



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“ PRONOSTICO DE SERIES DE TIEMPO SOBRE EL VALOR
DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA DE LA
CONSTRUCCIÓN POR TIPO DE OBRA.”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

A C T U A R I A

PRESENTA

PRISCILLA YVETTE FLORES DUEÑAS

DIRECTOR DE TESIS: ACT. MARIA AURORA VALDES MICHELL



2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno
Flores
Dueñas
Priscilla Yvette
55941060
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Actuaría
2. Datos del tutor.
Act.
María Aurora
Valdés
Michell
3. Datos del sinodal 1
M. en A. P.
María del Pilar
Alonso
Reyes
4. Datos del sinodal 2
Mat.
Margarita Elvira
Chávez
Cano
5. Datos del sinodal 3
Act.
Jorge Luis
Silva
Haro
6. Datos del sinodal 4
Act.
Fernando Alonso
Pérez-Tejada
López
7. Datos del trabajo escrito
Título: Pronóstico de series de tiempo sobre el valor de producción de la industria de la construcción por tipo de obra.
108 páginas
2006

A Melva y Andrés, mis padres.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Melva y Andrés por darme siempre la mejor educación, apoyo y valores, sin los que no habría podido concluir esta etapa de mi vida.

A mis hermanas Yvonne y Stephanie por acompañarme hasta aquí compartiendo experiencias.

Al hombre que amo, Páris, por su apoyo, consejos y motivación.

A mis profesores por su paciencia y dedicación.

A mis amigos por hacer más fácil y divertido el camino.

A todos lo que de alguna manera han sido parte de mi vida, ayudándome a alcanzar esta meta.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad de estudio.

A la Facultad de Ciencias por una educación integral.

CONTENIDO

Introducción	1
Capítulo 1 Panorama general de la industria de la construcción	
1.1 Antecedentes históricos	3
1.2 Desarrollo actual	6
1.2.1 Características de la industria de la construcción	6
1.2.2 Relaciones económicas	7
1.3 Clasificación de obras	9
Capítulo 2 Análisis de proyectos y oportunidades	
2.1 Información general	13
2.2 Obras de edificación	15
2.2.1 Vivienda	15
2.3 Obras de transporte	17
2.3.1 Caminos	17
2.3.2 Ferrocarriles	18
2.3.3 Aeropuertos	18
2.3.4 Puertos	19
2.4 Obras relacionadas con petróleo y petroquímica	19
2.5 Obras relacionadas con agua, riego y saneamiento	21
2.6 Obras relacionadas con electricidad y comunicaciones	21
2.6.1 Energía eléctrica	21
2.6.2 Telecomunicaciones	22
2.7 Otro tipo de obras	23
2.7.1 Recreación	23
2.7.2 Salud	24
2.7.3 Educación	24
Capítulo 3 Proceso de pronosticación	
3.1 Conceptos básicos	25
3.2 Proceso de pronosticación	26
3.2.1 Notación	26
3.2.2 Suposiciones	26

3.2.3	Recolección de datos	26
3.2.4	Condensación de datos	26
3.2.5	Identificación de patrones	26
3.2.6	Elección del método y construcción del modelo	31
3.2.7	Evaluación y aplicación del modelo	32
3.3	Métodos de pronosticación	33
3.3.1	Promedios móviles dobles	33
3.3.2	Suavizamiento exponencial	35
3.3.3	Descomposición	37
3.3.4	Regresión lineal simple	41
3.3.5	ARIMA	44

Capítulo 4 Aplicación y resultados

4.1	Valores de producción de edificación	49
4.2	Valores de producción de transporte	53
4.3	Valores de producción de petróleo y petroquímica	57
4.4	Valores de producción de agua, riego y saneamiento	60
4.5	Valores de producción de electricidad y comunicaciones	62
4.6	Valores de producción de otro tipo de obras	66

Conclusiones	70
---------------------	----

Anexos	72
---------------	----

Bibliografía	100
---------------------	-----

INTRODUCCIÓN

La evolución de la industria de la construcción refleja el desarrollo de una país debido a su estrecha relación con el crecimiento industrial, infraestructura, tecnología, bienestar social, economía e incluso con la política.

Esta industria representa para los Actuarios una oportunidad de desarrollo profesional, donde resulta útil la capacidad de identificación y reducción de riesgos.

Este trabajo de tesis presenta una estrategia de disminución de riesgos aplicable a cualquier nivel empresarial e industrial, debido a que se basa en minimizar la incertidumbre sobre eventos futuros.

El objetivo del actual trabajo es identificar los subsectores de la industria de la construcción probables de presentar el mayor y menor crecimiento para el 2006, esto mediante el análisis de información general de la industria y análisis individuales de proyectos de cada subsector, además de la aplicación de métodos estadísticos de pronosticación.

La metodología presentada se limita a métodos de suavizamiento y modelos básicos para pronóstico de series de tiempo económicas a mediano plazo, como son los métodos de promedios móviles, suavizamiento exponencial, descomposición, regresión lineal y modelos ARIMA no multiplicativos. Dado que este texto está dirigido a quienes cuentan con el conocimiento de la teoría matemática que fundamenta cada modelo, sólo se expone su forma y características básicas.

Los datos analizados son valores mensuales nacionales de los últimos 6 años y la clasificación de subsectores por tipo de obra, es la publicada por INEGI.

La estructura del trabajo comprende cuatro capítulos; en el capítulo 1 se tratan los antecedentes históricos, las características de la industria, su impacto en la economía y se expone la clasificación de obras; en el capítulo 2 se analizan

las oportunidades y proyectos de cada subsector, generando las primeras expectativas sobre su comportamiento; en el capítulo 3 se explican brevemente los métodos de pronosticación de series de tiempo y las mediciones para su evaluación; en el capítulo 4 se presenta, por subsector de la industria, la aplicación de los métodos que califican como válidos para realizar un pronóstico, para el desarrollo de este capítulo se hace uso del paquete estadístico MINITAB 14, por lo que se recomienda tener acceso y conocimiento del manejo de algún software estadístico para la verificación de los resultados. En la sección de Anexos se pueden consultar los datos empelados, detalles sobre los métodos aplicados e información que determina como “no válida para pronóstico” a los métodos omitidos en el capítulo 4.

