterización global de la industria.
- 13 www.corpei.org, Página web de la Corporación de Promoción de
Exportaciones e Inversiones, sección "Ecuador y la actividad
camaronera".

- 7 JOHNSON R., WICHERN D., "Applied Multivariate Statistical Analysis", Fourth Edition, Prentice Hall, 1998
- 8 LOESCH H., AVILA Q., "Claves para la identificación de camarones peneidos de interés comercial en el Ecuador", Boletín científico y técnico del Instituto nacional de pesca, Volumen 1, Número 2, 1984
- 9 MARTÍNEZ LUIS, "Camaronicultura: Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos", Primera Edición, AGT Editor S.A, 1993
- 10 MILLER I., FREUND J., JOHNSON R, "Probabilidad y estadística para ingenieros", Cuarta Edición, Prentice Hall, 1992
- 11 SOLUÁP ENER, "Compendio del manejo y engorde de camarones Penaeus en cautiverio", Editorial Caupolicán, 1994
- 12 www.cna.gu.pro, Página web de la Cámara Nacional de Acuicultura, información estadística y de caracterización global de la industria.
- 13 www.corpeí.org, Página web de la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones, sección "Ecuador y la actividad camaronera:."

RESUMEN

Esta investigación estudia la situación de la producción y exportación de camarón ecuatoriano en el período correspondiente a Enero de 1994 hasta Septiembre de 1999, las variables se analizan a través de modelación de series **temporales** utilizando el método de Box y Jenkins para formulaciones **ARIMA** y SARIMA, también se establece relaciones entre variables usando la técnica de componentes principales.

INTRODUCCION

La actividad camaronera ecuatoriana vio sus inicios en Santa Rosa, provincia de EL Oro, casi por accidente, desde esa época hasta la actualidad la **industria** ha crecido de manera notable, tal es así que el camarón es el tercer producto de exportación después del petróleo y el banano respectivamente, pero, ¿La actividad seguirá dando tantos réditos como hasta ahora? ¿Que factores económicos y ambientales influyen en la oferta de camarón ecuatoriano?, ¿Qué impacto causan las políticas económicas gubernamentales?, son algunas de las preguntas que surgen cuando se habla sobre el sector camaronero ecuatoriano.

Para poder resolver estos cuestionamientos; hemos hecho uso de algunas técnicas estadísticas, **tales** como la **modelación** de series de tiempo y la técnica de componentes principales, las hipótesis sobre las que se ha trabajado a lo largo de la investigación son:

- 1) La oferta de camarón se ve afectada por factores ambientales (climáticos) y económicos.
- 2) Se puede predecir el volumen de esta oferta a través de un modelo estocástico basado en datos históricos.

El planteamiento de estas hipótesis permite establecer los siguientes objetivos:

- 1) Tener una perspectiva general de la situación del sector camaronero ecuatoriano
- 2) Encontrar modelos matemáticos que permitan desarrollar predicciones sobre la exportación y la producción de camarón en el Ecuador basadas en tendencias históricas, y
- 3) Establecer y cuantificar la relación existente entre variables económicas y ambientales y su influencia en la producción y exportación del crustáceo.

CAPÍTULO 1

1. CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE CAMARÓN EN EL ECUADOR.

La acuicultura (acuicultura) es el cultivo de especies acuáticas en estanques artificiales, en esencia, se trata de reproducir en piscinas construidas por el hombre las mismas condiciones de la vida silvestre de algunas de estas especies, la mayoría de veces con fines comerciales; algunos autores refieren a la reproducción de la vida en el agua de mar como maricultura, y el cultivo de camarón en cautiverio es denominado a veces como camaronicultura.

Según L. Martínez, desde hace más de cinco siglos se cultivan algunas especies de camarones en el sudeste de Asia, pero se considera que el primer intento realmente importante para cultivo en lugares cerrados, fue llevado a cabo por el Dr. M. Fujinaga en Japón, en el año de 1934, quien logró obtener “desove” y “cultivo parcial” del camarón japonés *Penaeus*

japonicus colocando larvas en acuarios llenados con agua filtrada. Este descubrimiento llamó la atención de H. Cook, quien junto al Dr. Fujinaga y otros científicos del National Marine Fisheries Service de Galveston, experimentaron en 1963, las técnicas japonesas con las especies americanas *Penaeus setiferus* y *Penaeus aztecus*.

Desde 1968 en lugares como Tahití, Taiwán, Costa Rica, Ecuador, Panamá y Hawai se populariza la utilización de larvas producidas en laboratorios y se inicia la construcción de éstos para el desarrollo de la especie.

Actualmente más de cincuenta países practican técnicas de acuicultura, en nuestro país, esta industria produce (750 ± 50) millones de dólares al año, el Ecuador es el segundo productor mundial, después de Tailandia, donde las ganancias sobrepasan la marca del millardo de dólares.

1.1. Desarrollo de la Camaronicultura en el Ecuador

Según el Libro Blanco del camarón (Segunda Edición, 1993, CODEMET S.A.), el Ecuador ya estaba exportando desde 1945, cuando sólo se registraba medio centenar de pequeñas embarcaciones industriales, y los modestos volúmenes que se comercializaban provenían exclusivamente de la pesca en el mar,

no había técnicos ni trabajadores especializados y solo se tenían algunas pocas referencias de la utilización de métodos de cultivo asiáticos.

Los primeros intentos para producir camarón en cautiverio se dieron en nuestro país en el año de 1968, en Santa Rosa, provincia de El Oro, casi de manera accidental, debido a que un fuerte temporal causó un mayor volumen de agua a nivel de mareas, las cuales inundaron las zonas bajas de suelos que en aquella época se dedicaban a cultivos agrícolas.

Los agricultores al darse cuenta de que existía un desarrollo de larvas de camarón en estas condiciones empezaron a emplear técnicas rudimentarias de cría, construyendo piscinas para el cultivo de larvas.

El éxito obtenido por los primeros empresarios en las 50 hectáreas iniciales dio impulso a la actividad, permitiendo que se desarrolle en otras provincias del litoral ecuatoriano, ya desde 1976 se registraron camaroneras en las provincias de Guayas, Manabí y Esmeraldas. A partir de 1978, esta forma de cultivar el camarón comenzó a crecer

a pasos agigantados, y la acuicultura tomó el impulso para llegar a convertirse en la gran industria que tenemos ahora.

1.2. Etapas de Desarrollo del Camarón

El crustáceo en su vida silvestre, se reproduce en aguas alejadas de la costa. El proceso conocido como “desove” se desarrolla de la siguiente manera: el macho deposita en la cola de la hembra un paquete de espermatozoides que fertilizan los huevos a medida que son puestos, se estima que de 300.000 huevos fecundados, sobreviven sólo 200 camarones adultos.

El camarón se desarrolla a través de varias etapas, referidas por los expertos acuicultores como *etapas lar-varías* (**Fuente: Libro Blanco del Camarón, Segunda Edición**):

Después de un día de salir del huevo los minúsculos animalitos se transforman en lo que los biólogos expertos conocen como “nauplio”, la primera etapa larval, en donde se asemejan a una pequeña araña acuática, y así se mantienen un par de días más, para luego convertirse en “larvas”. Transcurridas de 3 a 4 semanas del desove se convierte en “postlarva”, la cual se caracteriza por

poseer todas las formas de camarón adulto, a excepción de los órganos sexuales.

Los productores han etiquetado a las postlarvas para su comercialización como **"PL's"**, por sus diferentes etapas de muda (cambio de la concha que los recubre), así, se comercializaran luego como PL-1, PL-2, etc., de acuerdo a la etapa de desarrollo que estén atravesando, las tallas PL-5 a PL-15 son comercializadas para usarse como "semilla" -un término acuñado por los **camaroneros**- éstas luego serán utilizadas para ser depositada en las piscinas, iniciando el proceso de cultivo.

Una vez que desarrolla, se convierte en un "juvenil" -otro término camaronero- es aquí el momento en que el individuo cambia y se dirige nuevamente a aguas profundas, en mar abierto su crecimiento se acelera, y en tres o cuatro meses alcanza una talla apropiada para su comercialización, en el caso de los cultivos, el desarrollo se puede acelerar un poco dependiendo del método de crianza que se vaya a utilizar (Ver sección 1.5 sobre métodos de crianza).

Las **"semillas"** son comercializadas por intermediarios que las compran a los pescadores **artesanales**, luego de hacer una

exhaustiva selección éstas son transportadas en envases plásticos llenos de agua marina oxigenada (Ver figura 1.1).

Figura 1.1

Transporte y limpieza de larva silvestre



El precio varía acorde al porcentaje de larvas útiles que hay en el tanque y el existente en el mercado.

Las larvas jóvenes son trasladadas a las piscinas de crecimiento y engorde, en donde permanecen bajo un constante control de densidad de la población, alimentación y condiciones de agua, dependiendo del sistema de cultivo que se utilice.

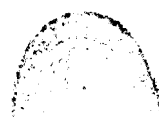
1.3. Técnicas de Siembra

Al proceso de depositar las semillas en la piscina se lo conoce como “siembra”, aquí todavía se puede presentar una pérdida del producto ya que no todas las larvas que se “siembran” logran alcanzar la edad adulta, algunas mueren durante el manipuleo y el traslado, otras no han pasado la etapa de juveniles cuando son sembradas y mueren en la competencia por el alimento con las más grandes.

La mayoría de los productores de camarón en el mundo prefieren el sistema de cultivo por medio de semillas, para el efecto se usan tres tipos de **técnicas**, la diferencia entre cada una está determinada por el uso de precriaderos (área especial donde la postlarva se desarrolla hasta convertirse en juvenil), y se detallan a continuación.

1.3.1. Sistema de Siembra directa

Como su nombre lo indica, la siembra de larvas se realiza de manera directa en la piscina final de cría, sin hacer uso del precriadero y no existe ningún tipo de manipulación humana a parte de la siembra de la semilla, también se conoce como ciclo de una sola fase, es el más económico.



1.3.2. Sistema de Siembra indirecta o por transferencia

A diferencia del sistema anterior, este hace uso del precriadero, una vez alcanzado su estado juvenil (un peso aproximado de 8 gramos) se transfiere a los individuos a las piscinas de desarrollo final. Cuando se utiliza este proceso se conoce la cantidad de animales con los que se cuenta para el desarrollo, el porcentaje de mortalidad es bajo en este método (aproximadamente 5% de los individuos). Existe un conocimiento total de la cantidad que se cuenta para la transferencia, también es denominado como “ciclo bifásico”

1.3.3. Sistema de Transferencia por gravedad

Consiste en colocar las **postlarvas** en precriaderos hasta que alcancen su tamaño juvenil, luego son transferidos a las piscinas de desarrollo final por medio de gravedad, usando el movimiento natural del precriadero hasta la piscina. Para el efecto es necesario que la zona de precriadero se ubique en un nivel de terreno superior al de la piscina de desarrollo final y la transferencia se realiza por medio de gravedad, usando el movimiento del precriadero hasta la piscina.

1.4. Principales especies de cultivo

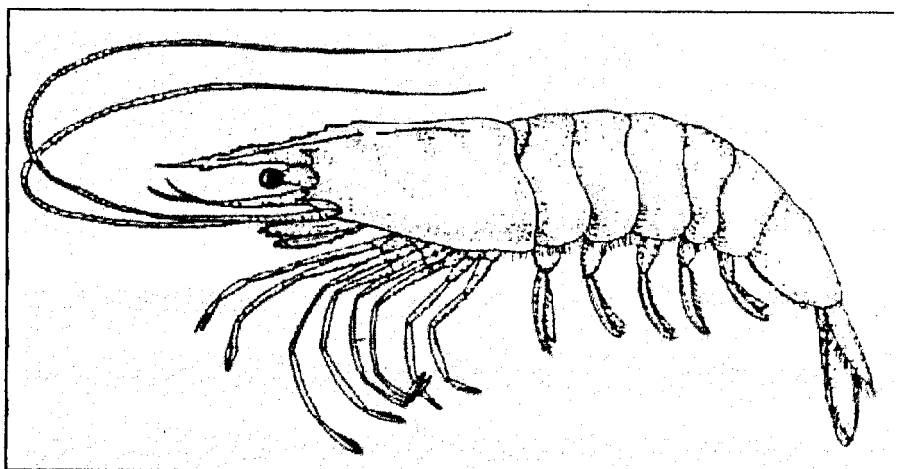
En nuestro país se cultiva preferentemente las variedades de

camarón Blanco del pacífico, la primera de ellas, el *Penaeus Vannamei* (ver figura 1.2), es el que representa aproximadamente el 95% de la producción total ecuatoriana, puesto que esta variedad rinde los mejores resultados de supervivencia en laboratorios.

La segunda variedad producida es el *Penaeus Stylirostris*, que *conforma aproximadamente el 5% de la producción total, en una menor escala se cultivan también *Penaeus Occidentalis*, *Penaeus Californiensis* y las variedades de camarón cebratigre, *Penaeus Monodon*.

Figura 1.2

Un camarón *Penaeus vannamei*



Cuando los individuos que no alcanzan un gramaje mayor a 6 gramos se comercializan bajo la denominación de “pomadas”, esta

última clasificación es consumida mayormente en el mercado interno aunque una parte se exporta al continente Asiático para la preparación de algunos platos. Para poder clasificar los individuos por especie, es necesario que los juveniles alcancen un tamaño de 25 mm, y para poder diferenciar las especies se toma como principales índices la forma del rostro, el número y posición de los dientes, la coloración de las antenas, la coloración del juvenil y la conformación de los órganos sexuales.

1.5. Métodos de crianza

Las técnicas que se utilizaban en los primeros días de la actividad camaronera en el Ecuador eran más rudimentarias que tecnificadas, algunas de ellas perduran en la actualidad, aunque por supuesto que la tecnología ha avanzado y se puede echar mano de esta para un mejor aprovechamiento de los recursos que se posee.

Anteriormente se contaba con piscinas de grandes dimensiones, las cuales alcanzaban tamaños de (40 ± 20) hectáreas, ya que se pensaba que si las camaroneras fueran más grandes se obtendría mejores resultados, pero la experiencia ha demostrado a los cultivadores que no es así, ya que los grandes volúmenes son muy

difíciles de administrar, sobre todo en los casos de renovación de agua, abastecimientos, control y recolección de los depredadores.

Ya sea por la alimentación que se provee a las larvas sembradas o a los fertilizantes para el desarrollo de fitoplancton en las piscinas, se han definido cuatro sistemas de crianza: Método Extensivo, **Semi-extensivo**, Semiintensivo e Intensivo.

En todos los métodos de desarrollo y crianza del camarón los expertos consideran importantes factores como la densidad de siembra de animales por metro cuadrado, la cual está en proporción al número de camarones que el productor desea tener al final de la cosecha, y del hecho de si se usa o no la alimentación por medios artificiales.

1.5.1. Método extensivo

Consiste en alimentar a los animales con la producción natural del agua que viene con las mareas y el bombeo de líquido con el que se llena la piscina, además de los **sedimentos** del estuario, no se usa alimento adicional ni fertilizantes, la densidad para este tipo de crianza es por lo general baja, varía en (3 ± 1) camarones por metro

cuadrado y el rendimiento se encuentra en (600 ± 200) lbs. de camarón al año.

Es la técnica que utilizaron los primeros acuicultores ecuatorianos, y sigue siendo una de las más populares, según la Cámara Nacional de Acuicultura, en la actualidad el 60% del total ecuatoriano de granjas camaroneras se acogen a este método. Esta forma de acuicultura puede arrojar rendimientos relativamente satisfactorios cuando existe un manejo apropiado, pero casi siempre resulta antieconómico.

1.52. Método Semi-extensivo

El método **semi-extensivo** es comúnmente usado en camaroneras que tienen diseño definido y cuya superficie fluctúa en (11 ± 9) hectáreas, implica un nivel mayor de tecnología que el anterior, así como un mayor mantenimiento. En el Ecuador el 40% de las camaroneras utilizan el método en sus cultivos (Datos de la Cámara Nacional de Acuicultura).

Para la utilización del mismo las instalaciones deben estar equipadas con bombas para renovar continuamente el agua, además se utilizan fertilizantes y alimentos suplementarios, la

densidad del cultivo va a depender de cuanta semilla haya disponible y del capital de trabajo con el que se cuente.

La cantidad que se emplea de abono por hectáreas es variable y se puede fertilizar antes o en el momento en el que la piscina es llenada, para implementar este método se deberá contar con personal mejor capacitado o con más experiencia que en el caso del método extensivo.

En el Ecuador se procura distribuir las larvas en cuantas piscinas sea posible logrando una densidad baja para el mejor aprovechamiento del alimento, y evitan la concentración del esfuerzo en menos piscinas con densidad mayor, en estas condiciones el rendimiento fluctúa en $1.138 \pm 162,5$ lbs. al año. El sistema requiere de una inversión relativamente.. fuerte, buscando_ además cuidar que los costos de operación sean lo más bajo posibles sin excluir la alimentación de los individuos a través de balanceado en la parte final del crecimiento.

1.53. Método Semi-intensivo

Se usa generalmente en fincas de “integración vertical”, es decir, que realizan funciones de empaque y exportación, las piscinas

reciben cantidades altas de alimentos suplementarios y renovación de agua más frecuentes, regularmente se lleva un control técnico y se requiere de la asesoría de expertos.

Con el uso de éste método los cultivadores ecuatorianos consiguieron en 1998 rendimientos de 2.600 ± 1.300 libras por hectárea al año, en un tiempo de desarrollo de 130 ± 10 días por cosecha.

1.5.4. Método Intensivo.

Este es el sistema que supone mayor productividad, ya que se utiliza piscinas de menor tamaño, (5 hectáreas como máximo) y se puede mantener un mejor control, combina el uso de fertilizantes y alimento balanceado, además del uso del sistema de precriadero con densidades altas, pudiendo llegar a 6 camarones por metro cuadrado.

Es muy utilizado en países densamente poblados y de-pequeña extensión territorial, un ejemplo de esto es Japón, país-en. ~~el que se~~ ha alcanzado rendimientos de 3.000 y hasta 4.000 libras por hectárea, tomando en cuenta esto, los productores ecuatorianos han llegado a reducir tamaño de sus piscinas pero,

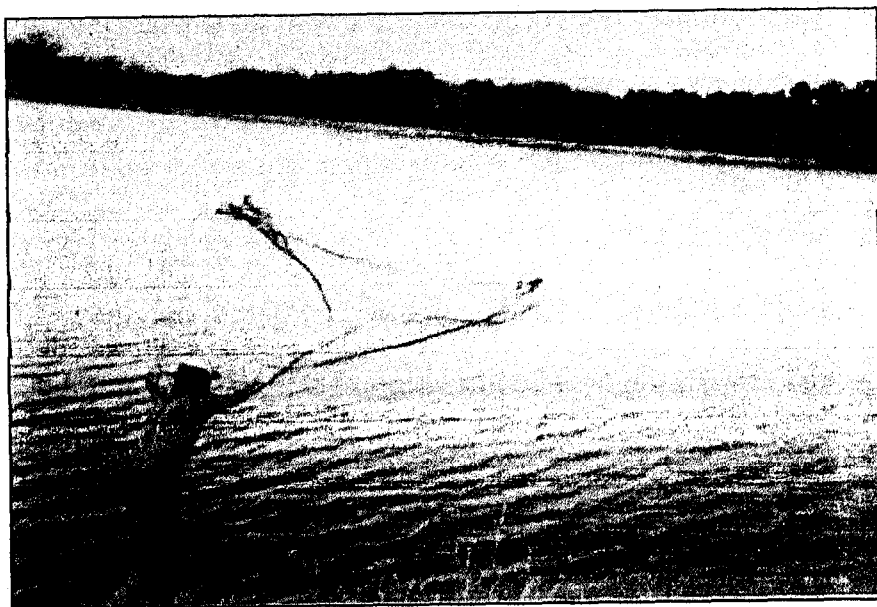
desafortunadamente el sistema no es practicado aún, debido principalmente a la elevación en los costos de operación implicados.

1.6. Cosecha

La cosecha es la fase en la que se recoge de las piscinas, el camarón que ha alcanzado su máximo desarrollo, el momento más adecuado para llevarla a cabo dependerá del tamaño mínimo adecuado para la comercialización.

F i g u r a 1 . 3

Pesca con atarraya



Cuando el productor toma la decisión de efectuar la cosecha, se comienza a reducir el volumen de agua a una profundidad tal que se

facilite la recolección de los animales; en este procedimiento se utiliza artes de pesca como el trasmallo y la atarraya, el primero, en extensiones medianas o grandes de terreno y la segunda cuando la piscina tiene una forma irregular o es de corta extensión (menos de 5 hectáreas), Ver figura 1.3.

Existe una práctica de cosecha conocida como sistema de vaciado, en la cual se utiliza un bolso fabricado con un material parecido al de la red que usa el chinchorro, éste se coloca en la compuerta de salida, y se retira una vez que el bolso está lleno, la operación se repetirá cuantas veces sea necesario, hasta alcanzar el total deseado, todo tipo de pesca se realiza generalmente en las noches con la idea de conservar la frescura del producto. La cantidad de camarón cosechado va disminuyendo a medida que la cosecha se desarrolla, hasta que se llega al “**repañe**” que consiste en pescar el camarón que queda en pequeñas pozas. Minutos después de **abandonar** las piscinas, los camarones son limpiados y **conservados** en hielo, y enviados a las empacadoras para su procesamiento.

1.7. Zonas destinadas a la crianza

Según datos extraoficiales del Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por **Sensores** Remotos, CLIRSEN, hasta el

mes de Julio de 1999 existía un área aproximada de 205.000 hectáreas concedidas para la labor de cultivo de camarón, hemos creído conveniente clasificar las zonas de cultivo en dos categorías:

- Por tipos de concesión
- Por Ubicación geográfica (Provincias)

1.7.1. Por tipos de concesión

Datos extraoficiales del CLIRSEN ubican en 205.000 el total de hectáreas de producción camaronera en la actualidad, pero no toda esta superficie está legalmente registrada, existen dos tipos de concesiones, las zonas de **playa/bahía** y las zonas de cultivo en tierras altas

1.7.1.1. Zonas de Playa/Bahía

Se define así a los terrenos que pertenecen al Estado, y fueron concedidos a los productores para el cultivo, tienen como característica que se cubren de agua de mar durante la marea más alta del año.

El Estado ha otorgado concesiones, de hasta **50 hectáreas**, para personas naturales y como **máximo** 250 hectáreas para empresas, dichas concesiones tienen una **duración** de 10 años, con opción a

renovación por parte de la Dirección de la Marina Mercante, el inventario desarrollado por el CLIRSEN hasta 1995 encontró que existían 50.454 concesiones legalmente autorizadas.

1.7.1.2. Zonas de Tierras altas

Las llamadas “tierras altas” son las que pertenecen a personas particulares, a las que la Subsecretaría de Recursos Pesqueros les ha dado autorización para cultivar, tienen como característica principal que no se cubren durante la marea más alta del año. En la práctica, muchas camaroneras comienzan a operar antes de que se les autorice, ya que normalmente este trámite es más largo que el tiempo de construcción de la infraestructura, mucho más en los casos de camaroneras medianas y pequeñas.

Según la última referencia encontrada, se estima que en Ecuador, existen 94.841 hectáreas destinadas a la producción camaronera en tierras altas, que junto a lo registrado en zonas de **playa/bahía** suman 145.925 has

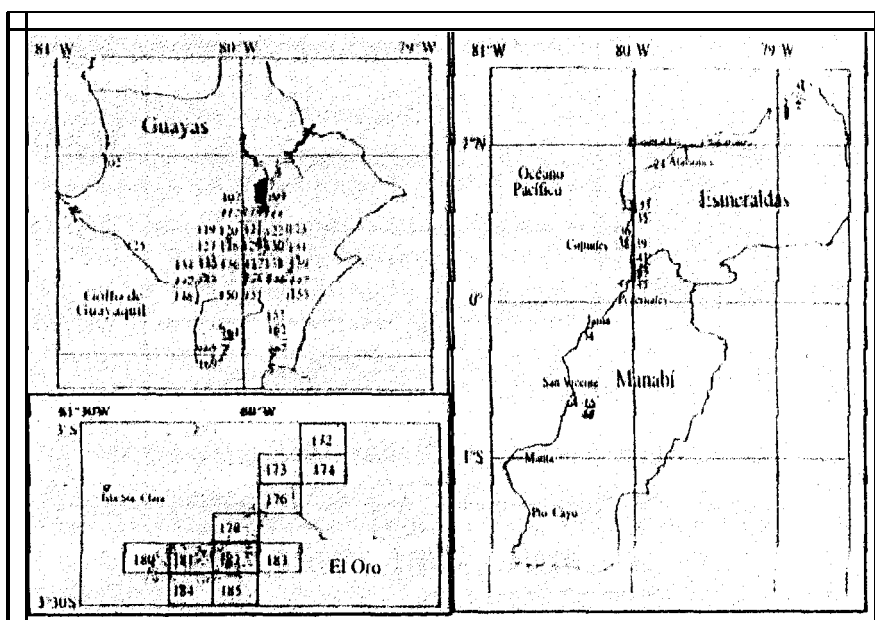
La diferencia entre este valor y la cifra que da el CLIRSEN corresponde a tierras que no cuentan con todas las autorizaciones pero, que pagan generalmente las tasas de uso de playas y bahías.

1.7.2. Por Zona geográfica

Cuatro de las cinco provincias del litoral ecuatoriano concentran la actividad camaronera: Guayas, Manabí, El Oro y Esmeraldas. Los mapas mostrados en la Figura 1.4 corresponden al resultado de los inventarios realizados por el CLIRSEN en 1995, sobre asentamientos de camaroneras. Nótese en el gráfico, una mayor concentración de áreas dedicadas al cultivo en la Provincia del Guayas, en la parte cercana al Golfo de Guayaquil.

Figura 1.4

Mapas correspondientes al inventario del CLIRSEN, año 1995

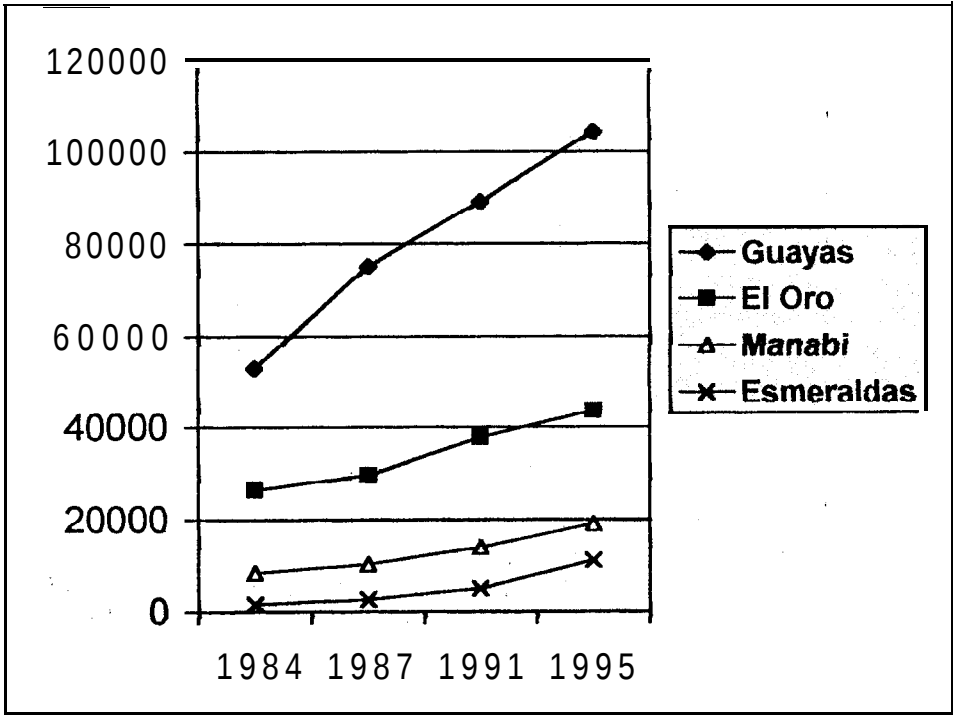


Fuente: CLIRSEN, Informe técnico del estudio multitemporal de manglares, camaroneras y áreas salinas, año de 1995,

En la Figura 1.5 tenemos los resultados de cuatro estudios realizados por el Centro de levantamiento de recursos integrados por **sensores** remotos sobre extensiones de terrenos dedicados al cultivo de camarón, el último de ellos se realizó en 1999, pero los resultados no se muestran debido a que hasta Enero del 2000, cuando se realizó la última versión de esta investigación, no se **conocía** datos oficiales.

Figura 1.5

Evolución de hectáreas de cultivo camaronero en el Ecuador

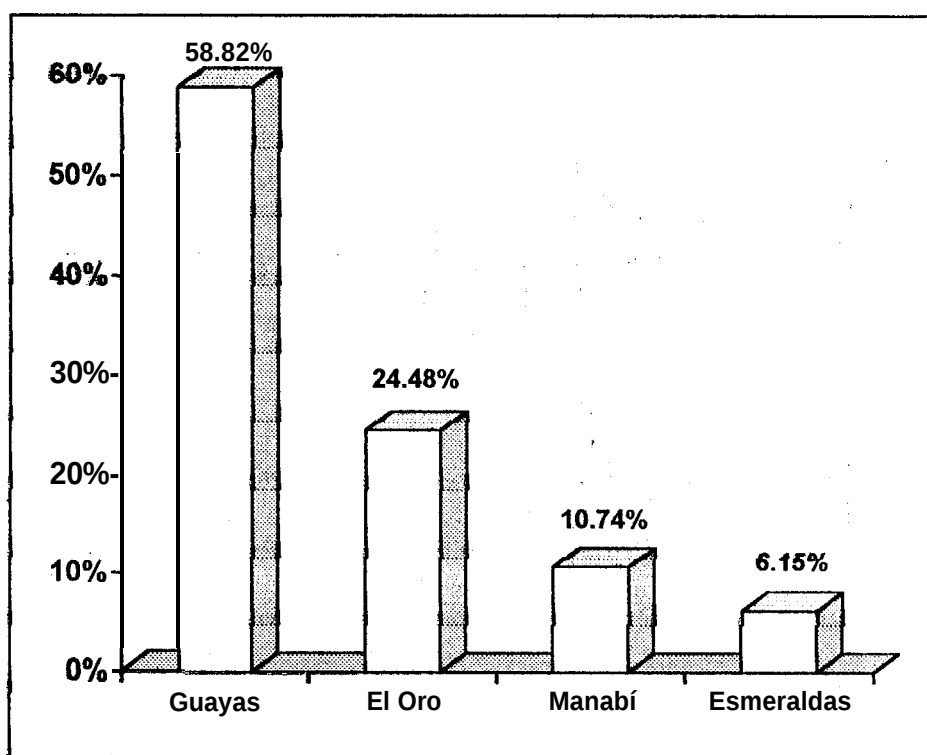


Fuente: Informe técnico del estudio multitemporal de manglares, cartiaroneras y áreas salinas, año de 1995, CLIRSEN

Se observa en el gráfico que, en todas las provincias la superficie de hectáreas dedicadas a la actividad ha aumentado, posiblemente debido a la rentabilidad que ha mostrado el negocio, sobre todo en la Provincia del Guayas donde del comercio se ha desarrollado en mayor grado que en las demás.

Figura 1.6

Composición de la superficie total de cultivos por provincia en 1995



Fuente: Informe Técnico del Estudio Multitemporal de Manglares, Camaroneras y Salinas, año de 1995, CLIRSEN

Hasta 1995, la Provincia del Guayas, representaba aproximadamente el 58,62% del total, seguida por la Provincia de El Oro, que registró la concentración del 24,48%, cabe recalcar que es la segunda en extensión a pesar de que fue en esta provincia donde se inició la actividad camaronera ecuatoriana,. luego tenemos a la provincia de Manabí, con el 10,74% de la superficie total, y por último está Esmeraldas que tiene una participación el hectareaje ecuatoriano dedicado a las camaroneras del 6,15% (Ver figura 1.6)

1.8. Enfermedades que afectan al camarón

Es muy importante tomar en cuenta las enfermedades que afectan al crustáceo, ya que influye directamente en la producción y las exportaciones, a continuación vemos una descripción de las que han causado mayores estragos a la actividad en nuestro país:

1.8.1. Síndrome de la mancha blanca

La enfermedad apareció por primera vez en China en 1993, y luego se extendió al Japóti debido a la importación de larva infectada, este último país fue el que notificó la existencia del síndrome, luego se extendió por el resto de Asia, hasta la India, de la misma forma que antes había ingresado al Japón, el único país asiático que aún no ha sufrido los estragos de esta epidemia es Filipinas, gracias a que

cerró sus importaciones de animales vivos cuando el virus comenzó a extenderse.

En nuestro país el mal causó grandes estragos, el 21 de mayo de 1999 la Cámara Nacional de Acuicultura confirmó la presencia del virus en tres provincias de la Costa, Guayas, Esmeraldas y El Oro, posteriormente, el 6 de junio se declaró que la Provincia de Manabí presentaba brotes de mancha blanca en sus cultivos. El Centro Nacional de Investigaciones Marinas (CENAIM) ante la emergencia causada por la detección del virus, puso en marcha un plan de monitoreo de toda la costa ecuatoriana, para conocer la distribución geográfica del mismo y su prevalencia (Proporción de animales infectados), este plan se llevó a cabo a través de la toma de muestras en piscinas y laboratorios y el análisis biológico por medio de una técnica conocida como PCR (Reacción en cadena de la polimerasa) .No se muestran los resultados de esta investigación debido a que el muestreo no se desarrollo de la manera esperada y los resultados obtenidos no permiten dar una perspectiva de la situación general.

El 26 de Diciembre de 1999, el Instituto nacional de pesca publicó, que en experimentos desarrollados, la variedad *Penaeus*

Occidentalis era resistente a la enfermedad, ya en ella no se manifestaban los síntomas de contaminación del virus, lo que indica que existe una esperanza para el sector camaronero ecuatoriano.

1.8.2. Síndrome de Taura

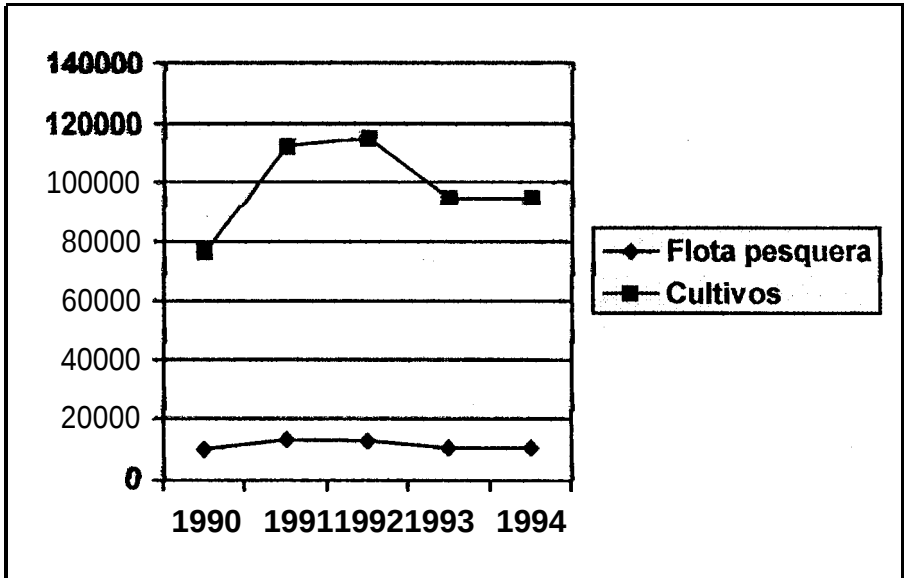
Conocida también como síndrome de la “colita roja”, afecta a la industria de la acuicultura en todo el mundo, pero principalmente al camarón blanco del pacífico, el *Penaeus Vannamei*, el primer brote fue localizado en piscinas situadas cerca de la boca del Río **Taura** en el Golfo de Guayaquil, en Junio de 1992, inicialmente se lo relacionó con un fungicida utilizado en las plantaciones de banano ubicadas en sectores adyacentes a camaroneras.

Luego, una bacteria (*Vibrio* *harbeae*) y tres virus fueron encontrados y asociados al sufrimiento de la especie, a esta asociación de patógenos los expertos la hicieron conocer bajo el nombre de El Síndrome de **Taura**.

En el Ecuador, produjo una drástica disminución en la producción en lo que corresponde a cultivos en piscinas en el período 1992-1993 (Ver Figura 1.7), al igual que la mancha blanca, esta enfermedad no afecta al ser humano, es exclusiva del camarón.

Figura 1.7

Producción Ecuatoriana de camarón en el período 1990-1994



Fuente: Cámara Nacional de Acuacultura, pagina web

<http://www.cna.gu.pro>

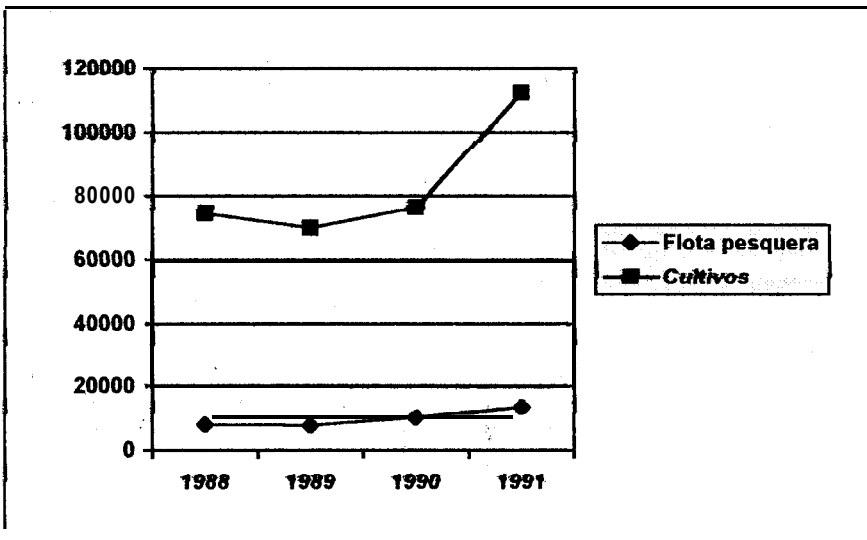
1.8.3. Síndrome de la gaviota

Las principales mortalidades de camarón en el período de 1989 y 1990 se dieron debido a la aparición de esta enfermedad, se la denominó de esta manera por que el productor recién se enteraba de la muerte de su cultivo cuando gran cantidad de gaviotas **aparecían** a aprovechar como alimento el camarón moribundo que emergía a las superficies de las camaroneras. Las mortalidades se dieron en la parte baja del Golfo, y se le atribuye la aparición del

virus al dragado realizado en 1989, realizado, para permitir la libre navegación en los canales del mismo: Cuando se realizó esta operación, posiblemente se puso en suspensión considerables cantidades de sedimentos ricos en materia orgánica y bacterias, estas fueron bombeadas hacia las piscinas que se encontraban cercanas a la zona del dragado, contaminándolas, en la Figura 1.8 se muestra los descensos debidos a la enfermedad en el período mencionado.

Figura 1.8

**Producción ecuatoriana de camarón en el período
1988-1991**



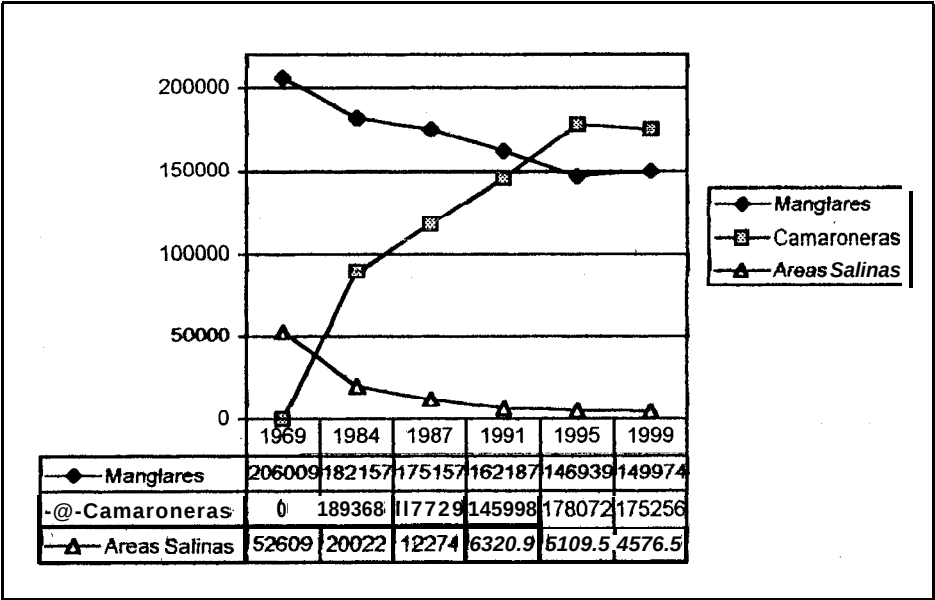
Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura, página web

<http://www.cna.gu.pro>

1.9. La tala de' manglar

Una de las mayores quejas que enfrenta el sector camaronero es la deforestación en los manglares cercanos a camaroneras, desde el inicio de la actividad, se ha registrado una disminución en la zona de manglar en la costa ecuatoriana, el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN) viene realizando desde 1969 estudios para delimitar las zonas de manglar, camaroneras y áreas salinas en nuestro país.

Figura 1.9
Serie temporal de superficie de manglar en el período
1969 -1999



Fuente: CLIRSEN, Informes técnicos oficiales

Los resultados de cada uno de estos estudios se ilustran en la figura 1.9, nótese la disminución paulatina de zonas de manglar y el aumento en las áreas de fincas camaroneras.

El último de los estudios realizados corresponde al año 1999, pero hasta febrero del 2000 no se había publicado información oficial, la única referencia que se tiene es una publicación de Diario “EL UNIVERSO” del 28 de Enero de este mismo año, que muestra algunas cifras que indican que el último estudio se encontró una ligera disminución de hectáreas dedicadas a cultivo en camaroneras y un aumento en áreas de manglar.

El área total de disminución en los manglares a partir de 1969 hasta 1995 es de 56.439 has., la mitad de esta disminución corresponde a los asentamientos urbanos de ciudades costeras, como Guayaquil y **Machala**, además factores como el acarreo de leña, y la extracción de tintes para el uso artesanal del cuero tienen una incidencia poderosa, y cabe anotar que estos usos del manglar ya existían antes del boom camaronero.

Entre el período de 1995 y 1999 se encuentra un aumento de zonas de manglar correspondiente a 3.035 has., diversas hipótesis

atribuyen este efecto a la de factores como la supervisión de entidades públicas y privadas, la reforestación, y la crisis por la que atraviesa el sector camaronero, que ha cedido piscinas debido a El Niño y a la plaga de la mancha blanca. Los acuerdos entre camaroneras y la Subsecretaría de Pesca establecen la prohibición de instalación de camaroneras en las zonas de manglar, también • limitan la cantidad,' zonas y especies que se pueden talar para abastecer la industria de la curtiembre, construcción y elaboración del carbón.

Es necesario que se evite en lo mayor posible y con fines de protección se controle la tala de manglar, ya que hasta ahora no se acaba de darle la verdadera importancia que tiene, pues aporta material orgánico a los esteros y por ende en las especies que allí habitan.



CAPITULO 2

2. COMERCIALIZACION INTERNA Y EXTERNA

La actividad camaronera se ha extendido a lo largo del litoral ecuatoriano generando empleos desde sus inicios y desarrollando la creación de industrias afines como: laboratorios de larvas, fábricas de alimento balanceado, plantas empacadoras, exportadoras y otras fábricas de insumos, estas empresas junto a los pescadores artesanales, los intermediarios que comercializan las larvas, los cultivadores de camarón, etc.. , conforman lo que se denomina el sector camaronero ecuatoriano, el cual genera ingresos importantes para la economía de nuestro país.

De hecho, las exportaciones totales de 1998 representaron el 4% del Producto Interno Bruto Ecuatoriano (Fuente: Banco *Central del* Ecuador).

Para el mes de Julio de 1999 el Ecuador contaba con 2.015 camaroneras distribuidas en la costa ecuatoriana, 67 empresas dedicadas a la exportación, 308 laboratorios y 26 fábricas de alimento balanceado.

Los laboratorios de producción de larvas están funcionando desde hace aproximadamente 19 años, el primero de ellos fue SEMACUA, actualmente de la empresa **GRANMAR**, el cual se instaló en Punta Carnero en el año de 1980 con ayuda de asesores franceses, desde esa época hasta la presente fecha la industria camaronera ha crecido de manera considerable, y los laboratorios juegan un papel muy importante en este desarrollo, sobre todo en los períodos en los que la disponibilidad de larva silvestre disminuye.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral también ha contribuido al desarrollo de la actividad a través del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM), creado como unidad de Investigación de esta entidad en el año de 1990. Las edificaciones y el equipamiento de los laboratorios se realizó con una donación del Gobierno del Japón (US\$ 11'448.000), este centro junto con la Cámara Nacional de Acuicultura y el apoyo de la Unión Europea crearon el Centro de Servicios para la Acuicultura (CSA), con el fin de diagnosticar a tiempo enfermedades del camarón para que no se conviertan en una plaga, tal como ha ocurrido con la Mancha Blanca.

