

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas



Modelo de Redes Neuronales para pronóstico de Series de Tiempo

TESIS

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas

Tejeda Medrano, Brucele Rod

Lima, Perú

Octubre 2006

©2006 - Tejeda Medrano, Brucele Rod

Todos los derechos reservados.

Modelo de Redes Neuronales para pronóstico de Series de Tiempo

Resumen

xxx xxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx x xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxx x xxx xxx xxxxxxx xxxxx xxx x xx xxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx x xxx
xxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xxxxxx xxx x xxx xxx xxx xxxxx

xxx xxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx x xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxx x xxx xxx xxxxxxx xxxxx xxx x xx xxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx x xxx
xxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xxxxxx xxx x xxx xxx xxx xxxxx

xxx xxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx x xxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxx x xxx xxx xxxxxxx xxxxx xxx x xx xxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx x xxx
xxxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xxxxxx xxx x xxx xxx xxx xxxxx

Neural Network Models for Time Series Forecasts

Abstract

xxx xxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx x xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxx x xxx xxx xxxxxxxxx xxxxx xxx x xx xxxxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx x xxx
xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xxxxxx xxx x xxx xxxxx xxxxx xxxxx

xxx xxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx x xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxx x xxx xxx xxxxxxxxx xxxxx xxx x xx xxxxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx x xxx
xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xxxxxx xxx x xxx xxxxx xxxxx xxxxx

xxx xxxxx xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx x xxxxx xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx
xxxxxxxx xxxxxxxxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxx xxx xxxxxxxxxxxxxx xxxxx
xxxxxx xxxxx x xxx xxx xxxxxxxxx xxxxx xxx x xx xxxxx xx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx x xxx
xxxxxxxx xxxxxxxx xxxxx xxxxxxx x xxxxxxxx xxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxxxx xxxxx xxxxx
xxxxxx xxx x xxx xxxxx xxxxx xxxxx

Contenido

Título	i
Resumen	iii
Abstract	iv
Tabla de contenidos	v
Lista de Figuras	vi
Lista de Tablas	vii
Agradecimientos	viii
Dedicatoria	ix
1 Introducción	1
2 Definición del problema	3
2.1 Problema principal	3
2.2 Problemas secundarios	4
2.2.1 Primer problema	5
2.2.2 Segundo problema	5
3 Marco teórico	6
4 Ecuaciones	7
5 Listas	8
6 Conclusiones y recomendaciones	9
Bibliografía	10
A Código del programa	11

Lista de Figuras

2.1	Serie de tiempo	3
2.2	Componentes de una Serie de Tiempo	4

Lista de Tablas

3.1	Tablita de ejemplo	6
-----	------------------------------	---

Agradecimientos

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX

*En esta parte se coloca la,
dedicatoria... xxx xxx xxxx xx,
xxx xxxxxxx xxxxxx.*

Capítulo 1

Introducción

XXX XXXXX XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXX XXXX XXXXX X XXXXX XXX XXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXXXX XXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXXX XXXXX XXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX X XXX XXX XXXXXXXX XXXXX XXX X XX XXXX XX XXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXX X XXX XXXXXXX XXXXXXXX XXXXX XXXXXXX X XXXXXXXX XXX XXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXX X XXX XXXX XXXX XXXXX

XXXXXXXX XXXX XXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX
XXXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX
XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX

XXXXXXXX XXXX XXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX
XXXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX
XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX

XXXXXXXX XXXX XXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX

XXX XXX XXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXX XXX XXXX XXXX
XXXXX X XXXXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXX XXXX
XXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXX XXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX
XXXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX
XXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXX XXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX zzzzzz¹

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX
XXXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX
XXXX XXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXX XXXXX X XXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXX XXXXX

¹Esto es una nota que se pone para...