Capítulo 1

Panorama general de la industria de la construcción

En este capítulo se presenta la evolución de la industria de la construcción, sus características más relevantes en la actualidad y su importancia para la economía del país, con esto se pretende dar a conocer las condiciones generales de la industria y el contexto bajo el cual se desarrolla el trabajo. Se explica también la clasificación de obras que será repetidamente utilizada en los siguientes capítulos.

1.1 Antecedentes históricos

El México actual es consecuencia de sus orígenes y proceso histórico.

Las ciudades prehispánicas en general estaban compuestas por un centro ceremonial de gran importancia en relación a su tamaño, una zona de residencias importantes y otra de habitaciones menores. En la zona ceremonial se encontraban los templos sobre plataformas y grandes basamentos piramidales, juegos de pelota y casas de jefes y sacerdotes. De las construcciones de menor importancia poco se sabe, debido a que se conservan pocos restos por la pobreza de los materiales empleados. Con el paso del tiempo se desarrollaron diversos sistemas de construcción hasta llegar al uso de cal con arena y piedra labrada en los revestimientos, teniendo entonces construcciones de mayor duración y variedad de formas.

En el México prehispánico sobresalen por sus construcciones las culturas Teotihuacana, Mixteca, Maya, Tolteca y Azteca. La primera por la edificación de pirámides y espacios habitacionales a lo largo de grandes avenidas, que contaban con un sistema de desagüe que partía de los edificios, conectándose entre sí y que a lo largo de una calzada llegaban hasta una barranca

aprovechando la pendiente del terreno. En su centro ceremonial se observaba una amplia y simétrica distribución de sus monumentos. La cultura Mixteco-Zapoteca se caracteriza por sus magníficos vestigios de Mitla y Monte Albán, la Maya por sus grandes calzadas rectas, empedradas y bien ordenadas que permitían una buena comunicación, por sus basamentos o plataformas para regularizar la superficie del terreno y evitar inundaciones, así como por sus construcciones de Palenque, Uxmal y Chichen Itza donde se ven aplicados sus extensos conocimientos astronómicos, y Tulum por su muralla, nichos y bóvedas. La cultura Tolteca asombra por su carácter monumental, apreciable en Tula con sus enormes pilares en forma de guerreros, y la civilización Azteca por la construcción de la gran ciudad de Tenochtitlan, que albergaba 80 mil habitantes abastecidos de agua potable y que contaba ya con obras de infraestructura, principalmente hidráulicas.

Todas estas culturas desaparecieron tras la conquista española cuando el desarrollo de los centros urbanos abarcó la remodelación de las comunidades indígenas para tener mayor control, seguridad y conveniencia al adoctrinamiento religioso y la administración. Dichas comunidades establecidas en sitios elevados fueron llevados a valles y llanuras, y las rancherías fueron agrupadas en centros urbanos compactos, construidos a imitación de pueblos españoles. Con la introducción de la bestia de carga y carretas fue necesario mejorar los caminos. Una vez consumada la conquista se inició una etapa constructora caracterizada por pueblos de calles rectas, plazas donde se agrupaban la iglesia principal, edificios civiles y reales, acueductos y residencias de una arquitectura evolucionada hacia el barroco. Al mismo tiempo se impulsaban obras relacionadas con abastecimiento de agua, vías de comunicación y minería. Centros mineros como Guanajuato requerían de inversión considerable y constante para sus actividades, estas inversiones significaron la creación de fuentes de trabajo, aseguraron el mercado agrícola y llevaron al surgimiento de redes de caminos locales, propiciando la creación de una infraestructura económica.

La construcción durante el siglo XIX guardó estrecha relación con las condiciones económicas y políticas de la época, en muchos casos de éstas dependieron la expansión de los límites del espacio urbano y la realización de construcciones y obras públicas. A raíz de la guerra de independencia se dio un estancamiento de la obra constructora debido a la inestabilidad política, dicho estancamiento finalizó al desarrollarse grandes centros de población a mediados del siglo, generando mejoras en comunicaciones. Las líneas del telégrafo unían a la capital con la mayor parte de las ciudades importantes y durante la administración del presidente Juárez se aplicó por primera vez una parte del presupuesto a la apertura y conservación de vías de comunicación, expandiendo y mejorando el sistema de carreteras. Se iniciaron industrias como la del papel, textil y de materiales de construcción -como tejas y

cemento- que se expandieron hacia finales de siglo al amparo de la estabilidad política.

A inicios del siglo XX se impulsó la infraestructura nacional a base de concesiones a empresas extranjeras en áreas como comunicaciones, petróleo, minería y energía hidroeléctrica. A partir de los años veinte inició la consolidación del desarrollo del país y se crearon las Comisiones de Irrigación y de Caminos, que con carácter nacional iniciaron los estudios y proyectos para el aprovechamiento de recursos hidráulicos y comunicaciones con asistencia de técnicos extranjeros. En 1938 se nacionalizó la industria petrolera y hacia 1940 los ingenieros mexicanos empezaron a desplazar a los extranjeros en la realización de infraestructura y al mismo tiempo se fueron creando las empresas constructoras nacionales. En la década de los 50's se creó la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción y se dio inicio a la contratación de obras gubernamentales por concurso. A partir de 1960 la industria de la construcción se volvió prácticamente mexicana, los profesionales del ramo adquirieron mayor experiencia, importando y adaptando tecnologías extranjeras y creando simultáneamente las propias, así la tecnología mexicana adquirió un estado de madurez permitiendo la creación de empresas de ingeniería y consultoría, auxiliando al sector público quien solía realizar estas funciones de forma exclusiva. En los años 70's se crearon y pusieron en marcha mecanismos para transformar la orientación del crecimiento del país y revertir las tendencias demográficas y urbanas. El país se encontraba en constante transformación, encarrilado en un proceso de urbanización sin precedentes con una tasa de crecimiento amenazante, por lo que las obras públicas se convirtieron en factores básicos de desarrollo. Hacia 1980 existían ya 10,300 empresas constructoras y el aumento en la participación del sector público en la construcción se debió al incremento en la infraestructura petrolera y en inversión para la industria petroquímica, sin embargo en esa década la construcción presentó una tasa negativa de crecimiento acumulado.