En Julio de 1999 se registró un total de 308 laboratorios privados, de los cuales 165 ejercían su actividad en la provincia del Guayas, esto

representa el **53,57%** del total, le sigue Manabí con 97 laboratorios, 30 en Esmeraldas y 16 en El Oro, (cifras basadas en datos de la comisión de laboratorios de la CNA), Guayas cuenta. con los laboratorios más tecnificados de la zona.

2.1. Ecuador como productor mundial

- La producción mundial de camarón (cultivo y pesca) llegó en 1998 a 3'009.625 toneladas métricas de las cuales, el 75% (2'248.625 Tm.) correspondía a camarón de cultivo y el 25% restante (761.000 Tm.) a captura marina, analicemos con un poco más de detalle lo que hemos mencionado: .

2.1.1. Camarón marino

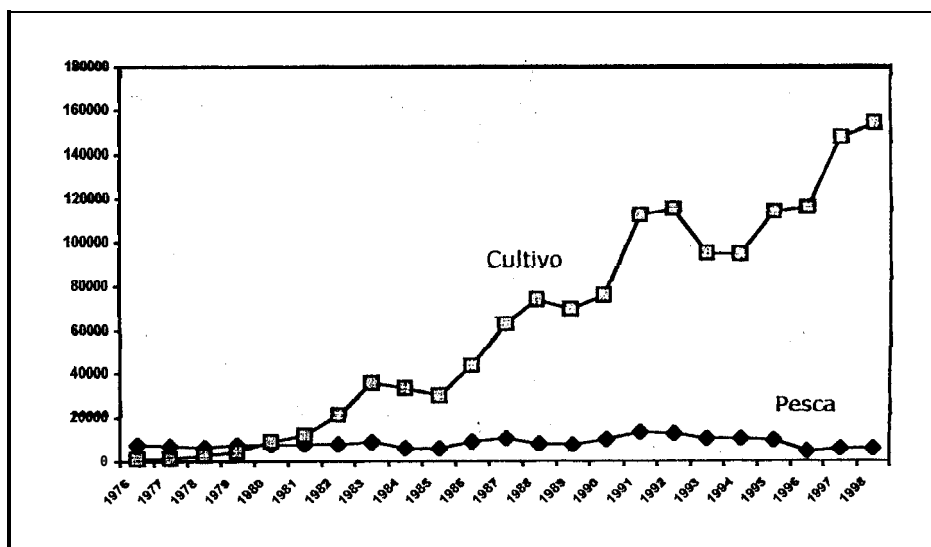
Se llama así al camarón que se pesca en su estado natural en el mar, conocido también como camarón silvestre, en 1995 la pesca mundial de camarón marino tuvo su pico más alto habiendo alcanzado más de. 2'480.000 Tm., a partir de esta fecha se ha presentado una tendencia a la baja y los productores mundiales estiman que se seguirá manteniendo así en los próximos años; en lo que respecta a nuestro país, el máximo registro se dio en 1998 cuando el Ecuador alcanzó un tonelaje de 6.148 Tm.

2.1.2. Camarón de cultivo

La tendencia del cultivo mundial de camarón a largo plazo es a la alza según María de Lourdes de Meléndez, coordinadora sectorial de acuacultura de la Corporación de promoción de exportaciones e inversiones (CORPEI), para el resto del año 2000 se espera una disminución en la producción de camarón en el hemisferio occidental por la presencia del virus de la mancha blanca, en el caso del Ecuador, la producción ha tenido también una tendencia creciente en los años del desarrollo de la actividad.

Figura 2.1

Producción de Camarón Período 1976-1998 (Tm.)



Fuente: Departamento de coordinación sectorial de acuacultura de la CORPEI

En la, Figura 2.1 se muestra la evolución, anual de la producción ecuatoriana de camarón entre 1976 y 1998, como vemos la serie de cultivo de, camarón demuestra una tendencia hacia la alza, con excepción del período 1992-1994, espacio en el que hizo su aparición la enfermedad conocida como el Síndrome de Taura

Tabla I

**Principales productores mundiales de camarón de cultivo
(1998)**

PAIS	TONELADAS METRICAS	PARTICIPACION MUNDIAL
Tailandia	212.146	27.6%
Ecuador	153.729	20%
India	70.715	9.2%
Indonesia	50.730	6.6%
Filipinas	35.357	4.6%
México	16.910	2.2%
Honduras	12.298	1.6%
Colombia	12.298	1.6%
Panamá	8.455	1.1%
Perú	5.380	0.7%
Nicaragua	3.843	0.5%

Fuente: Departamento de coordinación sectorial de la CORPEI

Ecuador es el segundo productor mundial de camarón de cultivo en

el mundo después de Tailandia, en 1998 la producción ecuatoriana de camarón cultivado fue de 154.000 Tm., lo que representa aproximadamente el 20% de la producción mundial, esta información se observa con mayor detalle en la Tabla I. La especie mayormente **cultivada** en nuestro país es el camarón blanco del Pacífico, *Penaeus vannamei*, el cual representa el 95% del total cultivado, también se cultiva *Penaeus Stilyrostris* y en menor volumen *Penaeus Califomiensis*, también se los puede encontrar en las capturas de larva silvestre, pero muy pocas de estas sobreviven hasta la cosecha en las piscinas camaroneras existentes.

2.2. Empacadoras y valor agregado

En su mayor parte el camarón capturado en el mar, y el cosechado en piscinas, se entrega a las empresas empacadoras, las cuales se encargan de su distribución; las ventas se efectúan en virtud de compromisos previamente establecidos entre pescadores y **cultivadores**, sin posibilidad de **venta** directa al consumidor final

En las empacadoras se sigue todo un proceso para poner a punto el producto y dejarlo listo para la expctación, después de que el cultivador realiza su cosecha, la empacadora se encarga de aislarlo en gavetas y transportarlo en camiones (Ver Figura 2.2) hasta las

instalaciones de la planta, aquí se seleccionan y lavan los camarones, son pesados, clasificados por tamaño, empacados y congelados.

Figura 2.2

Sector de arribo de las gavetas de camarón en una empacadora



En **algunas** empacadoras han optado por añadir valores agregados al camarón, es decir, mejorando la presentación del mismo, ya que comenzaron a darse cuenta de que esto generaría más utilidades, y la fórmula les ha dado resultado.

Una de las tareas más importantes es saber separar la cabeza de la cola cuando así se lo requiere, cada 100 libras de camarón entero deja aproximadamente 67 libras de unidades de cola (camarón sin cabeza), las descabezadoras (Figura 2.3) deben tener mucho cuidado para no aumentar el desperdicio innecesariamente.

Figura 2.3

Descabezadoras de camarón



El camarón es clasificado por su tamaño, este se expresa por el número de colas o animales enteros que se requieren para completar una libra o un kilo, los números pequeños identifican al camarón grande ya que se usa menos colas para una libra y de la

misma manera los números grandes identifican al pequeño. Hay 16 tamaños diferentes, pero en nuestro país los más comunes para el camarón de cultivo son las tallas 36-40 y 41-50, el primero representa el tipo de camarón que requiere como mínimo 36 y como máximo 40 unidades (o colas) para completar una libra, de igual manera el segundo necesita como mínimo 41 unidades y como máximo 50; en el caso de los denominados U-XX, por ejemplo el U-10 se debe interpretar que se necesita como máximo 10 unidades para completar la libra.

Figura 2.4

Diferentes presentaciones con valor agregado



Fuente: CORPEI, Boletín Publicitario, Julio de 1999

Ecuador ofrece en todo el año alrededor de 21 diferentes presentaciones de camarón con valor agregado (Figura 2.4), a continuación mencionamos algunas de ellas, el término con el que se las conoce en el ámbito de las exportaciones se encuentra entre paréntesis:

- Camarón Entero sin pelar (Shell-On)
- Crudo congelado en bloque e individual (I.Q.F., de Individual quickly frozen)
- Fácil Pelado y Pelado
- Colas (Tail-On)
- Cocinado, congelado en bloque e I.Q.F.
- Pelado y desvenado (P&D)
- Listo para apanar
- Pinchos
- Listos para servir:
 - Anillos de camarón (Shrimp-Ring)
 - Rellenos de cangrejo y queso
 - Brochetas de camarón en varios sabores

2.3. Precios del camarón ecuatoriano

En el Ecuador el precio final varía de una empacadora a otra por el margen de utilidad que cada una deja para sí una vez que vende el

producto, este margen varía en $(0.075 \pm 0.0025 \text{ US\$})$ y el costo de producción asociado con la industrialización.

En promedio, cuesta $(1,6 \pm 0,4 \text{ US\$})$ producir una libra de camarón entero de talla U-i, el costo varía de acuerdo al sistema de cultivo utilizado, y la sobrevivencia en las piscinas, en toda la cadena de valor, la industria donde se concentra la rentabilidad del negocio es en los cultivos, este es el factor clave a considerar si se desea invertir en este negocio, el costo promedio del proceso **Shell-On** (Camarón sin petar) en una libra de talla 44-50 es de US\$ 0,5.

El precio de una libra de camarón varía de acuerdo a distintos factores:

- Mercado en el que se comercializa
- Tipo y tamaño del camarón
- Grado de elaboración: descabezado, pelado, desvenado, fresco, congelado, etc...
- Cambios de oferta y demanda en cada centro de consumo

En Europa, inicialmente los precios eran estables, pero desde 1996 han comenzado a variar, al igual que en **USA**, no así en el mercado

asiático donde el producto es mejor cotizado. En 1999, la tendencia de los precios del camarón, en general de todo origen y tallas ha sido inferior a los precios del año anterior en las mismas fechas, para lo que resta del año 2000 se espera una recuperación de los mismos.

2.4. Mercado interno

Según la CORPEI, actualmente el 95% de la producción ecuatoriana total se destina a la industrialización, es decir, es procesado en las empacadoras, y el volumen restante está dedicado a la comercialización interna. Los grandes consumidores son las concentraciones urbanas, **tales** como Quito, Guayaquil y Cuenca, aunque no se considera al camarón como uno de los productos de la canasta familiar básica, a excepción de **la población** ecuatoriana que habita junto al mar, y está vinculada de alguna manera con la actividad pesquera.

La mayor cantidad de camarones se demanda a nivel institucional, esto es: restaurantes, comisariatos, hoteles, clubes, etc...

Hemos definido tres categorías para los productores de camarón que forman parte de la distribución para **la** comercialización interna:

- Pescador artesanal
- Mediano productor
- Gran productor

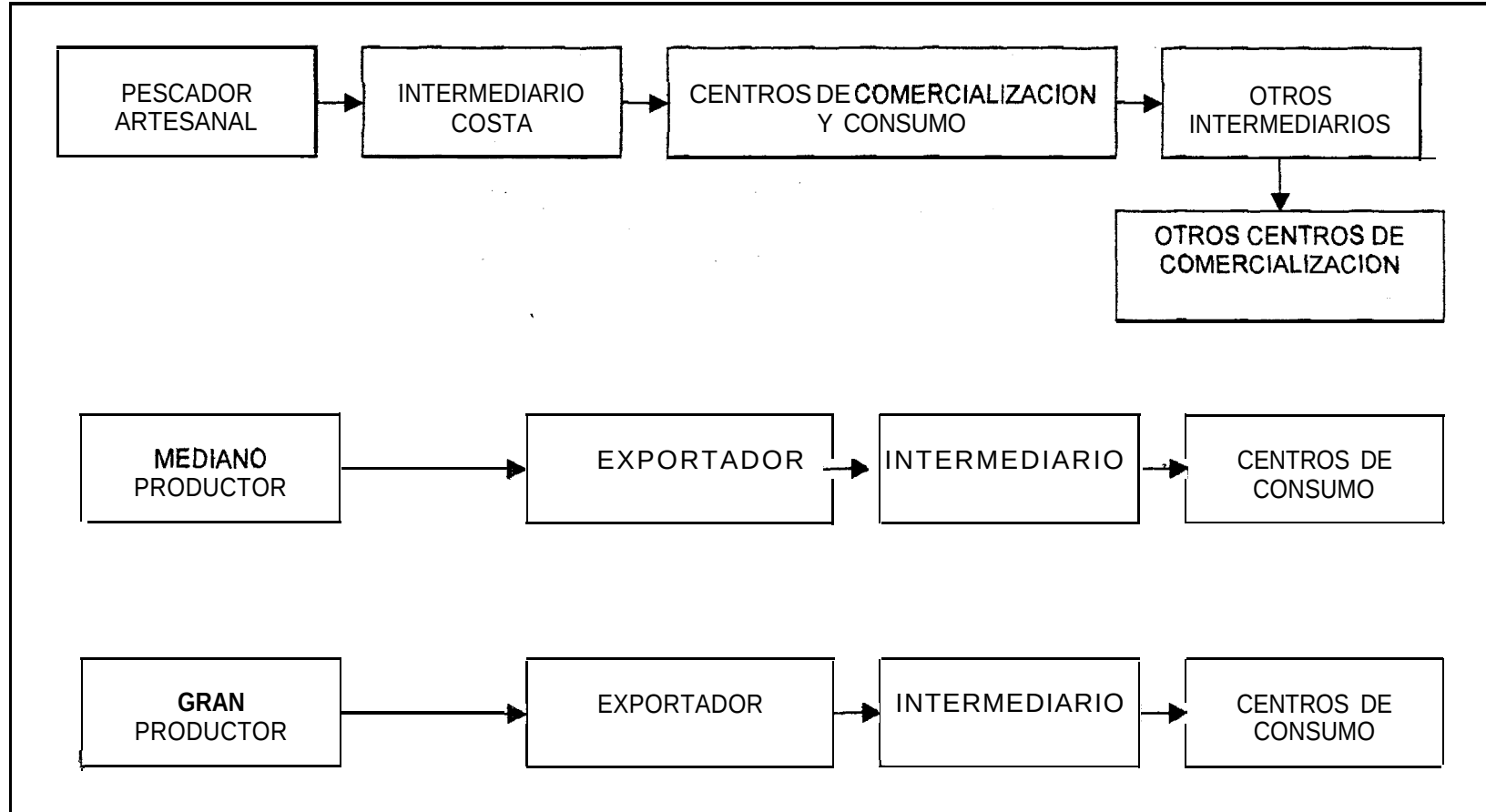
2.4.1. Pescador artesanal

El pescador artesanal es la persona que realiza la pesca cerca de la **costa** en pequeñas embarcaciones, su volumen de captura es bajo (menos de 30 libras por pesca), debido a que para desarrollar su actividad solo cuenta con medios rudimentarios, las empacadoras por lo general no negocian con los pescadores artesanales, lo hacen a través de los intermediarios, comerciantes que compran el volumen pequeño a varios pescadores artesanales y lo acumulan para ofrecer su producto a los grandes comerciantes o a los centros de consumo, hemos diagramado esta cadena de comercialización en la Figura 2.5.

Una vez que el pescador artesanal llega a la orilla de la playa con la pesca, ésta es vendida al primer intermediario de la cadena denominada “Intermediario de la Costa”, éste lleva el camarón y otros productos marinos a los centros de consumo y comercialización en donde una parte se destina para el consumo y otra es vendida a otros intermediarios, los cuales a su vez venden el

Figura 2.5

Distribución de la Comercialización Interna en el Ecuador



producto a **otros** centros de consumo, principalmente a las regiones de la Sierra.

2.4.2. Mediano Productor

Se denomina mediano **productor** al cultivador que puede cosechar 4.500 ± 500 libras de camarón en aproximadamente 5 días, o **pescador** de arrastre (barco pesquero implementado con redes) que realiza faenas diarias y cuyas capturas son significativas para las empacadoras.

Las empacadoras acuden a comercializar el producto al lugar de arribo, por este motivo, en la comercialización entre el mediano productor y la empacadora no hay intermediarios.

2.4.3. Gran Productor

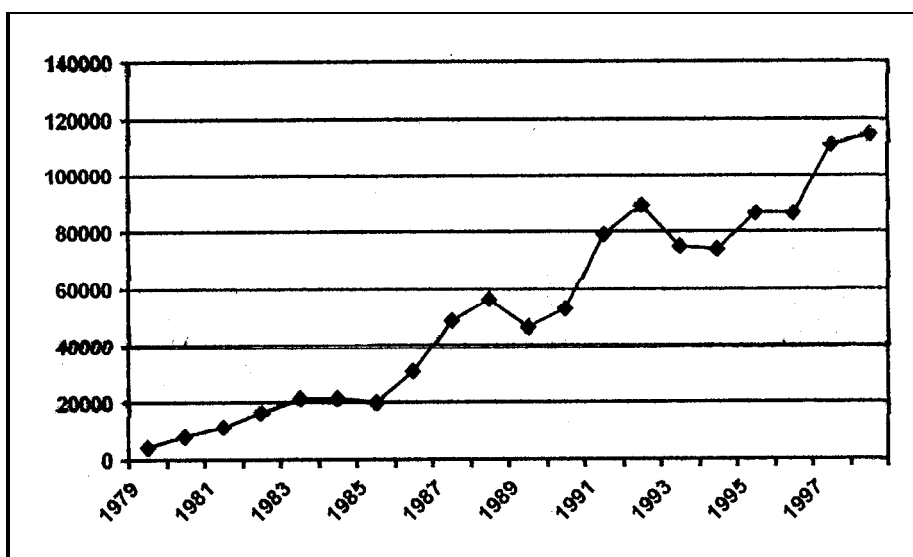
El tipo de productor que cosecha grandes volúmenes, o pescador de arrastre que realiza faenas de pesca hasta 15 días. Algunos de los grandes productores se encargan ellos mismos de la comercialización externa, no necesariamente son dueños de empacadoras ya que pueden alquilar los servicios de éstas, por lo cual se paga un precio por libra procesada.

2.5. Exportaciones

Ecuador ha crecido en exportaciones desde que los pioneros de la acuicultura en nuestro país desarrollaron sus técnicas, el camarón es tercero después del petróleo y del banano respectivamente, la tendencia de las exportaciones ha sido creciente, salvo algunas bajas causadas por fenómenos como enfermedades (Síndrome de la' Gaviota en 1989, Síndrome de Taura en 1992), y algunos otros fenómenos que han ayudado a acrecentar nuestra oferta (Fenómeno de "El Niño", 1982 y 1997). Ver figura 2.6

Figura 2.6

Evolución de las exportaciones camaroneras ecuatorianas en el período 1979-1998 (Toneladas métricas)

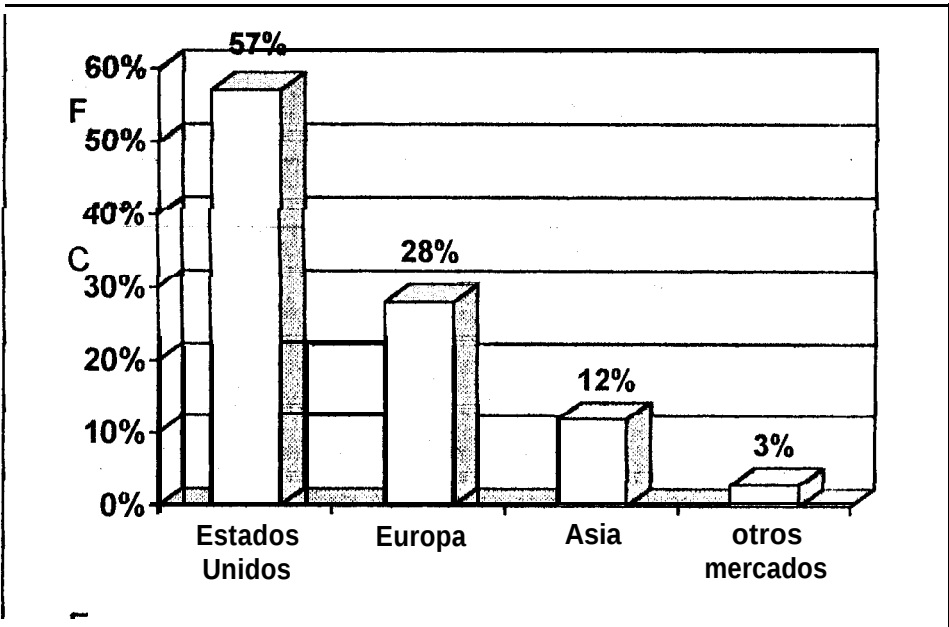


Fuente: Página web de la COPREI, <http://www.corpei.org>

Las exportaciones ecuatorianas de camarón se dirigen aproximadamente a 22 países de América, Europa y Asia, nuestro principal mercado de destino es Estados Unidos, le siguen España, Francia, Italia, Taiwán, China, Japón y el resto del mundo (Canadá, Panamá, Argentina, Chile, Colombia, Puerto Rico, Paraguay, Perú, Brasil y Bolivia). (Ver Figura 2.7)

Figura 2.7

Principales destinos de las exportaciones ecuatorianas en 1998
(en porcentajes)



Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura, página web
<http://www.cna.gub.ec>

En 1998, Ecuador exportó 114.303,347 Tm., lo cual representó un ingreso de 852.971,462 miles de dólares FOB (Free On Board, indica que el valor pagado incluye el flete, hasta el puerto de destino) de este total un porcentaje' cercano al 85% se dirigió a Europa y Estados Unidos, sus principales mercados en la actualidad. En este momento el sector camaronero se encuentra atravesando una difícil situación, debido a la aparición del Síndrome de la Mancha Blanca, que provocó un descenso en las exportaciones del primer semestre de 1999, en la tabla II se ha comparado las exportaciones debidas al primer semestre de 1998 y 1999 respectivamente.

Tabla II

Exportaciones de camarón por región (Enero a Junio, años 1998 y 1999, en toneladas métricas)

MERCADOS	1998	1999	VARIACION
Estados Unidos	46.357,19	30.753,59	-34 %
Europa	17.826,20	14.923,21	-16 %
Asia	8.255,39	9.570,81	16 %
Los demás	1.905,09	408,20	-79 %
TOTAL	74.303,87	55.655,81	-25 %

Fuente: Semanal EL FINANCIERO, 27 de Mayo de 1999

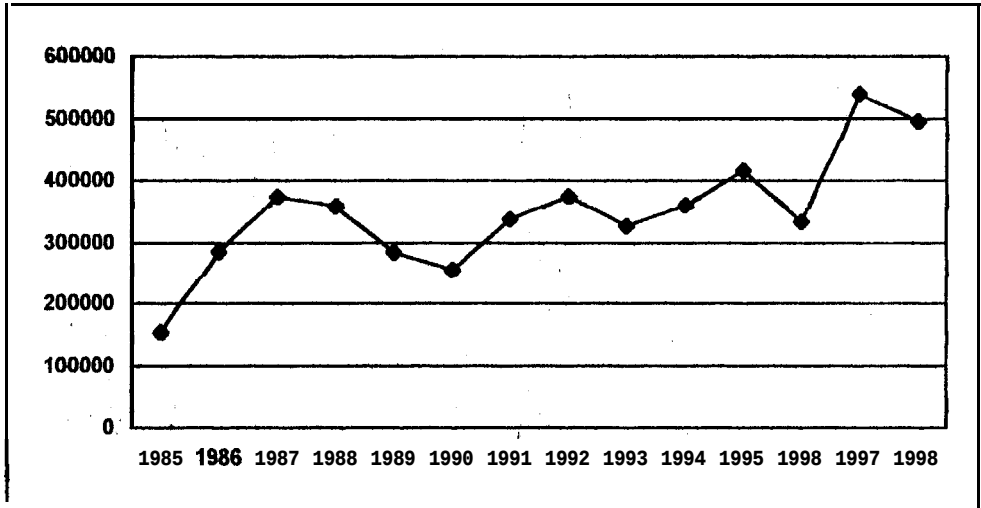
Como se ve, hay una disminución del orden del 34% en las exportaciones a los Estados Unidos, y el mercado europeo ha disminuido las importaciones de origen ecuatoriano en un 16%, la diferencia está en el continente Asiático donde más bien ha habido un aumento del consumo.

2.5.1. Mercado estadounidense

El consumo en este mercado se mantiene estable, con un crecimiento lento, entre 1997 y 1998 las importaciones estadounidenses crecieron en un 7%, (Ver Tabla III y figura 2.8).

Figura 2.8

Exportaciones a USA durante el período 1985-1998 (US\$ FOB)



Fuentes: CNA y Banco Central del Ecuador

Tabla III
Principales proveedores de camarón a USA
(En millones de libras)

PAISES	-- ENERO -- SEPTIEMBRE	
	1998	1997
Tailandia	127,4	111,4
Ecuador	114,5	103,7
México	39,4	36,5
India	35,2	29,9
Indonesia	24,9	21,7
Panamá	17,0	17,4
Canadá	14,2	9,30
Honduras	13,1	10,7
Perú	12,2	7,8
China (República Popular)	11,0	16,8
Bangladesh	10,9	12,4
Venezuela	10,5	14,9
Guyana	10,5	7,6
Otros	43,2	41,6
TOTAL	484,0	441,7

Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura, diferentes publicaciones

Las exportaciones camaroneras a los Estados Unidos han desarrollado un crecimiento a lo largo del desarrollo de la industria camaronera ecuatoriana, en 1995 se exportó 416.551 US\$ FOB, luego se registró una baja en 1996, año en el que se comercializó

333.877 US\$ FOB para después acrecentarse en un 61.75% en 1997 alcanzando 540.054,1 US\$ FOB, y en el año de 1998 se registró 496.877,8 US\$ FOB.

El proceso de distribución de nuestro producto a los Estados Unidos es el siguiente: los exportadores distribuyen el camarón a los importadores estadounidenses, quienes lo venden a los mayoristas, en este sentido se puede decir que ellos son los intermediarios en este mercado, luego los mayoristas se encargan de suministrar el producto a los procesadores finales, y luego son vendidos a los restaurantes y los supermercados

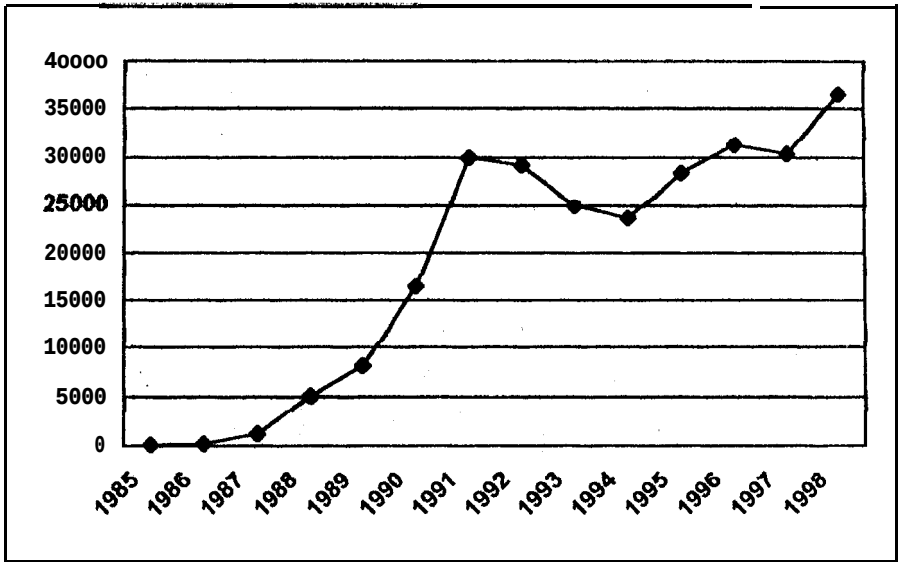
2.5.2. Mercado europeo

Ecuador está posicionado en Europa como primer proveedor de España, Francia e Italia. En el período 1998 se dio una producción menor en los tamaños pequeños con cabeza, los que son más consumidos en Francia.

A mediados del período de “El Niño”, muchos clientes europeos se saturaron con tamaños grandes que se producían mientras se acrecentaba la necesidad de tallas más pequeñas, esto permitió al productor ecuatoriano diferenciar un poco su oferta.

Figura 2.9

**Evolución de las exportaciones a Europa durante el período
1985-1998 (Volumen en toneladas métricas)**



Fuente: Página web de la CORPEI <http://www.corpei.org>

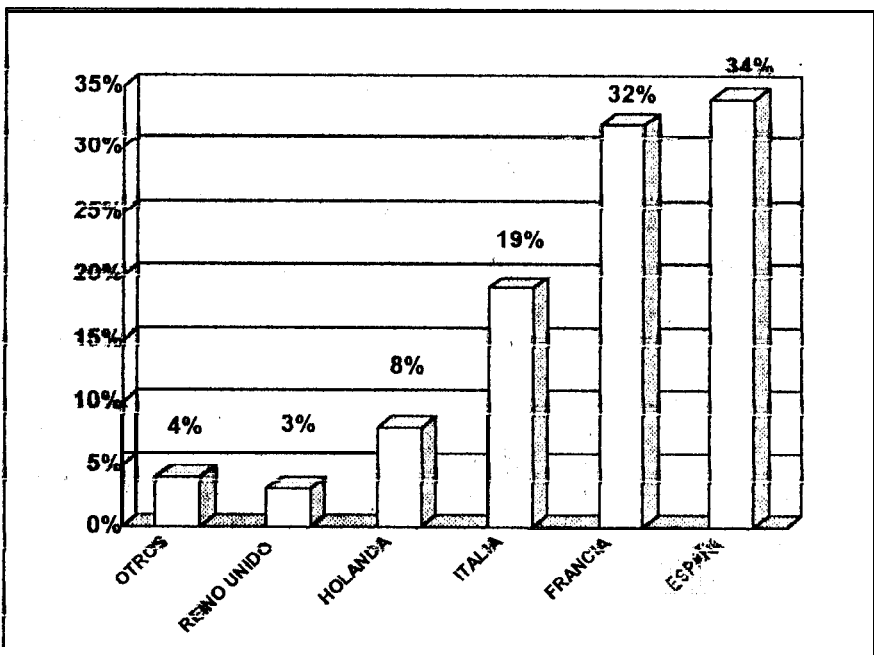
Durante, 1998 la participación de las exportaciones ecuatorianas al mercado europeo representaron un 31,96% del total exportado, un interesante aumento con respecto al año 1997, en el que las exportaciones de camarón dirigidas al mercado europeo concentraron el 27,77% del total exportado. (Ver Figura 2.7).

La Figura 2.9 muestra la evolución de las exportaciones de camarón al continente europeo, Como podemos ver el volumen ha seguido

una tendencia parecida al de las exportaciones camaroneras **totales** en el mismo período.

Figura 2.10

Composición de las exportaciones camaroneras ecuatorianas a Europa en 1998 (Por países)



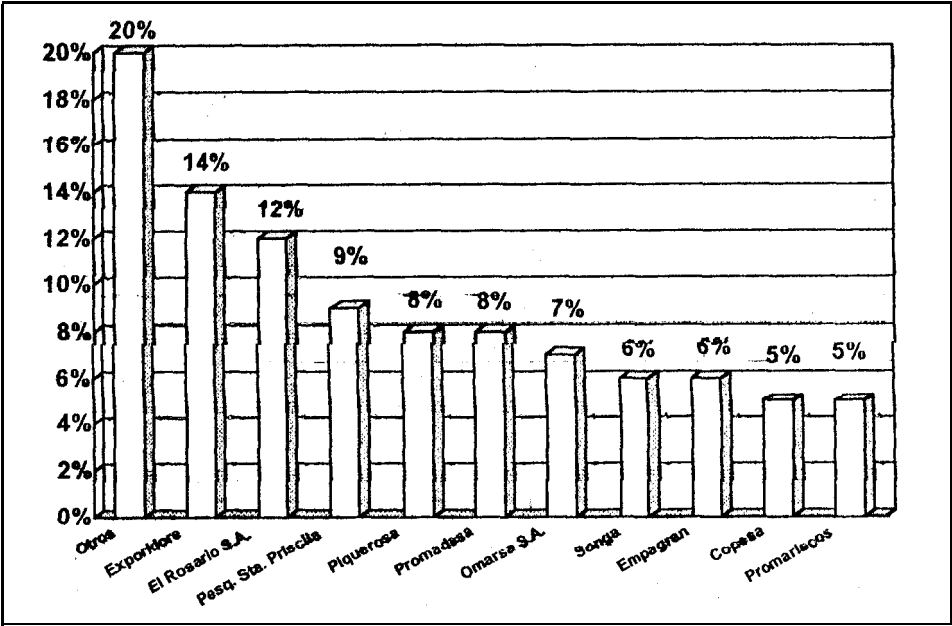
Fuente: Cámara Nacional de Acuicultura

Observamos en la Figura 2.10, que, en el año de 1998, España se ubica como nuestro principal comprador, con una participación del 34% (10.662,828 Tm.), lo que corresponde a un ingreso de 67.872,548 US\$ FOB, le sigue Francia con una participación en el total Europeo del 32% (10.665866 Tm. Y 64.295,964 US\$ FOB) e Italia con el 19% (4.565,916 Tm. Y 37950,674 US\$ FOB), Holanda

representa el 8% del mercado europeo para este año , mientras que otros países (Alemania, Portugal y Bélgica) totalizan el 4% de la participación europea y por último se encuentra el Reino Unido, que tiene un porcentaje de concentración del 3%.

Figura 2.11

Principales empresas exportadoras de camarón a Europa en 1998 (Porcentajes de participación)



Fuente: Corporación de promoción de Exportaciones e Inversiones

El 80% de las exportaciones **ecuatorianas** de camarón al continente europeo está concentrado en las 10 principales empresas que

tienen negocios en este mercado, en la figura 2.11 se muestra las 10 principales empresas.

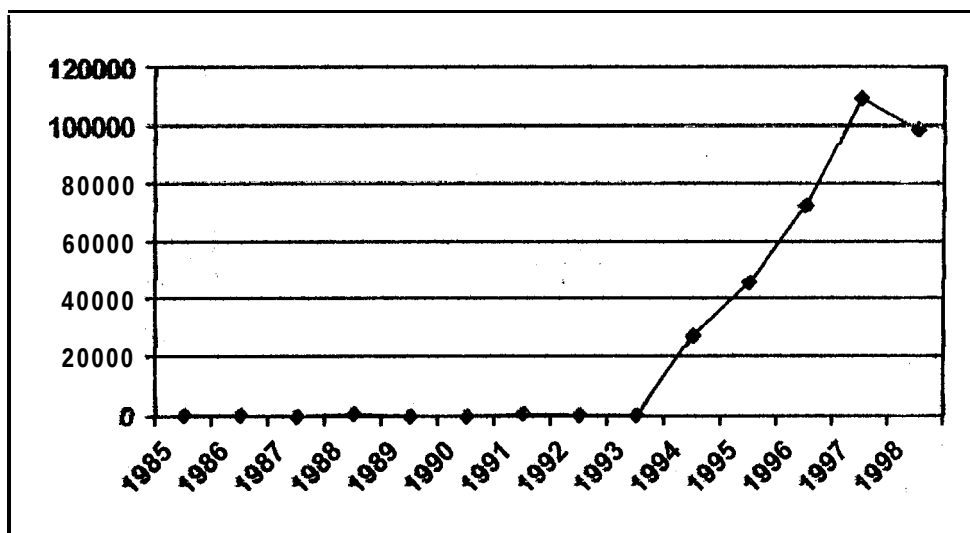
2.5.3. Mercado asiático

Asia es el tercer mercado actualmente hacia donde Ecuador comercializa el camarón de exportación, este continente registró una participación del 11,95% aproximadamente en el año de 1998, y en 1997 representó el 13,22% del total de las exportaciones de camarón ecuatoriano, como vemos, se ha registrado una baja significativa.

Figura 2.12

Exportaciones camaroneras a Asia en el período 1985-1998

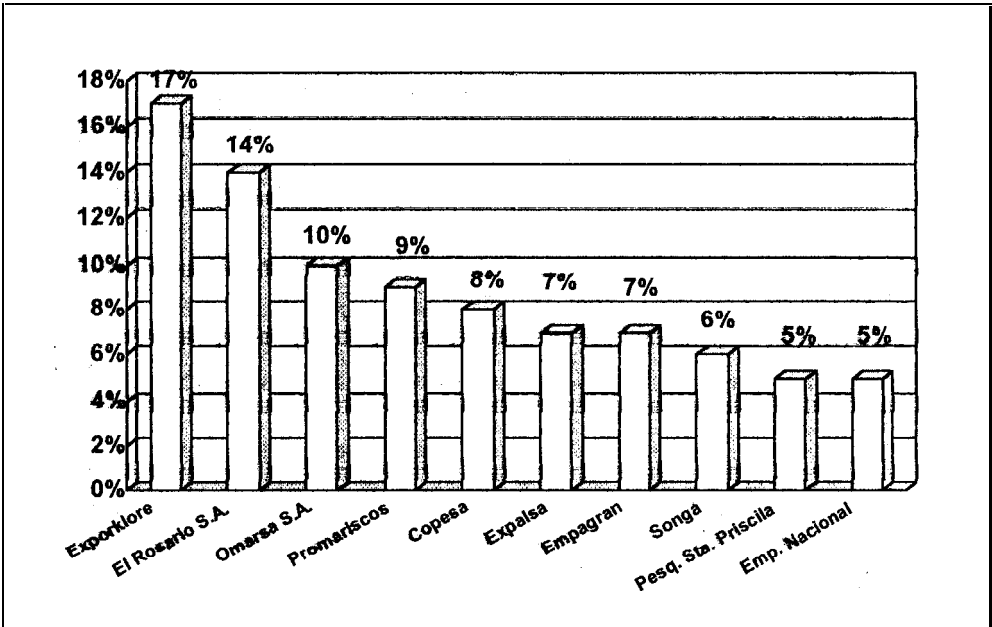
(En US\$ FOB)



Fuente: Página web de la CORPEI, <http://www.corpei.org>

Hace 15 años las exportaciones dirigidas a Asia no representaban un alto porcentaje, es a partir de 1993 que se comienza a dar un volumen más alto, lo que mencionamos se ilustra en la Figura 2.12.

Figura 2.13
Participación de las principales empresas exportadoras de camarón en el total exportado a Asia en 1998



Fuente: CORPEI

El 89% del total exportado al mercado asiático lo comercializan alrededor de 10 empresas, así lo muestra la Figura 2.13, la empresa ecuatoriana que tiene una mayor participación en este continente es Exporklore, con un porcentaje del 17%, seguida de El

Rosario S.A., la cual concentró un 14% de las exportaciones realizadas al continente.

2.6. Promoción en el extranjero

La Corporación Ecuatoriana de Exportaciones e Inversiones (CORPEI), junto a la Cámara Nacional de Acuicultura están realizando gestiones para promocionar el camarón ecuatoriano de exportación en distintos mercados potenciales, así como reforzar la participación del mismo en los mercados en los que se ha posicionado.

Estas dos entidades realizaron un análisis de posicionamiento del camarón ecuatoriano en distintos mercados mundiales, el análisis generó los siguientes resultados:

- El camarón ecuatoriano es un producto de alta calidad, apreciada por los importadores.
- Debido a sus elevados precios solo es consumido por segmentos con poder adquisitivo alto, además no puede competir con el camarón de mar producido en las localidades.
- Se lo reconoce por las distintas marcas de las empresas que lo comercializan, mas no es reconocido como camarón

ecuatoriano, ya que este producto es lo que los mercadólogos conocen como un “commodity” (es decir, no es un producto necesario).

La CNA y la CORPEI están promocionando el producto en los mercados reales, tanto como en los objetivos, a través de la realización de ferias, misiones y encuentros internacionales, la participación del Ecuador en festivales de productos Acuícolas.

Han tenido grandes dificultades en la promoción del producto debido a movimientos ecológicos como el Greenpeace en España, los cuales, como se mencionó en el Capítulo 1, han exagerado el impacto de la producción camaronera en el medio ambiente.

Figura 2.14

Logotipo genérico propuesto por la CORPEI



La CORPEI está promoviendo una campaña publicitaria para la difusión del concepto “Camarón del Ecuador”, el objetivo principal es que se reconozca el camarón ecuatoriano, la estrategia que desean implementar es la de añadir un logo genérico que identifique el producto a más de la marca con la que es comercializado (Ver Figura 2.14).

Ha sido difícil lograr un acuerdo con los productores ya que la mayoría piensa que la aplicación de un logotipo estándar les va a restar competitividad y participación de mercado.

CAPÍTULO 3

3. ESTUDIO DE LA METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LOS DATOS

Hemos considerado adecuado el desarrollo de esta parte con la finalidad de lograr un mejor entendimiento por parte del lector, aunque quienes tengan un conocimiento más avanzado de las herramientas que se presentan pueden saltar la lectura de este capítulo sin que se altere la secuencia que se ha llevado hasta el momento.

Comenzaremos definiendo algunos de los conceptos que forman la base de la teoría que estamos tratando:

3.1. Probabilidad

El concepto de probabilidad es necesario cuando se opera con fenómenos físicos, biológicos y sociales que generan observaciones que no son fáciles de predecir con exactitud, ya sea la cantidad de

nauplios en un estanque, la presión arterial de un individuo en un momento determinado, o la carga exacta que soporta un puente antes de derrumbarse y caer, los eventos que tienen estas características se conocen como eventos *aleatorios* o *estocásticos*, **tales** sucesos o eventos aleatorios no se pueden predecir exactamente, pero la frecuencia relativa con la que ocurren en una gran serie de observaciones es a menudo estable, con la finalidad de obtener observaciones se provoca estos fenómenos en un proceso conocido como *experimento*.

La probabilidad es una función cuyo dominio está representado por un **espacio muestral** $(\Omega, \mathcal{F})$, donde Ω es el conjunto de resultados posibles en un experimento, $\mathcal{F}$ es el conjunto potencia de Ω , y cuya imagen es el intervalo $[0, 1]$:

$$P: \mathcal{F} \rightarrow [0, 1]$$

La probabilidad de que ocurra un evento A , $A \in \mathcal{F}$ se denotará por $P(A)$ debiendo cumplirse los siguientes axiomas:

$$\text{i.} \quad A \in \mathcal{F}, 0 \leq P(A) \leq 1$$

$$\text{ii.} \quad P(\Omega) = 1$$

- iii. Si $A_1, A_2, A_3, \dots$ forman una sucesión de eventos de $\mathcal{F}$ que se excluyen mutuamente, entonces:

$$P(A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup \dots) = \sum_{i=1}^{\infty} P(A_i)$$

3.2. Variable aleatoria

Una **variable aleatoria** X es una función, cuyo dominio es el espacio muestral $(\Omega, \mathcal{F})$, y cuyo espacio de llegada es un conjunto de números Reales:

$$X: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

Ejemplo: Definamos el experimento de lanzar dos monedas, y ver que lado de la moneda aparece, entonces, definimos la variable aleatoria:

$X =$ Número de Caras en cada lanzamiento

Denotemos el resultado cara por una C, y el resultado sello con una S, entonces:

$$\Omega = \{SS, SC, CS, CC\}$$

y los valores que tomará la variable aleatoria X son:

$$X(SS)=0$$

$$X(SC)=1$$

$$X(CS)=1$$

$$X(CC)=2$$

Existen dos tipos de variables aleatorias, discretas y continuas, la diferencia entre ambas radica esencialmente en su espacio muestral, en el caso de las variables aleatorias discretas, el espacio **muestral** del que se toman las observaciones es un conjunto finito o infinito contable, las observaciones en cuestión son puntos específicos en el conjunto, no así en el caso de las variables aleatorias continuas cuyo espacio **muestral** está conformado por intervalos de números reales, en los cuales la probabilidad de la ocurrencia de un punto específico es igual a cero.

3.3. Muestra Aleatoria

Cuando se tiene un conjunto de n observaciones de la variable aleatoria X , decimos que hemos tomado una **muestra**, si estos valores son tomados siguiendo un proceso probabilístico, entonces se tiene una muestra aleatoria. En el caso de esta investigación, la muestra de la que disponemos son las realizaciones de la serie de tiempo que describe un proceso estocástico en un período

determinado en variables relacionadas con la producción y comercialización de camarón ecuatoriano.

3.4. Análisis Multivariado

Se denomina análisis multivariado al conjunto de técnicas utilizadas para hacer inferencias acerca de una población, basadas en la información que proporciona una muestra de múltiples mediciones en cada sujeto de investigación (en nuestro caso los sujetos a investigar, son períodos de un mes), para que un análisis sea considerado multivariado las mediciones en cuestión deberán ser de carácter aleatorio y estar interrelacionadas.

3.5. Esperanza Matemática

Sea X una variable aleatoria discreta, sea $g(X)$ una función cualquiera de la variable aleatoria X , sea además $f(X)$ su distribución de probabilidades, entonces la esperanza matemática de $g(X)$ se define como: $E[g(X)] = \sum g(X)f(X)$

Ampliando la definición a las variables aleatorias continuas, sustituiremos el símbolo de suma por una integral, y lo que tenemos es:

$$E(g(X)) = \int_{-\infty}^{\infty} g(X) \cdot f(X) dx$$

Algunos valores esperados muy conocidos son:

- La media de la distribución de probabilidades de X , ocurre cuando $g(X) = X$ y se denota por la letra griega μ
- La **varianza** de la distribución de probabilidades de X , se define como $g(X) = (X - \mu)^2$ y se nota como σ^2 , se utiliza como medida del grado de dispersión de una variable aleatoria.