Capítulo 2

Definición del problema

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX

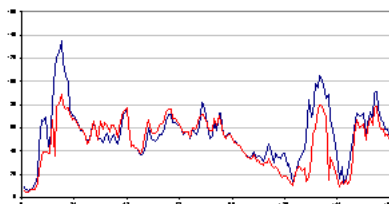


Figura 2.1: Serie de tiempo

2.1 Problema principal

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX

XXXX XXXXX XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXX
 XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXX XXXXX X XXXXXXXX XXXXXX
 XXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXX
 XXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX

2.2 Problemas secundarios

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXXX XXXX XXX
 XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX
 XXXXX X XXXXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX
 XXXX XXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXX
 XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXX X XXXXXXXX XXXXXX
 XXXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXX XXXX XXXXX XXXXX XXXXXX
 XXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXX XXXXX

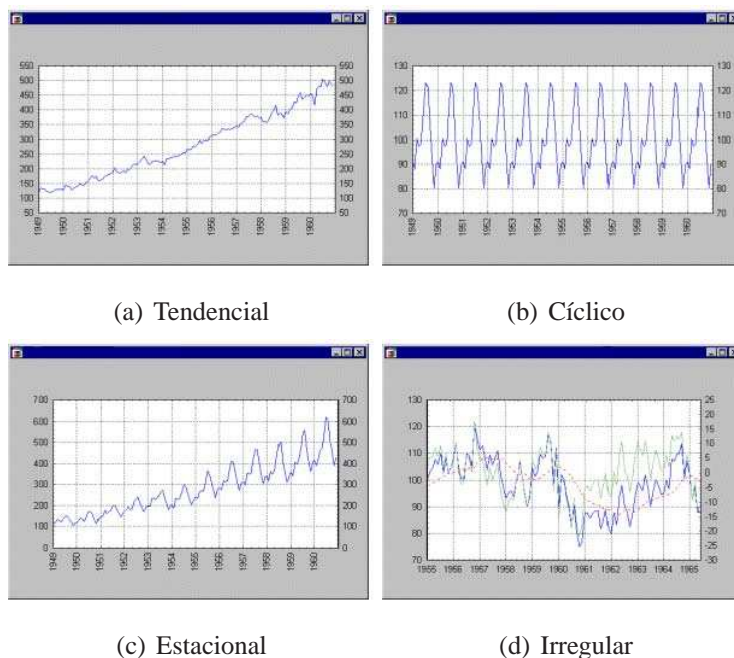


Figura 2.2: Componentes de una Serie de Tiempo

2.2.1 Primer problema

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX

Origen del problema

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX

Solución del problema

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX

2.2.2 Segundo problema

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
X XXXXXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX

Capítulo 3

Marco teórico

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX

a1	a2	a3	a4
b1	b2	b3	b4
c1	c2	c3	c4
d1	d2	d3	d4

Tabla 3.1: Descripción del contenido de la tabla

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX

Capítulo 4

Ecuaciones

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 Y_{t-1} + \epsilon_t \tag{4.1}$$

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX

Capítulo 5

Listas

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX

- **Tendencia (T)** que representa los movimientos de larga duración, también se le conoce como evolución subyacente de una serie.
- **Ciclo (C)** caracterizado por oscilaciones alrededor de la tendencia con una duración aproximada de dos a ocho años.
- **Estacionalidad (S)** es un movimiento periódico que se producen dentro del año y que se repiten de un año a otro. Este componente está determinado por factores institucionales y climáticos.
- **Irregularidad (I)** son movimientos erráticos que no siguen un patrón específico y que obedecen a causas diversas. Este componente es prácticamente impredecible.

Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX

XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX
XXXXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX
XXX X XXXXXXX XXXXXXX X XXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXXX
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXXX XXXXXXX XXXXXX XXXXXX

Se hace una llamada obligatoria de las citas bibliográficas.

Bibliografía

- [1] Jon Bentley. *Programming Pearls*. Addison–Wesley, Boston, MA, USA, 2nd edition, 1999.
- [2] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. *Introduction to Algorithms*. The MIT Press, Cambridge, MA, USA, 2nd edition, 2001.
- [3] Donald E. Knuth. Computer Programming as an Art. *Communications of the ACM*, 17(12):667–673, December 1974.
- [4] Donald E. Knuth. Big Omicron and Big Omega and Big Theta. *SIGACT News*, 8(2):18–24, April/June 1976.
- [5] Ian Sommerville. *Software Engineering*. Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 4th edition, 1992.

Apéndice A

Código del programa

```
XXXXXXXX XXXX XXXXXX XXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX X XXXX XXX XXXX XXXX XXXX XXXX  
XXX XXXX XXX XXXX XXX XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX  
XXXXXX X XXXXXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX  
XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXX  
XXX X XXXXXX XXXXXX X XXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX X XXXXXXXXX XXXXXX  
XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX  
XXXXXXXX XXXXXX XXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX XXXXXX
```