Hacia finales del siglo XX el país tuvo que replantear sus esquemas de crecimiento y la industria de la construcción experimentó los duros embates del proceso de globalización mundial. A principios de la década de los 90's la industria de la construcción organizada en México, pudo difícilmente competir en el proceso de globalización económica en que se había insertado nuestro país desde su entrada al Acuerdo General de Aranceles y Comercio en 1985. La construcción, al igual que otras ramas industriales, se encontraba débil y descapitalizada, y debía competir con estándares internacionales aunque no contara con los recursos de tipo mundial que tenían las empresas de otros países. Se generó entonces un desarrollo autosuficiente de la industria internamente, que la volvió poco eficiente y con bajos niveles tecnológicos, esto a la larga generó que empresas norteamericanas llevaran a cabo

actividades de construcción en nuestro país. Con los acuerdos negociados en el Tratado de Libre Comercio, se esperaba que la industria constructora mexicana pudiera participar en el mercado internacional, lo que obligó a las empresas a acelerar su modernización para competir. Las características de los servicios tenían mayor orientación hacia la satisfacción de los requerimientos y especificaciones del cliente, lo que originó competencia en costo, calidad y tiempo de ejecución, intensificando así los procesos de absorción de tecnologías. A inicios del siglo XXI se creó el Consejo Nacional de Infraestructura para impulsar a las empresas nacionales de la construcción, segmentando los grandes contratos de obra, desvinculando el componente financiero de la propuesta económica para la ejecución de la obra y abriendo nuevas alternativas para capitalizar a las empresas constructoras.

Actualmente el panorama de la industria es alentador, nuevamente las hidroeléctricas en el país se construyen por empresarios nacionales, las plataformas petroleras se fabrican en México, se invierte en la producción de gas en el país, puentes, hospitales y carreteras son parte de la reactivación del mercado interno, y la vivienda es un detonador de empleo y bienestar para muchos mexicanos. Hoy el país cuenta con estabilidad macroeconómica, lo que ha disminuido significativamente el riesgo-país y las empresas mexicanas cuentan con la capacidad técnica y la experiencia para construir la infraestructura que el país demanda.

1.2 Desarrollo actual

1.2.1 Características de la Industria de la Construcción

La industria de la construcción combina materiales, equipo, métodos y servicios para producir bienes tangibles.

Algunas características que la diferencian de otras industrias son:

- Requiere un conjunto de recursos físicos, por lo que desarrolla un fuerte nexo con las empresas suministradoras de materiales auxiliares, cuya calidad y entrega son condicionantes para el funcionamiento de las obras.
- Se desarrolla al aire libre generando dependencia de las condiciones climáticas.
- Se ubica en un lugar concreto, teniendo estrecha relación con la zona geográfica y el ambiente.

- No depende de una sola técnica de producción.
- Su producto es fijo y diferente en cada caso.
- Las empresas constructoras suelen tener dificultades de financiamiento, debido a sus riesgos de ejecución, sus grandes inversiones iniciales y las irregularidades de pagos.

La actividad de la construcción tiene gran influencia en el sistema económico general y en consecuencia, su demanda se encuentra sometida a sus fluctuaciones. En la sociedad la mayoría de los agentes económicos necesitan construcciones para poder desarrollar sus actividades, por lo que la estructura y localización de la demanda del sector de la construcción depende de las actividades económicas en que interviene, por ello es que el desarrollo económico de un país no puede concebirse sin la evolución de la industria de la construcción y viceversa. Así pues, si el país se encuentra en crisis, se verá afectada la construcción y a su vez esto detendrá la creación de la infraestructura necesaria para el desarrollo del país. Generalmente durante períodos de crisis económica, esta industria es la que registra una mayor caída, aunque durante la recuperación experimenta un crecimiento mayor al promedio de la economía. La actividad de la construcción está estrechamente vinculada con la creación de infraestructura básica como puentes, carreteras, puertos, vías férreas, plantas de energía eléctrica, hidroeléctrica y termoeléctrica, así como sus correspondientes líneas de transmisión y distribución, presas, obras de irrigación, construcciones industriales y comerciales, instalaciones telefónicas, perforación de pozos, plantas petroquímicas e instalaciones de refinación y obras de edificación de vivienda y no residencial, entre otras.

1.2.2 Relaciones económicas

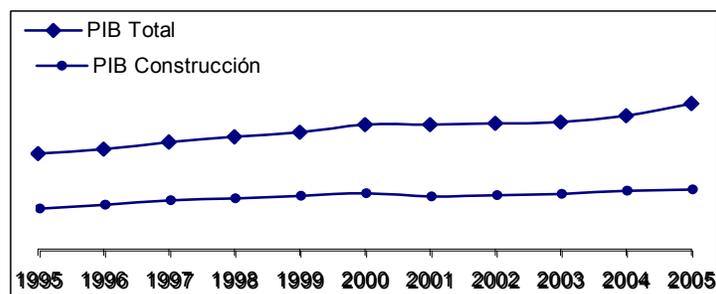
México, con una población de más de 100 millones de habitantes en un territorio de casi 2 millones de kilómetros cuadrados, genera un producto interno bruto (PIB) superior a 1.7 billones de pesos, en valores absolutos. En el último año el sector industrial observó una tasa de crecimiento del 2.6% siendo similar al de la actividad económica en general del 3%, con una participación en el producto interno bruto del 36.3%. La construcción registró un crecimiento del 4.2%, superior al 2.6% de empresas de transformación, al 0.8% de electricidad, luz y agua y 2.7% en producción manufacturera. La actividad de la construcción juega un papel importante en la economía nacional aportando casi el 4% del PIB (Figura 1-1) y canalizando la inversión presentando una inversión fija bruta en construcción de 170 mil millones de pesos

representando el 72% de la inversión fija bruta total de bienes nacionales. El número de personas ocupadas por la construcción es de 3 millones 360 mil, observando un aumento del 6.2% respecto al año anterior y representando el 8% de la población ocupada. La demanda de las empresas constructoras proviene en un 48% del sector público y su composición por tipo de obra es de 47.12% edificación, 17.22% transporte, 13.21% petróleo y petroquímica, 7.9% agua, riego y saneamiento, 3.58% electricidad y comunicación y 10.98% otras (Figura 1-2).