Se puede estimar el valor esperado μ de la variable aleatoria a través del promedio simple, mejor conocido como **media de la muestra**, de la siguiente manera:

$$\mu = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

donde n es el tamaño de la muestra, X_i representa la i -ésima observación correspondiente a la muestra de la variable X , una situación análoga cuando se desea estimar la **varianza**, σ^2 en cuyo caso la relación es:

$$\hat{\sigma}^2 = s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

3.6. Matriz de datos

Denominaremos como matriz de datos a la matriz $\mathbf{X}$ determinada por n filas y p columnas, el número n de filas corresponde al total de unidades investigadas y p es el número de variables (características de interés) que se investigan.

$$\mathbf{X} = \begin{vmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & X_{2p} \\ & & \cdot & \cdot & \cdot \\ & & & \cdot & \cdot \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdot & \cdot & X_{np} \end{vmatrix}$$

Si no tomamos en cuenta el número de observaciones realizadas y solo se considera las p variables de interés lo que resulta se denomina vector aleatorio, compuesto por las variables, se denota $\mathbf{X}^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$.

3.7. Vector de medias

Denotaremos al vector que contiene las medias (valores esperados) de las variables que se examinan como el vector de medias $\boldsymbol{\mu}$, (una matriz de una columna y p filas).

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

3.8. Covarianza

Es una medida de la dispersión conjunta de un par de variables aleatorias; mide el grado de la desviación de dos variables X e Y de sus respectivas medias, si este valor es alto, se considera que las variables en cuestión son significativamente dependientes, a diferencia de la varianza, que siempre deberá tomar valores positivos, si el valor de la covarianza es negativo se infiere que las variables son inversamente dependientes, es decir, a medida que la primera variable incrementa su valor, la segunda disminuye, matemáticamente se define a la covarianza como:

$$\text{Cov}(\mathbf{X}, \mathbf{Y}) = E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)]$$

Cuando se tiene una muestra aleatoria, el valor de la covarianza se estima a través del estimador insesgado S_{xy} :

$$\sigma_{xy} = S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y})$$

3.9. Matriz de varianzas y covarianzas

Cuando hablemos de la matriz Σ de varianzas y covarianzas, estaremos refiriéndonos a la matriz en cuya diagonal principal se localizan las varianzas de cada una de las variables de interés, y en la posición (i,j) tendremos la covarianza entre la i-ésima y la j-ésima variable, nótese además que i e j son los números de las columnas correspondientes a las variables en el vector aleatorio $\mathbf{X}^T$, Σ es simétrica con p filas y p columnas.

$$\Sigma = \begin{vmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot & \cdot \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdot & \cdot & \cdot & \sigma_{pp} \end{vmatrix}$$

A menudo se usa el término matriz de covarianzas para referirse a la matriz Σ , aquí nos referiremos indistintamente a Σ como matriz de varianzas y covarianzas o matriz de covarianzas.

3.10. Coeficiente de correlación

El uso de la covarianza como una medida absoluta es dificultosa por que su valor depende de la magnitud de los valores de las

variables aleatorias X e Y , esta dificultad se puede eliminar estandarizando su valor por medio del coeficiente de correlación lineal:

$$\rho_{xy} = \frac{Cov(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Donde $Cov(X,Y)$ es el valor de la covarianza entre las dos variables y σ_x y σ_y representan; respectivamente las desviaciones típicas de X y Y , es fácil demostrar **que:** $-1 \leq \rho_{xy} \leq 1$.

3.11. Matriz de correlaciones

En esta matriz se almacena las correlaciones entre los pares de las p variables que estamos analizando, tiene las mismas propiedades de la matriz Σ y se denota como $\mathbf{P}$

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{1p} \\ \rho_{21} & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \rho_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \rho_{p1} & \rho_{p2} & \cdot & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix}$$

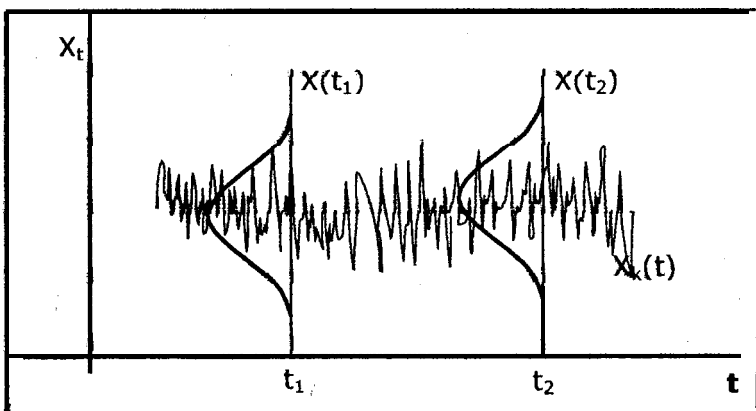
3.12. Procesos Estocásticos y Series de tiempo

Un proceso estocástico (Fig. 3.1) es una sucesión de variables aleatorias $\{X_t\}$, donde t es un punto en un espacio T , llamado espacio parametral y donde para cada $t \in T$, X_t es un punto en el espacio de estados $\mathcal{X}$.

Los modelos estocásticos son aplicables a cualquier sistema que comprenda variabilidad al azar con el transcurso del tiempo, en geofísica han sido utilizados para predecir la magnitud y la localización de terremotos, en el caso de nuestro estudio utilizaremos esta teoría para modelar la producción y la comercialización del camarón ecuatoriano, para de esta manera **realizar** proyecciones a futuro.

Figura 3.1

Un Proceso Estocástico



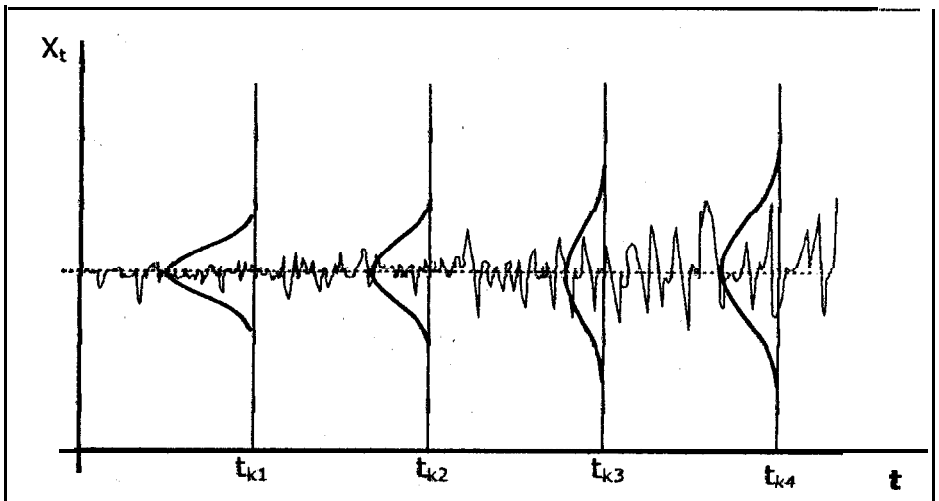
Llamaremos **Serie de tiempo** al registro de los estados del desarrollo de un proceso estocástico .

3.13. Proceso estrictamente estacionario

Sea $X_t, t \in \mathbf{Z}^+$ (El conjunto de los números enteros positivos) se dice que **es estrictamente estacionario** si la distribución espacial $L(X_1, X_2, \dots, X_k)$ es igual a la distribución espacial $L(X_{1+h}, X_{2+h}, \dots, X_{k+h})$, (h es una constante $\in \mathbf{Z}^+$), es decir si el desplazamiento en unidades iguales de la serie no altera el patrón y la distribución de la misma.

Figura 3.2

Un proceso estacionario con respecto a la media

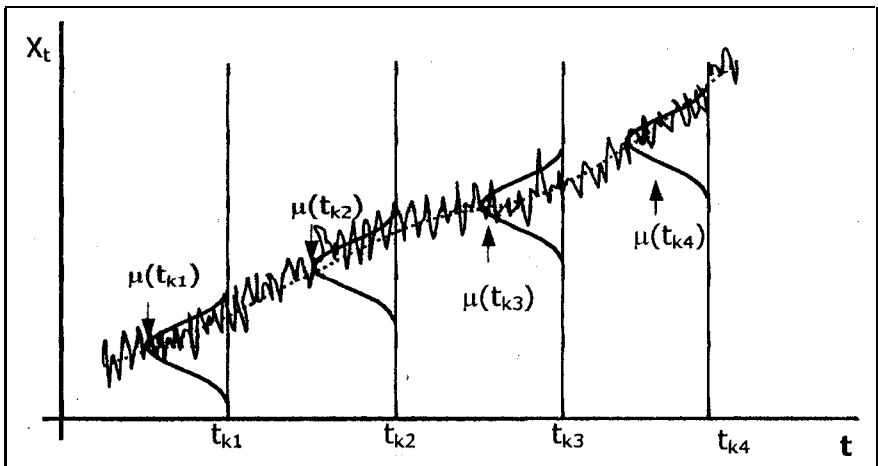


Cuando $E\{X_t\} = \mu$, μ constante, para todo $t \in \mathbf{Z}^+$ (El valor esperado del proceso es constante), se dice que el proceso estocástico es

estacionario con respecto a la media, en la figura 3.2 observamos un proceso que cumple estas características, observemos que la media se mantiene constante en el desarrollo del proceso, no así la varianza, la cual se manifiesta más pequeña al inicio del proceso y crece a medida que este se desarrolla.

Figura 3.3

Un Proceso Estacionario con respecto a la varianza



Si la **varianza** de la serie es constante para todo $t \in \mathbb{Z}^+$, el proceso será **estacionario con respecto a la varianza**, nótese que en la Figura 3.2 el proceso es estacionario con respecto a la media, mas no con respecto a la varianza, ya que cambia a medida que el proceso se desarrolla, en la Figura 3.3 tenemos un ejemplo de un proceso que es estacionario con respecto a la **varianza** pero no con

respecto a la media, nótese que es un ejemplo de una serie evolutiva.

Cuando el proceso estocástico es estacionario con respecto a la media y a la varianza, decimos que es un proceso estocástico **completamente estacionario**.

La Serie que hemos **graficado** en la Figura 3.3 es además evolutiva, esto quiere decir que se vuelve creciente conforme se desarrolla el proceso.

3.14. Procesos estacionarios en covarianza

El proceso $X_0, X_1, \dots, X_T, \dots$ se llama débilmente estacionario de orden m si todos sus momentos hasta el orden m existen y no dependen del tiempo, es decir, $E(X_m^t) = C < \infty$, C es un valor constante, la notación $C < \infty$ se lee como que la constante C es un valor finito.

Se define, a la función de **autocovarianzas** $g(h) = \text{Cov}(X_t, X_{t+h})$ para medir la variación conjunta de X_t y X_{t+h} (tal como se vio en la sección 3.8) como:

$$g(h) = E[(X_t - \mu_t)(X_{t+h} - \mu_{t+h})]$$

donde h es una constante entera no negativa y μ_t es la media del proceso en el instante t , nótese que si $h=0$, entonces:

$$g(0) = E[(X_t - \mu_t)(X_t - \mu_t)] = \sigma^2$$

Trabajaremos solamente con procesos débilmente estacionarios del **segundo** orden (p.e.s.o) lo que implica que $E[X_t^2] = C, C \in \mathbb{Z}^+$, también llamados procesos estacionarios en **covarianza**, entonces el proceso estocástico $\{X_t\}$ cumple los axiomas:

- i. Tiene media constante, es decir $\forall t \in T, \forall h \in \mathbb{Z}^+, E[X_t] = E[X_{t+h}] = \mu$, lo que indica que sus valores oscilan alrededor del valor fijo μ .
- ii. Tiene **varianza** constante, $\forall t \in T, \text{Var}(X_t) = \sigma^2$, es decir que se puede proponer una banda, la cual debe contener a casi toda la serie.
- iii. La **función de covarianzas** $g(h) = \text{Cov}(X_t, X_{t+h})$ no depende de t , solo depende del retardo h y las covarianzas tienden a ser irrelevantes conforme h crece.

La covariación observada entre la variable y su propio pasado X_t y X_{t+h} , nos da una información vital para entender como la tendencia a moverse conjuntamente permite entender su desenvolvimiento.

Una modificación útil es la de restar la media a las observaciones originales para hacerlas centradas, o sea si la serie estacionaria $\{X_t\}$ tiene media μ , es muy conveniente ajustar la serie original y formar la serie centrada alrededor de cero: $\{Z_t\}$, $Z_t = X_t - \mu$, de este modo: $E[Z_t] = 0$.

Se llama **función de autocorrelación** de un proceso estacionario de segundo orden (p.e.s.o.) a $p(h) = \frac{g(h)}{g(0)}$. Un estimador de $p(h)$ está dado por:

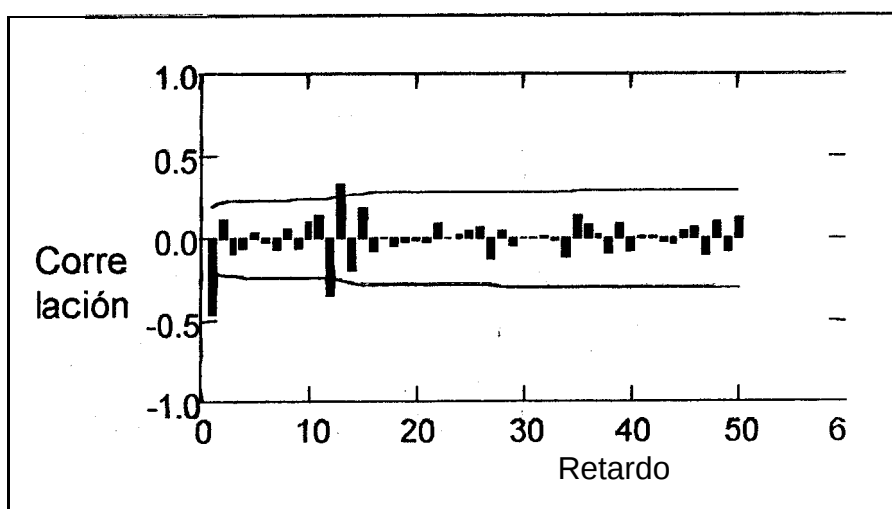
$$\hat{\rho}(h) = \frac{\sum_{t=1}^{T-h} (X_t - \bar{X})(X_{t+h} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^T (X_t - \bar{X})^2}$$

Cuando se desea proponer modelos para explicar el comportamiento de un proceso estocástico se debe observar la estructura que tienen las autocorrelaciones, el gráfico correspondiente a las mismas se denomina correlograma, un ejemplo de este tipo de gráfico se muestra en la Figura 3.4, el cual

fue generado en el paquete estadístico SYSTAT 7.0 que utilizaremos en esta investigación, las bandas indican el intervalo (utilizaremos intervalos del 95% de confianza) en el que deben desarrollarse las autocorrelaciones para que el proceso sea estacionario, y la i -ésima barra representa a la correlación entre X_t y X_{t-i} .

Figura 3.4

Ejemplo del correlograma de una serie



Se denomina función de autocorrelación parcial de orden h , la cual se denota por $\phi(h)$ a la función que mide la correlación que existe entre X_t y X_{t+h} después de que ha sido removida la dependencia lineal de las componentes intermedias, $X_{t+1}, X_{t+2}, X_{t+3}, \dots, X_{t+h-2}, X_{t+h-1}$ o sea, mide la contribución que se logra al agregar X_t para explicar X_{t+h} , se define como la correlación condicional:

$$\phi_h = \text{Corr}(X_t, X_{t+h} / X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+h-2}, X_{t+h-1})$$

3.15. Ruido blanco

Los ruidos blancos (denotados en esta investigación como U_t) son variables aleatorias inherentes a un proceso estocástico, deben cumplir los siguientes axiomas:

- Están descritas por una distribución normal con media cero y varianza σ^2 ($U_t \sim N(0, \sigma^2)$).
- Deben ser independientes estadísticamente $\text{Cov}(U_i, U_j) = 0, \forall i \neq j$

3.16. Proceso lineal

Sea $X_t, t \in \mathbb{Z}^+$, un proceso estacionario se dice que X_t es un proceso lineal si puede expresarse de la siguiente manera:

$$X_t = \sum_{j=0}^{\infty} Y_j U_{t-j}$$

Los coeficientes Y_j son valores reales y diferentes de cero, y los valores U_t son los ruidos blancos tal como se definió en la sección

3.15.

3.17. Proceso inversible

Se dice que un proceso estacionario $X_t, t \in \mathbb{Z}^+$, es inversible si es posible determinar la siguiente relación:

$$U_t = \sum_{j=0}^{\infty} \Pi_j X_{t-j}$$

Donde Π_j son constantes pertenecientes a los reales y diferentes de cero, y los U_t son los ruidos blancos definidos anteriormente.

3.18. Proceso autoregresivo

Se dice que un proceso estacionario de segundo orden X_t es autoregresivo de orden p y se denota como $AR(p)$ si:

$$X_t = \Pi_1 X_{t-1} + \Pi_2 X_{t-2} + \dots + \Pi_p X_{t-p} + U_t = \sum_{j=1}^p \Pi_j X_{t-j} + U_j$$

Donde Π_j son constantes pertenecientes a los reales y diferentes de cero, U_t , el ruido blanco, por definición es ortogonal, es decir, el producto interno definido como $\text{Cov}(U_t, U_{t+h})=0$ (Los ruidos blancos son independientes).

3.19. Proceso Media móvil

Se dice que X_t , $t \in \mathbb{Z}$ es un p.e.s.o. media móvil de orden q y se denota por $MA(q)$ si:

$$X_t = \sum_{j=1}^q \theta_j U_{t-j}, t \in \mathbb{Z}$$

Donde θ_j son constantes reales y diferentes de cero, U_t son los ruidos blancos.

3.20. Proceso Auto regresivo-Media móvil (ARMA).

Se dice que un proceso estacionario de segundo orden es auto regresivo-media móvil de orden (p,q) si puede representarse de la siguiente manera:

$$X_t - \phi_1 X_{t-1} - \dots - \phi_p X_{t-p} = U_t - \theta_1 U_{t-1} - \dots - \theta_q U_{t-q}$$

O lo que es equivalente:

$$X_t - \sum_{j=1}^p \phi_j X_{t-j} = \delta + U_t - \sum_{i=1}^q \theta_i U_{t-i}$$

Donde $\phi_p \neq 0$, $\theta_q \neq 0$, δ es la constante de elevación natural del proceso, y $\{U_t\}$ es el ruido blanco ya mencionado, el modelo se denota por ARMA(p,q).

Nótese q'ue si el primer sumatorio es equivalente a cero, el proceso se convierte en media móvil, y si ocurriera lo mismo con el segundo, el proceso es de tipo autoregresivo.

Un modelo **ARMA(3,1)** tendría la forma: $X_t - 0.5 X_{t-1} - 0.9 X_{t-2} + 0.85 X_{t-3} = 3 + 0.6 U_{t-1} + U_t$

Definiremos inductivamente el operador de retroceso B^j como se sigue:

$$X_t = B^0 X_t$$

$$X_{t-1} = B^1 X_t$$

$$X_{t-2} = B^2 X_t$$

$$X_{t-k} = B^k X_t$$

El operador representa el número de retardos en la variable aleatoria X_t , por cada retardo se añadirá un grado al exponente del operador B , de esta manera los modelos ARMA pueden ser expresados en **términos** de B de manera polinomial.

Por ejemplo, el proceso descrito en el ejemplo anterior quedaría escrito de la siguiente manera:

$$X_t - 0.5 X_{t-1} - 0.9 X_{t-2} + 0.85 X_{t-3} = 3 + 0.6 U_{t-1} + U_t$$

$$(1 - 0.5B - 0.9B^2 + 0.85B^3) X_t = U_t(0.6B + 1) + 3$$

$$\Phi(B) X_t = \mu + U_t \Theta(B)$$

En general diremos que un proceso ARMA puede expresarse de la siguiente manera:

$$Q(B) X_t = \delta + U_t \Theta(B)$$

Consideraremos que las variables aleatorias X_t son centradas (es decir $\delta=0$), es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- i) Si (X_t) es un **proceso** AR(p), entonces $\phi(h)=0$ cuando $h>p$
- ii) **Si** (X_t) es un proceso MA(q), entonces $\rho(h)=0$ cuando $h>q$
- iii) No siempre un **p.e.s.o** es un ARMA

Estas condiciones permitirán al investigador determinar de manera a priori, ciertas estimaciones de p y q; para lo cual se debe observar cuando las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales se consideran estadísticamente no significativas.

3.21. Los modelos ARIMA(p,d,q)

Algunas series no son estacionarias en su forma **original**, **pero** después de desarrollar **una** serie de transformaciones conocidas

como diferenciaciones, se puede lograr obtener a través de ellas, una serie nueva que si es estacionaria.

La diferenciación de la que estamos hablando se define como:

$$Y_t = X_t - X_{t-1}$$

Es decir, en la diferenciación estamos eliminando un dato de la serie, diferenciando por segunda vez tendremos:

$$Z_t = Y_t - Y_{t-1} = X_t - 2X_{t-1} + X_{t-2}$$

Un proceso que después de haber sido diferenciado d veces, se transforma en un modelo $ARMA(p,q)$ se conoce como $ARIMA(p,d,q)$.

Si denotamos $V=I-B$, entonces el proceso $\{X_t\}$ es un $ARIMA(p,d,q)$ si $\nabla^d \Phi(B)X_t$ es un $ARMA(p,q)$.

3.22. Modelos estacionarios multiplicativos

Algunas veces nos encontramos con el caso de existencia de dos tipos de relaciones: una entre las observaciones para meses sucesivos de un año en particular y otra entre las observaciones para el mismo mes en años sucesivos, por ejemplo, puede ocurrir que los datos relativos al mismo mes de diferentes años tiendan a situarse en forma análoga con respecto a la media anual, lo cual

nos lleva a pensar que sería interesante en un modelo **ARIMA** hacer intervenir retardos múltiplos de 12. Teóricamente se tendría que poner valores muy grandes de p y q para que estos retardos sean tomados en cuenta; pero esto nos llevaría a estimar un número demasiado alto de parámetros, para evitar esto Box y Jenkins han propuesto un tipo particular de modelos **ARIMA** estacionarios; los modelos multiplicativos de tipo:

$$\nabla^d \Phi_p(B) (\nabla^S)^D \Phi_P(B^S) X_t = \Theta_q(B) \Theta_Q(B^S) U_t \quad (1)$$

donde S es el período de estacionalidad ($S= 12$ para series anuales, $S= 4$ para series trimestrales, etc), las diferencias se definen utilizadno el operador ∇ , de la siguiente manera:

$$\nabla = 1-B \quad \nabla^S = 1-B^S$$

Φ_p , Φ_P , Θ_q , Θ_Q son polinomios de grados p , P , q y Q con raíces fuera del círculo unitario; U_t es un ruido blanco.

Un proceso X_t que satisface (1) se conoce como **SÁRIMA**[(p,d,q)($P;D,Q$)]. El razonamiento que conduce a obtener un modelo SARIMA consiste en aplicar en S series, obtenidas a

partir de X_t poniendo para cada serie los meses idénticos, la misma transformación:

$$\frac{(\nabla^S)^D \Phi_p(B^S)}{\Theta_p(B^S)}$$

y suponer que la serie obtenida:

$$\alpha_t = \frac{(\nabla^S)^D \Phi_p(B^S)}{\Theta_p(B^S)} \quad (2)$$

no tiene estacionalidades y es entonces modelable por un **ARIMA(p,d,q)**:

$$\nabla^{dD} \Phi_P(B) = \Theta_Q(B^S) U_t \quad (3)$$

Combinando (2) con (3) se obtiene (1). Las series estacionales pueden detectarse analizando las funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial estimadas, pues ellas presentan grandes valores en módulo para los **índices** múltiplos de S. La identificación de los parámetros **P,D,Q** de los factores estacionales se hace de manera análoga al procedimiento descrito para los procesos **ARIMA**, luego se procede a la fase de verificación de los coeficientes y de los ruidos blancos, lo que lleva a aceptar el

modelo propuesto o alternativamente sugiere la manera de mejorarlo.

3.23. Modelación de los datos

Utilizaremos el método de Box y Jenkins para modelar las series que analizaremos en esta investigación, al final de esta parte estaremos listos para elaborar nuestros propios modelos con este método, el cual se desarrolla por etapas: Transformaciones iniciales, identificación, estimación y pronóstico son las componentes del método que muestra explícitamente que la serie original X_t se puede modelar por un $ARIMA(p,d,q)$.

Tabla IV

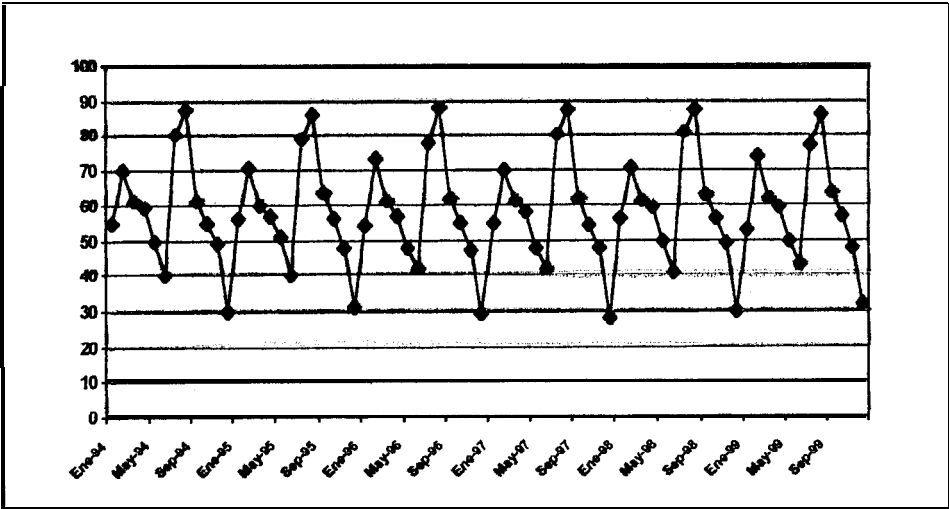
Serie de Ventas Mensuales usadas como ejemplo

	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	55	56	54	55	56	53
Febrero	70	71	73	70	71	74
Marzo	61	60	61	61	61	62
Abril	59	57	57	58	59	59
Mayo	50	51	48	48	50	50
Junio	40	40	42	42	41	43
Julio	80	79	78	80	81	77
Agosto	87	86	88	87	87	86
Septiembre	61	64	62	62	63	64
Octubre	55	56	55	54	56	57
Noviembre	49	48	47	48	49	48
Diciembre	30	31	29	28	30	32

Para ilustrar cada una de las fases que se indican, utilizaremos un ejemplo, la serie de datos que se muestra en la Tabla IV corresponde a las ventas mensuales de un producto en miles de unidades de una empresa colombiana.

Utilizaremos los datos correspondientes hasta el año de 1998 para proponer el modelo, los datos del año de 1999 serán útiles para realizar la comparación entre las predicciones resultantes y los datos reales, esta práctica es bastante recomendable para ver que tan buena es la predicción que se está realizando, en la gráfica 3.5 mostramos el comportamiento de la serie.

Figura 3.5
Comportamiento de la serie de datos usada como ejemplo
(Miles de unidades)



Es común que la serie inicial que, se desea analizar sea una serie evolutiva, como ya dijimos antes, este es el caso de las exportaciones, el PIB, la producción, el nivel general de precios, la masa monetaria MI, etc. son series evolutivas.

Las variables económicas observadas en general presentan una tendencia hacia el crecimiento, por lo que esta teoría no se puede aplicar directamente. Lo que se hace es realizar una transformación que modifique a la serie original en otra serie que si sea estacionaria en covarianza, por ejemplo, pasar a tasas de crecimiento o primeras diferencias.

3.23.1. Transformaciones iniciales de la Serie

Una gran mayoría de la series de tiempo de las áreas económicas, de negocios y finanzas no son series estacionarias, ya sea que la media $\mu(t)$, la **varianza** $\sigma^2(t)$, o la autocorrelación $\rho(t,h)$ dependan de t , ya sea que al pasar el tiempo cambia el nivel, la **varianza** o el grado de enlace lineal entre las observaciones que están a la misma distancia.

Dos caminos muy usados son: trabajar con variaciones absolutas o con su variación porcentual.

Las transformaciones más frecuentes son:

- **Cambio porcentual:**

$$X_t \% = 100 \cdot \frac{(X_t - X_{t-1})}{X_{t-1}}$$

- **Cambio porcentual en Logaritmos:**

$$X_t \% = 100 \cdot \text{Log} \left(\frac{(X_t - X_{t-1})}{X_{t-1}} \right)$$

- **Logaritmos** $X_t = \text{Log}(X_t)$ este requiere que $X_t > 0$.

- **Diferencias de logaritmos:**

$$W_t = \text{Log}(X_t) - \text{Log}(Y_t) = \text{Log}(X_t / Y_t)$$

- **Primeras diferencias:** $DX_t = (X_t - X_{t-1})$

- **Diferencias estacionales:** $(1 - B_{12})X_t = X_t - X_{t-12}$

Las últimas son usadas con datos mensuales o trimestrales (en ese caso debería cambiarse el subíndice 12 por 3), lo que hacen es filtrar la componente estacional, es decir la eliminan.

Una decisión importante al construir un modelo es saber que la serie original: $\{X_t\}$ no es estacionaria pero es posible asumir que existen modelos $\text{ARIMA}(p,d,q)$ tales que d es el orden de diferenciación, sea $W_t = (1-B)^d X_t$, generado a partir de la serie evolutiva X_t , ya que: $\mu(t)$, $\sigma^2(t)$, o $\rho(t,h)$ si dependen del tiempo t .

Con esto se llega a una serie ya diferenciada W_t la cual si es estacionaria ya que son constantes μ , σ^2 y la covarianza $p(k)$ de manera que ya no dependen del tiempo.

Debido a que W_t ya es un proceso estacionario puramente no determinista, existe una **representación** MA que se puede reparametrizar como un ARMA(p,q).

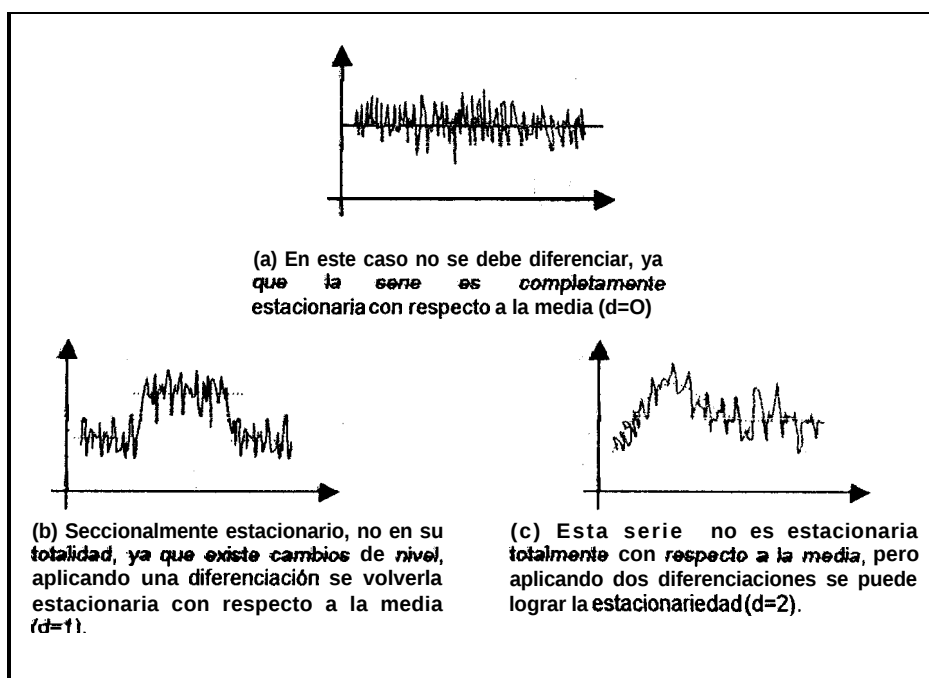
Algunos criterios para la elección del número d de diferenciaciones necesarias es mostrado en la Figura 3.6, en el caso (a) la serie es estacionaria con respecto a la media como hemos revisado anteriormente, por este motivo no debemos diferenciarla, en el caso (b), la serie es seccionalmente estacionaria en un cierto período, basta diferenciar una vez y la serie se habrá ajustado, y en el ultimo caso, la serie da la impresión de mantenerse sobre una curva **cuadrática**, una serie de este tipo se puede volver estacionaria luego de dos diferenciaciones.

Se debe evitar el sobrediferenciar la serie original y eliminar información valiosa que se manifestaría en la función de autocorrelación, **ya** que en un caso de' sobrediferenciación las autocorrelaciones se hacen aún más complicadas, se incrementa la

varianza, y se pierden d observaciones, aquí debe introducirse la idea de parsimonia, la que indica que un buen modelo tiene pocos parámetros ya que ha capturado las propiedades intrínsecas de la serie que se analiza, un modelo complicado con demasiados parámetros es un modelo sin parsimonia.

Figura 3.6

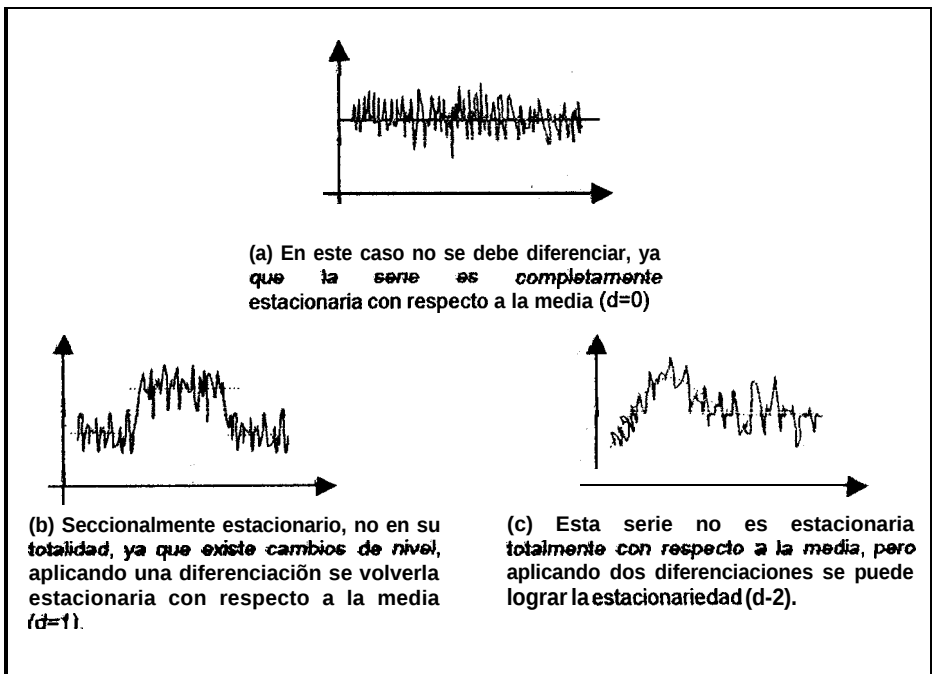
Ejemplos de criterios para elegir el número de diferenciaciones de una serie



Si la función $p(h)$ queda relativamente próxima a uno para un gran número de valores de h , se puede entonces pensar que es necesario diferenciar la serie para que se vuelva estacionaria, en la

varianza, y se pierden d observaciones, aquí debe introducirse la idea de parsimonia, la que indica que un buen modelo tiene pocos parámetros ya que ha capturado las propiedades intrínsecas de la serie que se analiza, un modelo complicado con demasiados parámetros es un modelo sin parsimonia.

Figura 3.6
, Ejemplos de criterios para elegir el número de
diferenciaciones de una serie



Si la función $p(h)$ queda relativamente próxima a uno para un gran número de valores de h , se puede entonces pensar que es necesario diferenciar la serie para que se vuelva estacionaria, en la

práctica ocurre sin embargo, que el criterio de proximidad a 1 de los primeros valores de la función $p(h)$ se reemplaza por el de la proximidad entre sí de los primeros valores de la función, aún cuando el valor $p(h)$ sea diferente de uno.

Si solo se han obtenido primeras diferencias para que sea estacionario, será un **ARIMA(p,1,q)**, si requiere segundas diferencias es un **ARIMA(p,2,q)**, en general si se aplica $(1-B)^d$ se llega a, un, **ARIMA(p,d,q)**.

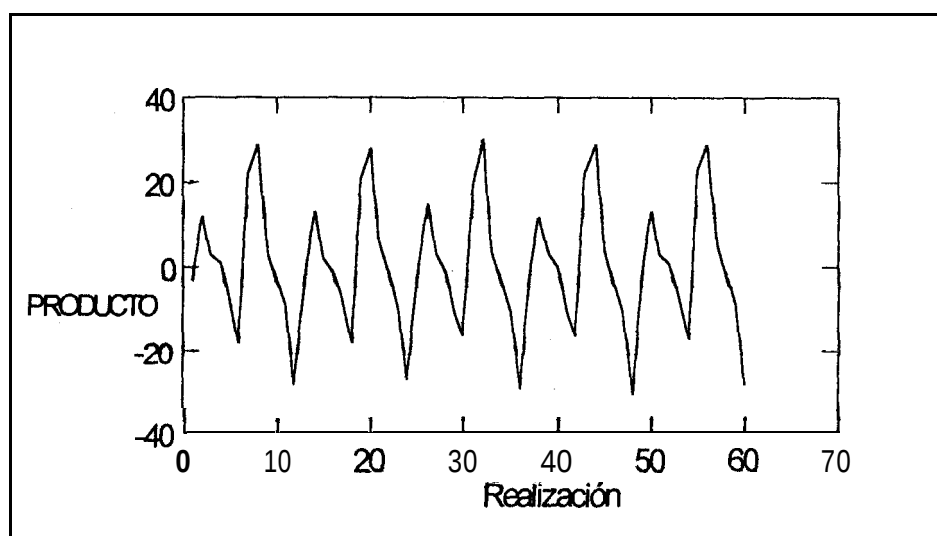
Si se encuentra estacionalidades. en la serie o se realizan D diferenciaciones de tipo estacional el modelo propuesto debe ser un

$$\mathbf{SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_{xx}}$$

Donde las letras minúsculas indican los mismos parámetros del modelo **ARIMA**, y las letras mayúsculas P y D indican los grados de los polinomios estacionales autoregresivo y media móvil respectivamente, D es el número de diferencias estacionales y el subíndice indica de que tipo es la estacionalidad, (4 para estacionalidad trimestral, 2 si es semestral y 12 en el caso de estacionalidad mensual).

En la Figura 3.7 se ilustra la evolución de la serie que estamos utilizando como ejemplo, los datos han sido centrados, es decir se les ha restado su media, haciendo uso de la recomendación que se dio anteriormente.

Figura 3.7
Evolución de la Serie de Ventas (Datos Centrados)



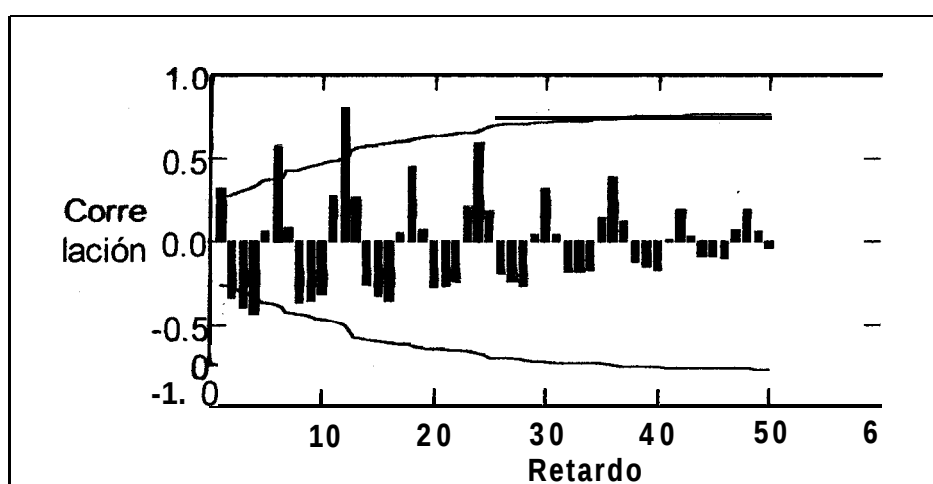
En este primer gráfico vemos que la serie tiene carácter estacional, ya que existe una marcada periodicidad cada 6 meses, se sospecha entonces que se debería hacer una diferenciación estacional de orden 6.

Para determinar si debe hacerse la diferencia estacional, analizaremos los correlogramas correspondientes a la serie original,

veamos primero el gráfico de las autocorrelaciones estimadas $\hat{\rho}(h)$ mostrado en la Figura 3.8.

Figura 3.8

Gráfico de Autocorrelaciones Estimadas de la Serie de ventas

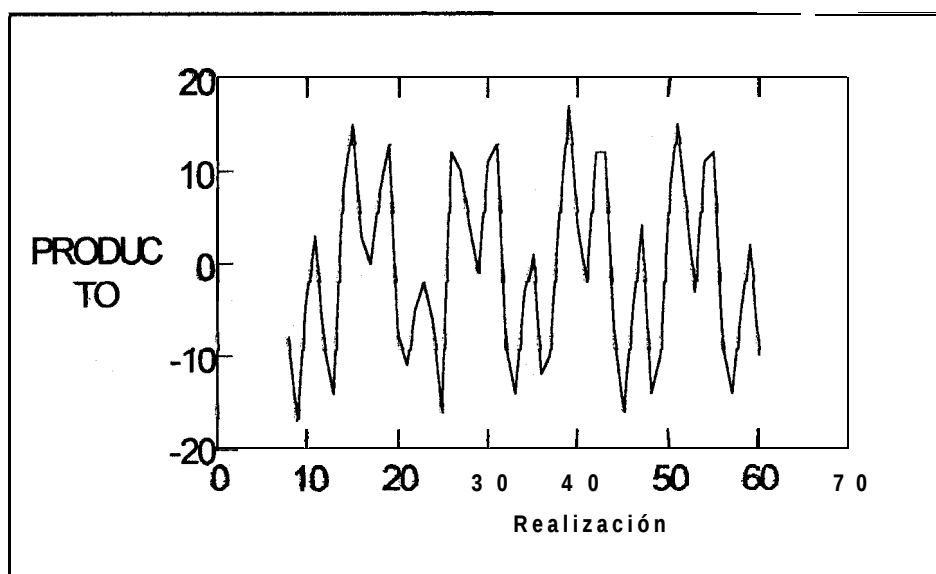


En el gráfico de las autocorrelaciones podemos ver que la primera, la segunda, la tercera y la cuarta barra salen de la banda de confianza, lo cual indica que la autocorrelación entre X_t y X_{t-1} , X_{t-2} , X_{t-3} y X_{t-4} es alta, por lo que deberá hacerse una diferencia no estacional para reducir estas relaciones, de igual forma debe hacerse una diferencia estacional ya que la sexta y la duodécima barra salen de la banda, confirmando el carácter estacional de la serie.

Veamos ahora la serie modificada con una diferencia estacional y una diferencia estacionaria (no estacional), la gráfica temporal de la serie se muestra en la Figura 3.9.

Figura 3.9

Serie con una diferencia estacional y una diferencia no estacional



Hemos transformado al proceso en estacionario con las diferenciaciones realizadas, es fácil apreciar el fenómeno en la figura anterior, ya que da la impresión de que la serie se desarrolla sobre una línea horizontal ubicada justo sobre la recta $y=0$, (recordemos que la serie está centrada y la media del proceso es precisamente igual a cero), como tenemos una diferenciación estacionaria y una diferenciación estacional el modelo deberá ser

un **SARIMA**₆, para encontrar los grados de los polinomios que lo **conforman** pasaremos a la fase de identificación.

3.23.2. Identificación de los parámetros

En esta fase se eligen los grados correspondientes a los polinomios autoregresivo y media móvil del proceso, para lo cual se analiza esencialmente la forma de la función de autocorrelación estimada $\hat{\rho}(h)$ y la función de autocorrelación parcial estimada $\phi(h)$ de la **serie diferenciada** d veces.