Evolución de la Industria de la Construcción y su Relación con el PIB

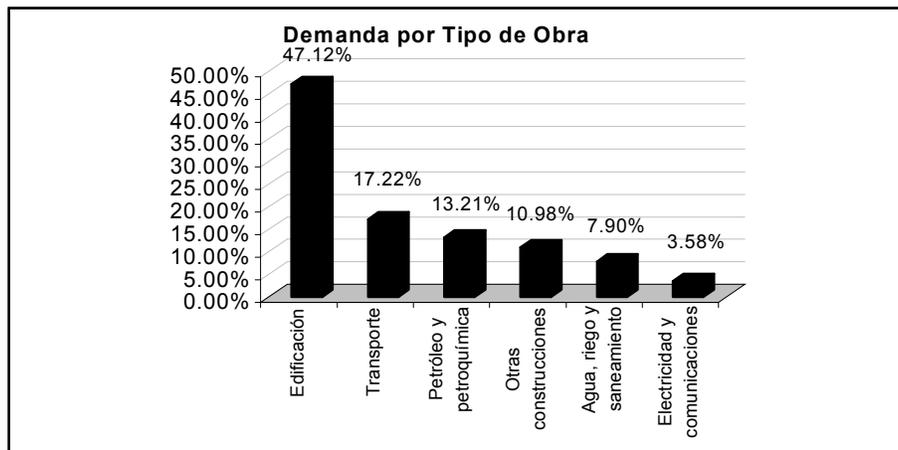
Año	PIB Total	PIB Construcción	% Participación
1995	1,131,752,762	45,958,384	4.06%
1996	1,190,075,547	50,448,652	4.24%
1997	1,270,744,065	55,132,394	4.34%
1998	1,334,586,475	57,461,272	4.31%
1999	1,384,674,491	60,328,557	4.36%
2000	1,475,927,095	62,859,143	4.26%
2001	1,475,438,954	59,292,301	4.02%
2002	1,486,792,334	60,565,540	4.07%
2003	1,508,240,009	62,561,489	4.15%
2004	1,580,367,721	65,894,843	4.17%
2005	1,729,080,144	67,243,866	3.89%

Valores absolutos en miles de pesos a precios constantes 1993



Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Figura 1-1



Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de Empresas Constructoras.

Figura 1-2

Las empresas constructoras contratistas se agrupan en la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), institución de interés público, autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propios, y que cuenta con 7 mil afiliados. Su actividad principal es la representación y promueve también la participación de los empresarios en la problemática de la industria en sectores como agua, medio ambiente, vivienda, desarrollo urbano, comunicaciones y transportes, educación, energía, comercio, turismo, salud y seguridad pública, entre otros. De las empresas asociadas a la CMIC, la de mayor tamaño, organización y experiencia es ICA, registrando ventas de aproximadamente 15 mil millones de pesos en el 2005.

1.3 Clasificación de obras

La clasificación de obras dada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) considera los siguientes tipos:

- **Edificación:** Comprende obras relacionadas principalmente a la vivienda y actividades comerciales.
- **Vivienda:** La participación de la industria de la construcción en esta rama depende de políticas en el sector oficial, en lo referente a casas y edificios de interés social, y de la demanda variable de vivienda privada unifamiliar y conjuntos habitacionales. Las constructoras participan no sólo en la edificación sino además ejecutan gran parte de las obras de electrificación, agua entubada y drenaje. La vivienda realizada para el sector formal está

apoyada con recursos de banca privada, mixta y fondos de ahorro como CONAFOVI, INFONAVIT, FOVISSSTE, FONHAPO e instituciones estatales de vivienda.

- Edificación Comercial: Las actividades económicas de producción y consumo generan mercados y necesidad de espacios para localizarlos, provocando diferentes precios de suelos y rentas según la zona, por lo que este tipo de construcción está relacionada con el uso y valor del suelo.

• Transporte: A lo largo de la historia se ha observado la necesidad básica de transportar mercancías y personas, requiriéndose para ello una infraestructura natural o construida, medios físicos y tecnología. La importancia del transporte depende de la que tengan las actividades económicas de las que forma parte y de su objetivo, pudiendo ser por ejemplo, político como el mantenimiento del tráfico aéreo y marítimo, social al comunicar zonas marginadas o económico al ser el móvil de las empresas que proveen servicios.

- Caminos: El transporte carretero es elemento básico para el ordenamiento territorial, siendo importante instrumento en la política de asentamientos humanos y componente fundamental de la infraestructura del transporte, factor clave del esquema de desarrollo y transformación del país. En 1981 la longitud de la red de carreteras era de 214 mil Km, hacia 1993 era de 245 mil Km y en el 2004 la longitud alcanzó los 352 mil Km. Actualmente es necesario elevar la calidad del servicio, emprendiendo acciones que incluyan reconstrucción, ampliación, modernización, eliminación de puntos críticos, aumento de señalamientos, iluminación y mantenimiento.

- Ferrocarriles: Debido a sus bajos costos los ferrocarriles han jugado un papel fundamental en el desarrollo nacional, dando apoyo a la agricultura, industria, comercio y transporte de pasajeros. El desarrollo de este medio durante el siglo XX fue limitado en comparación con el autotransporte, esto debido a factores tecnológicos, sociales y políticos. Actualmente el transporte de carga es el principal servicio ofrecido por los ferrocarriles mexicanos, desapareciendo casi por completo el servicio a pasajeros.

- Puentes: Son estructuras cuyo fin es librar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos, y otros artificiales como vías férreas o carreteras, para unir caminos de viajeros y mercancías. En México durante los últimos 50 años, los puentes han sido un factor fundamental en el desarrollo político, social y cultural, permitiendo la creación de infraestructura educativa, hidráulica, agrícola, urbana y de salud, entre otras. Paralelo al desarrollo de puentes en México ha sido el desarrollo de los materiales para su construcción, desde la madera y el acero hasta diferentes tipos de concreto, el reforzado y

presforzado, siendo éste último introducido en México en 1955 para la construcción del puente de Zaragoza, primero en aplicar esta tecnología en el continente americano y permitiendo desde entonces un gran desarrollo en la tecnología de este ramo. Actualmente Caminos y Puentes Federales (CAPUFE) administra 40 puentes sumando una extensión de más de 25 Km.

- Aeropuertos: La integración, mejoramiento y expansión del sistema aeroportuario nacional tiene un estratégico papel en el proceso de desarrollo urbano del país, ya que el transporte aéreo contribuye al bienestar social, al desarrollo regional y a la generación de empleos, apoyando la conformación de una sociedad integrada y comunicada. En 1970 se contaba con 25 aeropuertos internacionales y 10 nacionales, en 1981 32 internacionales y 23 nacionales, y actualmente 44 internacionales, 17 nacionales y 4 tipo estación.

- Puertos: Creadores de polos de desarrollo propiciando la descentralización industrial y demográfica, los puertos en México se han convertido en importantes centros de negocios donde se ofrecen servicios de calidad tanto a importadores como exportadores, cumpliendo estándares internacionales de competitividad y precio.

• Petróleo y petroquímica: En México el petróleo juega un papel estratégico en la economía, siendo por ello necesario mantener un alto nivel en tecnología, investigación y desarrollo de su infraestructura. La recolección, separación de petróleo crudo y gas, y los sistemas de bombeo, compresión y envío a plantas de acondicionamiento comprenden un gran número de instalaciones y el incremento de plantas industriales origina la necesidad de construcción de oleoductos, gasoductos, oleogasoductos, gasolinoductos, combustoleoductos, policutos, ductos petroquímicos, tanques y plantas de almacenamiento y distribución. Actualmente Petróleos Mexicanos (PEMEX) cuenta con 6 refinerías, 8 complejos procesadores de gas y 8 centros petroquímicos.

• Agua, riego y saneamiento: La actividad constructiva de obras hidráulicas se inició antes de la conquista y se incorporaron técnicas europeas durante los 300 años de dominación española, desde entonces se han creado dependencias encargadas de dar impulso, seguimiento y mantenimiento a las obras hidráulicas. La importancia que se ha dado a este sector se ve reflejada en la gran cantidad de presas y depósitos que almacenan agua de lluvia utilizada principalmente para riego y para satisfacer demandas urbanas, generar energía, controlar ríos, acuacultura y otros fines recreativos. El desarrollo de obras con fines de riego fomenta directamente el desarrollo de la agricultura, actividad primaria de gran importancia por sus volúmenes de producción y su papel histórico como producto de exportación y abastecedora de alimentos a todo el país.

- Electricidad y comunicaciones
 - Energía eléctrica: Este sector requiere urgente modernización y crecimiento de su infraestructura para satisfacer sus actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización. Actualmente se tiene la capacidad para responder a la demanda del servicio, pero es necesario fijar atención en la modernización de sus sistemas para poder alcanzar los estándares internacionales de calidad y eficiencia.
 - Telecomunicaciones: Comprende los servicios de telégrafos, telefax, redes de datos, correo electrónico, Internet y radiocomunicación satelital. La infraestructura actual de TELECOMM consta de 30 telepuertos y 9 estaciones terrenas transportables.
- Otras construcciones
 - Recreación: La importancia del turismo como actividad económica se refleja en la captación de divisas, generación de empleos y en las posibilidades de desarrollo. La experiencia constructiva ha sido aprovechada para mejorar e incrementar la infraestructura turística del país. Las aportaciones de las tecnologías de construcción han sido relevantes también en museos, salas de conciertos, teatros, instalaciones deportivas y educativas.
 - Salud: Este sector demanda gran infraestructura para cubrir las necesidades de la población, sólo en el sector público se cuenta con cerca de 20 mil unidades de atención médica, incluyendo las de consulta externa y hospitales.

Capítulo 2

Análisis de proyectos y oportunidades

En este capítulo se analizará información contenida en artículos, informes y opiniones de analistas acerca de proyectos y oportunidades en este año para la industria de la construcción y sus subdivisiones, con lo que se establecerán expectativas previas al pronóstico estadístico sobre la producción.

2.1 Información general

Actualmente el país vive una etapa de estabilidad económica y disciplina financiera y fiscal, lo que se traduce en condiciones propicias para la inversión, las cuales el gobierno federal a través del poder ejecutivo se ha comprometido a conservar durante el 2006 manteniendo la confianza entre inversionistas, empresarios, mercados y el gobierno, facilitando así también la obtención de financiamientos, la construcción de vivienda e infraestructura y la generación de empleos.

Esta certidumbre económica se pretende conseguir mediante acciones en el ámbito económico y fiscal, como son prepagar los vencimientos de deuda externa de este año y el próximo, alcanzar la relación de uno a uno entre reservas y deuda externa, cumplir las metas en materia de disciplina presupuestal y fiscal, lograr el equilibrio fiscal, liberar recursos para la inversión y mantener las tasas de interés e inflación en niveles bajos.