Si la función $\hat{\rho}(h)$ tiende hacia cero para $h > q$, podemos pensar que se trata de una $MA(q)$, y si la función $\phi(h)$ tiende a cero para valores de $h > p$ se puede pensar que se trata de un $AR(p)$, esto puede resultar en la **proposición** de varios modelos, ya que un proceso estacionario puede aproximarse tanto como se quiera, por un proceso $ARMA(p,q)$ donde el valor de estos parámetros puede ser cualquiera

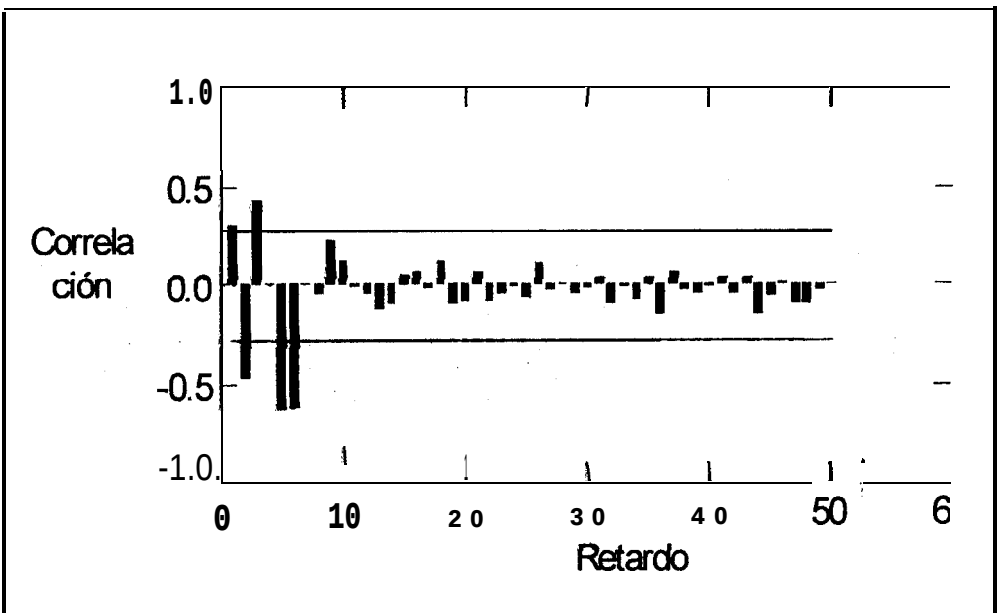
Por medio de la utilización de cualquier paquete estadístico, podemos **graficar** la función $\hat{\rho}(h)$ y ver a partir de que valor de h los valores de la función quedan dentro de la banda, si este valor es q , se propone un $MA(q)$, se procede de manera similar con la función

de autocorrelación parcial: si a partir del valor p , los valores de la función están dentro de la banda, propondremos un modelo $AR(p)$.

Con la función de autocorrelación estimada podemos ver también si la serie presenta estacionalidades de período 3,6,9, o 12, para esto simplemente observamos si los valores de la función $\hat{\rho}(h)$ tienen tendencias similares para h igual a 3, 6 o 12, por cada modelo obtenido aquí, se procede a la siguiente fase, conocida como de verificación.

Figura 3.10

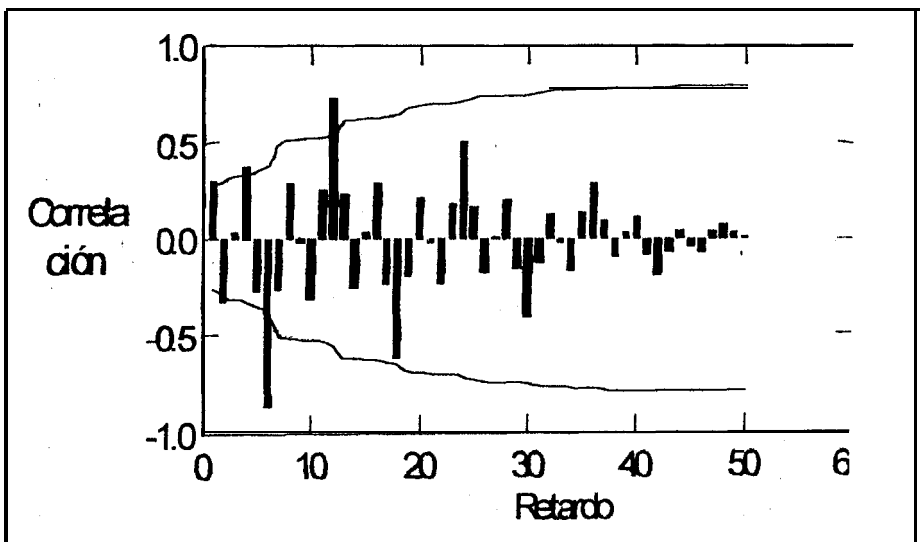
Gráfico de Autocorrelaciones Parciales con una diferencia estacional y una diferencia no estacional



Procedamos a la revisión de la serie a través de sus correlogramas, correspondientes a las Autocorrelaciones Parciales (Figura 3.10) y Autocorrelaciones (Figura 3.1 1), para proponer los modelos que analizaremos más adelante. En la Figura 3.10 se ve que las tres primeras barras sobresalen de las bandas de confianza, lo cual puede suponer la presencia de hasta 3 parámetros en la parte Autoregresiva (**Ar(3)**), así mismo, podemos decir que en la parte estacional Autoregresiva, existe también un parámetro, ya que la sexta barra sobresale, esto va relacionado con el hecho de que la estacionalidad es de orden semestral (**SAR(1)**)

Figura 3.11

Gráfico de Autocorrelaciones de la Serie con una diferencia estacional y una diferencia no estacional



En el gráfico 3.11 se observa que las dos primeras autocorrelaciones salen de la banda, indicando que tenemos posiblemente hasta dos parámetros en la parte Media Móvil del modelo, así mismo, la sexta barra y la duodécima barra salen de las bandas, lo que indica que hay hasta 2 parámetros en la parte estacional Media Móvil.

Con base en los dos criterios mencionados, un modelo para proponer sería el siguiente: **SARIMA(3,1,2)(1,1,2)₆**, pero no se puede tener demasiados parámetros, ya que el modelo pierde parsimonia, por lo que es preciso reducir la cantidad de parámetros, un criterio que se puede utilizar es la sustitución de un parámetro en la parte autoregresiva por uno en la parte Media móvil, y viceversa, esto lo podemos hacer, ya que teóricamente la primera autocorrelación y la primera autocorrelación parcial son exactamente la misma, otros modelos a proponer son:

$$\text{SARIMA}(1,1,0)(0,1,1)_6$$

$$\text{SARIMA}(1,1,1)(1,1,0)_6$$

$$\text{SARIMA}(0,1,0)(1,1,0)_6$$

La siguiente fase, se conoce con el nombre de verificación, en esta se realizan dos tipos de pruebas estadísticas en esta fase: las pruebas concernientes a los parámetros a_j y b_j de los procesos

autoregresivo y media móvil, respectivamente del modelo propuesto **ARMA(p,q)**, de la serie diferenciada d veces y las pruebas concernientes a las hipótesis del ruido blanco.

3.23.3. Fase de verificación

El interés en esta parte es saber si es posible reducir el número de parámetros necesarios para la **modelación**, lo cual se logra a través de la revisión de los niveles de significación de los coeficientes a_p o de b_q , en este caso se utiliza una prueba de tipo Student (bajo hipótesis de normalidad del ruido blanco) para verificar la existencia de los parámetros del modelo:

Digamos que $\hat{a}_p$ es el estimador de a_p en el modelo real ARMA(p,q) y $\hat{V}\hat{a}_p$ su **varianza** estimada, construyamos entonces el valor real de a_p se encontrará dentro del intervalo de $(1 - \alpha)*100\%$ de confianza:

$$\hat{a}_p - Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}\hat{a}_p} < a_p < \hat{a}_p + Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}\hat{a}_p}$$

donde $Z_{\alpha/2}$ es el valor correspondiente al cuantil α en la distribución normal, ya que esta es una prueba de dos colas (en caso de que la

muestra sea menor a 30 observaciones, se utiliza una distribución t de Student).

Supongamos que $a_p=0$, es decir, el parámetro no existe en el modelo, el intervalo quedaría de la siguiente manera:

$$\hat{a}_p - Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{v}\hat{a}_p} < 0 < \hat{a}_p + Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{v}\hat{a}_p}$$

por lo tanto:

$$-Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{v}\hat{a}_p} < -\hat{a}_p < Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{v}\hat{a}_p}$$

cambiando de signo la inecuación nos queda:

$$-Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{v}\hat{a}_p} < \hat{a}_p < Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{v}\hat{a}_p}$$

O lo que es lo mismo:

$$|\hat{a}_p| < Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{v}\hat{a}_p}$$

y despejando $Z_{\alpha/2}$ lo que se tiene es:

$$\frac{|\hat{a}_p|}{\sqrt{(\hat{v}\hat{a}_p)}} < Z_{\alpha/2} \quad (1)$$

por lo tanto, en caso de que se cumpla (1), se rechazará la Hipótesis Nula:

H_0 : El modelo es un ARMA(p,q)

A favor de la hipótesis alterna:

H_1 : El modelo es un ARMA(p-1,q)

Se hace la misma prueba para el parámetro b_q , si se desea probar la hipótesis de que el modelo es un ARMA(p,q-1).

También se puede efectuar esta prueba para examinar los parámetros a_{p+1} o b_{q+1} ; no es muy conveniente probar la hipótesis de que un modelo sea ARMA(p+1,q+1), o un ARMA(p-1 ,q-1). (H. Capa Santos, Escuela Politécnica Nacional).

Para facilitar estas pruebas contamos con los paquetes estadísticos: SYSTAT 7.0 y SPSS 8.0, la Tabla V muestra los resultados obtenidos para el modelo SARIMA(1 , 1 , 1)(1,1,0)₆.

Tabla V

Resultados de la Prueba de Student para el modelo

SARIMA(1,1,1)(1,1,0)₆

Índice	Tipo	Estimación	Mínimo	Máximo
1	AR	0.8563	0.5392	1.1734
2	MA	0.7212	0.3192	1.1231
3	SAR	-0.9746	-1.0937	-0.8555

Se evalúan todos los parámetros, la tabla muestra la estimación de cada parámetro, así como los extremos mínimo y máximo del intervalo de confianza correspondiente, la interpretación es sencilla, si el intervalo contiene al cero (ocurre cuando los extremos tienen diferente signo), entonces se debe rechazar el modelo ya que está sobreparametrizado.

Veamos que ocurre con los modelos **SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆** y **SARIMA(0,1,0)(1,1,0)₆**, cuyas evaluaciones en la prueba de Student se muestran en las Tablas VI y VII respectivamente, como se ve, los dos modelos propuestos superan la prueba de estimación de parámetros, ya que ninguno de los intervalos de confianza para los parámetros consideran al cero entre los posibles valores a tomar.

Tabla VI

Resultados de la prueba de Student para el modelo

SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆

Índice	Tipo	Estimación	Mínimo	Máximo
1	AR	0.3309	0.0587	0.6031
2	SMA	0.8166	0.6707	0.9624

No obstante, es necesario que se seleccione solo un modelo que se ajuste de mejor manera a la serie y que realice una buena predicción, veremos más criterios de selección de modelos de ajuste cuando analicemos la fase de pruebas para el ruido blanco, hasta tanto sigamos evaluando los modelos propuestos.

Tabla VII

Resultados de la prueba de Student para el modelo

SARIMA(0,1,0)(1,1,0)₆+Constante

Índice	Tipo	Estimación	Mínimo	Máximo
1	CONSTANTE	-1.3336	-1.9373	-0.7299
2	SAR	-0.9634	-1.0864	-0.8403

3.23.4. Pruebas del Ruido blanco

Lo que nos interesa es saber si el ruido blanco con el que estamos tratando cumple verdaderamente con los requisitos supuestos, es decir, verificar que son independientes, normales con media cero y **varianza σ^2** , con este fin se realiza una 'verificación gráfica y se plantea una hipótesis acerca de la independencia de los residuos, si se desea probar la normalidad, se debe aplicar la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

3.23.4.1. Verificación Gráfica

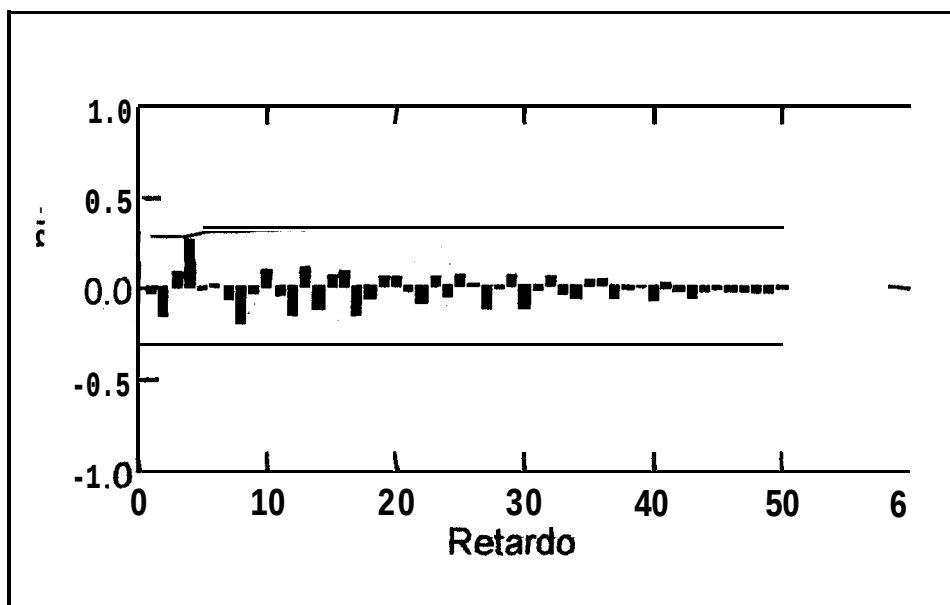
La comprobación gráfica consiste en analizar los residuos correspondientes a cada modelo a través de sus autocorrelaciones, asumiendo la misma idea que se utilizó para las observaciones, lo que se pretende encontrar es el modelo para el cual los residuos no sean significativos (es decir, que sus autocorrelaciones estimadas no sobresalgan de las bandas de confianza).

Analicemos entonces las autocorrelaciones de los residuos de los modelos propuestos, para el primero de ellos su correlograma se muestra en la figura 3.12:

Figura 3.12

Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo

SARIMA(1,1,1)(1,1,0)₆



Como se aprecia en el **gráfico**, las barras no salen de la banda de confianza, a pesar de una que bordea el límite superior, con lo que se puede concluir que los residuos son estadísticamente independientes para este modelo.

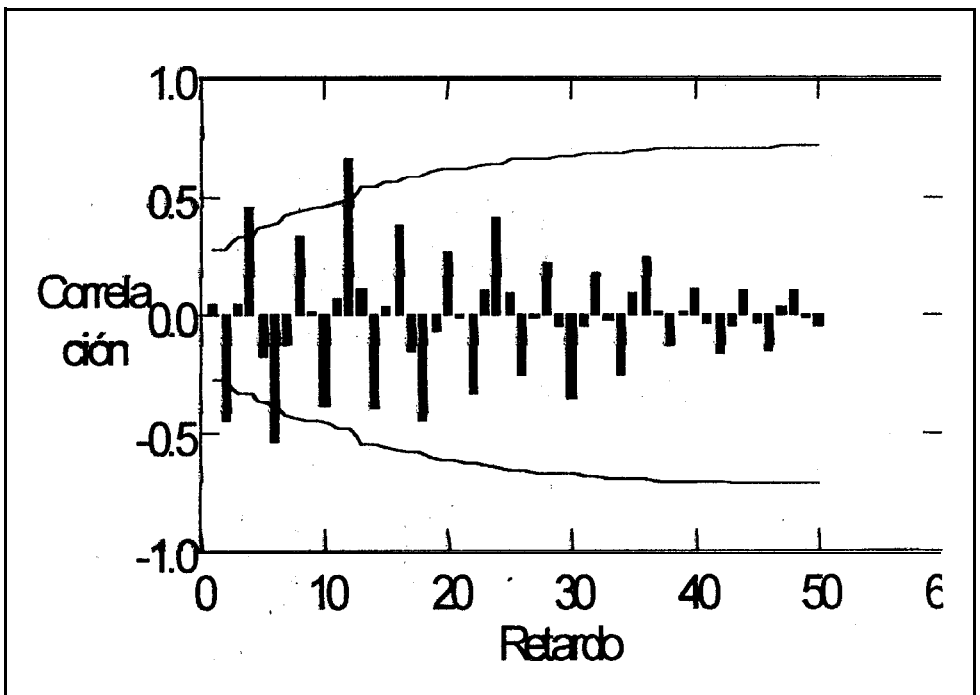
En la figura 3.13 aparece el correlograma del modelo **SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆** observemos que varias de las barras sobresalen de la banda de confianza, lo que indica que no existe independencia entre los residuos generados por el modelo, esto nos dice que la proposición de éste no fue muy acertada, y hay que

realizar una modificación respecto de los parámetros estacionales media móvil.

Figura 3.13

Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo

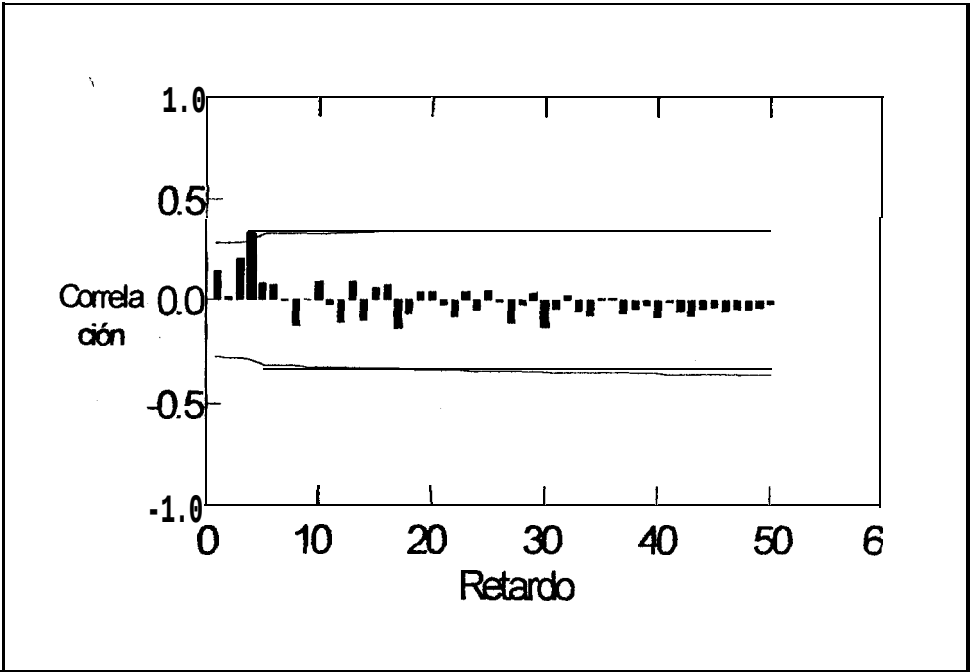
SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆



Finalmente tenemos al modelo $\text{SARIMA}(0, 1, 0)(1; 1, 0)_6$, en la ilustración 3.14 se muestra su correspondiente correlograma, en el cual se aprecia que solo una de las barras sale de las bandas de confianza, esto puede significar que haya que reparametrizar el modelo añadiendo un **coeficiente** más en la **parte** Media Móvil.

Figura 3.14

Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo
 $SARIMA(0,1,0)(1,1,0)_6$



La verificación gráfica es bastante subjetiva, en ocasiones basta que una de las barras que representa a las autocorrelaciones sobresalga de las bandas de confianza para que el investigador decida que los residuos no son independientes, en otras se puede pensar lo contrario, se debería revisar que tan cercana a 1 está esa única barra que sobresale; las pruebas que se detallan en la siguiente Sección, al igual que la verificación gráfica nos permiten decidir si los residuos del modelo son estadísticamente independientes y en algunos casos, con mejor precisión.

3.23.4.2. Pruebas de Box-Pierce y Box-Ljung

La prueba de Box-Pierce se basa en el hecho de que el estadístico

$Q = N \sum_{h=1}^k \hat{\rho}_h^2[e]$ sigue una distribución χ^2 (Ji cuadrado) con k-p-q grados de libertad, bajo la hipótesis de independencia de los residuos U_t ($\hat{\rho}_h[e]$ representa la correlación estimada de orden h, de los residuos), N es el número de observaciones tomadas de la serie, y la hipótesis a evaluar es:

H₀: Los residuos del modelo son estadísticamente independientes.

VS.

H₁: $\neg H_0$

Existe una mejora conocida como la Prueba de Box-Ljung, cuyo estadístico de prueba es como sigue:

$$Q' = N(N+2) \sum_{h=1}^k \frac{\hat{\rho}_h^2}{N-h}$$

El estadístico Q' sigue al igual que Q una distribución con k-p-q grados de libertad, y el contraste de hipótesis es el mismo que en el caso anterior, se rechaza la hipótesis nula en caso de que $Q' > Q_{\alpha}(k-p-q)$. Para realizar las pruebas de los modelos se utilizará el estadístico de prueba de Box-Ljung, en la Tabla VIII se muestran los

resultados encontrados al realizar la prueba para los modelos propuestos.

Tabla VIII

Prueba de Box-Ljung para verificación de la Independencia de Ruidos Blancos en los modelos propuestos

Modelo	Valor Q'	Valor de Significancia
SARIMA(1,1,1)(1,1,0)₆	13.3335	P=0.648
SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆	116.572	P<0.01
SARIMA(0,1,0)(1,1,0)₆	15.180	p=0.512

Como podemos apreciar, se debe rechazar el modelo **SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆** debido a que el valor de significancia registrado para la prueba es demasiado pequeño, para los siguientes análisis, solo consideraremos los modelos restantes: el **SARIMA(1,1,1)(1,1,0)₆** y el **SARIMA(0,1,0)(1,1,0)₆**, estos modelos tienen características similares y los dos, al parecer, aproximan de manera adecuada la información que es **objeto** del análisis, por lo que ambos pasan a la siguiente fase de revisión.

3.23.5. Criterios para la selección del modelo.

Nos basaremos en el supuesto de que un modelo que reproduce adecuadamente la realización observada ha ajustado el proceso y por tanto sirve para pronosticar, en este sentido la calidad de ajuste es el estimador de la **varianza** del modelo: La media cuadrática del error (**MCE**), ésta mide la habilidad del mismo para reproducir la muestra exhibida.

3.23.5.1. Criterio del mayor poder predictivo

En un modelo ARMA, el error de previsión al horizonte 1, es tal que $V[U_t(1)] = \sigma^2$, de esta manera se puede proponer la elección del modelo que conduzca a un error de predicción pequeño, aquí algunos de estos:

a) La estimación $\hat{\sigma}^2$ de la **varianza**

b) El coeficiente de determinación $R^2 = 1 - \left(\frac{\hat{\sigma}_u^2}{V} \right)$, donde $\hat{\sigma}_u^2$ es la **varianza** de los residuos del modelo y V es la **varianza muestral** de la serie diferenciada d veces.

c) El coeficiente de determinación modificado:

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\frac{\sigma_u^2}{N-p-q}}{\frac{V}{N-1}} \right),$$

este coeficiente permite tomar en cuenta los grados de los polinomios.

Cuando se usa el criterio a), tratamos de minimizar, en los demás, se busca la maximización. Para el caso del modelo $SARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 0)_6$ se encontró que la media cuadrática del error es de 16.3694, el coeficiente de determinación R^2 resulta en un valor de 0.839, y el R^2 ajustado es igual a 0.833, es decir, que el modelo explica el 83.3% de la variabilidad de las ventas de la empresa, mientras que para el modelo $SARIMA(0, 1, 0)(1, 1, 0)_6$, la MCE es igual a 16.9131, el R^2 es igual a 0.835 y el R^2 ajustado es de 0.833, lo que significa que ambos modelos explican el mismo porcentaje de la variabilidad de las ventas, pero el modelo con menor **varianza** es el primero, antes de realizar una elección definitiva analizaremos otros criterios.

3.23.5.2. Criterio de Información

Una aproximación de la desviación entre el modelo que pretende modelar los datos y la verdadera distribución de los mismos se presenta a continuación, el criterio debe su nombre al investigador que lo propuso, **Akaike(1969)**, consiste en suponer que los modelos $ARMA(p, q)$ dan aproximaciones de la realidad y que la verdadera

distribución desconocida de las observaciones aquí el modelo tiene en total $p+q$ parámetros que van a ser ajustados a los datos, se ha propuesto el siguiente estimador:

$$AIC(p,q) = Ln\sigma^2 + \frac{2r}{N}$$

Donde $\sigma_u^2 = MCE$ es la Media Cuadrática del Error, p y q son respectivamente los grados de los polinomios Auto Regresivo y Media Móvil, N es el tamaño de la muestra, r es el número de parámetros en total que se estiman, y Ln es la representación de la función Logaritmo natural.

Tabla IX

Criterios de Akaike para los modelos propuestos

Modelo	AIC
SARIMA(1,1,1)(1,1,0)₆	2.895
SARIMA(0,1,0)(1,1,0)₆	2.893

Se busca minimizar esta desviación, así que elegirá el modelo que obtenga el menor criterio, en la Tabla IX se muestran los criterios de Akaike para los modelos propuestos.

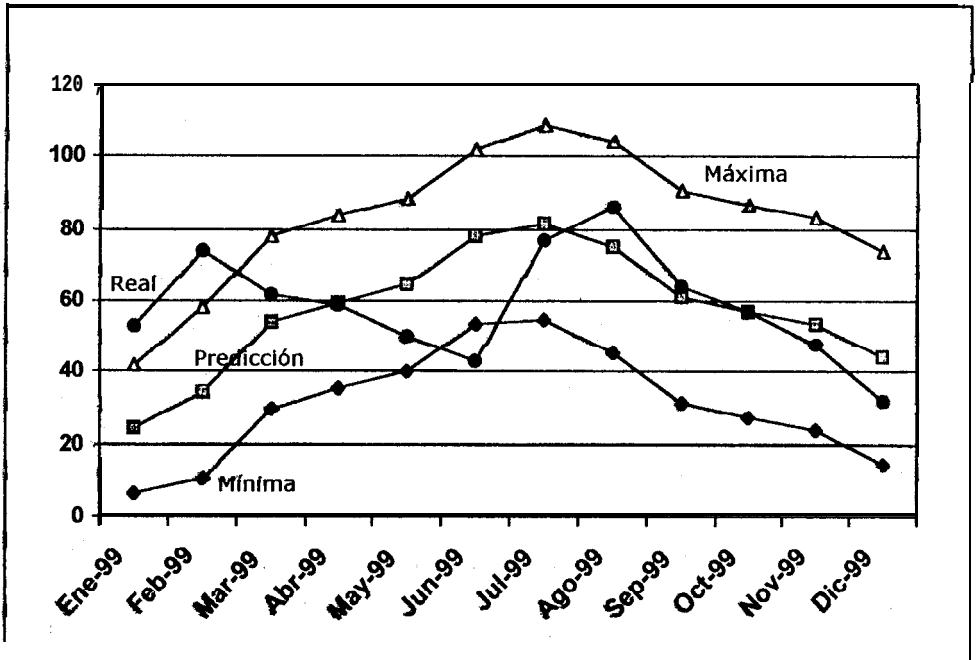
Este criterio ha resultado un poco ambiguo para lo que se esperaba, los dos modelos han obtenido un puntaje parecido, por lo que no se puede tomar una acción definitiva todavía.

3.23.6. **Predicciones**

Hemos llegado a la parte **más** importante del Análisis estadístico de Series de tiempo, los pasos anteriores han sido desarrollados con la finalidad de encontrar un modelo que explique la distribución de la serie de datos dada, a continuación mostramos en los gráficos 3.14 y 3.15 **los** intervalos de predicción, así como las predicciones para los dos modelos que estamos analizando, lo cual nos permitirá realizar una elección definitiva.

En el caso de la figura 3.15 se muestra el intervalo de predicción para el modelo, así como los valores estimados para el año 1999, y los datos reales obtenidos en el mismo año, como ya se dijo antes, “esta práctica es adecuada para conocer que tan bueno es el modelo que se propone, se puede ver que algunos de los datos reales salen de los intervalos de predicción, aunque algunas de las predicciones coinciden o difieren muy poco, como es el caso de las **observaciones** en los **meses** de Marzo, Abril, Julio, Septiembre, Octubre y Noviembre.

Figura 3.15

Predicciones del modelo $SARIMA(1,1,1)(1,1,0)_6$ 

En la figura 3.16 se muestra las predicciones generadas por el modelo $SARIMA(0,1,0)(1,1,0)_6 + \delta$, es fácil ver que este modelo desarrolla una mejor predicción para los datos que el anterior, ya que para todos los meses observados la estimación difiere muy poco del valor real, este es el modelo elegido para la modelación de los datos y servirá para próximas proyecciones, motivos por los cuales hemos ampliado el gráfico para una mejor ilustración. Para desarrollar las predicciones del año siguiente se deberá alimentar la serie con los datos del año que se utilizó para evaluar el modelo, si las condiciones (ya sean económicas, sociales, etc) en las que se

desarrollo la **modelación** anterior se mantienen, el modelo es generalmente el mismo, no obstante en ocasiones pueden ocurrir pequeñas modificaciones, la Tabla X contiene las características del modelo seleccionado:

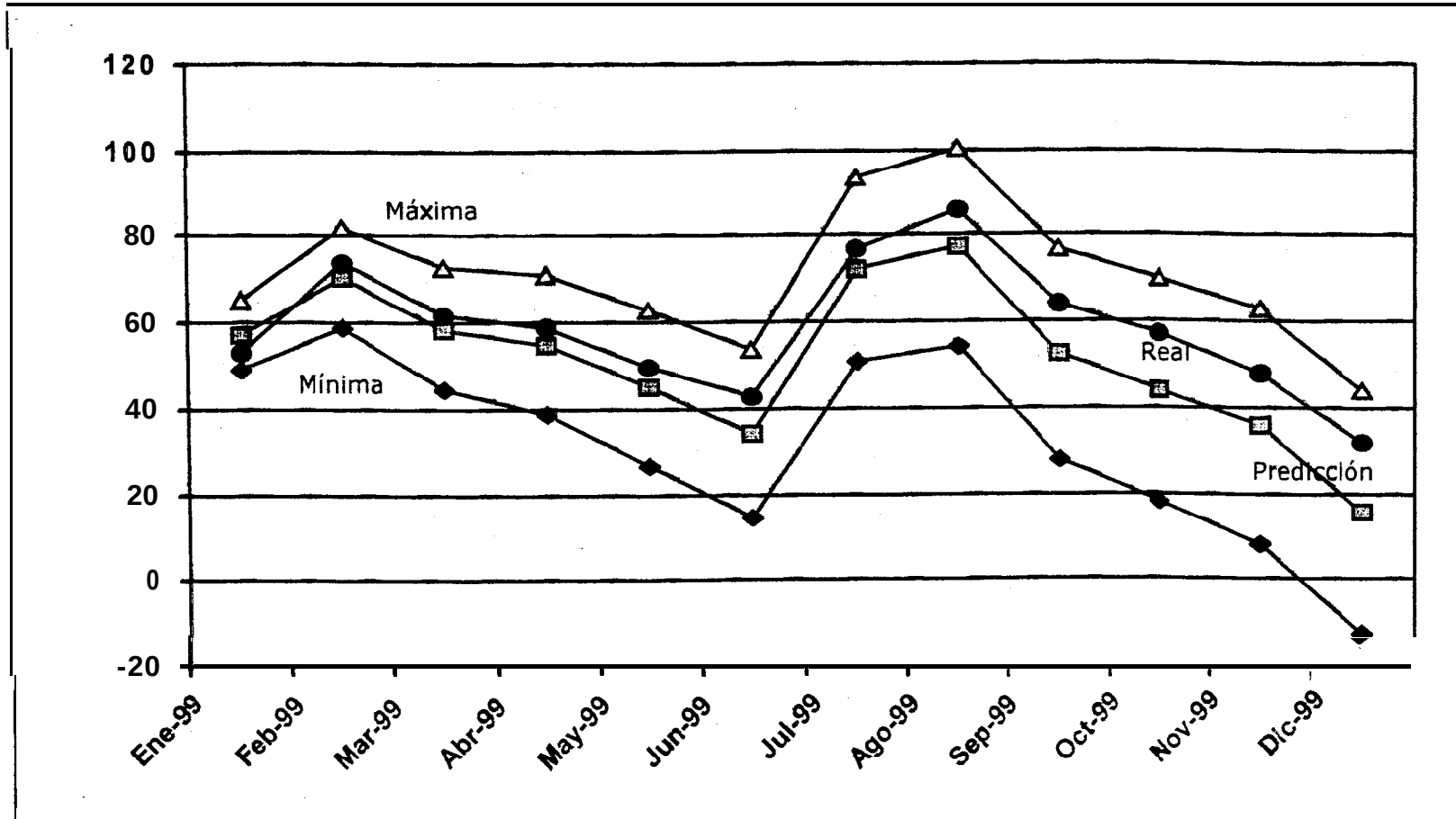
Tabla X

Características del Modelo SARIMA (0,1,0)(1,1,0)₆ + Constante
para el ajuste de ventas

Modelo:	$\nabla \nabla^6(1+0,9634B^6)X_t = -1,3336$		
Estimación de la varianza:	16,9131		
Poder predictivo ($R^2 \times 100\%$):	82,6%		
Intervalo de confianza del	Estimación	Mínimo	Máximo
95% para el parámetro Estacional Autoregresivo	-0.96	-1.09	-0.84
Intervalo de confianza del	Estimación	Mínimo	Máximo
95% para el parámetro constante	-1.33	-1.94	-0.73

Figura 3.16

Predicciones del modelo $SARIMA(0,1,0)(1,1,0)_6$ para la serie de ventas mensuales



CAPÍTULO 4

4. IMPLANTACION DE MÉTODOS DE ANÁLISIS

4.1. Las variables utilizadas en el análisis estadístico

Creemos que es necesario definir, justificar y codificar la utilización de las variables en la investigación presentada, para lo cual se ha diseñado una clasificación previa de las mismas obedeciendo a su carácter y origen, cabe indicar que ésta obedece al criterio del investigador, se ha definido 3 grupos de variables:

- Variables de Producción
- Variables Económicas
- Variables Ambientales

Las variables son de registro mensual, cuyo período de análisis comprende desde Enero de 1994 a Septiembre de 1999, de las cuales las más importantes serán estudiadas utilizando la teoría del

Análisis de series de tiempo, luego el grupo de variables se analizará a través del método de las componentes principales, con los resultados provenientes de este método se realizará un nuevo Análisis de series de tiempo, utilizando las componentes principales encontradas como series nuevas de tipo artificial generadas por las variables originales.

Las variables cuya fuente es el Banco Central del Ecuador, tienen carácter definitivo hasta 1998, los datos de 1999 son provisionales y se reprocesan conforme se receipta documentos de comercio exterior

4.1.1. Variables de Producción

En esta clasificación hemos considerado un grupo de variables que están relacionadas directamente con la producción y comercialización del camarón ecuatoriano.

4.1.1.1. Exportaciones de camarón.

Esta es una de las variables más importantes en el análisis que estamos desarrollando, corresponde al total **mensual** en miles de dólares FOB, generados por la exportación del producto, y la fuente

de información es el Banco Central del Ecuador, en la codificación **se la** encontrará denotada por X_1 .

4.1.1.2. Exportaciones Totales ecuatorianas.

Las exportaciones de camarón han mantenido altos porcentaje de participación en el total de exportaciones que el Ecuador realiza en los últimos 10 años, la variable que hemos codificado como X_2 indica el monto total mensual generado por las exportaciones de productos ecuatorianos, la unidad de medida es de miles de dólares FOB, y la fuente de información es el Banco Central del Ecuador.

Cabe indicar que se utilizará esta variable directamente en el Análisis Multivariado, pero en lo que respecta al Análisis de Series Temporales se calculará el porcentaje de participación de las exportaciones camaroneras en cada mes, y se generará una nueva serie **que** es la que analizaremos.

4.1.1.3. Total de exportaciones de productos industrializados del mar

Como su nombre lo **indica** corresponde al total mensual en miles de dólares FOB, generados **por** las exportaciones mensuales de productos marinos que han sufrido algún grado de industrialización,

el camarón es uno de ellos, por lo que esta serie se considero adecuada para ser incluida en el análisis, y se codifica con el nombre de X_3 .

4.1.1.4. Precios camarón Urner-Barry USA

Los precios Urner Barry es una publicación internacional, editada por la empresa del mismo nombre, y que se basa en encuestas a distribuidores en Estados Unidos de los precios a los que se está vendiendo el camarón, el precio Urner Barry se usa como referencia para la comercialización internacional, hemos considerado esta información adecuada para el análisis ya que Estados Unidos es nuestro principal cliente, se eligió la talla 36-40 por que es la más comercializada, las cifras están dadas en **dólares/libra** y la fuente de datos es la compañía internacional Urner Barry a través de la Cámara Nacional de Acuacultura, codificaremos a esta variable como X_4 .

4.1.2. Variables Económicas

Desde inicios de 1999 a la fecha actual (Enero del 2000), el Ecuador afronta una crisis económica bastante seria, los efectos de ésta han influido enormemente en el 'sector productivo, por lo que se ha

el camarón es uno de ellos, por lo que esta serie se considero adecuada para ser incluida en el análisis, y se codifica con el nombre de X_3 .

4.1.1.4. Precios camarón Urner-Barry USA

Los precios Urner Barry es una publicación internacional, editada por la empresa del mismo nombre, y que se basa en encuestas a distribuidores en Estados Unidos de los precios a los que se está vendiendo el camarón, el precio Urner Bany se usa como referencia para la comercialización internacional, hemos considerado esta información adecuada para el análisis ya que Estados Unidos es nuestro principal cliente, se eligió la talla 36-40 por que es la más comercializada, las cifras están dadas en **dólares/libra** y la fuente de datos es la compañía internacional Urner Bany a través de la Cámara Nacional de Acuicultura, codificaremos a esta variable como X_4 .

4.1.2. Variables Económicas

Desde inicios de 1999 a la fecha actual (Enero del 2000), el Ecuador afronta una crisis económica bastante seria. los efectos de ésta han influido enormemente en el 'sector productivo, por lo que se ha

tomado en cuenta un conjunto de variables consideradas relevantes para el análisis de la producción camaronera.

4.1.2.1. Tipo de Cambio Dólar/Sucre

Se ha registrado la serie mensual del valor promedio pagado en **sucre**s por cada dólar existente en el mercado libre, el registro está basado en encuestas a casas de cambio, bancos y financieras ecuatorianos , la fuente de esta información es el Banco Central del Ecuador, y se la codifica como E_1 .

4.1.2.2. Índice de Precios al Consumidor Urbano

El **índice** de precios al consumidor urbano (IPCU) es la medida que da una idea de la variación del poder adquisitivo de los habitantes de una región. El año base tomado en cuenta para el IPCU ecuatoriano es el período de Septiembre de 1994 a Agosto de 1995, la fuente de información es el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, y se ha codificado para el análisis como E_2 .

4.1.2.3. Balanza Comercial

La Balanza Comercial es el **índice** correspondiente al saldo entre las exportaciones e importaciones totales de un país, si éste resulta

positivo, indica entonces que se ha realizado más exportaciones que importaciones.

La variable es de carácter mensual, cuyas unidades están dadas en millones de dólares, y se ha codificado para usos prácticos como **E₃**.

4.1.2.4. Tasa de Inflación

La tasa de inflación es uno de los principales indicadores económicos de un país, se mide a través del IPCU, hemos tabulado la serie mensual de este indicador, utilizando la siguiente ecuación:

$$Inflación_{mes_actual} = \left(\frac{IPCU_{mes_actual}}{IPCU_{mes_anterior}} - 1 \right) * 100\%$$

De esta manera, si en un mes determinado se encuentra que la tasa de inflación resultante fue de cero, significa que el **índice** de precios al consumidor no varió entre ese mes y el anterior, y si la tasa es negativa significa que hubo una baja de precios de la canasta familiar, un fenómeno conocido como deflación, la codificación de esta variable es **E₄**.

4.1.3. Variables Ambientales

El camarón, igual que el resto de los seres vivos necesita de un entorno biológico adecuado para su desarrollo, lo cual genera la necesidad de incluir variables relacionadas con su ambiente natural, por lo que hemos seleccionado las variables de temperatura marina superficial y salinidad promedio.

4.1.3.1. Temperatura

El departamento técnico de la compañía camaronera “El Rosario” ha monitoreado las temperaturas promedio de la superficie marina del litoral ecuatoriano, los datos presentados corresponden al período Enero de 1994 a Septiembre de 1999, las temperaturas están dadas en grados centígrados, para el análisis codificaremos esta variable como A_1 .

4.1.3.2. Salinidad

La Salinidad se expresa como la cantidad de sólidos disueltos en un kilogramo de agua de mar (nótese la medida en peso), una parte por millón (ppm) ‘indica que hay una parte (en peso) de una sustancia en un millón de partes de la solución, ‘para fines prácticos 1 ppm equivale a 1 miligramo de sólidos por litro, los datos fueron obtenidos por cortesía del departamento técnico de Camaronera “El

Rosario”, se muestra datos de salinidades promedio mensuales, la variable se codifica como A_2 .

4.2. Análisis univariado de series de tiempo

En esta parte se llevarán a cabo los pasos detallados en el capítulo anterior, para ajustar mediante un modelo de series temporales cada una de las variables que se requiere analizar, las mismas serán centradas (a cada observación se le resta la media general), obedeciendo a la sugerencia dada en el capítulo tres, y se tomará los datos registrados hasta Septiembre de 1999 en todos los casos.

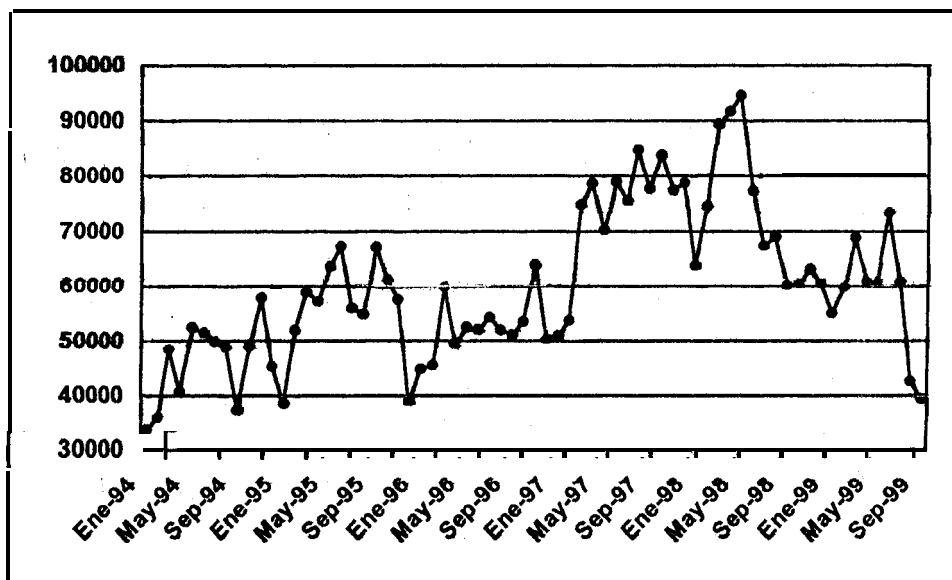
En estas condiciones, se nos presenta un problema, debido a que los datos recogidos son mensuales, el análisis que se presenta puede perder vigencia rápidamente, pero un objetivo de esta investigación es presentar la técnica y la utilidad de la misma para la toma de decisiones **en** una situación determinada, con base en el resultado de la modelación, además, se puede comparar las predicciones generadas por el “modelo con datos reales (una vez que haya terminado el período de predicción) para analizar el poder de la **modelación** y decidir si se utiliza este método en el futuro, las predicciones que cada modelo genere, serán vigentes hasta el mes de Septiembre del 2000.

4.2.1. Variable X_1 : Exportaciones Camaroneras

Tal como se mencionó antes, en cada **modelación** de los datos se utilizará el método de Box y Jenkins, en la primera fase de este método se debe observar el comportamiento de la serie en el período de análisis, el desarrollo del proceso en el caso de X_1 se muestra en la Figura 4.1, en el cual se ve **que** la serie original muestra un comportamiento evolutivo, es decir, tiende hacia el crecimiento a medida que el tiempo transcurre.