Según la calificadora de deuda Moody's Inverstors, a pesar del ambiente electoral México no cambiará su riesgo-país, reteniendo su grado de inversión y su capacidad de pago, lo que internamente beneficiará tanto a las familias mexicanas como a las constructoras, ya que se tendrá la seguridad de tomar, a precios accesibles, créditos hipotecarios.

Otro de los compromisos del ejecutivo federal es que no queden inconclusas obras de infraestructura debido a las elecciones, para ello la CMIC, PEMEX, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes han formado un grupo de trabajo que facilitará la conclusión de dichas obras, además firmaron con la Secretaría de la Función Pública un convenio para impulsar los mecanismos que permitan la conclusión de proyectos sustantivos, estratégicos o prioritarios y junto con Nacional Financiera han desarrollado el Programa de Financiamiento a Proyectos de Obra Pública con el objetivo de proporcionar liquidez a los constructores, brindar certeza en los costos financieros y otorgar flexibilidad en el plazo de financiamiento, poniendo a disposición recursos por 5 mil 400 millones de pesos.

Por otra parte, el gobierno del Distrito Federal ha establecido en su presupuesto de egresos, que para la ejecución de obras de infraestructura y servicios, privilegiará la coinversión con los sectores social y privado, gobiernos colindantes y la Federación, aprovechando la mano de obra local y dando preferencia a productos y tecnologías nacionales.

Algunos de los principales proyectos programados para este año son el Tren Suburbano, el Tren Interminales en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, el Tren Interurbano de Guanajuato, 15 autopistas y carreteras entre las que se encuentra la Autopista Irapuato-La Piedad, tres presas en Jalisco, Sinaloa y Guanajuato, la hidroeléctrica La Parota, dos plantas de gasificación de gas natural en Lázaro Cárdenas y en Manzanillo, un gasoducto en la Huasteca, siete hospitales, cuatro universidades politécnicas, reclusorios, y otros proyectos de vivienda y petroquímicos, además de los relacionados con la reconstrucción de las zonas afectadas por los huracanes Stan y Wilma, para los cuales la Cámara de Diputados ha asignado un fondo especial de aproximadamente 20 mil millones de pesos para infraestructura carretera, hidráulica y de vivienda. Los daños estimados en Chiapas comprenden 31 mil viviendas consideradas pérdida total, 15 mil con daños parciales, 550 caminos rurales, 305 escuelas y 240 centros de salud, en Oaxaca se vieron afectados 32 puentes, 7 mil 500 Km de caminos, 6 mil 700 viviendas y 195 centros de salud, en Quintana Roo se perdieron 38 mil habitaciones de hotel estimadas en mil 500 millones de pesos, 212 torres de transmisión de energía eléctrica y 10 mil postes, en Puebla se dañaron 474 caminos, mil 300 viviendas, 425 escuelas y 74 centros de salud, en Guerrero 2 puentes, 6 carreteras, 24 caminos, mil 500 viviendas, 71 escuelas y 99 centros de salud y en Hidalgo 14 tramos carreteros y 3 mil 200 viviendas.

En conclusión, se espera una gran actividad constructora debido a tres razones principales, la primera es la estabilidad económica que generará

confianza en los inversionistas, la segunda son los esfuerzos conjuntos del gobierno con organizaciones y secretarías para concluir las obras pendientes, y la tercera es la reconstrucción de las zonas afectadas por los huracanes Stan y Wilma.

2.2 Obras de edificación

2.2.1 Vivienda

Actualmente el sector vivienda atrae la atención de autoridades, empresas e inversionistas debido al gran crecimiento que ha presentado en los últimos años y que se espera continúe. Según analistas de IXE la vivienda seguirá siendo de alta rentabilidad política y de prioridad nacional.

En cuestión de cifras es importante mencionar que el crecimiento del sector al finalizar el 2005 estuvo por encima del 12% respecto del 2004, que el rendimiento promedio del sector fue de 44.1% contra 35% del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores y que la inversión acumulada en este rubro a lo largo del sexenio (2000-2006) alcanza los 500 mil millones de pesos, de los cuales el 80% corresponde al sector privado, lo que para el titular de la Sociedad Hipotecaria Federal indica que el mercado es autosustentable.

La inversión extranjera está adquiriendo un papel de mayor participación en el sector, así la inversión en vivienda y bienes inmuebles representa el 59% de la inversión extranjera directa en el sector servicios. Internacionalmente la vivienda en México es reconocida como una oportunidad de negocio con buenas perspectivas, por lo que cada vez son más los inversionistas extranjeros que se encuentran atraídos por los tratos fiscales, las características demográficas y el déficit de vivienda de casi 5 millones. Son estas mismas características las que hacen de la construcción de vivienda un negocio rentable también para inversionistas nacionales, según la directora de finanzas de Urbi, quien afirma además que estas condiciones se mantendrán durante 20 años.

En materia de créditos hipotecarios en el 2004 se otorgaron 535 mil, en el 2005 fueron 600 mil y para el 2006 se estima que serán 750 mil, cifras que reflejan el crecimiento del sector, al mismo tiempo ha aumentado el valor promedio de la vivienda adquirida, por ejemplo, para un trabajador que gana 8 salarios mínimos mensuales es 26.2% mayor al del año 2000, con un ingreso igual en términos reales.

Las cifras de financiamientos son prometedoras, en el 2005 se observaron los mayores flujos de crédito a la vivienda, llegando a superar en algunos meses el crédito al consumo y para el 2006 se espera la misma tendencia. La banca comercial ha sido elemento básico de impulso a este sector, ya que bajo las condiciones favorables de tasas fijas, bajas tasas de interés, ampliación de plazos y estabilidad económica general, bancos como Scotiabank, Banamex, Banorte, HSBC, Santander y Bancomer ofrecen esquemas crediticios que los mantiene en competencia.

Una de las instituciones más importantes para el sector es el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), el cual para el 2006 estima otorgará 435 mil créditos, lo que representaría un aumento del 16% respecto al 2005 y duplicará su programa de bursatilización emitiendo Certificados de Vivienda hasta por 8 mil millones de pesos, con lo que se financiarán cerca de 30 mil casas.

Este año el INFONAVIT ofrece nuevas oportunidades a los trabajadores, con lo que busca generar mayor dinamismo al mercado y al financiamiento hipotecario del país, una de estas nuevas oportunidades es que, habiendo adquirido un financiamiento para vivienda, ésta puede ser vendida para comprar una de mayor precio manteniendo el financiamiento original y uno nuevo con un banco o Sofol, otra nueva posibilidad es el esquema de tasa fija para los trabajadores de menores recursos, así como un esquema diferente para los que ganan 3 salarios mínimos y cuyo costo de vivienda se encuentra entre 200 mil y 300 mil pesos.

El Instituto de Vivienda del Distrito Federal (INVI) y el INFONAVIT han acordado que otorgarán un cofinanciamiento a trabajadores que ganen más de 4.8 salarios mínimos y tengan ingresos extras, pudiendo tener acceso a viviendas de hasta 490 mil pesos. El INVI ha estimado que entregará 20 mil créditos aumentando el 17% respecto al año anterior y el INFONAVIT estima que bajo el esquema de cofinanciamiento entregará 70 mil créditos, ya que busca incorporar a uniones de crédito, cajas de ahorro, institutos de vivienda, Banco de México y organismos autónomos que otorguen créditos hipotecarios a sus trabajadores.

Uno de los proyectos de financiamiento importantes en el Distrito Federal es el que Hipotecaria Su Casita y la Secretaría de Seguridad Pública han puesto en marcha, por medio del cual 30 mil elementos de la Policía Preventiva y la Bancaria e Industrial, quienes no cuentan con INFONAVIT o FOVISSSTE, serán sujetos de crédito y que además recibirán precios preferenciales por empresas constructoras como SADASI, SARE, PRODEC y APEX.

Proyectos relevantes en cuestión de construcción de vivienda son, la primera ciudad bioclimática en Tlaxcala que comprenderá 250 casas ecológicas, construidas con materiales no contaminantes, equipadas con energía solar y sistemas para aprovechamiento de agua y regularización natural de temperatura interna, este complejo representa una inversión de 580 millones de pesos por parte de inversionistas españoles. Otro proyecto importante es el de Almoloya de Juárez, donde se construye el ya vendido desarrollo Geovillas formado por 2 mil 882 casas, un jardín de niños, una primaria y secundaria, zona deportiva y un pozo de extracción de agua potable. Esta tendencia a construir pequeñas urbes dentro de las grandes ciudades también se encuentra en el Distrito Federal y como ejemplo es el conjunto residencial City Santa Fe dotado de centros comerciales, restaurantes, bares, librerías, farmacias, florerías y bancos, entre otros servicios.

Un avance en tecnología que favorecerá la construcción de vivienda es el desarrollo de maquetas digitales que aumentan la precisión, evitando el desperdicio de materiales y reduciendo los costos y tiempos. Este proyecto fue propuesto a Corporación GEO por el Instituto Tecnológico Autónomo de México.

En conclusión, la construcción de vivienda mantendrá su tendencia de crecimiento, debido a los múltiples esfuerzos del gobierno federal, banca comercial e instituciones como INFONAVIT, quienes buscarán desarrollar esquemas innovadores que cubran las necesidades crediticias de los trabajadores y abarquen la mayor cantidad posible de familias. Actualmente se intenta cubrir el déficit por medio de la construcción de vivienda de interés social, sin embargo el desarrollo de vivienda residencial media y alta está captando la atención de inversionistas extranjeros, abriendo nuevas posibilidades de construcción.

2.3 Obras de transporte

2.3.1 Caminos

El presupuesto destinado a CAPUFE, contemplando 70 obras mayores, es de 3 mil 200 millones de pesos, más una parte de los 80 mil millones adicionales generados por los cambios en las metas de déficit y precio del petróleo. La inversión inicial para trabajos de conservación y rehabilitación de infraestructura carretera ha sido de mil 550 millones de pesos utilizados en la rehabilitación de las autopistas México-Querétaro, Guadalajara-Tepic, Ciudad Obregón-Guaymas, Libramiento de Guaymas, el tramo Estación Don-Ciudad

Obregón, la carretera Chamapa-Lechería y la reparación de 3 puentes en la carretera Nueva Italia-Lázaro Cárdenas.

Dentro de los principales proyectos carreteros se encuentran la carretera Durango-Mazatlán con una inversión de casi mil 800 millones, la carretera Irapuato-La Piedad y el Libramiento Norte con un costo de 6 mil 230 millones de pesos, esta obra evitará que un millón de vehículos ingresen a la zona metropolitana de la Ciudad de México, ya que en sus 223 Km atravesará carreteras en los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla.

En el Valle de México se desarrollarán dos grandes proyectos relacionados con construcción y ampliación de vialidades, éstos son el tren suburbano y las obras de ampliación y modernización del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM). Debido al primero se construirán 14 puentes elevados y deprimidos, 8 en el Estado de México y 6 en el Distrito Federal cubriendo una extensión de 27 Km, además de 20 puentes peatonales. Como parte de las obras en el AICM se construirán dos distribuidores viales y un vialidad interna, con una extensión de 8.5 Km que mejorarán el tránsito en las avenidas Circuito Interior, Eje 1 Norte, Economía, Viaducto y la calzada Ignacio Zaragoza.

2.3.2 Ferrocarriles

Uno de los proyectos más importantes es el ya mencionado Tren Suburbano que irá de Cuautitlán Izcalli a Buenavista en aproximadamente 24 minutos y contará con 20 trenes con capacidad de 879 pasajeros cada uno, transportando 320 mil personas diariamente, se tiene prevista la construcción de otro Tren Suburbano en Aguascalientes y uno Interurbano en Guanajuato, así como un Tren Bala de la Ciudad de México a Guadalajara con una inversión de 12 millones de dólares. Para beneficio del turismo se promueve la construcción de trenes como el Expreso Maya, Tequila Express, Chihuahua Pacífico, y el de Maguey y La Cebada.