Figura 4.1

Exportaciones camaroneras ecuatorianas en el período: Enero de 1990 a Septiembre de 1999 (En miles de US\$ FOB)



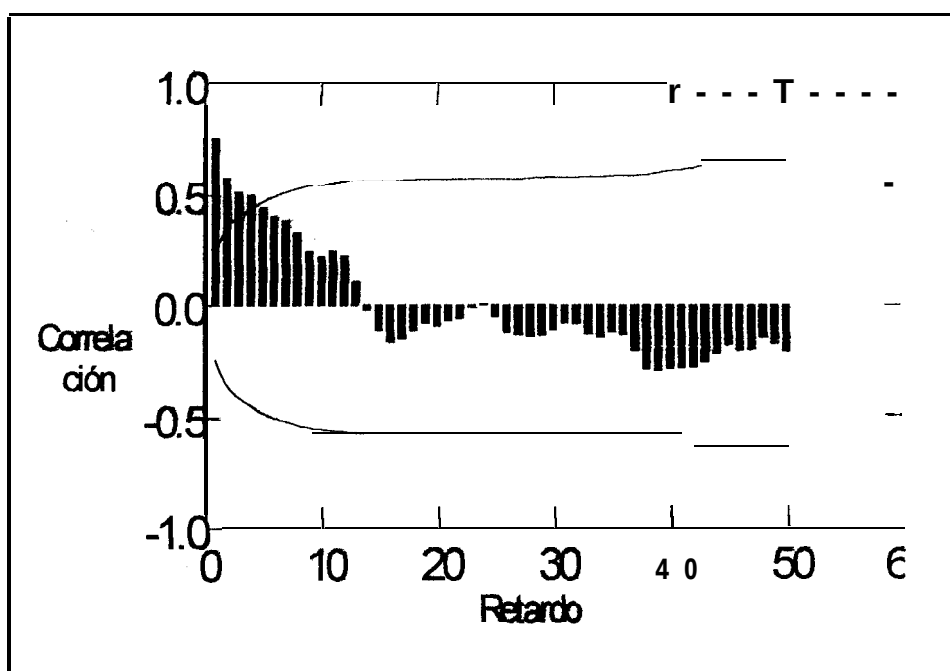
Fuente: Banco Central del Ecuador, diferentes boletines estadísticos mensuales.

Aún así, se encuentran algunos descensos bruscos precisamente en las épocas en las que se presentaron enfermedades (1984, 1992 y 1999), sobre todo en las últimas observaciones, esta vez se debe a dos factores básicos: la aparición de la enfermedad de la mancha blanca y la crisis económica que atraviesa el Ecuador.

El año de 1988 fue excelente para la industria, ya que como se ve en el gráfico obtuvo su pico máximo en el mes de mayo de este año (94.464 miles de US\$ FOB), los factores mencionados anteriormente influyen en el hecho de que la serie no sea estacionaria con respecto a la media, por lo que se sugiere una diferencia estacionaria para estabilizarla, además de una suavización para eliminar fluctuaciones drásticas.

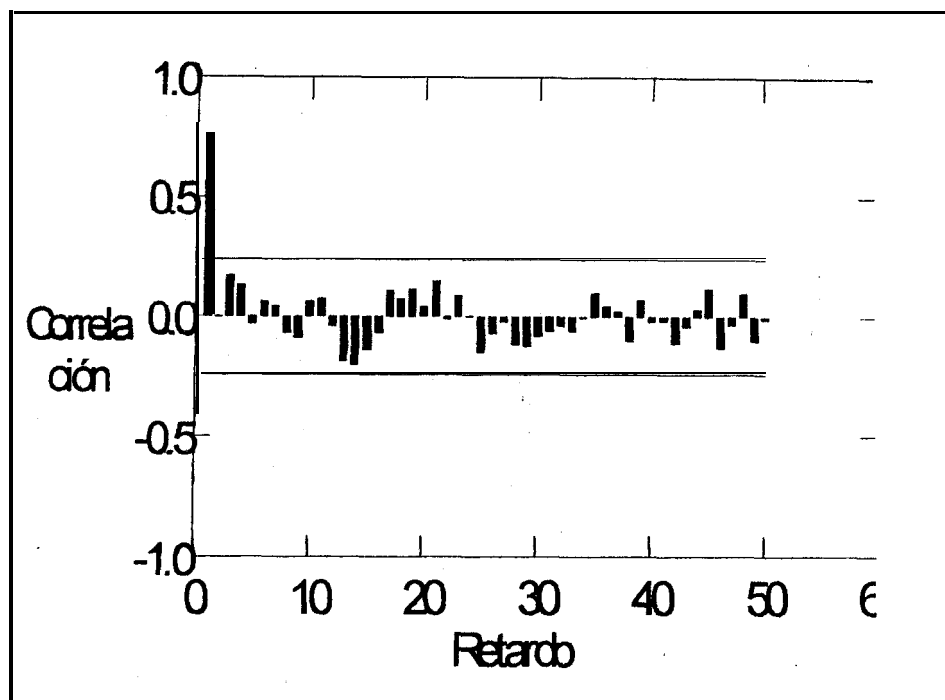
Será necesario revisar la estructura de las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales para tomar una decisión definitiva acerca de la diferencia de la serie de manera estacionaria, el gráfico de las autocorrelaciones estimadas para los datos de la serie X_1 se muestran en la figura 4.2.

Figura 4.2
Autocorrelaciones estimadas de la Serie Exportaciones
camaroneras.



En la gráfica se nota que los cuatro primeros valores salen de las bandas de 95% de confianza, lo que indica que son estadísticamente significativas, y que las observaciones están altamente correlacionadas con sus 4 valores previos, la cercanía a uno del primero de estos valores nos induce a pensar en una diferencia de tipo estacionario, pero para decidir si se debe llevar a cabo, se requiere observaremos la Figura 4.3 donde se muestra el correlograma de autocorrelaciones parciales de la serie.

Figura 4.3
Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie de
exportaciones camaroneras.

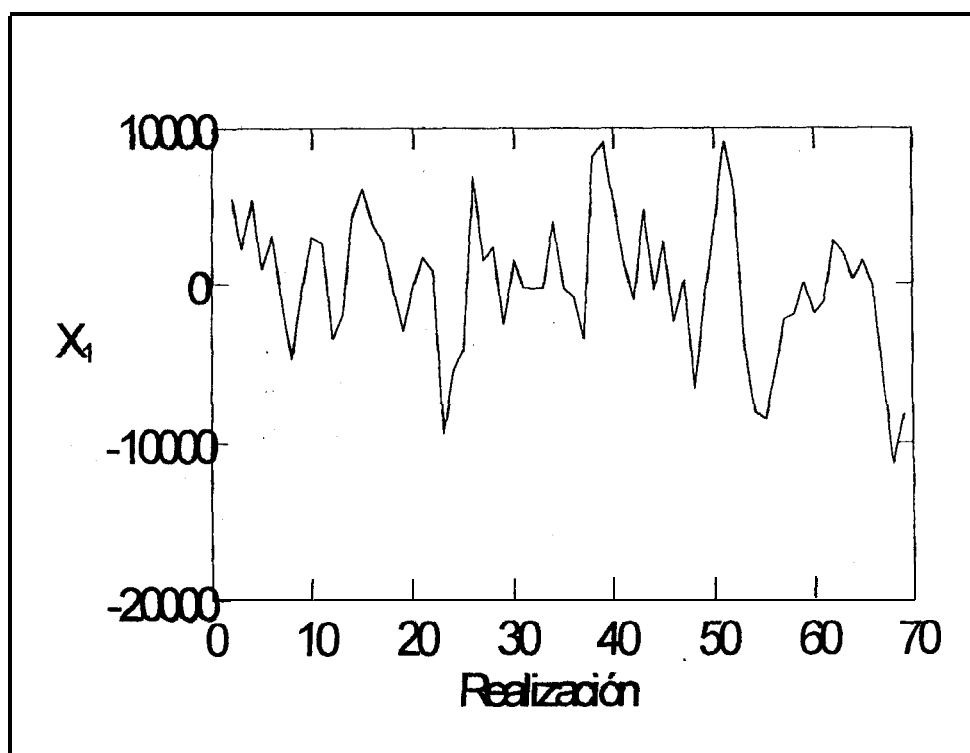


Debido a que los valores de las autocorrelaciones parciales tienden a cero después del primer retardo, debemos decidarnos por una diferencia estacionaria, además de la suavización recomendada.

La figura 4.4 muestra la serie que estamos analizando una vez que ha sufrido las transformaciones mencionadas, obsérvese que los valores fluctúan alrededor de la recta $y=0$, esto se debe a que estos datos han sido centrados.

Figura 4.4

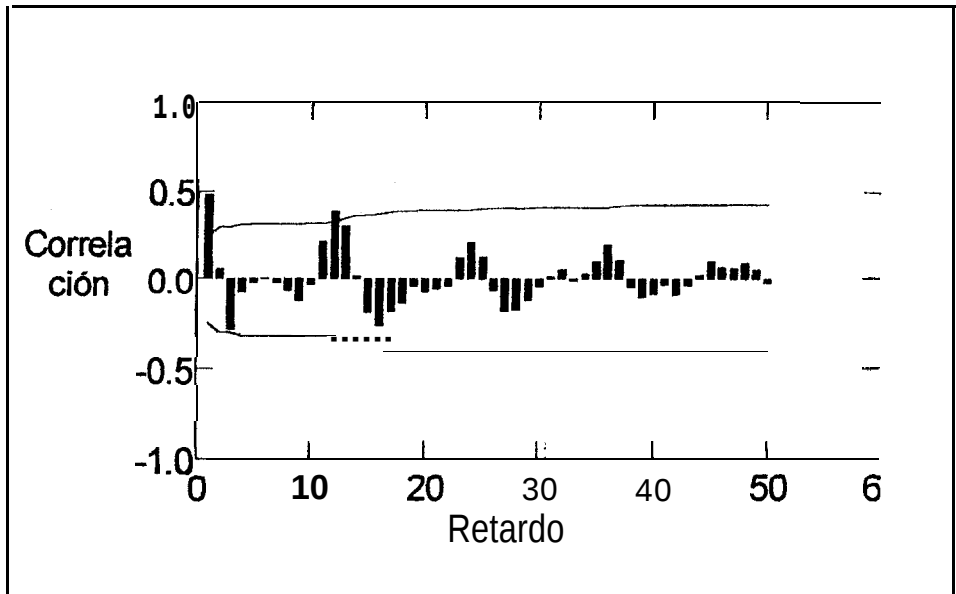
Serie X_1 (Exportaciones Camaroneras) con una suavización y una diferencia estacionaria



Analizando la forma de las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales comenzaremos a plantear los modelos que pueden utilizarse para ajustar la serie de datos, primero veamos las autocorrelaciones de la serie diferenciada, de esta manera obtendremos información acerca de la parte media móvil del modelo que se va a proponer, en la figura 4.5 se observa las nuevas autocorrelaciones estimadas para la serie.

Figura 4.5

**Autocarrelaciones estimadas para la serie de exportaciones
con una diferencia estacionaria**

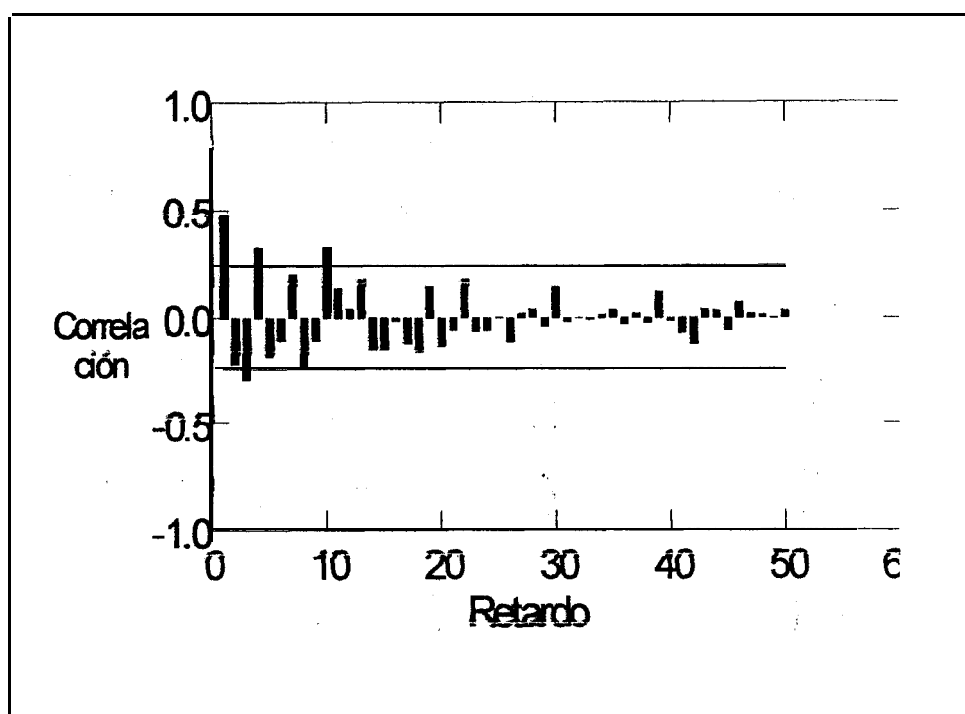


Comenzaremos proponiendo el grado q del polinomio media móvil, como se ve en el gráfico, existe dos valores significativos que sobrepasan la banda de confianza, el primero se ubica en el retardo 1, y el siguiente en el duodécimo retardo, lo que indica la posible existencia de un parámetro en la parte no estacional ($AR(1)$) y un parámetro en la parte estacional del modelo que buscamos ($SAR(1)$), en lo que respecta a la parte autoregresiva, (Figura 4.6) vemos que las 'autocarrelaciones parciales tienen un comportamiento más desordenado, es decir, hay varias que salen de la banda sin tener un significado especial, por lo que solo

consideraremos las primeras para postular el grado p del polinomio autoregresivo para el modelo que se pretende encontrar, resultando un polinomio autoregresivo de orden 2 en la parte no estacional.

Figura 4.6

Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie de exportaciones con una diferencia estacionaria



Por los motivos mencionados, los modelos que inmediatamente se proponen son: el modelo $SARIMA(2,1,1)(0,0,1)_{12}$, $SARIMA(1,1,1)(0,0,1)_{12}$, y por último el modelo $SARIMA(2,1,0)(0,0,1)_{12}$.

Desarrollaremos pruebas para cada uno de los modelos que hemos postulado, en primer lugar se desarrollan las pruebas de Student para la existencia de los parámetros en los polinomios autoregresivo y media móvil, y para cada parámetro del modelo **que** proponemos el contraste de hipótesis es:

$$H_0: \theta_i \neq 0$$

vs.

$$H_1: \theta_i = 0$$

Se rechaza la hipótesis nula en caso de que el intervalo de confianza para el parámetro incluya al cero.

Los resultados para el modelo **SARIMA(2,1,1)(0,0,1)₁₂** **se muestran** en la tabla XI, nótese que el parámetro Media móvil es el mismo tanto en el caso estacional, como **en el no estacional, ya que el** resultado para ambos-es idéntico, por lo que podemos reemplazar el modelo por un **SARIMA(2,1,0)(0,1,1)₁₂** o un **ARIMA(2,1,1)**, el resultado de la prueba de existencia de parámetros para el modelo **SARIMA(2,1,0)(0,1,1)** se muestra en la Tabla XII.

Tabla XI

Prueba de Existencia de parámetros para el modelo

SARIMA(2,1,1)(0,0,1)₁₂

Índice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	1.037	0.573	1.501
2	AR	-0.506	-0.836	-0.176
3	MA	0.227	-0.488	0.942
4	SMA	0.227	-0.488	0.942
Valor final de la MCE es: 1.42160×10^7				

El modelo SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂ tampoco es aceptado ya que el intervalo de confianza para el parámetro media móvil incluye al cero, lo que nos lleva finalmente al modelo ARIMA(2,1,1).

Tabla XII

Prueba de Existencia de parámetros para el modelo

SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂

Índice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	1.029	0.459	1.599
2	AR	-0.466	-0.782	-0.150
3	SMA	0.441	-0.159	1.041
Valor final de la MCE es: 1.411221×10^7				

La prueba de existencia de parámetros para el último modelo propuesto se muestra en la Tabla XIII, donde como se ve, en todos los parámetros se acepta la hipótesis de existencia, motivo por el cual se debe aceptar la proposición de este modelo para el ajuste de la serie de datos.

Tabla XIII
Prueba de Existencia de parámetros para el modelo
ARIMA(2,1,1)

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	1.029	0.459	1.599
2	AR	-0.466	-0.782	-0.150
3	MA	-0.441	-1.041	-0.159
Valor final de la MCE es: 1.411221×10^7				

Se ha escogido el modelo **ARIMA(2, 1 ,1)** como preliminar para el ajuste de la serie, para tomar una decisión definitiva observemos la Tabla XIV en la que se ilustra el resultado de la prueba de Box-Ljung para el siguiente contraste de hipótesis:

H₀: Los residuos del modelo **ARIMA(2,1,1)** son independientes
VS.

$$H_1: \neg H_0$$

Se rechaza la hipótesis nula si el valor p de la prueba es menor a 0,1.

Tabla XIV

Resultados de la prueba de Box-Ljung para el modelo

ARIMA(2,1,1)

Modelo	Estadístico de Prueba	Valor p	Conclusión
ARIMA(2,1,1)	25.452	0.062	Los residuos del modelo son estadísticamente independientes

Se utilizará el modelo **ARIMA(2,1,1)** para ajustar la serie de exportaciones camaroneras ecuatorianas, los intervalos de predicción de 95% de confianza generados por el modelo para los últimos meses de 1999 y hasta el mes de Septiembre del 2000, se presentan en la Tabla XV y se ilustran en la Figura 4.7.

Como se ve en la gráfica, las exportaciones camaroneras aumentarán en los finales de 1999, se seguirá esta tendencia hasta el mes de marzo del 2000, cuando se estabilizarán, esto se debe

verificar cuando se llegue a esta temporada, para saber que tan buenas fueron las predicciones' del modelo.

Tabla XV

Intervalos de predicción del modelo ARIMA(2,1,1) para el ajuste de la serie de exportaciones camaroneras

Período	Mínima	Predicción	Máxima
Oct-1999	38593.594	45956.539	53319.484
Nov-1999	40312.957	54132.676	67952.398
Dic-1999	40716.852	59503.066	78289.281
Ene-2000	39055.699	61223.844	81191.984
Feb-2000	36048.336	60494.168	84940
Mar-2000	32807.188	58941.555	85075.922
Abr-2000	30097.244	57683.008	85268.773
May-2000	28124.17	57110.457	86096.742
Jun-2000	26706.152	57107.164	87508.172
Jul-2000	25547.674	57370.422	89193.172
Ago-2000	24424.187	57642.965	90861.742
Sep-2000	23238.238	57800.922	92363.609

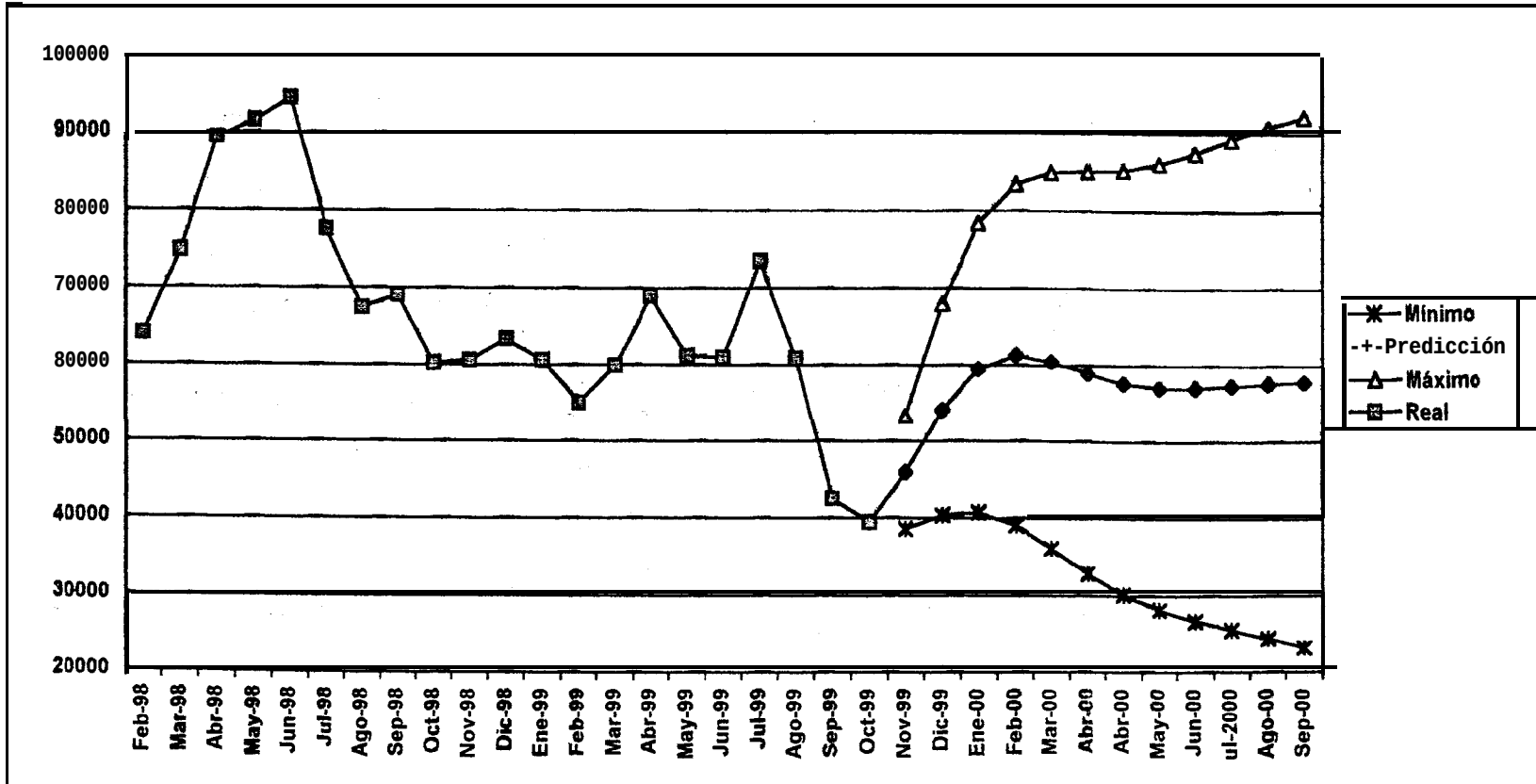
La Tabla XVI resume las características del modelo postulado, para el ajuste de la serie de exportaciones de camarón ecuatoriano.

Tabla XVI
Características del modelo ARIMA(2,1,1) que explica el
comportamiento de las exportaciones camaroneras
ecuatorianas

Modelo:	$\nabla(1-1.029*B+0.466*B^2)X_t = (1+0.441*B)U_t \dots$		
Estimación de la varianza (MCE):	1.411x10 ⁷		
Estadístico de Box-Ljung:	25.452		
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro Auto regresivo	Estimación 1.029	Mínimo 0.459	Máximo 1.599
Intervalo de confianza del 95% para el segundo parámetro Auto regresivo	Estimación -0.466	Mínimo -0.782	Máximo -0.150
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro Media Móvil	Estimación -0.441	Mínimo -1.041	Máximo -0.159

Figura 4.7

Predicciones estimadas por el modelo $ARIMA(2,1,1)$ para la Serie de Exportaciones camaroneras del Ecuador



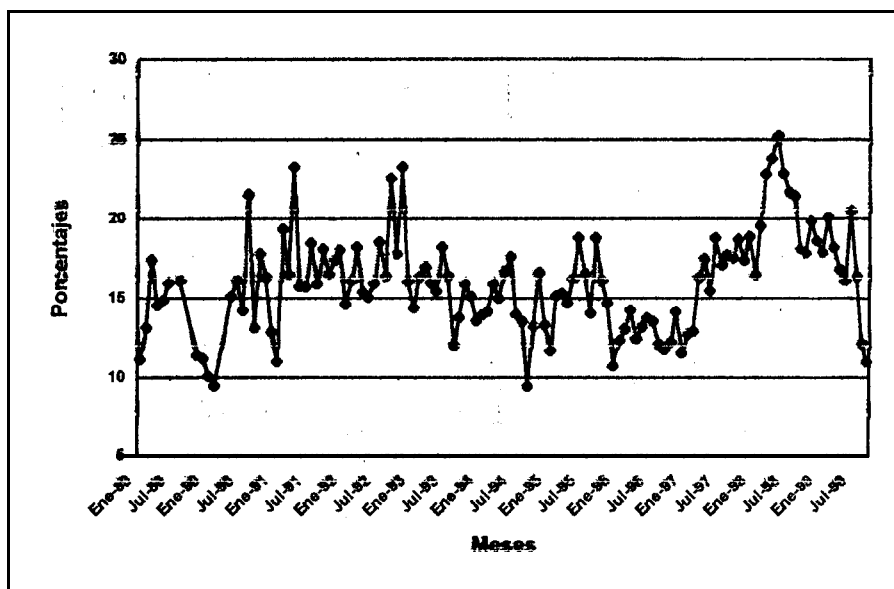
4.2.2. Participación en las Exportaciones Totales Ecuatorianas

Como se hizo en el caso anterior, analizaremos en primer lugar el comportamiento de la serie para determinar algún tipo de estacionalidad o estacionariedad, y sugerir modificaciones para su estabilización, la Figura 4.8 muestra el comportamiento de la serie que hemos codificado como X_2 .

Figura 4.8

Participación de las Exportaciones Camaroneras en las exportaciones totales ecuatorianas (En Porcentajes)

Período: Enero de 1989 a Septiembre de 1999

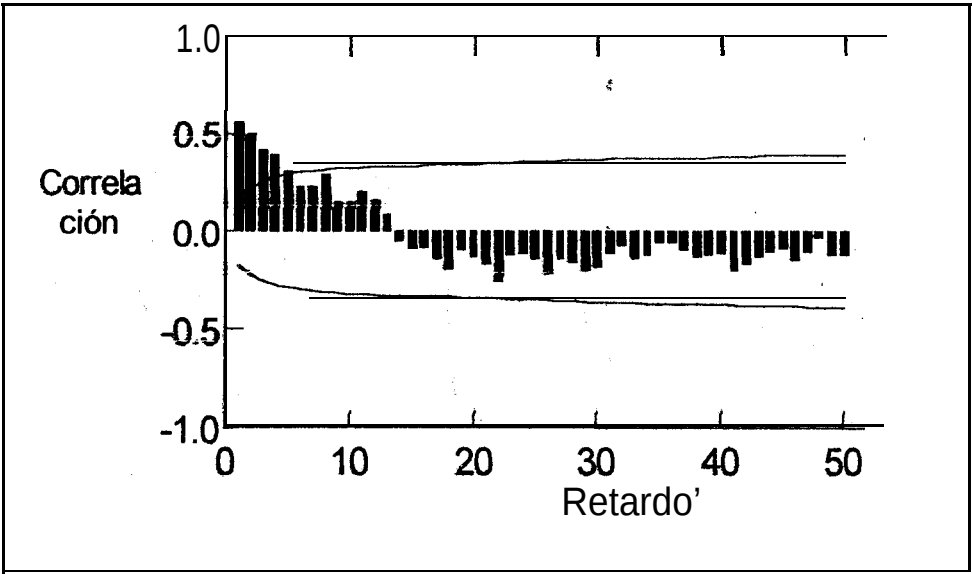


Fuente: Banco Central del Ecuador, diferentes boletines estadísticos

No hay mucho que indicar acerca del desenvolvimiento de esta serie, vemos que sus valores no tienen un comportamiento disperso, es decir, se mantiene en niveles estables a lo largo de las realizaciones, por lo que no será necesario estabilizar la varianza, en cuanto a la estabilidad de la media, es posible que se deba hacer una diferencia estacionaria, pero habría que revisar los gráficos de las autocorrelaciones para estar seguros, las gráfica de las autocorrelaciones se muestra en la Figura 4.9.

Figura 4.9

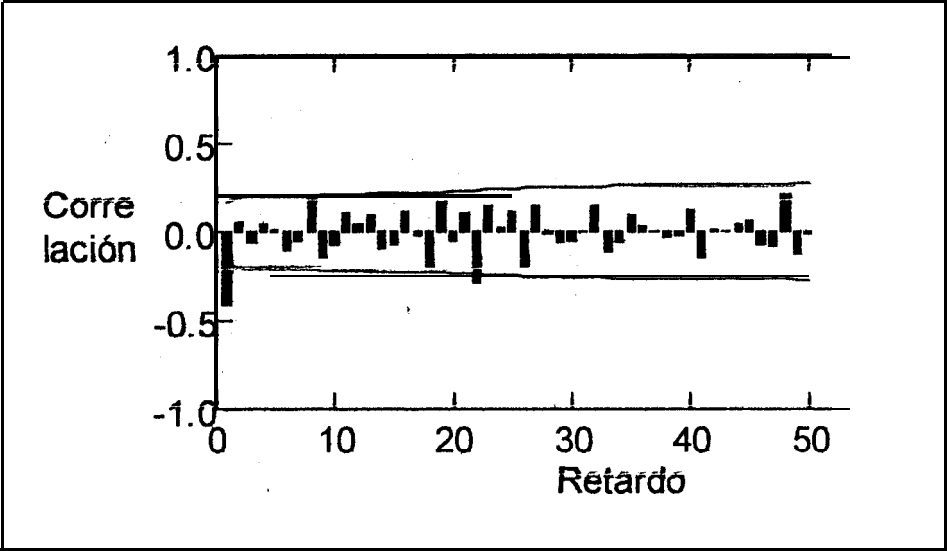
Autocorrelaciones estimadas para la serie de participación de las exportaciones camaroneras en las exportaciones totales (Serie X_2)



Las autocorrelaciones no indican necesariamente diferenciaciones, pero debido a que el gráfico de evolución temporal (Figura 4.8) muestra que la serie es estacionaria por intervalos debemos realizar una diferenciación para estabilizarla.

Figura 4.10

Autocorrelaciones estimadas para la primera diferencia de la Serie de Participación en las exportaciones totales



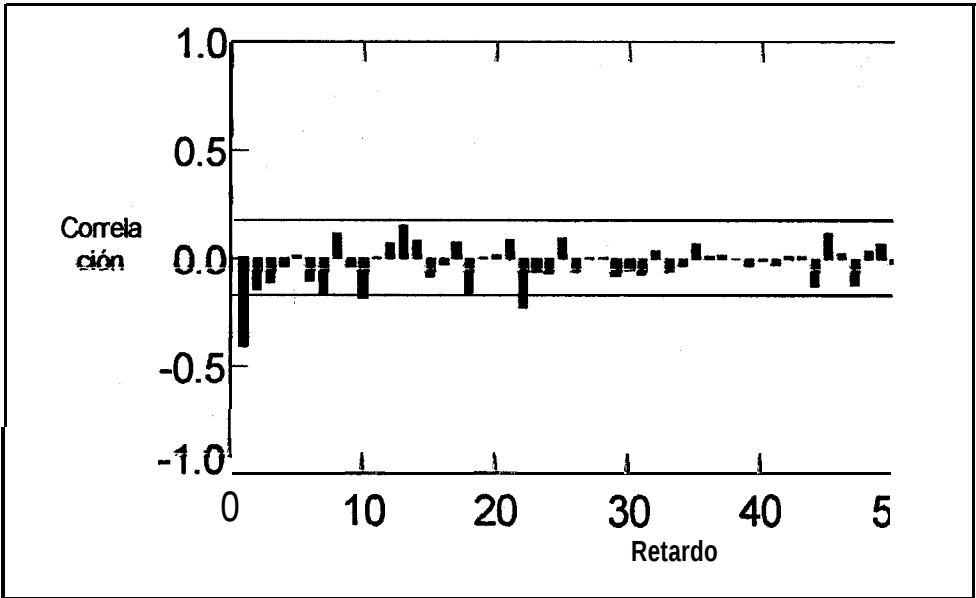
Para proponer los parámetros Media Móvil que componen el modelo, debe observarse la Figura 4.10 que contiene las autocorrelaciones estimadas para la primera diferencia que hemos efectuado, se observa que solo se encuentran dos valores significativos, el valor ubicado en el retardo 1 el valor del retardo

número 23, este último no se considera relevante, a diferencia del valor del primer retardo, el cual servirá para proponer un parámetro en la parte media móvil del modelo, en cuanto a la sección estacional no vamos a proponer ningún parámetro.

Observemos la estructura de las autocorrelaciones parciales (Figura 4.11) para estimar el número de parámetros de la parte autoregresiva del modelo que se pretende encontrar:

Figura 4.11

Autocorrelaciones Parciales estimadas para la Serie X_2 con una diferencia estacionaria



En este gráfico encontramos un solo valor significativo en el **primer** retardo por lo que se va a proponer un parámetro como máximo en la parte autoregresiva del modelo, recordemos que teóricamente la primera autocorrelación y la primera autocorrelación parcial son las mismas, así que se puede dar cualquiera de los tres casos:

- . **ARIMA(1,1,1)**
- . **ARIMA(1,1,0)**
- . **ARIMA(0,1,1)**

Vamos a probar la existencia de los parámetros para cada uno de los modelos, los **primeros** resultados que se encuentran se muestran en la Tabla XVII y **corresponden** al modelo **ARIMA(1 , 1,1)**.

Tabla XVII'

Resultados de la Prueba de Student para los parámetros del modelo ARIMA(1,1,1), para ajustar la 'serie X₂'

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	0.0983	-0.3549	0.5515
2	MA	0.6139	0.2105	1.0174
Valor final de la MCE es:			6.4283	

La prueba determina el rechazo de la existencia de un parámetro Autoregresivo, lo que nos conduce al modelo **ARIMA(0,1, 1)** cuya, prueba se muestra en la Tabla XVIII.

Tabla XVIII

Resultados de la Prueba de Student para los parámetros del modelo **ARIMA(0,1,1)**, propuesto para el ajuste de la Serie X_2

Índice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	MA	0.5925	0.3579	0.7011
Valor final de la MCE es:			6.3866	

Se ha aceptado la existencia del parámetro Media Móvil del modelo, el cual será evaluado mediante otras pruebas más adelante, aun debemos observar la prueba de Student para el modelo **ARIMA(1,1,0)** que se detalla en la Tabla XIX

Tabla XIX

Pruebas del modelo **ARIMA(1,1,0)**

Índice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	-0.4130	-0.5730	-0.2529
Valor final de la MCE es:			6.6750	

La prueba de Box-Ljung indicará si la postulación de los modelos tentativos ha sido adecuada, los resultados de esta prueba para cada uno de los modelos se muestran en la Tabla XX, recordemos que en cada caso se prueba un contraste de hipótesis parecido al siguiente:

H_0 : El modelo **ARIMA(p,d,q)** tiene **residuos** estadísticamente independientes.

VS.

H_1 : $\neg H_0$

Tabla XX

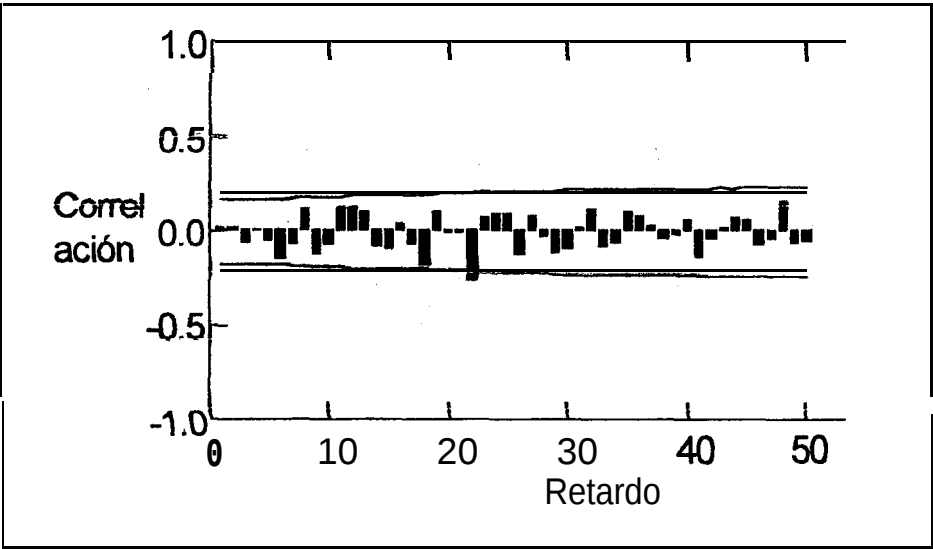
Resultados de la prueba de Box-Ljung para los modelos tentativos de la serie X_2

Modelo	Estadístico de Prueba	Valor p de Significancia	Conclusión
ARIMA(0,1,1)	18.401	0.301	Residuos estadísticamente independientes
ARIMA(1,1,0)	30.148	0.017	Los residuos no son independientes

Se considera entonces al modelo **ARIMA(0,1,1)** para la selección del modelo que explica la serie de datos presentada.

En lo que respecta al modelo **ARIMA(l,1,0)** se debe revisar las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales de sus residuos para encontrar si se debe hacer modificaciones al modelo ya que el valor **p** de la prueba cayó en una zona de indiferencia de la región crítica.

Figura 4.12
Autocorrelaciones de los residuos del modelo ARIMA(1, 1,0)
considerado para el ajuste de la serie de participación de las
exportaciones camaroneras



Las autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo **ARIMA(1,1,0)** se muestran en la figura 4.12, en dicha gráfica se observa que existe un valor significativo que sobresale de la banda de confianza en el **retardo 21**, ya que es muy aislada no se considera relevante para modificaciones al modelo, por lo que determinamos que no se realizarán cambios en la estructura media móvil del mismo.

Las autocorrelaciones mostradas no agregan información al modelo, por lo que no se modificará el mismo, simplemente será desechado y se tomará en cuenta el modelo **ARIMA(0,1,1)** para el ajuste de la información, en la Tabla XXI se muestra las características del modelo escogido, los intervalos de predicción generadas por el mismo, se detallan en la Tabla XXII y se ilustran en la figura 4.13.

Tabla XXI

Características del modelo **ARIMA(0,1,1) que explica la Serie **X₂****

Modelo:	$X_t=U_t-0.5925U_{t-1}+X_{t-1}$		
Estimación de la varianza (MCE):	6.3866		
Estadístico de Box-Ljung:	18.401		
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro Media Móvil	Estimación	Mínimo	Máximo
	0.5925	0.3579	0.7011

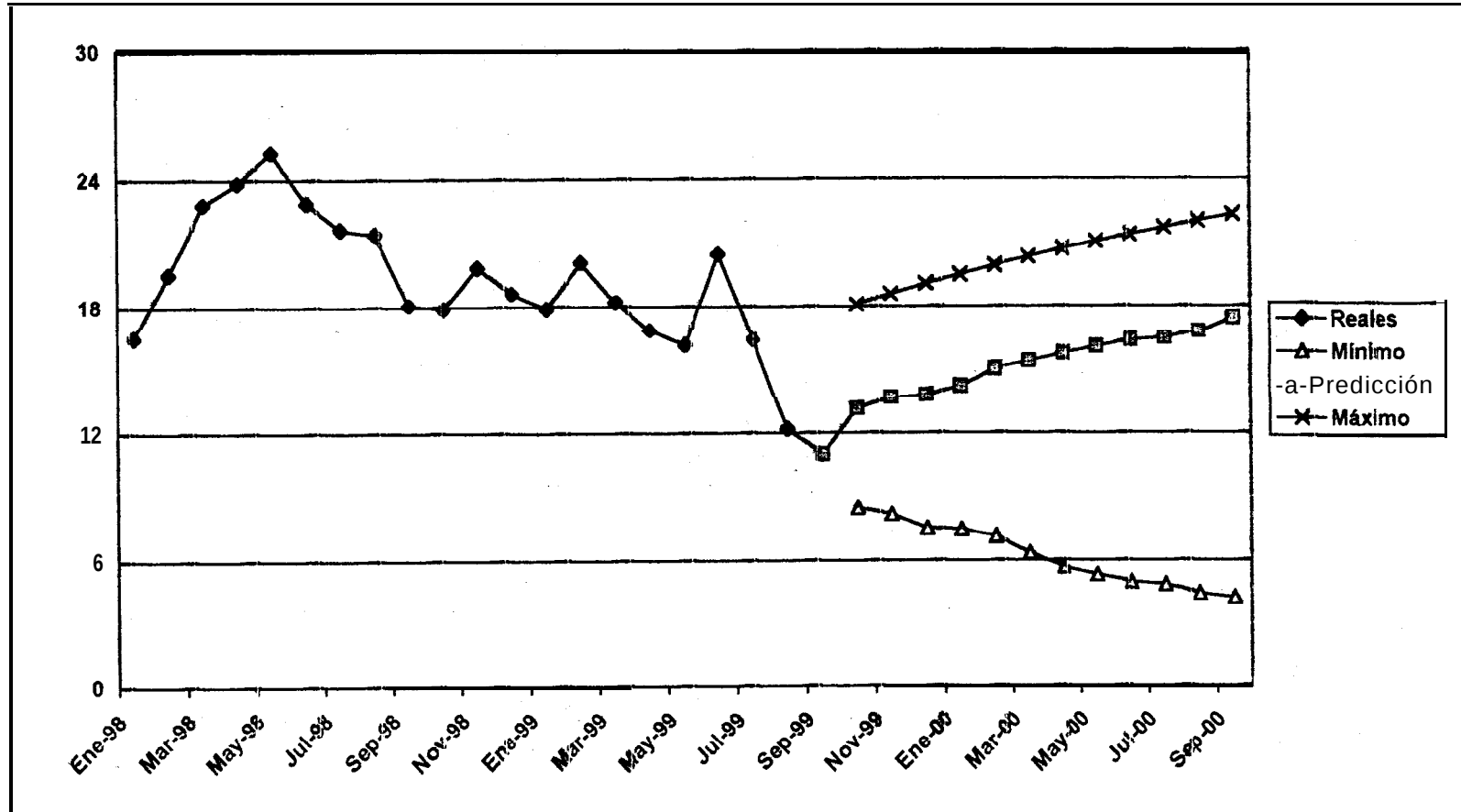
Tabla XXII

Intervalos de Predicción del modelo **ARIMA(0,1,1)** para la Serie X_2

Período	Mínima	Predicción	Máxima
Oct-1999	8.488	13.1393	18.0926
Nov-1999	8.1652	13.66147	18.6134
Dic-1999	7.4898	13.789	19.0889
Ene-2000	7.4496	14.2007	19.529
Feb-2000	7.1379	15.005	19.9408
Mar-2000	6.3497	15.3733	20.329
A br-2000	5.6814	15.7244	20.6972
May-2000	5.3303	16.0607	21.0484
Jun-2000	4.994	16.3837	21.3846
Jul-2000	4.871	16.489	21.7076
Ago-2000	4.4597	16.7897	22.0189
Sep-2000	4.259	17.4445	22.3196

Figura 4.13

Predicciones estimadas por el modelo **ARIMA(2,1,1)** para la Serie de Participación en el total de las exportaciones camaroneras ecuatorianas



42.3. Exportaciones de Productos Industrializados del Mar

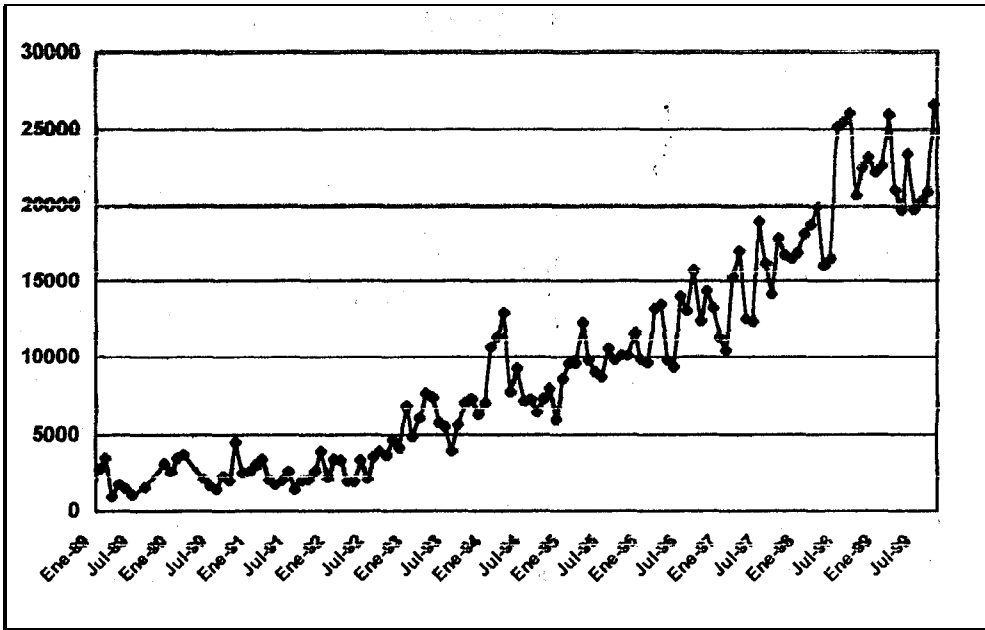
La siguiente variable a analizar es la que fue codificada como X_3 , en la Figura 4.14 se muestra la evolución de la misma en el período de análisis:

Figura 4.14

Serie de Exportaciones de Productos Industrializados del Mar

(En Miles de dólares FOB)

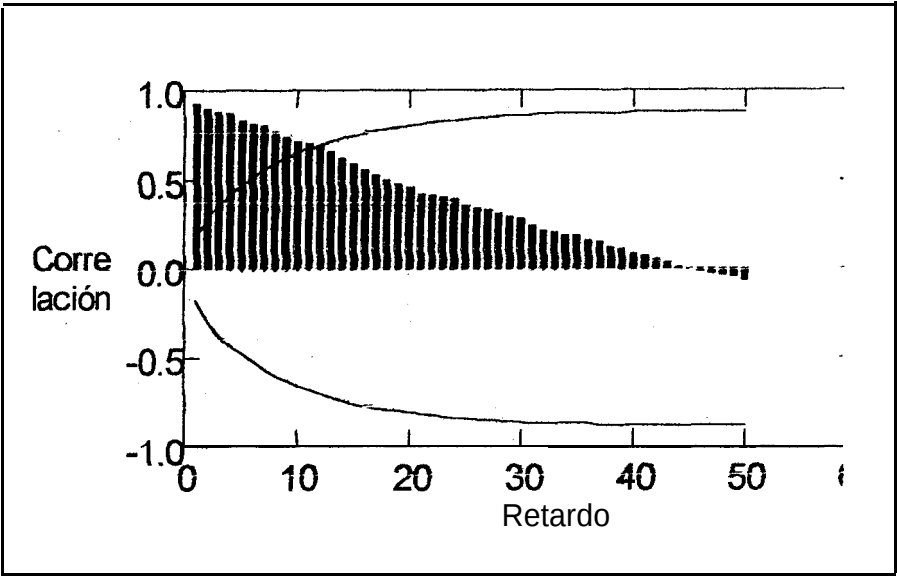
Período: Enero de 1994 a Septiembre de 1999



La serie de exportaciones de productos industrializados del mar presenta un carácter creciente en el tiempo, el sector pesquero y acuicultor' han desarrollado tecnología que les ha permitido

diversificar su producción y entrar a mercados altamente competitivos con buenos resultados.

Figura 4.15
Autocorrelaciones Estimadas para la serie X_3 : Productos industrializados del mar.



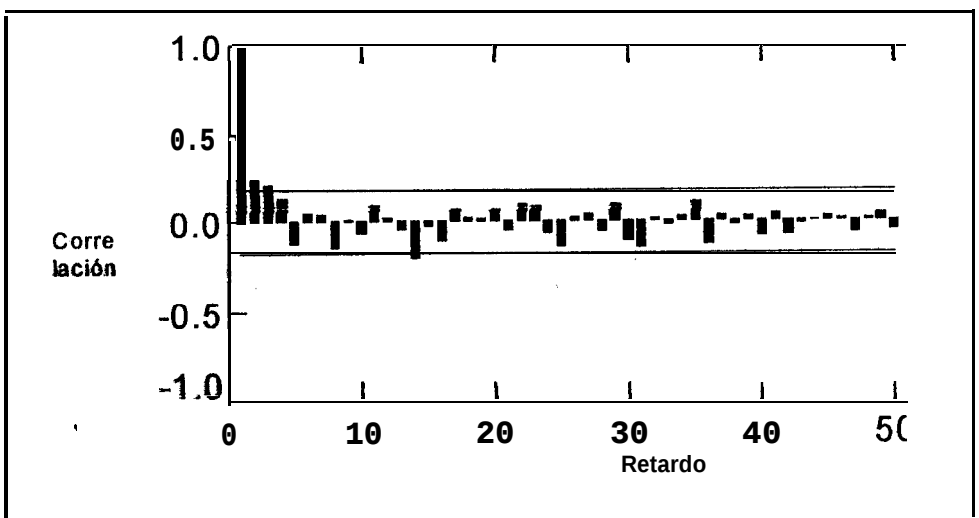
El año de 1999 también representó un mal período para las exportaciones de este tipo de productos, no obstante, en los tres últimos meses analizados (Julio, Agosto y Septiembre del '99) hubo una recuperación, de tal manera que en el mes de Septiembre de 1999 alcanza su valor máximo (26.613 US\$ FOB), ya pasando a la serie, desde el punto de vista estadístico, se sugiere una diferencia estacionaria para estabilizarla con respecto a la media, para tomar

una decisión definitiva, se debe analizar las autocorrelaciones, y las autocorrelaciones parciales, la gráfica de las autocorrelaciones se muestra en la Figura 4.15

Los valores de las autocorrelaciones están muy cercanos entre sí, además el primero de ellos es cercano a uno, estas evidencias indican una diferencia de primer orden en la serie, sólo nos queda verificar el comportamiento de los valores de las autocorrelaciones parciales, el **correlograma** correspondiente se muestra en la figura 4.16.

Figura 4.16

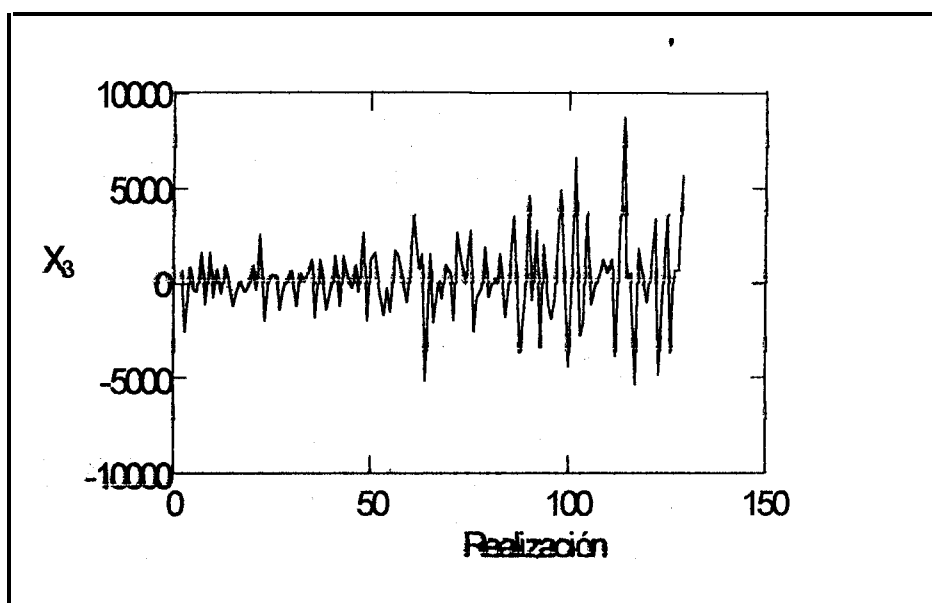
Autocorrelaciones parciales estimadas para la serie de exportaciones de productos industrializados del mar.



En la gráfica se observa que **solo el primer valor es** significativo (sale de la banda de 95% de confianza), y cercana a **uno, esto**, sumado al comportamiento de las autocorrelaciones indica definitivamente una primera diferencia, la serie X_3 , con esta transformación se muestra en la figura 4.17, en la que, como se ve ya se tiene un comportamiento más estable con respecto a la media.

Figura 4.17

Serie X_3 con una diferencia estacionaria

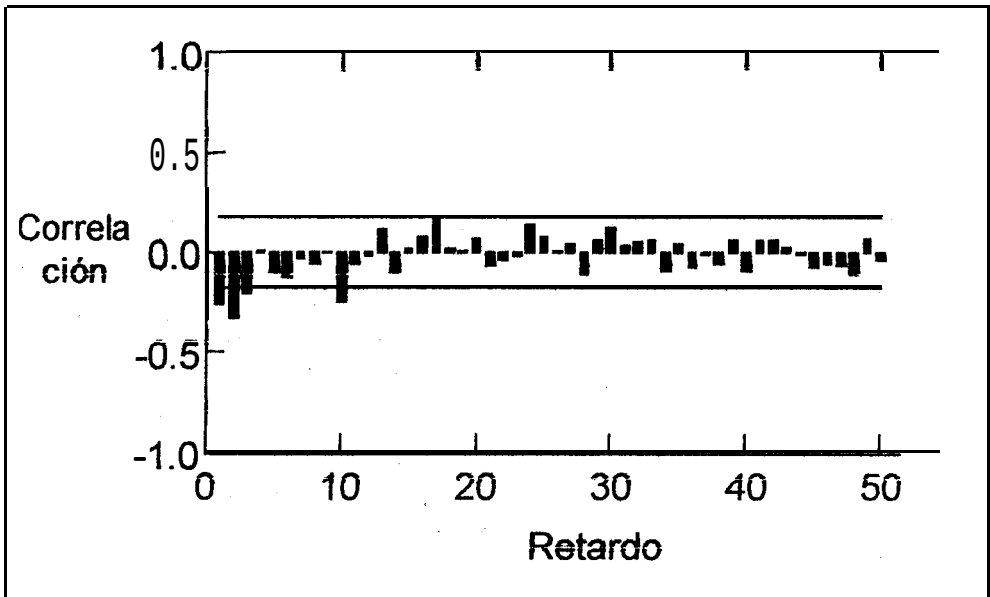


La nueva serie presenta un fenómeno conocido como Heterocedasticidad (espacios de **varianza** variable), nótese que al inicio del proceso se puede trazar una banda para las fluctuaciones, la cual, a medida que el proceso se desarrolla se abre.

retardo, por lo que vamos a proponer un máximo de dos parámetros en la parte media móvil no estacional del modelo.

Figura 4.19

Autocorrelaciones parciales estimadas para la Serie X_3 con una diferencia estacionaria



Para el polinomio autoregresivo del modelo se debe postular 3 parámetros como máximo, ya que los 3 primeros valores de las autocorrelaciones parciales (Fig. 4.19) son significativos, existe una barra que sale de la banda de confianza en el retardo 10, pero es muy aislado y no muestra estacionalidad por lo que no se tomará en cuenta, el modelo que resulta del análisis de estos gráficos es el **ARIMA(3,1,2)**, aunque tiene demasiados parámetros puede servir

para generar **nuevos** modelos que expliquen de una forma adecuada a la serie presentada, el resultado de la prueba de Student, para el modelo se muestra en la tabla XXIII.

Tabla XXIII

Resultados de la Prueba de Student para el modelo

ARIMA(3,1,2)

Índice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	-0.6345	-1.3371	0.0680
2	AR	-0.4355	-1.0822	0.2112
3	AR	-0.2819	-0.5852	0.0213
4	MA	-0.2085	-0.9357	0.5187
5	MA	0.0701	-0.5568	0.6970
Valor final de la MCE es:			3'757.559,08	

Como vemos, la prueba de Student rechazó todos los parámetros del modelo, por lo que hubo que reformularlo, pruebas realizadas permitieron descubrir nuevas proposiciones, cuyas pruebas detallamos en las siguientes líneas, los modelos nuevos que se propusieron son:

. ARIMA(0,1,2) + δ

. ARIMA(1,1,1) + δ

. $ARIMA(2,1,0) + \delta$

. $ARIMA(2,1,0)$

La Tabla XXIV muestra los resultados de la prueba de Student para la existencia de los parámetros del modelo $ARIMA(0,1,2) + \delta$, nuevamente el contraste de hipótesis se realiza para saber si el parámetro es igual a cero 0 no.

Tabla XXIV

Resultados de la Prueba de Student para el modelo

$ARIMA(0,1,2)+S$

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	CONSTANTE	185.8281	89.8302	281.8260
2	MA	0.4752	0.3008	0.6496
3	MA	0.2527	0.0834	0.4220
Valor final de la MCE es:			3'553.770,44	

La Tabla XXV muestra que el modelo $ARIMA(1,1,1) + S$ supera la prueba de existencia de parámetros de Student.

Tabla XXV

Resultados de la Prueba de Student para el modelo

ARIMA(1,1,1)+ δ

Índice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	CONSTANTE	132.0047	46.5197	217.4898
2	AR	0.2896	0.0561	0.5232
3	MA	0.78099	0.6826	0.9372
Valor final de la MCE es: 3'605.244,84				

De igual manera, la Tabla **XXVI** muestra los resultados de la prueba de Student para el modelo **ARIMA(2,1,0) + δ** , en la que se ve que este modelo supera la misma.

Tabla XXVI

Resultados de la Prueba de Student para el modelo

ARIMA(2,1,0)+ δ

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	CONSTANTE	319.3181	183.3502	455.2859
2	AR	-0.3638	-0.5351	-0.1926
3	AR	-0.3545	-0.5258	-0.1833
Valor final de la MCE es: 3'800.844,61				

Por último se muestra los resultados de la evaluación del modelo **ARIMA(2,1,0)**; el cual también fue propuesto por superar la prueba de existencia de parámetros de Student, en la Tabla XXVII tenemos el resultado de esta prueba.

Tabla XXVII
Resultados de la Prueba de Student para el modelo
ARIMA(2,1,0)

Índice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	-0.3511	-0.5229	-0.1793
2	AR	-0.3414	-0.5132	-0.1695
Valor final de la MCE es: 3'854.241,99				

Los resultados de la prueba de Box-Ljung para los modelos propuestos se muestran en la tabla **XXVIII**, el contraste de hipótesis en cada caso, tiene la siguiente forma:

H₀: Los residuos del modelo **ARIMA(p,d,q)** son estadísticamente independientes

vs.

H₁: $\neg H_0$

La hipótesis nula será rechazada si el valor p de la prueba es menor que 0.01, y la conclusión en este caso será: “No existe suficiente evidencia estadística para concluir **que** los residuos del modelo **ARIMA(p,d,q)** son estadísticamente independientes”.

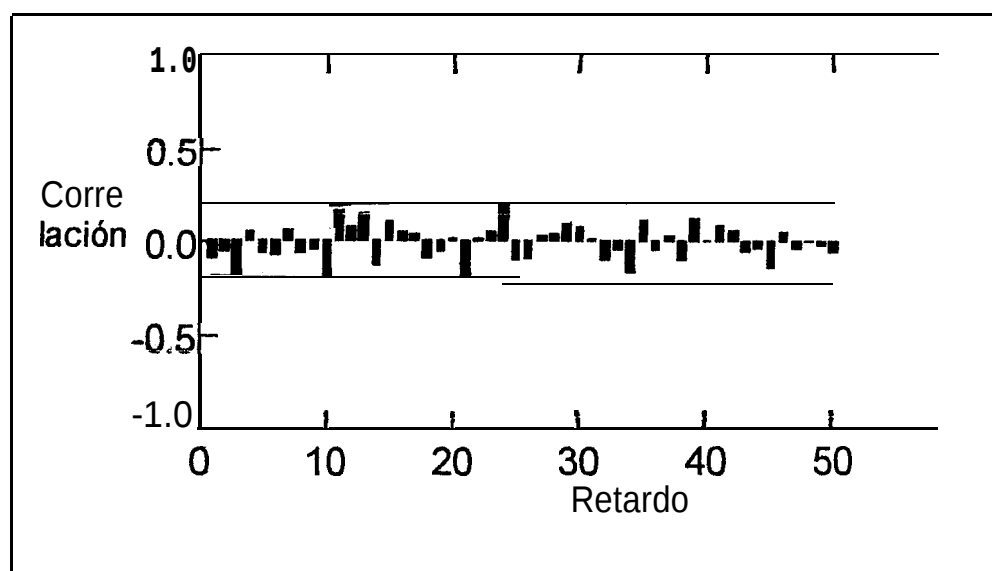
Tabla XXVIII
Resultados de la Prueba de Box-Ljung para los modelos
tentativos para la Serie X_3

Modelo	Estadístico de Prueba	Valor de Significancia	Conclusión
ARIMA(0,1,2)+ δ	20.237	0.210	Residuos Independientes
ARIMA(1,1,1)+ δ	23.141	0.110	Residuos independientes
ARIMA(2,1,0)+ δ	26.794	0.044	Revise Autocorrelaciones
ARIMA(2,1,0)	26.590	0.046	Revise Autocorrelaciones

Los' dos primeros modelos superan la prueba de manera satisfactoria, la situación no se da en los dos siguientes, debido a que el estadístico de prueba cayó en la zona seleccionada como de indiferencia del valor p de la prueba, por lo tanto hay que hacer una revisión de las autocorrelaciones de los ruidos blancos para tomar la decisión final, en la Figura 4.20 se muestran las autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo **ARIMA(2,1,0)+ δ** .

Figura 4.20

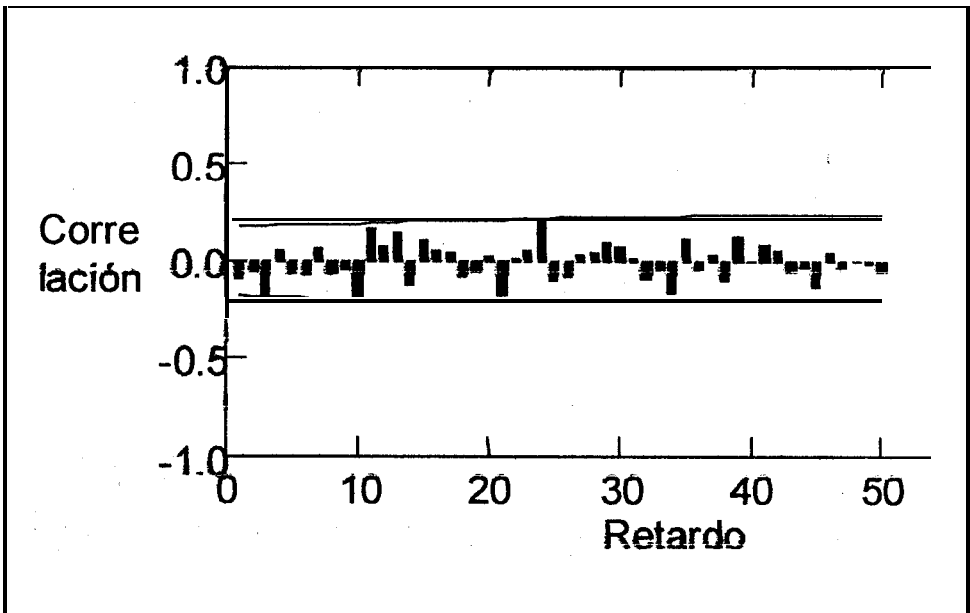
Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo

ARIMA(2,1,0) + δ 

Se está realizando el análisis de las autocorrelaciones de los residuos del modelo **ARIMA(2,1,0) + δ** ya que el criterio del valor p resulta ambiguo para este, pero como vemos en la Figura 4.20 solo existe un valor significativo en el retardo 3, lo que no indica necesariamente que los ruidos blancos sean dependientes, por lo que se resuelve aceptar el modelo para el ajuste de la serie, veamos lo que sucede con el modelo **ARIMA(2,1,0)**, en este caso sin la constante, tenemos en la Figura 4.21 el gráfico de sus autocorrelaciones estimada:.

Figura 4.21

Autocorrelaciones estimadas para los residuos del modelo **ARIMA(2,1,0)** para el ajuste de la serie de exportaciones de productos industrializados del mar.



Solo existe una **autocorrelación** que sale de la banda de confianza, por lo que no se puede decir que los ruidos blancos sean dependientes, tal **como** el **caso** del modelo anterior, se decide aceptar el mismo y será sometido a la última prueba de selección, usando los criterios de poder predictivo mencionados en el Capítulo 3, en la Tabla XXIX se muestran los criterios del poder predictivo para todos los **modelos** propuestos, pero se ha elegido el modelo **ARIMA(0,1,2)+ δ** para desarrollar la fase de predicciones,

lastimosamente no tenemos información para evaluar el modelo ya que los registros correspondientes al año 1999 fueron utilizados para el análisis.

Tabla XXIX
Criterios para los modelos postulados

Modelo	MCE	Criterio de Akaike	Coefficiente de determinación modificado
ARIMA(0,1,2)+δ	3'553.770,44	15.196	0.207
ARIMA(1,1,1)+δ	3'665.244,84	15.227	0.182
ARIMA(2,1,0)+δ	3'800.844,61	15.263	0.152
ARIMA(2,1,0)	3'854.241,99	15.240	0.147

Un resumen de las características del modelo que hemos escogido se muestran en la Tabla XXX, 'los intervalos de predicción se muestran en la tabla XXXI y se ilustran en la Figura 4.22.

Tabla XXX

Características del modelo **ARIMA(0,1,2)+δ** que explica la Serie
de Exportaciones de productos industrializados del mar

Modelo:	$X_t = X_{t-1} + U_t - 0.4752 \cdot U_{t-1} - 0.2527 \cdot U_{t-2} + 185.83$		
Estimación de la varianza (MCE):	3'553.770,44		
Estadístico de Box-Ljung:	20.237		
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro constante	Estimación	Mínimo	Máximo
	185.8281	89.8302	281.8260
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro Media Móvil	Estimación	Mínimo	Máximo
	0.4752	0.3008	0.6496
Intervalo de confianza del 95% para el segundo parámetro Media Móvil	Estimación	Mínimo	Máximo
	0.2527	0.0834	0.4220

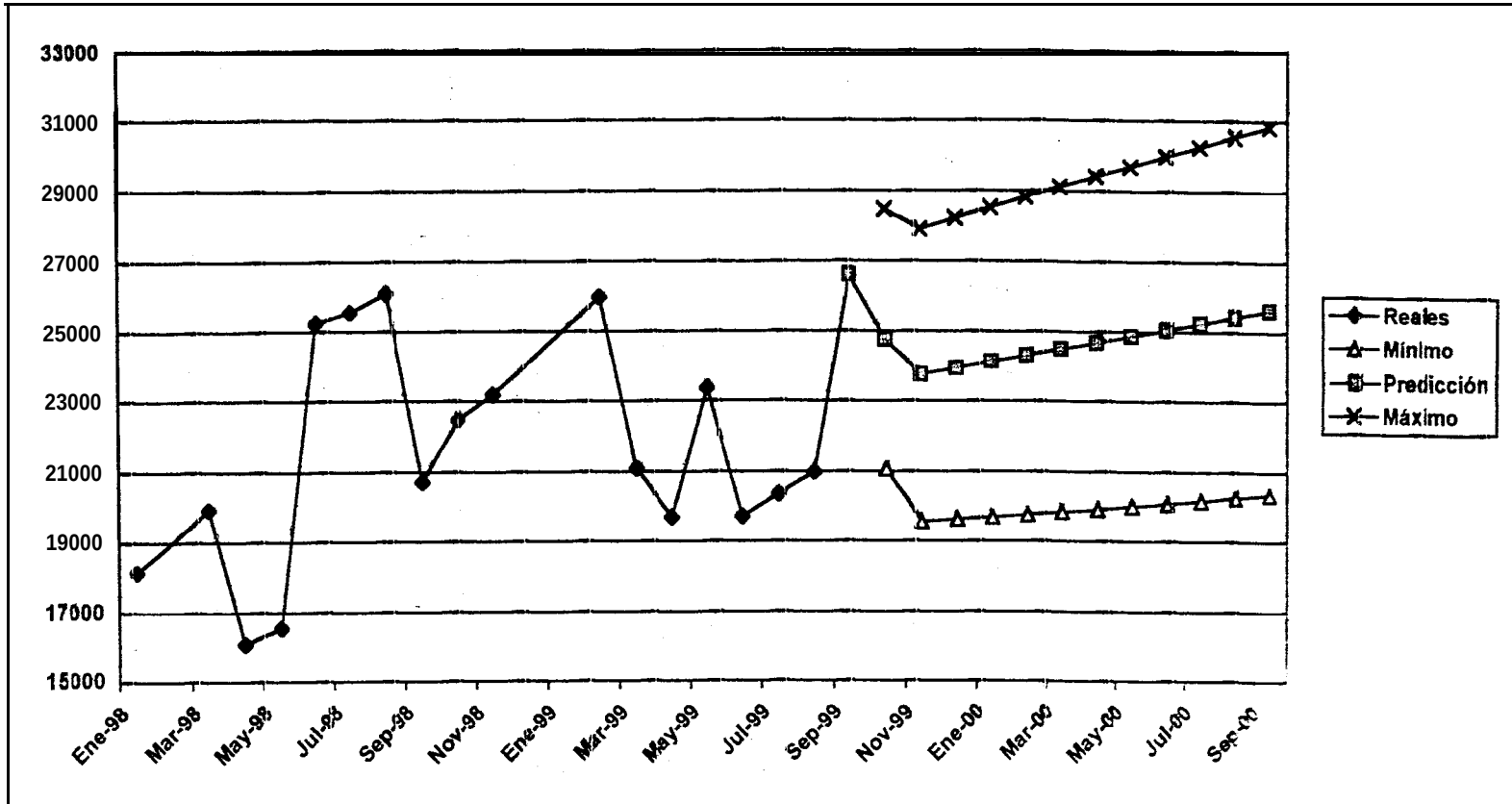
tabla XXXI

Intervalos de Predicción del modelo $ARIMA(0,1,2)+\delta$ para la serie de exportación de productos industrializados del mar.

Periodo	Mínima	Predicción	Máxima
oct-1999	21068.92	24763.81	28458.69
Nov-1999	19568.18	23740.93	27913.68
Dic-1999	19634.61	23926.76	28218.91
Ene-2000	19704.27	24112.59	28520.91
Feb-2000	19776.91	24298.42	28819.92
Mar-2000	19852.32	24484.24	29116.17
Abr-2000	19930.3	24670.07	29409.85
May-2000	20010.68	24855.9	29701.12
Jun-2000	20093.3	25041.73	29990.15
Jul-2000	20178.04	25227.56	30277.07
Ago-2000	20264.76	25413.38	30562.01
Sep-2000	20353.35	25599.21	30845.07

Figura 4.22

predicciones estimadas por el modelo $ARIMA(0,1,2)+\delta$ para la Serie de Exportaciones de productos industrializados del mar.



4.2.4. Variable X_4 : Precios Internacionales Urner Barry

De ahora en adelante, nos limitaremos a la presentación de los resultados de la modelación efectuada, debido a que en cada modelo los pasos a seguir son parecidos, y no queremos ser repetitivos, en este caso por ejemplo, hemos requerido de una suavización y no se ha desarrollado ninguna diferencia para el manejo de la serie, los modelos que se postularon al observar la estructura de las autocorrelaciones son:

- . ARIMA(2,3)
- . ARIMA(1,3)
- ARIMA(1,2)

De todos' ellos, solo el modelo ARMA(1,2) supera la prueba de existencia de parámetros Student, alcanzando una media cuadrática para el error de 0.016, por lo cual se eligió el mismo para el ajuste de la información, en la tabla XXXII se muestra los resultados de esta prueba, recordemos que en cada caso la prueba de hipótesis es de la forma:

H_0 : El parámetro θ_i es igual a cero

VS..

H_1 : $\neg H_0$

Tabla XXXII

Prueba de Student para el modelo **ARMA(1,2)** para el ajuste de la Serie de Precios Internacionales.

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del	
			95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	0.853	0.707	0.999
2	MA	-0.561	-0.808	-0.314
3	MA	-0.311	-0.561	-0.061
Valor final de la MCE es: 0.016				

La Tabla XXXIII muestra que el modelo pasa la prueba de independencia de residuos de Box-Ljung, en este caso el contraste de hipótesis que se evalúa tiene la forma:

H₀: Los residuos del modelo **ARMA(1,2)** son estadísticamente independientes

Vs.

H₁: $\neg H_0$

Tabla XXXIII

Prueba de Box-Ljung para la verificación de la independencia de residuos del modelo **ARMA(1,2)** en el ajuste de la serie de Precios internacionales Urner-Barry

Estadístico de Prueba	Valor de Significancia	Conclusión
11.307	0.79	Residuos Independientes

Se puede expresar la conclusión debida a la prueba anterior como: “Existe suficiente evidencia estadística para afirmar que los residuos del modelo **ARMA(1,2)** son independientes”, las características del modelo encontrado se resumen en la Tabla XXXIV.

Tabla XXXIV

Características del modelo **ARMA(1,2)** en el ajuste de la serie de la serie de Precios Internacionales Urner-Barry

Modelo:	$X_t = 0.853X_{t-1} - U_t + 0.561U_{t-1} + 0.311U_{t-2}$		
Estadístico de Box-Ljung:	11.307		
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro Auto regresivo	Estimación 0.853	Mínimo 0.707	Máximo 0.999
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro Media móvil	Estimación -0.561	Mínimo -0.808	Máximo -0.314
Intervalo de confianza del 95% para el segundo parámetro Media Móvil	Estimación 0.311	Mínimo -0.561	Máximo -0.061

Solo nos queda observar los intervalos de predicción generados por la **modelación**, en este caso se muestran en la Tabla XXXV y se ilustran el gráfico 4.23, la tendencia de las predicciones indica una bajada de precios en lo que resta de 1999 hasta septiembre del 2000, debemos tomar en cuenta que esto no necesariamente refleja las condiciones reales de los precios, solo es el resultado de la tendencia anterior de la serie de datos.

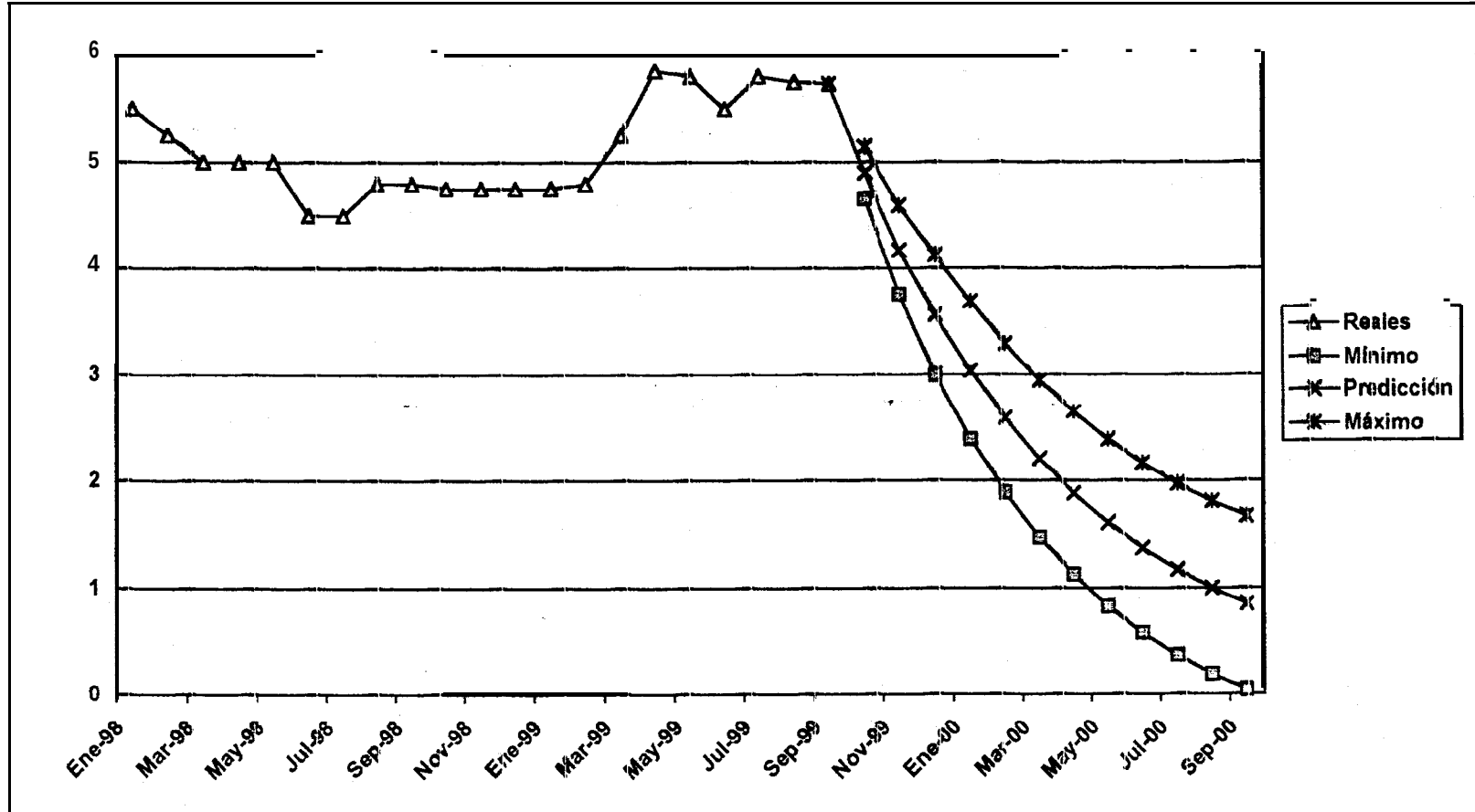
Tabla XXXV

Intervalos de predicción para el modelo **ARMA(1,2)** en el ajuste
de la serie de Precios internacionales Urner-Barry

Periodo	Mínima	Predicción	Máxima
Oct-1999	4.656	4.901	5.146
Nov-1999	3.747	4.171	4.595
Dic-1999	2.994	3.558	4.123
Ene-2000	2.389	3.036	3.683
Feb-2000	1.889	2.59	3.292
Mar-2000	1.471	2.21	2.948
Abr-2000	1.121	1.885	2.65
May-2000	0.826	1.608	2.391
Jun-2000	0.577	1.372	2.168
Jul-2000	0.366	1.171	1.978
Ago-2000	0.187	0.999	1.811
Sep-2000	0.036	0.852	1.669

Figura 4.23

Predicciones estimadas por el modelo ARMA(1,2) para la Serie de Precios Internacionales Uner-Barry



4.25. Variable'&: Balanza comercial

No se ha modelado todas las variables debido al inconveniente que representa la constante variación en las políticas económicas del gobierno ecuatoriano, lo que imposibilita a los modelos ARMA ajustar las series de manera adecuada, para lograr la **modelación** de una serie económica se puede consultar métodos alternativos como los ARCH y GARCH o modelos de tipo Umbral, de las variables clasificadas como económicas hemos escogido la variable que corresponde al registro de la Balanza Comercial ecuatoriana, para poder desarrollarla hubo que centrar las observaciones ya que es mejor el manejo cuando la serie es centrada, debido a que la serie no era estacionaria originalmente se desarrolló una primera diferencia estacionaria y una diferencia estacional de orden semestral, después de estas transformaciones, y observando la estructura de las autocorrelaciones de la serie, llegamos al modelo **SARIMA(1, 1, 1)(1, 1, 1)₆**, pero se realizó las pruebas concernientes al método de Box y Jenkins, encontrándose las siguientes proposiciones:

- . **SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)₆**
- . **SARIMA(1, 1, 0)(0, 1, 1)₆**

Entre estos, se eligió el modelo **SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆** debido a que superaba significativamente a los anteriores, en la Tabla XXXVI se muestra la prueba de Student de existencia de parámetros, como hemos mencionado anteriormente la prueba de hipótesis de existencia de cada uno de los coeficientes del modelo sería como sigue:

H₀: El parámetro θ_i es diferente de cero

VS.

H₁: $\neg H_0$

Recordemos que el parámetro θ_i se considera diferente de cero, si el intervalo de confianza de su estimador no lo incluye entre sus posibles valores.

Tabla XXXVI

Prueba de Student para la existencia de los parámetros del modelo **SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆ en el ajuste de la serie de la Balanza Comercial Ecuatoriana.**

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	-0.355	-0.599	-0.111
2	SMA	0.702	0.519	0.885
Valor final de la MCE es: 4180.79				

En este modelo tenemos un parámetro negativo en la parte autoregresiva y un parámetro **positivo** en la parte estacional media móvil, la prueba de Box-Ljung, mostrada en la Tabla XXXVII nos indica que el modelo tiene residuos independientes estadísticamente, el contraste de hipótesis involucrado en este caso es :

H₀: Los residuos del modelo SARIMA(I ,1 ,0)(0,1,1)₆ son estadísticamente independientes

VS.

H₁: $\neg$ H₀

Tabla XXXVII

Prueba de Box-Ljung para la verificación de la independencia de los residuos del modelo SARIMA(1,10)(0,1,1)₆ en el ajuste de la Serie EJ: Balanza Comercial

Modelo	Estadístico de Prueba	Valor p	Conclusión
SARIMA(1,1,0)(0,1,1) ₆	14.866	0.534	Los residuos del modelo son estadísticamente independientes

Una vez probada la idoneidad del , modelo para ajustar la serie observada, procederemos a mostrar las características, (Tabla

XXXVIII), así como los intervalos de predicción que este modelo genera (Ver Tabla XXXIX), los cuales se ilustran en la Figura 4.24, entre las variables económicas fue la única que se logró modelar a través de un ARMA.

Tabla XXXVIII

Características del modelo **SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆** para el ajuste de la serie **E₃: Balanza Comercial**.

Modelo:	$\nabla(X_t+0.355*X_{t-1})=\nabla^6(U_t1-0.702*U_{t-1})$		
Estimación de la varianza (MCE):	4180.79		
Estadístico de Box-Ljung:	14.534		
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro Auto regresivo	Estimación -0.355	Mínimo -0.599	Máximo -0.111
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro estacional Media móvil	Estimación 0.702	Mínimo 0.519	Máximo 0.885

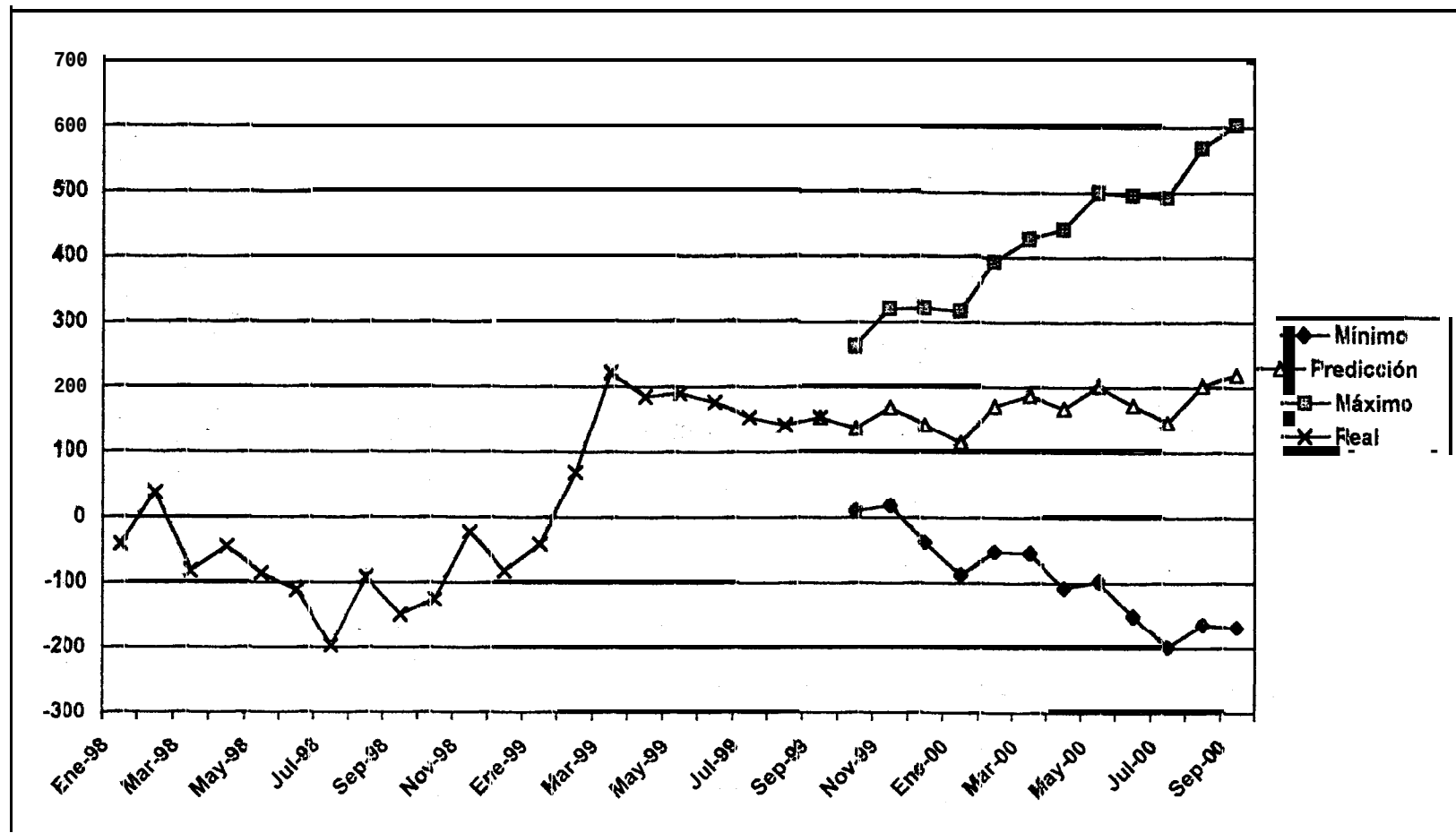
Tabla XXXIX

Intervalos de predicción del modelo **SARIMA(1,1,0)(0,1,1)** que explica la variable **E₃: Balanza Comercial**

Período	Mínima	Predicción	Máxima
Oct-1999	9.67	136.397	263.124
Nov-1999	18.55	169.347	320.143
Dic-1999	-38.216	141.467	321.151
Ene-2000	-87.093	114.79	316.673
Feb-2000	-52.334	170.38	393.095
Mar-2000	-54.686	186.794	428.275
Abr-2000	-107.255	167.624	442.503
May-2000	-97.94	201.13	500.201
Jun-2000	-150.179	173.053	496.286
Jul-2000	-198.665	146.446	491.557
Ago-2000	-163.871	202.011	567.894
Sep-2000	-167.035	218.434	603.903

Figura 4.24

Predicciones estimadas por el modelo SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆ para la Serie de la Balanza Comercial



4.2.6. Variable A_1 : Temperatura promedio en la superficie del Mar

Ahora pasamos a las variables de carácter ambiental, la temperatura promedio en la superficie del mar es monitoreada por el laboratorio técnico de la camaronera “El Rosario”, el caso de esta serie es claramente estacional ya que en la temporada de verano las temperaturas tienden al descenso, mientras que en invierno sucede lo contrario, la estacionalidad de la serie es por tanto semestral, para poder manipular la serie a fin de modelarla se centró los datos y ya que el comportamiento no era estacionario se desarrolló una diferencia de primer orden, a pesar de que la serie es estacional no se realizó diferencias de este tipo ya que no existía suficiente evidencia estadística debida a las autocorrelaciones, una vez transformada la serie, la primera proposición que se hizo fue el modelo **SARIMA(1, 1, 1)(1, 0, 1)₆**, encontrándose que no reunía las condiciones para el ajuste, por lo que se hizo las proposiciones:

- **SARIMA(0, 1, 1)(0, 0, 1)₆**
- **SARIMA(1, 1, 0)(0, 0, 1)₆**
- **SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 0)₆**

Entre los que escogió al modelo **SARIMA(1, 1, 0)(1, 0, 0)₆** que representaba la mejor opción para explicar el comportamiento de los

datos, en la Tabla XL se muestra el resultado de la prueba de Student para este modelo, una vez más se indica la prueba de hipótesis para la existencia de cada parámetro:

H₀: El parámetro θ_i es diferente de cero

VS.

H₁: $\neg H_0$

Tabla XL

Prueba de Student para la existencia de parámetros del modelo SARIMA(1,1,0)(1,0,0)₆ en el ajuste de la Serie de Temperaturas superficiales marinas

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del	
			95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	0.389	0.122	0.656
2	SAR	-0.362	-0.651	-0.073
Valor final de la MCE es: 0.575				

La media Cuadrática del error de 0.575 no es la menor entre los modelos, ya que el modelo SARIMA(0,1,1)(0,0,1)₆ generó una MCE

de 0.567, pero escogimos entre las predicciones que tenían un comportamiento más adecuado a la realidad, es decir, si las temperaturas proyectadas por el modelo estaban dentro del rango de la serie precedente y el modelo que se propuso es el que reunía esas condiciones.

Tabla XLI

Prueba de Box-Ljung para los residuos del modelo que ajusta la serie de Temperaturas Marinas

Modelo	Estadístico de Prueba	Valor p	Conclusión
SARIMA(1,1,0)(1,0,0)₆	28.078	0.031	Los residuos del modelo son estadísticamente independientes

Concentrémonos ahora en la independencia de los residuos, para lo cual se muestra la Tabla XLI en la que tenemos los resultados de la prueba de Box-Ljung en la evaluación de la propuesta, como ya hemos mencionado antes, el contraste de hipótesis asociado es:

H₀: Los residuos del modelo **SARIMA(1,1,0)(1,0,0)₆** son independientes

vs.

H₁: $\neg H_0$

Como los resultados lo demuestran, la propuesta supera la prueba satisfactoriamente. Ya que hemos comprobado la idoneidad del modelo propuesto, éste será utilizado para proyectar los resultados de la serie en los últimos meses de 1999 y los primeros meses del 2000, las características del mismo se resumen en la Tabla XLII y los intervalos de predicción se muestran en la Tabla XLIII, también son ilustrados en la Figura 4.25.

Tabla XLII

Características del modelo SARIMA(1,1,0)(1,0,0)_s que ajusta la Serie de Temperaturas en la Superficie del Mar

Modelo:	$\nabla(X_t - 0.389 X_{t-1})(1 + 0.362 X_{t-6}) = U_t$		
Estimación de la varianza (MCE):	0.575		
Estadístico de Box-Ljung:	28.078		
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro Auto regresivo	Estimación 0.389	Mínimo 0.122	Máximo, 0.656
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro estacional Auto regresivo	Estimación -0.362	Mínimo -0.651	Máximo -0.073

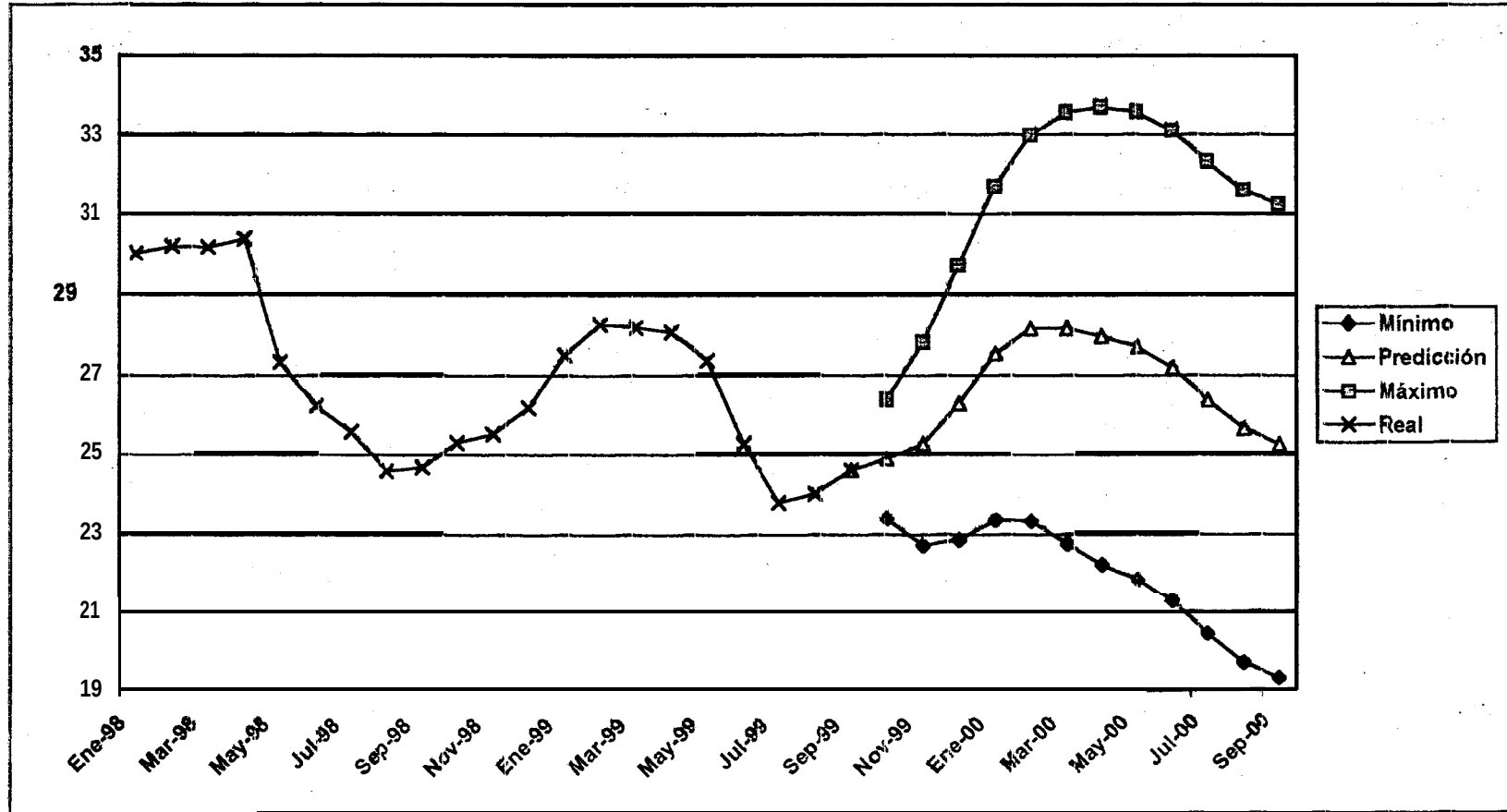
Tabla XLIII

Intervalos de predicción del modelo $SARIMA(1,1,0)(1,0,0)_6$ del 95% de confianza para el ajuste de la serie de temperaturas marinas.

Período	Mínima	Predicción	Máxima
Oct-1999	23.414	24.9	26.387
Nov-1999	22.735	25.279	27.824
Dic-1999	22.871	26.294	29.717
Ene-2000	23.368	27.536	31.704
Feb-2000	23.349	28.165	32.98
Mar-2000	22.772	28.164	33.556
Abr-2000	22.258	27.973	33.687
May-2000	21.869	27.718	33.567
Jun-2000	21.286	27.194	33.102
Jul-2000	20.448	26.386	32.325
Ago-2000	19.698	25.656	31.614
Sep-2000	19.303	25.277	31.251

Figura 4.25

Predicciones estimadas por el modelo SARIMA(1,1,0)(1,0,0)₆ para la Serie de Temperaturas marinas.



4.2.7. Variable A_2 : Serie de Salinidad promedio

Esta es la segunda variable clasificada como "Ambiental", está altamente correlacionada con la variable de temperaturas marinas, como se verá más adelante, y al igual que la anterior es monitoreada por el departamento técnico de camaronera "El Rosario", en esta serie también se encontró una estacionalidad semestral por el cambio de estación entre el primer y el segundo semestre de cada año, en la época del Fenómeno "El Niño" hubo una discontinuidad en su periodicidad, causada lógicamente por las variaciones que conlleva la aparición de la corriente, esta variación hizo que las **salinidades** registradas en dicha temporada sean las más bajas registradas a lo largo del período de investigación, tal vez por ese motivo la **modelación** resultó un tanto difícil, ya que se debió probar varios tipos de transformaciones y rechazar infinidad de modelos, hasta obtener las proposiciones:

- . SARIMA(0,1,1)(1,1,1)₆
- . SARIMA(0,1,1)(0,1,1)₆
- SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆
- . SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆

Entre las que se escogió al modelo **SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆** cuyas características se consideraron las más adecuadas para la

explicación de los datos, en la Tabla XLIV se muestra la prueba de existencia de parámetros de Student para la selección realizada, como ya hemos indicado antes, el contraste de hipótesis de existencia de cada parámetro en el modelo es de la forma:

$$H_0: \text{El parámetro } \theta_i \text{ es diferente de cero}$$

Vs.

$$H_1: \neg H_0$$

Tabla XLIV

Prueba de Student para la existencia de parámetros del modelo **SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆** en el ajuste de la Serie de Salinidades promedio

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del	
			95%	
			Mínimo	Máximo
..	SMA	0.857	0.735	0.978
Valor final de la MCE es:			21.176	

Cabe indicar que la MCE en este caso, como en el de las temperaturas tampoco fue la mínima, ya que se tuvo que elegir

entre las predicciones que resultaran más adecuadas para el estudio en cuestión. En la Tabla XLV se muestra el resultado de la prueba de Box-Ljung de independencia de residuos para la selección considerada para el ajuste, el contraste de hipótesis asociado con la prueba es el siguiente:

H_0 : Los residuos del modelo **SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆** son independientes

vs.

$H_1: \neg H_0$

Tabla XLV

Prueba de verificación de residuos para el modelo que explica la serie de salinidades promedio

Modelo	Estadístico de Prueba	Valor p	Conclusión
SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆	14.866	0.534	Los residuos del modelo son estadísticamente independientes

La aptitud del modelo está respaldada por los resultados mostrados en las Tablas XLIV y XLV, el siguiente paso es proyectar los resultados para el período Octubre de 1999 hasta Septiembre del 2000, para lo cual hemos resumido las características del modelo

escogido en la Tabla XLVI, los intervalos de predicción del 95% de confianza generados se muestran en la tabla XLVII, y son ilustrados en la Figura 4.26, como se ve las predicciones continúan con la tendencia de las observaciones anteriores, y no fueron afectados significativamente por el período en el que apareció la corriente de “El Niño”.

Tabla XLVI

Características del modelo SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆ escogido para la explicación de las salinidades promedio.

Modelo:	$X_t = X_{t-1} + \nabla^6 (U_t - 0.857 U_{t-6})$		
Estimación de la varianza (MCE):	21.176		
Estadístico de Box-Ljung:	14.866		
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro Estacional media móvil	Estimación	Mínimo	Máximo
	0.857	0.735	0.978

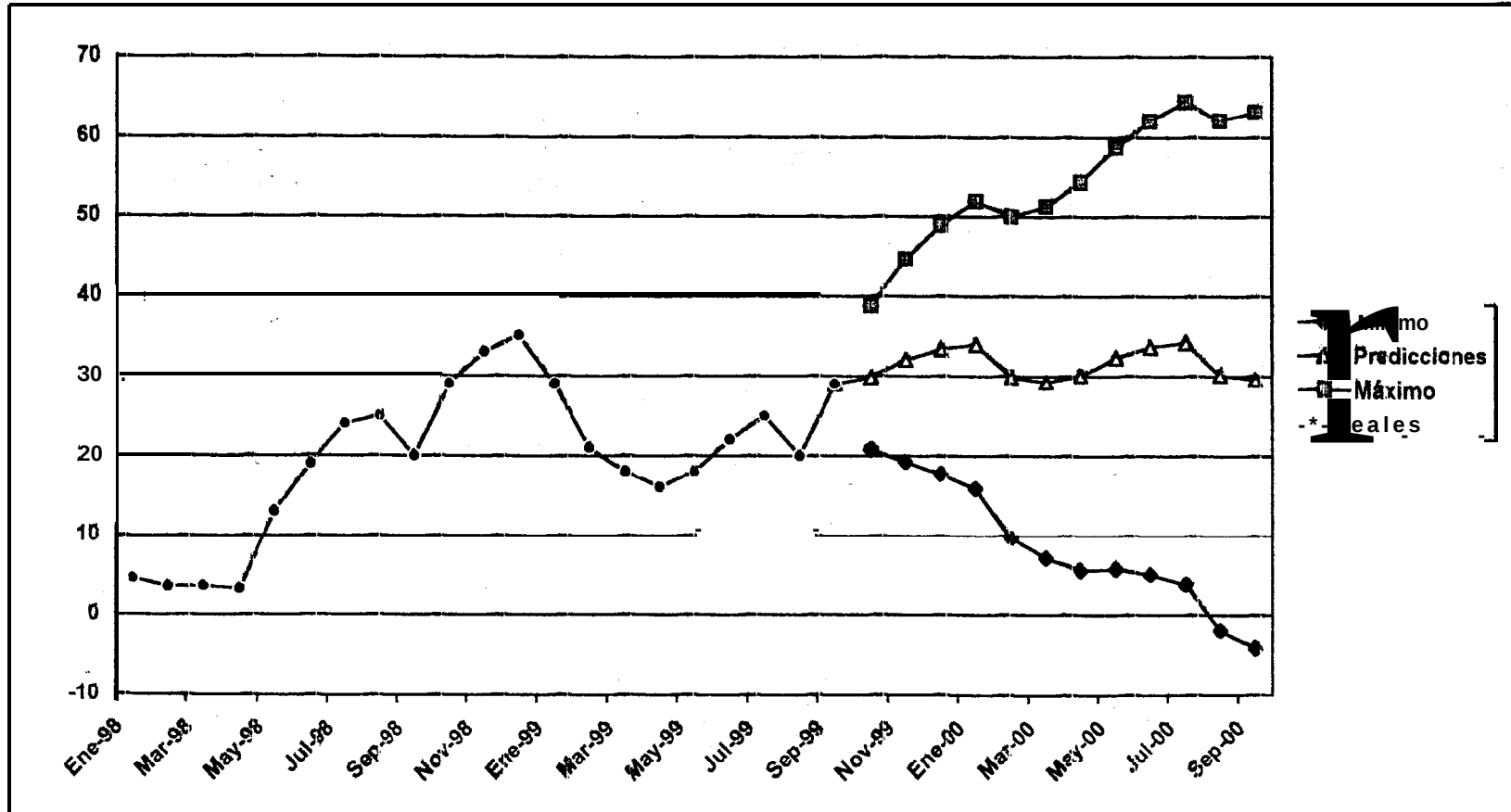
Tabla XLVII

Intervalos' de predicción del 95% de confianza para el modelo
SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆ en al explicación de la serie de
 salinidades promedio registradas.

Período	Mínima	Predicción	Máxima
Oct-1999	20.732	29.752	38.771'
Nov-1999	19.266	32.021	44.777
Dic-1999	17.685	33.307	48.93
Ene-2000	15.839	'33.878	51.917
Feb-2000	9.657	29.826	49.994
Mar-2000	7.158	29.25:	51.344
Abr-2000	5.622	30.003	54.384
May-2000	5.8	32.273	SS.745
Jun-2000	5.149	33.559	61.969
Jul-2000	3.905	34.129	64.353
Ago-2000	-1.858	30.077	62.011
Sep-2000	-4.056	29.503	63.061

Figura 4.26

Predicciones estimadas por el modelo **SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆** para la Serie de Salinidades promedio



4.3. Un enfoque multivariado

En esta sección se analiza el comportamiento de cada variable con respecto a las demás, ya que el desenvolvimiento de una, a menudo depende del comportamiento de otra muy “cercana” o correlacionada, en nuestro caso, la experiencia indica que el volumen de exportaciones está afectado por variables ambientales y económicas, en esta investigación utilizaremos la técnica de las componentes principales para encontrar cuales son los factores que explican a las variables de exportación camaronera que se analizan, además de lograr una reducción sustancial de las variables con las que se trabaja, se generará series artificiales basadas en la solución de componentes principales que se encuentre.

4.3.1. Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales pretende explicar la estructura de varianzas y covarianzas de un conjunto de variables a través de unas pocas combinaciones lineales de estas variables, los objetivos básicos de este análisis son:

- Reducción de datos
- Interpretación

Supongamos que se tiene p variables que se desea analizar, la técnica se basa en el hecho de que se puede definir k variables “latentes” ($k < p$), que pueden explicar de manera aceptable la variabilidad contenida en las p variables originales, reemplazándolas, con lo que se obtiene una menor cantidad de variables a analizar, es decir, si se tenía p variables con n observaciones, habiendo encontrado las k componentes, se tiene solo k variables con n observaciones, muchas veces un Análisis de Componentes principales revela relaciones que a simple vista no se puede encontrar.

Algebraicamente las componentes principales son combinaciones lineales particulares de las p variables aleatorias originales $X_1, X_2, \dots, X_p$.

Geométricamente estas combinaciones lineales representan la selección de un nuevo sistema de coordenadas obtenido rotando el sistema original con $X_1, X_2, \dots, X_p$ como ejes de coordenadas, los nuevos ejes representan las direcciones con máxima variabilidad y proveen una más simple y parsimoniosa descripción de la estructura de covarianzas, es fácil ver que las componentes principales solo dependen de la matriz de varianzas y covarianzas

Σ o de la matriz de correlaciones ρ , de $X_1, X_2, \dots, X_p$, cuando se usa ρ en lugar de Σ se dice que el Análisis de Componentes Principales es “Normado” o Estándar, en esta investigación se analizará la estructura de las variables utilizando la matriz de correlaciones, ya que a diferencia de Σ , no está afectada por la magnitud de las variables.

Definamos el vector aleatorio $\mathbf{X}^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$, con matriz de covarianzas Σ con valores característicos (valores propios, eigenvalores) $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0$.

Considérese las combinaciones lineales:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \mathbf{a}_1^t \mathbf{X} = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1p}X_p \\ Y_2 &= \mathbf{a}_2^t \mathbf{X} = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2p}X_p \end{aligned}$$

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

Calculemos las varianzas y covarianzas de las componentes:

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y_i) &= \mathbf{a}_i^t \Sigma \mathbf{a}_i & i &= 1, 2, \dots, p \\ \text{Cov}(Y_i, Y_k) &= \mathbf{a}_i^t \Sigma \mathbf{a}_k & i, k &= 1, 2, \dots, p \end{aligned} \quad (1)$$

Las componentes principales son estas combinaciones lineales no correlacionadas $Y_1, Y_2, \dots, Y_p$ cuyas varianzas en (1) son tan grandes como sea posible.

La primera componente principal es la combinación lineal con máxima varianza, esto es, la componente que maximiza $Var(Y_1) = \mathbf{a}_1' \Sigma \mathbf{a}_1$, es claro que esta igualdad puede ser incrementada multiplicando $\mathbf{a}_1$ por alguna constante, para eliminar esta indeterminación se pone restricciones a los vectores $\mathbf{a}_i$:

- $\langle \mathbf{a}_i, \mathbf{a}_j \rangle = 1, \forall i=1,2,\dots,p$
- $\langle \mathbf{a}_i, \mathbf{a}_j \rangle = 0, \forall i \neq j$

Entonces:

Primera. componente principal= Combinación lineal $\mathbf{a}_1' \mathbf{X}$ que maximiza $Var(\mathbf{a}_1' \mathbf{X})$ entre las p componentes existentes, sujeto a:
 $\mathbf{a}_1' \mathbf{a}_1 = 1$.

Segunda componente principal= Combinación lineal $\mathbf{a}_2' \mathbf{X}$ que maximiza la **varianza** de las $p-1$ componentes que quedan, sujeto a:
 $\mathbf{a}_2' \mathbf{a}_2 = 1$ y $Cov(\mathbf{a}_1' \mathbf{X}, \mathbf{a}_2' \mathbf{X}) = 0$

i-ésima componente principal = Combinación lineal $\mathbf{a}_i^t \mathbf{X}$ que maximiza $Var(\mathbf{a}_i^t \mathbf{X})$ sujeta a $\mathbf{a}_i^t \mathbf{a}_i = 1$ y $Cov(\mathbf{a}_i^t \mathbf{X}, \mathbf{a}_k^t \mathbf{X}) = 0 \quad \forall k < i$

Esta construcción de componentes principales genera algunos resultados interesantes, cuyas demostraciones omitiremos:

- Sea $\mathbf{e}_i^t$ el i-ésimo vector característico ortonormalizado correspondiente al valor característico λ_i , entonces la i-ésima componente principal está dada por:

$$Y_i = \mathbf{e}_i^t \mathbf{X} = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p \quad i = 1, \dots, p$$
- $Var(Y_i) = \mathbf{e}_i^t \Sigma \mathbf{e}_i = \lambda_i \quad i = 1, 2, \dots, p$ (La varianza de los componentes principales es igual a los eigenvalores de Σ)
- $Cov(Y_i, Y_k) = \mathbf{e}_i^t \Sigma \mathbf{e}_k = 0 \quad i \neq k$ (Las componentes principales son variables no correlacionadas)
- Varianza Total de la Población = $\sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p$
- Consecuentemente, la proporción de la varianza total explicada por el k-ésimo componente principal está dada por:

$$\frac{\lambda_k}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p} \times 100\% \quad k = 1, 2, \dots, p$$

Si la mayor parte de la **varianza** total de la **población** (70, 80 o 90%) para **valores** grandes de p , puede ser **explicada** por una, dos o tres componentes, entonces, éstas pueden “reemplazar” las p variables originales sin mucha pérdida de información, la correlación entre la i -ésima componente principal y la k -ésima variable de interés está dada por:

$$\rho_{Y_i, X_k} = \frac{e_{ik} \sqrt{\lambda_i}}{\sqrt{\sigma_{kk}}}$$

Nótese que : $\text{Cov}(Y_i, Y_j) = 0, \forall i \neq j$

4.32. la Matriz de Batos

Tenemos una matriz formada por 69 observaciones (hubo -que intersecar las ocurrencias de las series, ya que cada una era de **longitud** distinta) y 10 variables de interés, se analiza las variables de **carácter** mensual detalladas en la Sección 4.1.1 entre el Mes de Enero de 1994 y el mes de Septiembre de 1999.

4.3.3. Correlaciones entre las variables

Es conveniente hacer una revisión de la matriz de correlaciones para ubicar grupos de variables (que podrían **conformar** factores), la mencionada matriz se presenta en la Tabla **XLVIII**, haciendo un análisis minucioso de **la misma**, encontramos que 23 de las 45

Tabla XLVIII

Matriz de Correlación de las Variables de Análisis

	X_1	X_2	X_3	X_4	E_1	E_2	E_3	E_4	A_1	A_2
X_1	1									
X_2	0.4693	1								
X_3	0.4039	-0.0539	1							
X_4	0.0942	0.3953	-0.1969	1						
E_1	0.1991	-0.0547	0.7801	0.0765	1					
E_2	0.3334	-0.0070	0.8648	0.0247	0.9745	1				
E_3	-0.2609	0.3772	-0.1974	0.4525	0.1982	0.0708	1			
E_4	0.0858	-0.0613	0.2292	-0.0719	0.3124	0.2946	0.0169	1		
A_1	0.3692	0.1228	0.0504	0.1424	-0.1159	-0.0421	-0.1219	0.2681	1	
A_2	-0.5669	-0.1525	-0.2068	-0.2657	-0.1061	-0.1757	0.1081	-0.1699	-0.6115	1

correlaciones mostradas (el 51%) tienen una magnitud mayor **a 0,20** lo que asegura que es adecuado realizar una reducción usando análisis de factores.

4.3.4. Extracción de las Componentes

Ilustraremos utilizando la información detallada en el Apéndice A los planteamientos teóricos definidos en la Sección 4.3.2, utilizaremos el Análisis de Componentes Principales para encontrar la estructura de varianzas y covarianzas de la matriz de datos.

En la Tabla XLIX encontramos la solución original de Componentes Principales de la Matriz de Datos, utilizando la matriz de covarianzas como matriz de extracción, en la tabla se muestra los eigenvalores correspondientes en forma descendente, el porcentaje de explicación de la **varianza** de la muestra, y un acumulado que indica el porcentaje de la **varianza** explicado por los k primeros componentes ($k=1 \dots 10$).

Los valores mostrados indican que en la primera componente se explica el 93% de la variabilidad de la población, así que lo que se recomienda es escoger la solución de **componentes** principales con una sola componente para la reducción de los datos, se debe

proceder a la revisión de la tabla de comunalidades de la solución encontrada.

Tabla XLIX

Resultados de la Extracción original de componentes de la matriz de datos usando la matriz de covarianzas

Componente	EigenValor	Porcentaje explicado de la varianza	Porcentaje Acumulado
1	264'0291.820	93.309	93.30
2	180'783.115	5.682	98.99
3	26'457.602,2	0.935	99.92
4	2'058.824,05	0.072	99.99
5	2.922,504	0.00010	99.99
6	103.976	3.6746×10^{-6}	99.99
7	37.565	1.3276×10^{-6}	99.99
8	3.412	1.2062×10^{-7}	99.99
9	1.422	5.0262×10^{-8}	100
10	0.100	3.543×10^{-9}	100

En la Tabla L se muestra la Tabla de Comunalidades, la comunalidad de una variable es un valor que indica el monto de la **varianza** de la variable, explicada por la Solución de Componentes Principales hallada.

Tabla L

Comunalidades de la Solución de Componentes Principales
utilizando la matriz de covarianzas

Variable	Comunalidad
X₁	0.248
X₂	0.998
X₃	0.0014
X₄	0.1534
E₁	0.0021
E₂	2.4799×10^{-5}
E₃	0.130
E₄	0.003
A₁	0.018
A₂	0.029

Como se muestra en la tabla, la solución de componentes principales no es muy adecuada **ya** que la proporción de la variabilidad explicada para cada variable es muy baja, la más alta es apenas del **24,8%**, y ya que solo se escoge un factor, no se puede realizar una rotación para encontrar alguna mejora, por estas razones, es inmediatamente descartada, ahora vamos a hacer una prueba con la extracción de la solución utilizando la Matriz de Correlaciones, en la Tabla LI se muestra un resumen de la solución encontrada.

En la Tabla se aprecia, que con 3 componentes, podemos explicar el 71% de la **Varianza** total de la población, sin embargo se puede utilizar cuatro componentes para mejorar la solución, ya que en este punto se alcanza **82,064%** de la explicación de la variabilidad de la población, un criterio para elegir el número de componentes principales a utilizar fue propuesto por Kaiser en 1960, según este criterio, se debe seleccionar aquellos componentes cuyo eigenvalor sea igual o mayor que 1.00, para lo cual se puede examinar el gráfico correspondiente a los valores propios, mostrado en la Figura 4.27.

Tabla LI

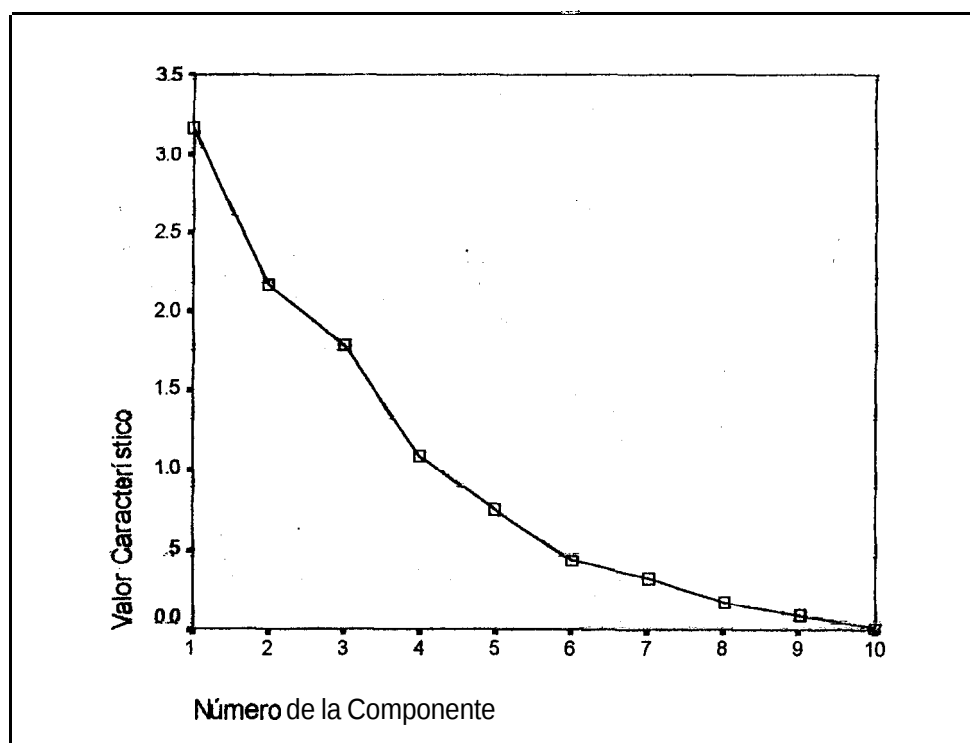
**Resultados de la Extracción de Componentes Principales
utilizando la Matriz de Correlaciones**

Componente	EigenValor	Porcentaje explicado de la varianza	Porcentaje Acumulado
1	3.1675	31.676	31.675
2	2.1689	21.69	53.364
3	1.7809	17.809	71.174
4	1.0889	10.889	82.064
5	0.7487	7.488	89.551
6	0.4429	4.429	93.980
7	0.3291	3.291	97.272
8	0.1690	1.691	98.963
9	0.0962	0.962	99.925
10	0.0075	0.0752	100

En la mencionada figura notamos que existe 4 componentes cuyo valor característico (eigenvalor) asociado es mayor que 1, por lo tanto decidimos que en la solución final se tiene cuatro componentes principales.

Figura 4.27

Gráfico de los Eigenvalores correspondientes a las
Componentes de la Matriz de Datos



Decidimos entonces trabajar **con** cuatro factores, por lo tanto es hora de encontrar las variables latentes, para esto calcularemos los vectores ortonormalizados que definen a las componentes principales, estos vectores se detallan **en** la Tabla LII

Tabla LII

**Vectores Ortonormalizados encontrados usando el
método de las Componentes Principales**

	Componentes			
Variables	e₁	e₂	e₃	e₄
X₁	0.3387	0.3481	-0.1858	-0.4095
X₂	0.0701	0.4295	0.3258	-0.3411
X₃	0.4898	-0.2172	-0.0694	-0.1717
X₄	0.0352	0.3823	0.4418	0.1036
E₁	0.4743	-0.252	0.2502	0.0527
E₂	0.5115	-0.2153	0.1607	-0.0429
E₃	-0.0257	0.1038	0.6478	0.2536
E₄	0.2389	-0.0198	-0.0866	0.6856
A₁	0.1472	0.4374	-0.309	0.3518
A₂	-0.2708	-0.4344	0.2196	-0.1141

Es bueno dar una mirada a la matriz de cargas de las variables asociadas a cada componente, esta matriz muestra el porcentaje de variabilidad contenida de la variable en cada uno de ellos, lo cual nos da la idea de que tan “cercana” al factor definido por la

componente se encuentra la misma, la matriz a la que nos referimos se muestra en la Tabla LIII.

Tabla LIII

Matriz de Cargas Asociadas a la Solución de Factores encontrada

	Componente			
Variable	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
X ₁	0.6027	0.5126	-0.2479	-0.4272
X ₂	0.1247	0.6325	0.4348	-0.3559
X ₃	0.8716	-0.3198	-0.0925	-0.1792
X ₄	0.0625	0.56306	0.5896	0.1081
E ₁	0.8440	-0.3711	0.3339	0.0550
E ₂	0.9104	-0.3170	0.2143	-0.0447
E ₃	-0.0457	0.1528	0.8644	0.2646
E ₄	0.4251	-0.0291	-0.1156	0.7154
A ₁	0.2620	0.6441	-0.4124	0.3670
A ₂	-0.4818	-0.6397	0.2931	-0.1190

Se considera que la variable *i* tiene representatividad en el factor *j*, si el coeficiente **C_{ij}** en la matriz Variable-Factor es mayor que 0,65,

en la matriz se observa que solo 4 valores resultan significativos , lo que indica que hay una alta relación entre el componente y la variable, pero en pocos casos, no sabemos donde exactamente están ubicadas las demás variables.

Tabla LIV

Matriz de Cargas con una Rotación Varimax

	Componentes			
Variables	C₁	C₂	C₃	C₄
X₁	0.3502	0.7642	-0.0196	-0.40364
X₂	0.0124	0.3393	0.6239	-0.47633
X₃	0.90327	0.1762	-0.2356	-0.0128
X₄	-0.0523	0.2011	0.7973	-0.03510
E₁	0.95302	-0.0612	0.1443	0.1785
E₂	0.98098	0.0611	0.0530	0.09209
E₃	0.04275	-0.2838	0.8601	0.14316
E₄	0.25877	0.2382	0.0147	0.76347
A₁	-0.15414	0.8109	0.0198	0.3265
A₂	-0.10426	-0.8445	-0.0870	-0.09930

Para librarnos de esta ambigüedad se sugiere realizar una rotación ortogonal, de esta manera redistribuiremos la **varianza** en los cuatro factores y tendremos una mejor perspectiva de la solución que estamos proponiendo, la Tabla **LIV** muestra el resultado luego de la rotación de tipo Varimax desarrollada.

En esta rotación, se observa que las variables que no habían alcanzado representatividad, ahora sí se muestran significativas en algún factor, la solución de las componentes principales quedaría configurada de la siguiente forma:

Componente 1

$$Y_1 = 0.3387 X_1 + 0.0701 X_2 + \dots + 0.1472 A_1 - 0.2708 A_2$$

Componente 2

$$Y_2 = 0.3481 X_1 + 0.4295 X_2 + \dots + 0.4374 A_1 - 0.4344 A_2$$

Componente 3

$$Y_3 = -0.1858 X_1 + 0.3258 X_2 + \dots - 0.3090 A_1 + 0.2196 A_2$$

Componente 4

$$Y_4 = -0.4095 X_1 - 0.3411 X_2 + \dots + 0.3518 A_1 - 0.1141 A_2$$

En la Tabla LV se muestra además las comunalidades para cada variable en esta solución.

Tabla LV

**Comunalidades encontradas para solución de componentes
utilizando la Matriz de Correlaciones**

Variable	Comunalidad
X_1	0.8700
X_2	0.7314
X_3	0.9027
X_4	0.6802
E_1	0.9647
E_2	0.9773
E_3	0.8428
E_4	0.7068
A_1	0.7884
A_2	0.7416

El último cuadro presentado muestra que efectivamente, la solución de factores que estamos encontrando tiene un alto poder de

explicación de la información contenida en la matriz de datos original. Analizando la información contenida en esta y la Tabla anterior llegamos a la conclusión de que la variabilidad total de la población puede ser explicada por la presencia de **4** factores que estarían conformados de acuerdo a la siguiente distribución:

Factor 1 (Producción de Industrializados)

Total de Exportaciones de Productos **Industrializados** del Mar

Cotización Promedio de Sucres por Dólar

Índice de Precios al Consumidor Urbano

Factor 2 (Producción Camaronera)

Total de Exportaciones de Camarón

Temperaturas promedio de la Superficie Marina en el Litoral Ecuatoriano

Salinidad promedio en el Litoral Ecuatoriano

Factor 3 (Exportaciones Totales)

Total ~~de~~ Exportaciones Ecuatorianas

Precios Urner Barry de dólares por libra en USA

Balanza Comercial Mensual

Factor 4 (Inflación)

Tasa de Inflación Mensual

Hemos nombrado a cada factor con la variable de producción presente, ya que esas son nuestras características de mayor interés, los resultados encontrados son distintos a los que se esperaba inicialmente, esto puede deberse a que las correlaciones obtenidas entre las variables eran relativamente bajas.

4.3.5. Análisis de Series Artificiales

Los Factores que encontramos en la Sección anterior, generan variables de tipo artificial, que analizaremos en esta parte utilizando el método de Box y Jenkins, la primera serie que se evaluará es la que corresponde a la primera componente, en la que se encuentra explicada la mayor cantidad de la variabilidad existente en los datos originales (31,68%), y que está formada por las variables:

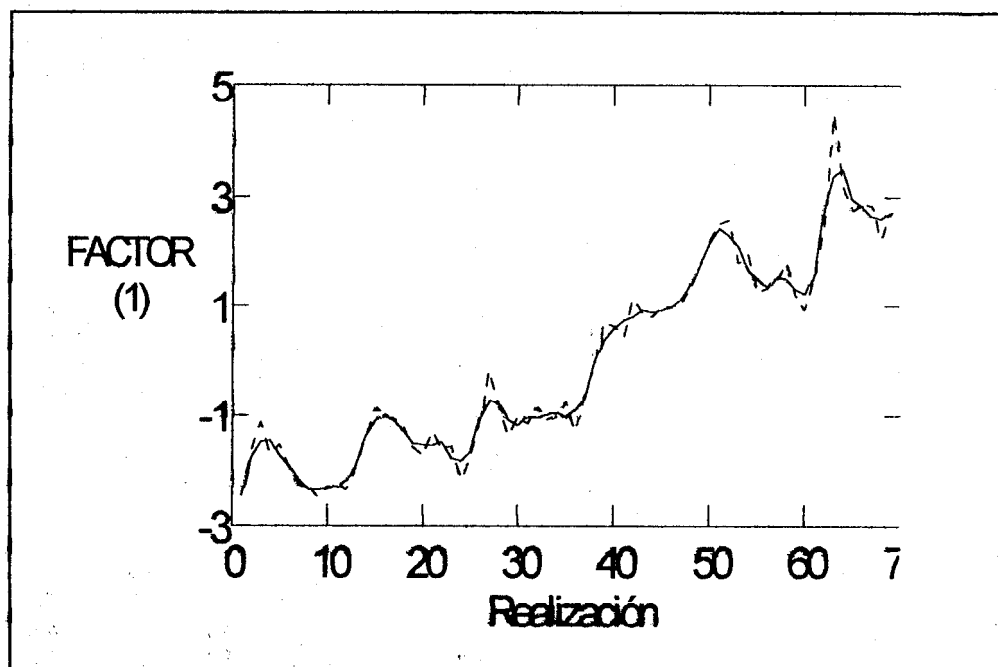
- Total de Exportaciones de Productos Industrializados del Mar
- Cotización mensual del Dólar e
- Índice de Precios al consumidor Urbano.

4.3.5.1. Modelación de la Serie Factor 1

La serie que hemos denominado Factor 1 se comporta de manera evolutiva, por lo cual se deberá hacer una diferencia estacionaria para estabilizarla con respecto a la media, en lo que se refiere a la estabilidad de la varianza, no tenemos ningún problema ya que no tiene espacios de alta volatilidad, excepto que existen algunos “picos” por lo que vamos a suavizar la serie, el resultado de esta suavización se muestra en la Figura 4.28.

Figura 4.28

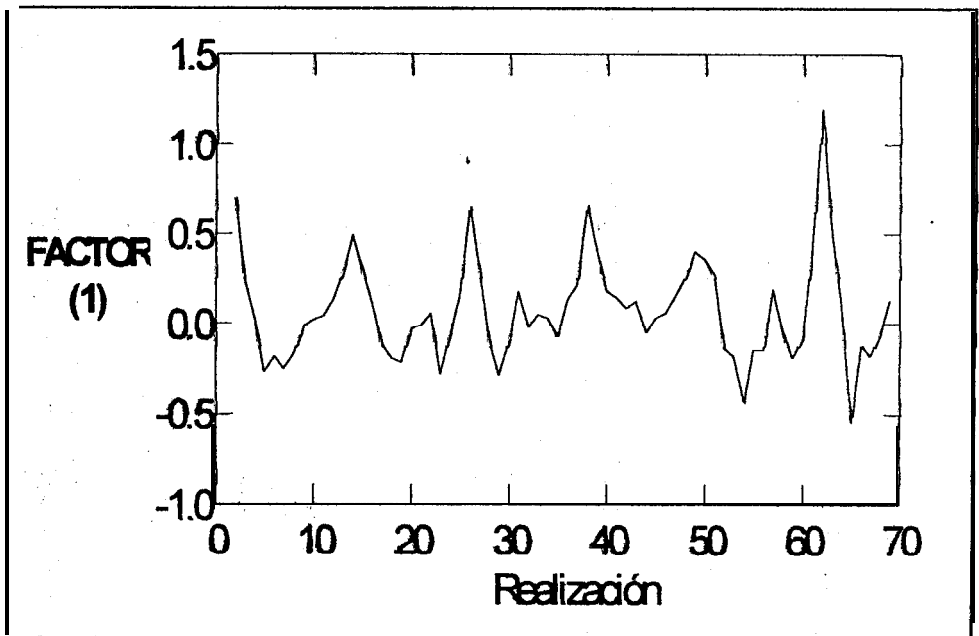
Suavización de la Serie Factor 1



Las fluctuaciones bruscas fueron eliminadas, y el resultado es más fácil de manejar, aunque se requerirá de una diferenciación estacionaria para estabilizar la media del proceso, la serie una vez diferenciada se muestra en la Figura 4.29., obsérvese que existen unos “picos” en las realizaciones 12 y 24 que podrían sugerir un comportamiento estacional, lo que puede ser explicado por el hecho de que algunos de los productos marinos industrializados que se exportan tienen épocas en las que su producción se acrecenta, pero para tomar una determinación, es necesario ver la estructura de autocorrelaciones de la serie.

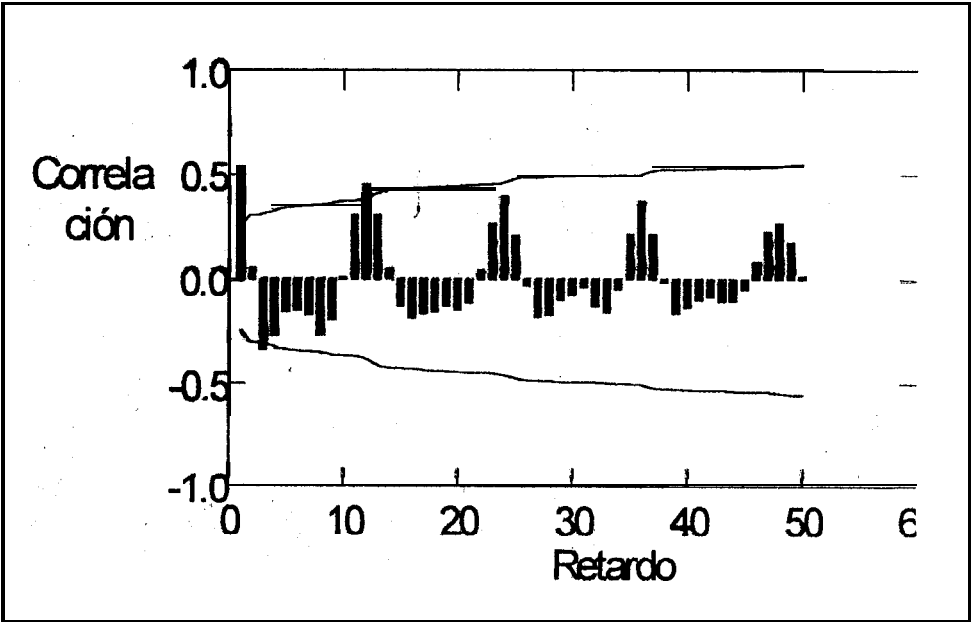
Figura 4.29

Serie Factor 1 con una diferencia estacionaria



La primera gráfica de **autocorrelaciones** encontramos en la Figura 4.30, en efecto, se comprueba el carácter estacional de las observaciones, por lo que inmediatamente se propone un parámetro estacional en la parte Media Móvil **SMA(1)**, lo mismo que en la parte no estacional **MA(1)** ya que la primera resulta significativa (sale del intervalo de **confianza** del 95%).

Figura 4.30
Autocorrelaciones estimadas para la Serie Factor (1)

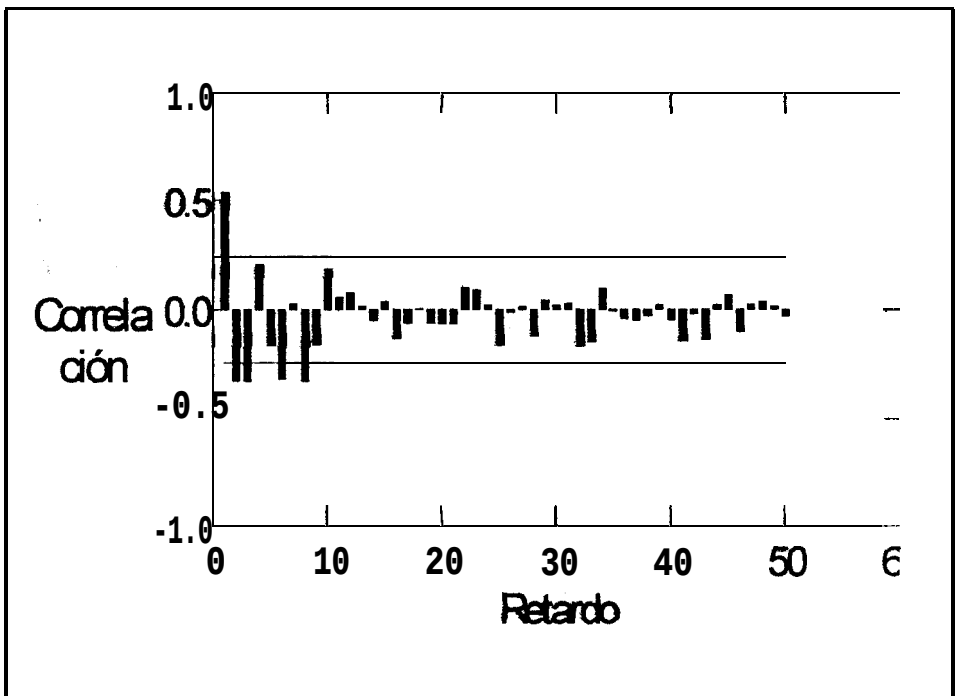


Las tres primeras barras de la gráfica de autocorrelaciones parciales son significativas, por lo que **se propone** tres parámetros **cómo** máximo en la parte auroregresiva del modelo, vemos que hay

otras dos barras que **sobresalen** del intervalo de confianza, pero no las vamos **a** tomar en cuenta ya que están separadas de las primeras, además, si son consideradas podríamos causar un problema conocido como “sobreparametrización”, que ocurre cuando ‘se propone demasiados coeficientes para la configuración del modelo.

Figura 4.31

Autocòrrelaciones parciales estimadas para la Serie Factor 1
(Con una diferencia estacionaria)



De **acuerdo** a lo expuesto anteriormente, el primer modelo que se va a proponer es un **SARIMA(3,1,1)(0,0,1)₁₂**, ya que tenemos una

diferencia estacionaria, una estacionalidad de orden 12, y los criterios de los parámetros.

En pruebas realizadas de manera preliminar se detectó que el modelo no satisfacía las condiciones de Student y de Box-Ljung, por lo que se tuvo que proponer otras formas del mismo, lo que resultó en las tres propuestas que se muestran a continuación:

- . **SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂**
- . **ARIMA(2,1,0)**
- . **ARIMA(2,1,1)**

El primero que vamos a evaluar es el modelo **SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂**, los resultados de las Pruebas de Student para la existencia de parámetros y de Box-Ljung de verificación de independencia de los residuos son mostrados en la Tabla LVI.

Como lo muestra la tabla, la propsci3n supera de manera satisfactoria las pruebas de Student y Box-Ljung, por lo que se puede concluir que: “El modelo es id3neo para la explicaci3n de las observaciones”.

Tabla LVI

Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo

SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂

Prueba de Student				
Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de	
			Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	1.1057	0.6079	1.6034
2	AR	-0.5257	-0.8168	-0.2347
3	SMA	0.4156	-0.1447	0.9760
Valor final de la MCE es: 0,0549				
Prueba de Box-Ljung		Estadístico Q= 23.793		
		Valor p=0.094		

Hay que tener en cuenta la Media cuadrática del Error para elegir entre este y los otros modelos seleccionados, en la Tabla LVII tenemos los resultados de las pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo **ARIMA(2,1,0)**, el segundo en la lista inicialmente propuesta.

Tabla LVII

Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo ARIMA(2,1,0)

Prueba de Student				
Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	0,7268	0,4914	0,9622
2	AR	-0.2983	-0.5338	-0.0629
Valor final de la MCE es: 0,0560				
Prueba de Box-Ljung		Estadístico Q= 28.604		
		Valor p=0.027		

Este modelo supera, igual que el anterior las pruebas de Student y Box-Ljung, pero la desventaja es que la Media Cuadrática del Error es mayor que la del SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂, así que será descartado.

Es el turno del modelo ARIMA(2,1,1), cuyos resultados en las pruebas ensayadas se muestran en la Tabla LVIII, en la que encontramos que las características de la estructura del mismo son bastante parecidas a las del modelo SARIMA(2,1,0)(0,0,1)₁₂, Lo

que puede significar que éste último puede ser sustituido por el modelo no **estacional**.

Tabla LVIII

Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo SARIMA(2,1,1)

Prueba, de Student				
Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de	
			Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	1.1057	0.6079	1.6034
2	AR	-0.5257	-0.8168	-0.2347
2	MA	0.4156	-0.1447	0.9760
Valor final de la MCE es: 0,0549				
Prueba de Box-Ljung		Estadístico Q= 28.604		
		Valor p=0.027		

Ya que los modelos SARIMA(2,1 ,0)(0,0, 1)₁₂ y ARIMA(2,1,1) coinciden en todos sus aspectos, (Estimación de la media cuadrática del error ,estimación de parámetrosy prueba de Box-Ljung) vamos a escoger la proposición del modelo no estacional

(habríamos escogido el modelo estacional en caso de haberse desarrollado una diferencia de este tipo).

Las características del modelo seleccionado (formalización de la configuración del modelo y resumen de pruebas) se muestran en la Tabla LIX, y los intervalos de predicción en la tabla LX, además se ilustran en la Figura 4.32.

Tabla LIX
Características del modelo SARIMA(2,1,1) en el ajuste de la serie correspondiente al primer factor.

Modelo:	$\nabla(X_t - 1.1057 X_{t-1} + 0.5257 X_{t-2}) = U_t - 0.1456 U_{t-1}$		
Estimación de la varianza (MCE):	0.0549		
Estadístico de Box-Ljung:	23.793		
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro Auto regresivo	Estimación 1.1057	Mínimo 0.6079	Máximo 1.6034
Intervalo de confianza del 95% para el segundo parámetro Auto regresivo	Estimación -0.5257	Mínimo -0.8168	Máximo -0.2347
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro Media Móvil	Estimación 0.4156	Mínimo -0.1447	Máximo -0.9760

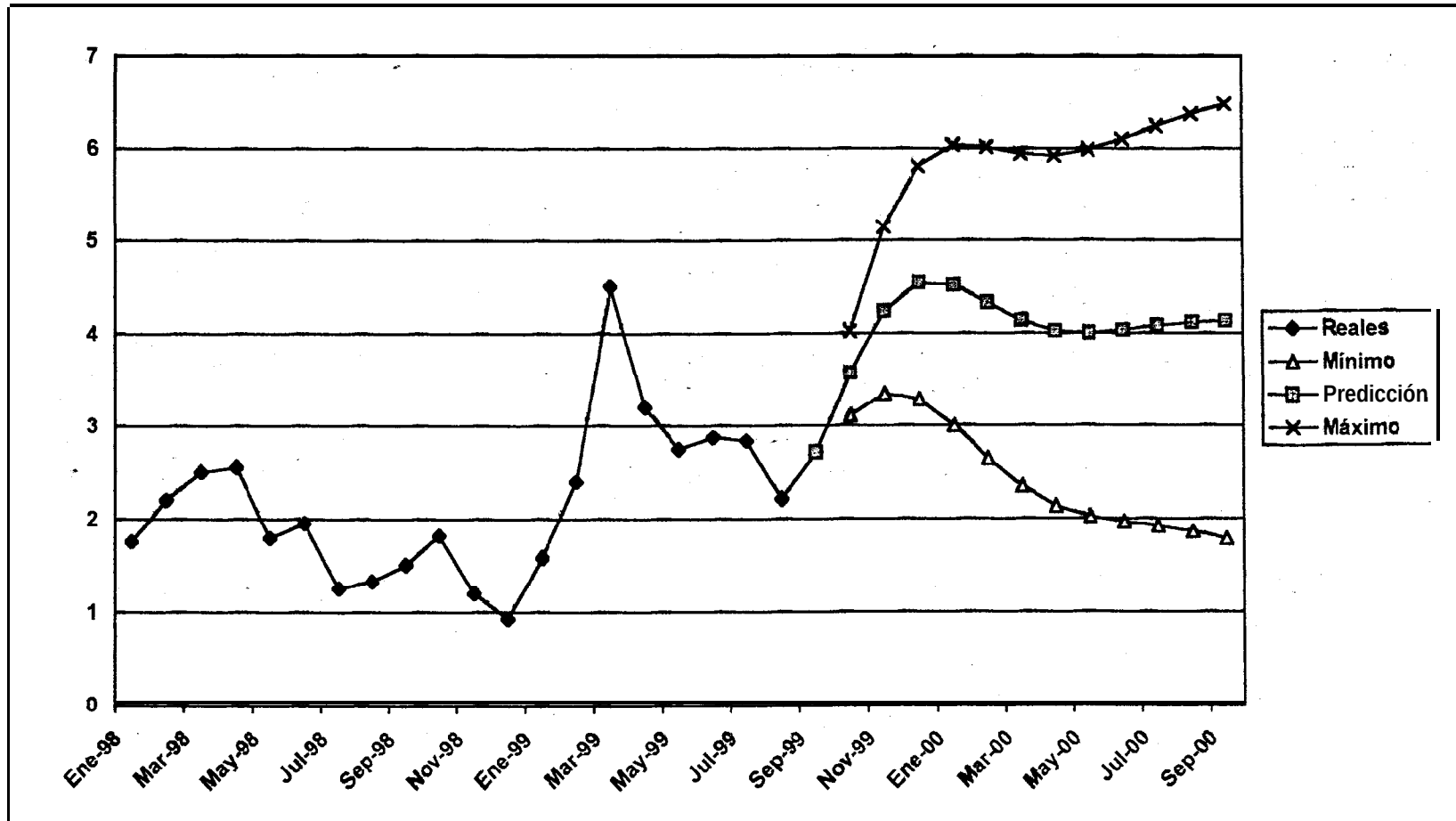
Tabla LX

Intervalos de Predicción para el modelo **ARIMA(2,1,1)** de la
Serie del Primer Factor

Período	Mínimo	Predicción	Máximo
Oct-1999	3.1098	3.5691	4.0284
Nov-1999	3.3432	4.2451	5.147
Dic-1999	3.2799	4.5435	5.8072"
Ene-2000	3.0013	4.5181	6.0349
Feb-2000	2.6495	4.3331	6.0166
Mar-2000	2.3424	4.1419	5.9413
Abr-2000	2.1351	4.0277	5.9203
May-2000	2.0217	4.0021	5.9824
Jun-2000	1.9631	4.0337	6.1043
Jul-2000	1.9178	4.0822	6.2466
Ago-2000	1.8599	4.1191	6.3783
Sep-2000	1.7829	4.1345	6.4861

Figura 4.32

Predicciones estimadas por el modelo $ARIMA(2,1,1)$ para la Serie del primer factor



4.3.5.2. **Modelación de la Serie Factor 2**

La segunda componente principal involucra el 21,69% de la información total contenida en la matriz de datos, y junto con la primera componente acumulan el 53.364% del total, está altamente correlacionada con las variables: Exportación camaronera (0.7642), Temperatura promedio de la superficie marina(0.8109) y salinidad promedio(-0.8445), en esta parte se desarrolla el método de Box y Jenkins para el análisis temporal de esta nueva serie, para encontrar los parámetros y formas de los modelos que definen su comportamiento.

Hemos centrado a la serie (no se necesitó transformaciones adicionales), y observando la estructura de sus autocorrelaciones, hemos encontrado las siguientes proposiciones para los modelos:

- . ARMA(2,3)
- . ARMA(2,2)
- . ARMA(1,1)

Entre los cuales, ha resultado seleccionado el modelo ARMA(1,1) por reunir las mejores condiciones para la modelación de la serie, en la Tabla 4.32 se muestra los resultados de las Pruebas de

Student para existencia de parámetros y Box-Ljung para independencia de los ruidos blancos.

Tabla LXI

Pruebas de Student y Box-Ljung para el modelo ARMA(1,1)

Prueba de Student				
Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de	
			Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	0.854	0.705	1.003
2	MA	-0.351	-0.562	-0.140
Valor final de la MCE es: 0,407				
Estadístico Q= 17.659				
Prueba de Box-Ljung			Valor p=0.344	

De los modelos propuestos , el **ARMA(1,1)** es el único que pasa las pruebas de Student y Box-Ljung de manera favorable, por lo que será escogido para la **modelación** de los datos y la generación de las predicciones, sus características se resumen en la tabla LXII.

Tabla LXII

**Características del modelo ARMA(1,1) que explica la serie de la
segunda componente**

Modelo:	$X_t - 0.854 X_{t-1} = U_t + 0.351 U_{t-1}$		
Estimación de la varianza (MCE);	0.407		
Estadístico de Box-Ljung:	17.659		
Intervalo de confianza del 95% para el segundo parámetro Auto regresivo	Estimación 0.854	Mínimo 0.705	Máximo 1.003
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro Media Móvil	Estimación -0.351	Mínimo -0.562	Máximo -0.140

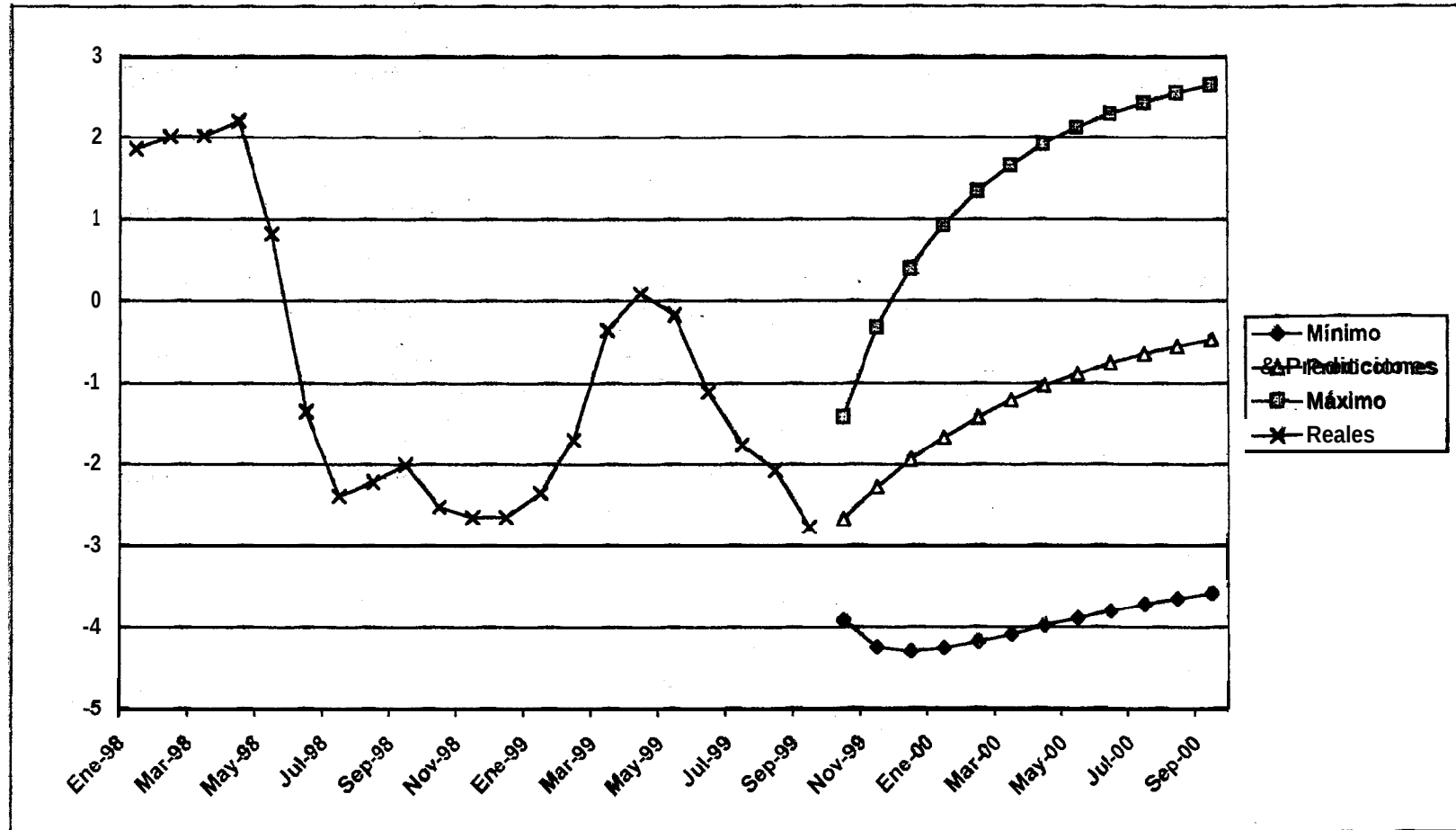
Tabla LXIII

**Intervalos de Predicción para el modelo ARMA(1,1) de la Serie
del Segundo Factor**

Período	Mínimo	Predicción	Máximo
Oct-1999	-3.914	-2.663	-1.412
Nov-1999	-4.233	-2.274	-0.316
Dic-1999	-4.286	-1.942	0.401
Ene-2000	-4.248	-1.659	0.93
Feb-2000	-4.17	-1.417	1.337
Mar-2000	-4.078	-1.21	1.658
Abr-2000	-3.982	-1.033	1.915
May-2000	-3.889	-0.883	2.123
Jun-2000	-3.801	-0.754	2.293
Jul-2000	-3.721	-0.644	2.433
Ago-2000	-3.648	-0.55	2.549
Sep-2000	-3.584	-0.47	2.645

Figura 4.33

Predicciones estimadas por el modelo ARMA(1,1) para la Serie del segundo factor



4.3.5.3. Modelación de la Serie Factor 3

La tercera componente principal involucra el 17,809% de la información total contenida en la matriz de datos, y, junto con la primera y la segunda componente acumulan el 71,174% del total contenido en la matriz de datos, está altamente correlacionada con las variables: Exportaciones ecuatorianas totales(0.6239), Precios internacionales(0.7973) y balanza comercial(0.8601).

Para encontrar los parámetros que definen el modelo que ajusta la serie, se ha centrado las observaciones, y debido a que la serie no tenía carácter estacionario se debió desarrollar una primera diferencia, y, ya que se encontró una estacionalidad semestral se practicó una diferencia de orden 6.

Observando las características de la estructura de autocorrelaciones de la serie, se propuso los modelos:

- SARIMA(0,1,2)(1,1,1)₆
- SARIMA(0,1,2)(1, 1,0)₆
- SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆
- SARIMA(1,1,0)(0,1,1)₆
- SARIMA(0,1,0)(0,1,1)₆

Entre estos modelos se rechazó en primera instancia el modelo **SARIMA(1,1,2)(1,1,1)₆**, los otros modelos cumplían de manera satisfactoria las pruebas de Student y de Box-Ljung, pero, se escogió el modelo **SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆** ya que representaba la menor Media cuadrática del Error, en la Tabla LXIV se muestra los resultados de las pruebas de Student sobre la existencia de parámetros y la de Box-Ljung para la independencia del ruido blanco.

Tabla LXIV

Pruebas para el modelo SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆

Prueba de Student				
Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	MA	-0.796	-1.038	-0.554
2	MA	-0.615	-0.801	-0.43.
3	SAR	-0.537	-0.782	-0.292
Valor final de la MCE es: 0.088				
Prueba de Box-Ljung		Estadístico Q = 18.382		
		Valor p = 0.302		

Este resultado nos permite hacer las conclusiones: “La tercera componente principal es una serie artificial cuyo comportamiento se justifica a través del modelo SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆” y “Los ruidos blancos del modelo postulado son independientes”. En la tabla LXV se muestra las características del modelo escogido.

Tabla LXV
Características del modelo SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆ para el ajuste de la Serie correspondiente al Tercer factor

Modelo:	$\nabla(X_t + 0.537 X_{t-6}) = \nabla^6 (U_t + 0.796 U_{t-1} + 0.615 U_{t-2})$		
Estimación de la varianza (MCE):	0.088		
Estadístico de Box-Ljung:	38.382		
Intervalo de confianza del 95% para el primer parámetro Media móvil	Estimación -0.796	Mínimo -1.038	Máximo 1.6034
Intervalo de confianza, del 95% para el segundo parámetro Media móvil	Estimación -0.615	Mínimo -0.801	Máximo -0.43
Intervalo de confianza de 95% para el parámetro estacional auto regresivo	Estimación -0.537	Mínimo -0.782	Máximo -0.292

Con esto, ya se puede pasar a la fase de predicciones, en la Tabla LXVI tenemos los intervalos de predicción del 95% de confianza, y en la Figura 4.34 se ilustra estos intervalos.

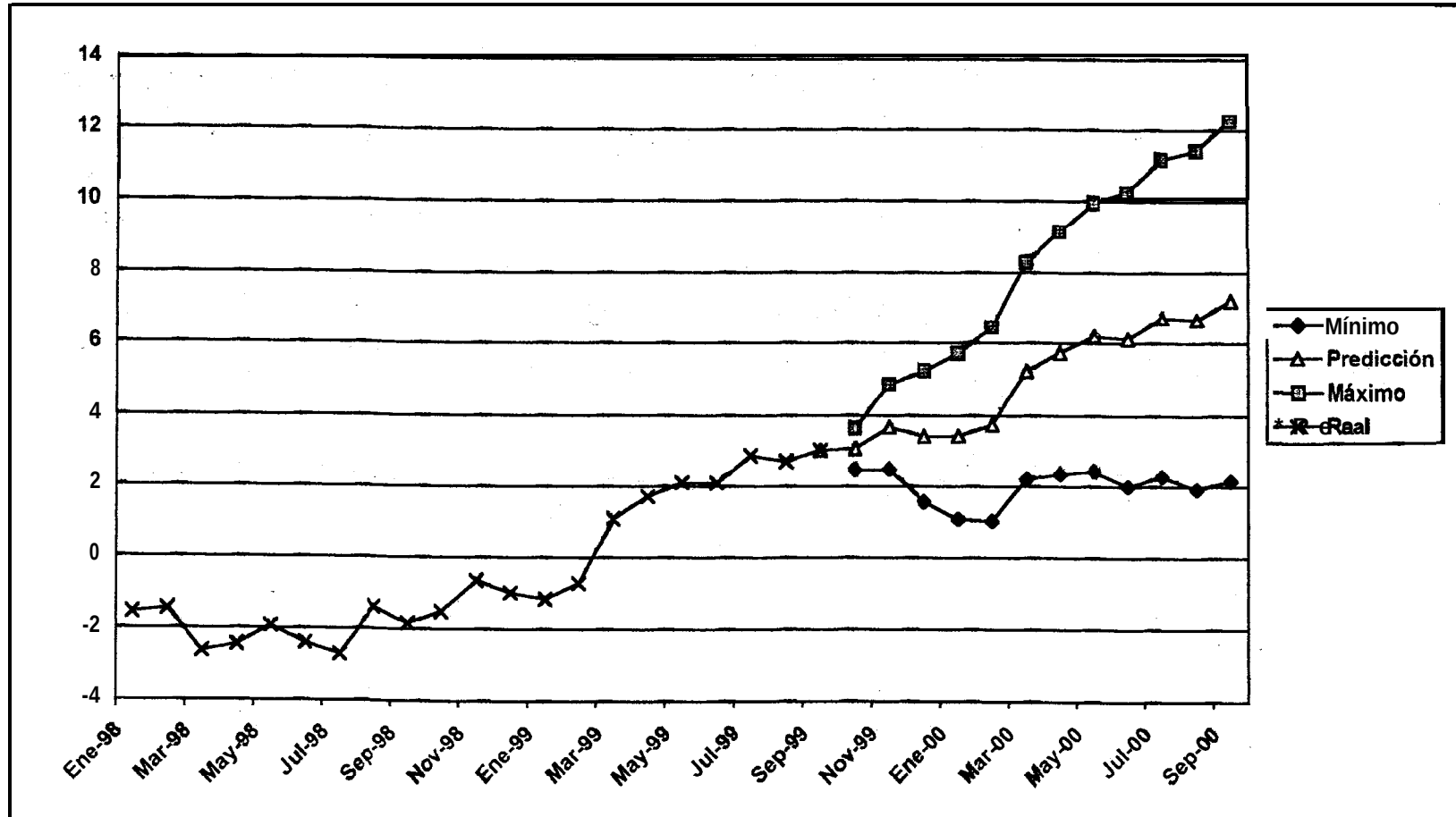
Tabla LXVI

Intervalos de Predicción para el modelo $SARIMA(0,1,2)(1,1,0)_6$
de la Serie del Tercer Factor

Periodo	Mínimo	Predicción	Máximo
oct-1999	2.47	3.05	3.63
Nov-1999	2.485	3.677	4.869
Dic-1999	1.568	3.406	5.243
Ene-2000	1.109	3.418	5.727
Feb-2000	1.048	3.747	6.447
Mar-2000	2.201	5.241	8.281
Abr-2000	2.349	5.746	9.144
May-2000	2.429	6.189	9.949
Jun-2000	2.003	6.123	10.242
Jul-2000	2.281	6.732	11.182
Ago-2000	1.917	6.675	11.434
Sep-2000	2.172	7.219	12.266

Figura 4.34

Predicciones estimadas por el modelo $SARIMA(0,1,2)(1,1,0)_6$ para la Serie del Tercer factor



4.3.5.4. Modelación de la Serie Factor 4

La última componente principal tomada en cuenta está asociada con el 10.89% de la variabilidad total, y junto con las tres componentes que la preceden, acumula el 82.064% de la variabilidad de la matriz de datos, está altamente correlacionada solo con la variable Inflación mensual, de la cual toma el nombre.

Para desarrollar la **modelación** de la serie en cuestión se requirió además de centrar los datos, una diferencia de tipo estacional de orden 6, la estructura de correlaciones resultante permitió proponer los siguientes modelos:

- . **SARIMA(1,0,1)(1,1,1)₆**
- **SARIMA(1,0,0)(1,1,1)₆**
- . **SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₆**
- . **SARIMA(1,0,0)(1,1,0)₆**

Entre estos modelos se escogió el **SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₆** que realizaba las proyecciones más generosas, aunque la media cuadrática del error debida al mismo. no' era la mínima entre las propuestas que inicialmente se hicieron.

En la Tabla LXVII se muestra los resultados de la prueba de Student de existencia de parámetros y la prueba de Box-Ljung de independencia de residuos, solo para demostrar que el modelo reúne las condiciones para la **modelación** de las realizaciones de la serie.

Tabla LXVII

Resultados de las pruebas de Student y Box-Ljung del modelo SARIMA(1,0,0)(0,1,1) para ajustar la serie correspondiente a la cuarta componente principal.

Indice	Tipo	Estimación	Intervalo de	
			Confianza del 95%	
			Mínimo	Máximo
1	AR	0.625	0.418	0.832
2	SMA	0.726	0.548	0.903
Valor final de la MCE es: 0,0549				
Prueba de Box-Ljung		Estadístico Q = 12.177		
		Valor p = 0.732		

La conclusión inherente a estos resultados se puede escribir como “La cuarta componente principal define una serie que se puede representar a través de un modelo SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₆”, el valor

p de la prueba de Box-Ljung es bastante alto, lo que asegura definitivamente la independencia de los residuos asociados con el modelo.

Las características del modelo escogida se han resumido en la Tabla LXVIII y finalizamos la investigación presentando los intervalos de 95% de confianza para las predicciones generadas, en la Tabla LXIX, y graficándolos en la Figura 4.35.

Tabla LXVIII

Características del modelo SARIMA(1,0,0)(0,1,1)₆ en el ajuste de la serie correspondiente al cuarto factor.

Modelo:	$X_t - 0.625 X_{t-1} = \nabla^6(U_t - 0.726 U_{t-6})$		
Estimación de la varianza	0.0549		
Estadístico de Box-Ljung:	12.177		
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro Auto regresivo	Estimación	Mínimo	Máximo
	0.625	0.418	0.832
Intervalo de confianza del 95% para el parámetro estacional Media Móvil	Estimación	Mínimo	Máximo
	0.726	0.548	0.903

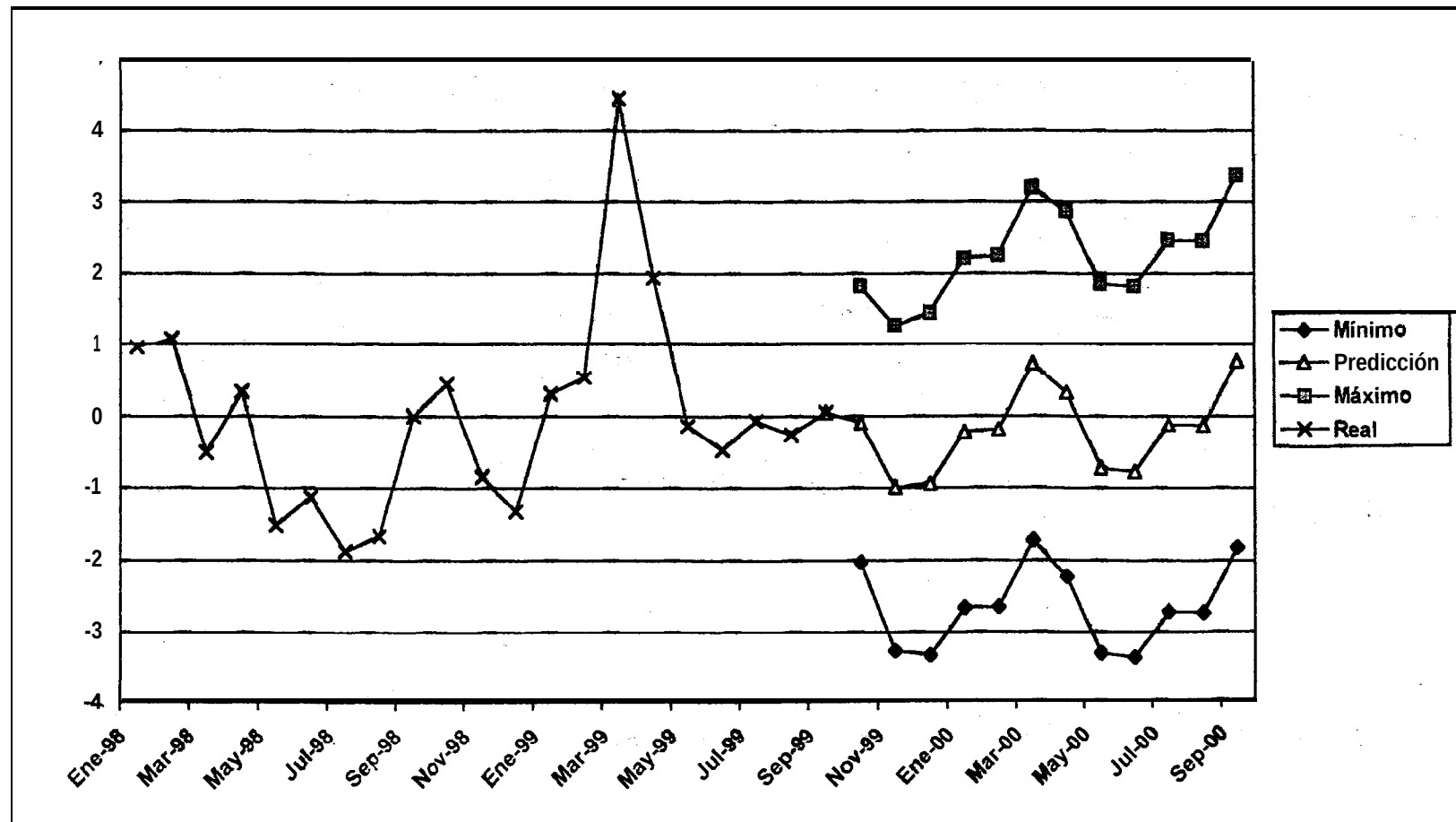
Tabla LXIX

Intervalos de Predicción para el modelo SARIMA(I ,O,O)(O,I ,1)₆
de la Serie del Cuarto Factor

Período	Mínimo	Predicción	Máximo
Oct-1999	-2.031	-0.103	1.825
Nov-1999	-3.263	-0.99	1.283
Dic-1999	-3.329	-0.934	1.461
Ene-2000	-2.67	-0.229	2.211
Feb-2000	-2.657	-0.199	2.259
Mar-2000	-1.727	0.738	3.203
Abr-2000	-2.223	0.324	2.872
May-2000	-3.302	-0.723	1.856
Jun-2000	-3.359	-0.767	1.824
Jul-2000	-2.721	-0.125	2.471
Ago-2000	-2.732	-0.134	2.464
Sep-2000	-1.82	0.778	3.377

Figura 4.35

Predicciones estimadas por el modelo $SARIMA(1,0,0)(0,1,1)_6$ para la Serie del Cuarto factor



CONCLUSIONES

1. El método de cultivo preponderante en el Ecuador es el sistema **Semi-extensivo**, según la información acerca de prácticas de producción que se conoce, hasta el año de 1998 el 60% de los productores camaroneros utilizaban este sistema, en tanto que el 40% restante preferían el sistema extensivo.
2. La acuicultura del camarón se ha impuesto notablemente en la composición de **la** producción del recurso, desplazando la proveniente de la flota, en el año de 1976 el cultivo contribuía con el 15% de la producción total, mientras que en el año de 1999 se calcula que la producción proveniente de camaroneras **comprende** el **94,1%** del total.
3. La actividad se desarrolla en mayor intensidad en la provincia del Guayas, prueba de esto, es que en esta región se encontró hasta el mes de Julio de 1999, el mayor número de laboratorios (**165**), y el último registro que se conoce (1995) de hectáreas dedicadas al cultivo en Guayas es de 104.377 has. lo que representa el **58,62%**.

4. El comercio internacional de nuestro producto se desarrolla en base a tres grandes compradores: Estados Unidos, país donde se destinó el **49,89%** de nuestras exportaciones, en segundo lugar está el continente Europeo, el cual captó el **28,25%**, y luego está el continente Asiático, con una participación del **16,43%** de lo exportado en 1999.
5. El mayor exportador de nuestro país en el año de 1999 es la empresa Promarisco cuyo volumen de exportación entre enero y noviembre fue de 62'615.652 US\$ FO6 lo que representa el **10,42%** del total.
6. El mejor año que ha tenido la industria camaronera ha sido 1998, en el que se produjo el mayor volumen en la historia del Ecuador (159.877 Toneladas Métricas).
7. El peso de la actividad camaronera descansa en mayor parte en la empresa privada, el estado ha contribuido con la concesión de tierras, y formulación de políticas crediticias.
8. Las políticas económicas establecidas por el gobierno influyen de forma directa en las exportaciones de camarón, tal es así que en una prueba de tablas de contingencias realizada encontramos que las exportaciones y la tasa de inflación interactúan de forma activa.

9. La “Mancha Blanca” es la principal causa de la reducción en la producción ecuatoriana en la última época, de hecho si se compara las exportaciones de 1999 con las de 1998 se encuentra una disminución del 41%.

10. El modelo que mejor se ajusta a las observaciones es un **ARIMA(2,1,1)**, las predicciones debidas a este modelo indica que las exportaciones camaroneras experimentarán un repunte en los últimos meses de 1999, y en lo que corresponde al año 2000 tenderán a estabilizarse.

;

11. La tala de manglar, cuyo crecimiento se había acrecentado indiscriminadamente desde el inicio de la actividad camaronera, ha experimentado un ligero descenso, lo cual avizora un futuro esperanzador para este recurso, en efecto la información proporcionada por la Subsecretaría de Desarrollo Sostenible del Ministerio de Medio Ambiente indica que se ha presentado un aumento de **3035,78** Has. de manglar entre 1995 y 1999.

12. El comportamiento de la industria está determinado por cuatro factores básicos, definidos por. las siguientes componentes principales:

$$Y_1 = 0.3387 X_1 + 0.0701 X_2 + \dots + 0.1472 A_1 - 0.2708 A_2$$

$$Y_2 = 0.3481 X_1 + 0.4295 X_2 + \dots + 0.4374 A_1 - 0.4344 A_2$$

$$Y_3 = -0.1858 X_1 + 0.3258 X_2 + \dots - 0.3090 A_1 + 0.2196 A_2$$

$$Y_4 = -0.4095 X_1 - 0.3411 X_2 + \dots + 0.3518 A_1 - 0.1141 A_2$$

Las formulaciones de las componentes principales mostradas definen respectivamente cada uno de **los** siguientes factores:

Producción de Industrializados

Producción Camaronera

Exportaciones Totales

Inflación.

13. El primer factor encontrado, explica el **31,67%** de la variabilidad contenida en la matriz original' de **observaciones**, mientras que los tres primeros componentes explican el **71,17%** de la variabilidad, pero se escogió una solución de componentes que utiliza el **82,06%**.

14. Existe una relación no lineal entre las **variables** ambientales, temperaturas marinas y salinidad promedio en la costa ecuatoriana y las exportaciones camaroneras, es decir, estas últimas influyen en **el** comportamiento de la curva de exportaciones, dicha relación no puede ser medida por el coeficiente de correlación lineal, pero las variables se encontraron

agrupadas en el mismo factor cuando se aplicó la técnica de componentes principales, registrándose las siguientes cargas en el segundo factor:

Exportaciones Camaroneras: 0.7642

Salinidades Promedio: -0.8445

Temperaturas marinas superficiales promedio: 0.8109

15. Cada una de las componentes obtenidas en la solución de componentes principales generó una serie artificial y estas series fueron modeladas obteniéndose los siguientes resultados:

- Primera componente: **ARIMA(2,1,1)**
- Segunda componente: **ARMA(1,1)**
- Tercera componente: **SARIMA(0,1,2)(1,1,0)₆**
- Cuarta componente: **SARIMA(1;0,0)(0,1,1)₆**

RECOMENDACIONES

1. Existe un alto nivel de dificultad en la obtención de datos de registros administrativos fiscales y privados, es necesario que se instale un verdadero sistema estadístico nacional, cuya base de datos podría ser administrada por el contingente de investigadores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.
2. Fomentar la aplicación de técnicas estadísticas de control en piscinas de cultivo, ya que en la investigación que hemos desarrollado, hemos encontrado que los productores, sobre todo los pequeños, siguen técnicas rudimentarias.
3. De la misma manera, es conveniente mantener un control de empresas en funcionamiento, camaroneras en operación, etc, es decir, mantener un inventario de empacadoras, laboratorios, pescadores artesanales, etc,.. para lo cual se recomienda la elaboración de un censo camaronero, con la finalidad de satisfacer estas necesidades.

4. Intensificar la investigación de técnicas de cultivo **semi-intensivas** y mejor aún, intensivas para aumentar la productividad por hectárea en camaroneras, ya que no se ha aprovechado al máximo el espacio utilizado.
5. Acentuar el control de normas de **calidad** como las HACCP (Hazard and **Critical** Control Points), no solo en empacadoras, también en zonas de cultivo para la prevención oportuna de epidemias, que a través del tiempo han causado efectos devastadores en la producción.
6. Algunas de las modelaciones no surtieron los efectos que se esperaba, se recomienda un, estudio similar en el que se considere modelaciones alternativas de Series de tiempo, como ARCH y GARCH o modelos Threshold, sobre todo en lo que respecta a variables de tipo económico.
7. Se debe considerar un estudio posterior en el que se tome en cuenta la **dolarización** iniciada en el Ecuador desde Enero ~~del~~ 2000 y que no ha sido incluida en esta investigación.
8. Esta industria mueve en promedio el 16% de las exportaciones ecuatorianas, por lo tanto no hay que descuidar su desarrollo, y tomar en cuenta las recomendaciones aquí presentadas.

APENDICE

APENDICE A
MATRIZ DE DATOS

Fecha	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	A ₁	A ₂
Ene-94	33844	242249	10710	4.75	2081.25	78.4	8	1.69	27.5	29
Feb-94	36027	253993	11422	5	2067.6	61.6	-32	3.95	28.20	21
Mar-94	48398	303402	12956	5.3	2120.55	83.7	76	2.7	28.19	17
Abr-94	40670	270766	7779	5.7	2160.55	86.2	33	2.99	28.08	16
May-94	52511	313258	9267	5.75	2169.6	87.4	1	1.39	27.38	18
Jun-94	51542	292139	7216	5.7	2180	88.8	3	1.49	25.28	19
Jul-94	49870	356394	7277	5.55	2198.15	89.3	46	0.68	23.82	22
Ago-94	48774	359605	6447	5.5	2242.45	90.7	56	1.46	24.03	24
Sep-94	37441	396770	7374	5.5	2264.9	92.3	87	1.88	24.62	28
Oct-94	48878	368851	7979	5.55	2278.45	93.4	89	1.19	24.9	30
Nov-94	57799	346445	5967	5.55	2302.4	95.4	99	2.14	25.29	33
Dic-94	45235	339330	8033	5.5	2296.5	96.6	88	1.26	26.53	34
Ene-95	38635	330054	9595	5.5	2347.65	99.5	-7	3	27.94	30
Feb-95	52053	343009	9607	5.55	2389.35	100.7	-3	1.21	28.42	21
Mar-95	58917	383859	12304	5.25	2407.45	102.7	-2	1.99	26.82	22
Abr-95	57088	387955	9804	5.5	2432.9	105.4	83	2.83	28.61	21
May-95	63748	390567	9041	5.6	2457.4	107.4	15	1.9	27.15	21
Jun-95	67341	357999	8725	5.5	2532.05	108.7	37	1.21	26.61	22
Jul-95	56008	337243	10604	5.4	2574.55	109.4	39	0.64	25.52	24
Ago-95	54824	390046	9636	5	2592.95	110.6	87	1.1	24.75	26
Sep-95	67180	357061	10138	4.9	2631.95	113.4	-9	2.44	25.17	29
oct-95	61261	379390	10112	4.5	2680.1	114.8	-10	1.32	25.55	31
Nov-95	57499	391258	11644	4.5	2816.65	116.6	61	1.48	25.97	33
Ix-95	38941	362783	9842	4.7	2916.7	118.7	83	1.8	26.36	35
Ene-96	44756	362107	9629	4.75	2923.4	121.5	15	2.45	27.75	34
Feb-96	45423	346659	13207	4.75	2950.3	124.6	72	2.47	28.23	25

APENDICE A (Continuación)
MATRIZ DE DATOS

Fecha	X₁	X₂	X₃	X₄	E₁	E₂	E₃	E₄	A₁	A₂
Mar-96	59807	418878	13508	4.75	3022.75	128.2	111	3.45	28.8	18
Abr-96	49496	396059	9808	5.12	3071.7	131.8	66	2.81	27.89	18
May-96	52634	397984	9382	5.25	3116.5	131.5	169	-0.3	26.98	20
Jun-96	52106	378347	14014	5.1	3138.4	133.4	90	1.52	24.87	23
Jul-96	54242	399457	13083	5.1	3177.1	135.7	86	1.72	23.47	25
Ago-96	51961	428829	15777	5.1	3270.6	138.4	159	1.99	24.18	25
Sep-96	51227	435575	12434	5.2	3295.1	141.7	1 8 1	2.38	24.78	27
Oct-96	53530	436927	14388	5.3	3322.45	143.9	85	1.55	25.3	31
Nov-96	64037	452058	13252	5.35	3404.85	147.1	152	2.22	25.47	32
Dic-96	50415	437154	11336	5.4	3591.6	149	166	1.29	25.92	32
Ene-97	51046	399983	10466	5.8	3672.3	158.6	-9	8.44	26.86	34
Fsb-97	53774	415108	15313	5.8	3738.55	164.1	122	3.47	26.05	27
Mar-97	74984	457761	16981	6	3783.45	166.5	124	1.46	28.76	20
Abr-97	78676	449393	12559	5.9	3833.65	169.9	89	2.04	28.71	16
May-97	70217	453194	12372	6	3897.45	172.5	91	1.53	28.92	15
Jun-97	78953	419689	18930	5.85	3953.95	174.8	55	1.39	28.39	15
Jul-97	75704	441698	16230	5.75	4018.4	178.5	43	2.06	27.88	16
Ago-97	84765	477234	14150	5.7	4087.15	180.9	56	1.34	27.62	16
scp-97	77829	442496	17864	5.85	4129.65	185.1	49	2.32	27.19	20
oct-97	83793	447420	16757	5.75	4194.95	188.5	-45	1.84	27.21	21
Nov-97	77522	443857	16552	5.7	4277.35	191.1	39	1.38	28.72	16
m - 97	78717	416532	16882	5.6	4393.2	194.7	4	1.88	29.12	10
Ene-98	83966	386729	18136	5.5	4494.45	202.5	-42	4.01	30.02	4.61
Feb-98	74687	381589	18737	5.25	4537.2	211.7	39	4.54	30.21	3.56
Mar-98	89340	391245	19925	5	4658.2	217.5	-62	2.74	30.18	3.68
Abr-98	91555	384328	16081	5	4958.35	227	-45	4.37	30.39	3.26

APENDICE A(Continación)
MATRIZ DE DATOS

Fecha	X₁	X₂	X₃	X₄	E₁	E₂	E₃	E₄	A₁	A₂
May-98	94464	373831	16531	5	5149.2	231	-86	1.76	27.33	13
Jun-98	77443	338642	25231	4.5	5234	237.7	-111	2.9	26.24	19
Jul-98	67427	311210	25543	4.5	5300.35	239.8	-197	0.8	25.59	24
Ago-98	68976	321747	26078	4.8	5430.05	242.7	-92	1.29	-24.59	25
Sep98	80123	332054	20718	4.8	5882.25	255	-149	5.07	24.69	20
Oct-98	60589	338457	22494	4.75	6619.7	271.5	-126	6.47	25.31	29
Nov-98	63312	318535	23177	4.75	6439.8	277.1	-22	2.06	25.53'	33
Dic-98	60577	324685	22184	4.75	8578.85	279.2	-82	0.76	26.2	35
Ene-99	55015	307175	22610	4.75	7119.35	288.1	-41	3.19	27.5	29
Fab-99	59867	297743	25983	4.8	7757.32	295.8	71	2.67	28.26	21
Mar-99	66863	378260	21085	5.25	10475.43	335.7	221	13.49	28.19	18
Abr-99	61121	362099	19690	5.85	9406.58	354.3	185	5.54	28.08	16
May-99	60915	377072	23366	5.8	8977.01	357.4	190	0.87	27.38	1%
Jun-99	73408	358369	19711	5.5	10832.93	363.8	177	1.79	25.28	22.
Jul-99	60859	370879	20362	5.8	11695.52	374.9	154	3.05	23.82	28
Ago-99	42510	348900	20979	5.75	11181.81	376.9	142	0.53	24.03	20
Sep99	39414.76	358630	26613	5.73	12052.31	383.5	154	1.75	24.62	29

BIBLIOGRAFIA

- 1 BOX G., JENKINS G., REINSEL G., "Time Series Analysis, Forecasting and Control", Third edition, Prentice Hall, New Jersey, 1994 pp 46-52, 69-87, 89-129.
- 2 CÁMARA DE PRODUCTORES DE CAMARÓN, "Libro Blanco del camarón", Octubre 1993, Codemet S.A.
- 3 CLIRSEN, "Informe técnico del estudio multitemporal de manglares, camaroneras y áreas salinas", año de 1995
- 4 COSTA E., "Manejo costero integrado en el Ecuador", Primera Edición, Programa de manejo de recursos costeros, 1995
- 5 FREUND JOHN, WALPOLE RONALD, Estadística Matemática con aplicaciones, Cuarta Edición, Editorial Prentice Hall, 1990
- 6 HAIR J., ANDERSON R., TATHAM R., BLAAR W., "Multivariate Data Analysis", Fifth edition, Prentice Hall, 1998.

- 7 JOHNSON R., WICHERN D., "Applied Multivariate Statistical Analysis", Fourth Edition, Prentice Hall, 1998
- 8 LOESCH H., AVILA Q., "Claves para la identificación de camarones peneidos de interés comercial en el Ecuador", Boletín científico y técnico del Instituto nacional de pesca, Volumen 1, Número 2, 1984
- 9 MARTÍNEZ LUIS, "Camaronicultura: Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos", Primera Edición, AGT Editor S.A, 1993
- 10 MILLER I., FREUND J., JOHNSON R, "Probabilidad y estadística para ingenieros", Cuarta Edición, Prentice Hall, 1992
- 11 SOLUÁP ENER, "Compendio del manejo y engorde de camarones *Penaeus* en cautiverio", Editorial Caupolicán, 1994
- 12 www.cna.gu.pro, Página web de la Cámara Nacional de Acuacultura, información estadística y de caracterización global de la industria.
- 13 www.corpei.org, Página web de la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones, sección "Ecuador y la actividad camaronera".