2.3.3 Aeropuertos

Los principales proyectos de infraestructura aeroportuaria son el Aeropuerto de Cuernavaca, el de Cancún y el de la Riviera Maya. El primero tendrá una inversión de 66 millones de pesos para construcción y rehabilitación de 150 mil m² de pavimentos y 11 mil m² en las zonas de operaciones, existiendo la posibilidad de construir también un aeropuerto en Cuautla. El Aeropuerto Internacional de Cancún (AIC) recibirá una inversión de 200 millones de

dólares para reconstrucción por los daños causados por el huracán Wilma y para la construcción de otra terminal, mientras que con una inversión de 120 millones de dólares será construido el Aeropuerto de la Riviera Maya a 150 Km de Cancún, en una extensión de mil hectáreas y buscará incrementar en 50% las operaciones aéreas en Quintana Roo y respaldar al AIC en el desalojo de turistas en caso de emergencia, como sería un huracán.

2.3.4 Puertos

En materia de puertos, es de reconocer que este año en el puerto de Lázaro Cárdenas se construirá la terminal de contenedores más grande del mundo con una inversión de 2 mil millones de dólares, formando el corredor multimodal Lázaro Cárdenas-Kansas City.

En conclusión, en el sector de transportes se espera gran número de obras regulares como son las de mantenimiento y rehabilitación, mientras que en menor cantidad serán las de construcción y éstas en su mayoría serán proyectos que tomarán de uno a dos años para concluirse. Con base en la información analizada puede esperarse que la producción correspondiente a este sector se mantenga estable, pudiendo presentar un ligero crecimiento.

2.4 Obras relacionadas con petróleo y petroquímica

PEMEX se ubicó en el tercer lugar mundial como productor de crudo y como empresa con menor costo de extracción, así finalizó el 2005 con ingresos récord de 70 mil millones de dólares y se espera que para el 2006 la cifra sea de 80 mil millones de dólares, en cuanto a incorporación de reservas, se espera una reposición de entre 65% y 75% y en cuestión de producción se estima se alcanzarán los 4 millones de barriles diarios de crudo y 7 mil millones de pies cúbicos diarios de gas.

El yacimiento más importante de México es el llamado Cantarell, con una aportación de más del 60% de la producción total de petróleo, pero a partir de este año comenzará a reducir sus niveles de producción, lo que deberá compensarse invirtiendo en infraestructura para la explotación intensiva de otros yacimientos. Se han identificados 10 nuevos pozos en donde con una inversión de 30 mil millones de dólares se espera encontrar el equivalente a 4 mil millones de barriles de petróleo. La primera perforación se hará este año con un costo de 50 millones de dólares.

Los proyectos de Ku Maloob Zaap, Crudo Ligero Marino, Lankahuasa, Bermúdez, Julio y de gas natural en Veracruz y Burgos, requerirán una inversión aproximada de 10 mil millones de dólares, pero agregarán una producción diaria de un millón y medio de barriles de crudo y mil 400 millones de pies cúbicos de gas. A partir de este año se reanudarán las licitaciones para permitir que empresas privadas realicen obras de exploración y explotación de gas natural mediante Contratos de Servicios Múltiples.

En cuanto a refinerías, se tiene contemplado que para finales de año o inicios del 2007 se inicie la modernización de las de Salamanca, Tula y Salina Cruz. La inversión requerida será de 6 mil 300 millones de dólares, instalando en la de Salamanca un tren de coquización con costo de mil 400 millones de dólares y uno de lubricantes con costo de 3 mil 98 millones de dólares, que generarán una producción de 11 mil 500 barriles diarios, cubriendo el 90% del consumo nacional. También se invertirán entre 2 y 3 mil millones de dólares para mejorar el sistema de ductos.

Uno de los proyectos más importantes a realizarse este año es el de la construcción de plantas generadoras de energía eléctrica como parte del primer proyecto de cogeneración con la CFE, los beneficios derivados para PEMEX serán, el ahorro de 600 millones de dólares anuales, ingresos por venta de excedentes por 160 millones de dólares y además la creación de entre 4 y 5 mil empleos indirectos durante la construcción de las plantas. Actualmente la capacidad instalada de PEMEX es de 784 megavatios, por lo que la inversión para generar 4 mil megavatios podría alcanzar el monto de 5 mil millones de dólares.

El proyecto Fénix de reactivación de la industria petroquímica puede retrasarse hasta el próximo año debido a errores en la licitación y al ambiente político electoral. De concretarse el proyecto, éste produciría un millón de toneladas de etileno y 500 mil de polietileno, con una inversión estimada de 2 mil millones de dólares.

En lo referente a proyectos no relacionados con hidrocarburos, PEMEX participará en la construcción de un tramo carretero de la autopista Reynosa-Mier y del libramiento de Ciudad Miguel Alemán con un costo de 140 millones de pesos.

En conclusión, los proyectos de este ramo son de tal magnitud que requieren planes a largo plazo y grandes inversiones, por lo que tienden a retrasarse, por otro lado, PEMEX por su condición de empresa paraestatal es más sensible al ambiente político y tratándose de éste un año electoral es probable que algunos proyectos se vean afectados tanto en tiempos como en liberación

de recursos. En términos de producción en construcción puede esperarse que el monto sea alto, pero igual o menor que en años anteriores.

2.5 Obras relacionadas con agua, riego y saneamiento

En este sector no se tienen definidos proyectos especiales, simplemente continuar con los trabajos para cubrir las necesidades de agua potable de la población, lo que abarca 11 millones de personas que no cuentan con el servicio, así como mejorar la calidad del agua y el sistema de alcantarillado. En cuanto a tratamiento de aguas, este año se espera alcanzar un aumento del 3% para totalizar 37% de aguas residuales que reciben algún tipo de tratamiento.

Se puede suponer que la producción en construcción correspondiente a este sector se mantendrá constante.

2.6 Obras relacionadas con electricidad y comunicaciones

2.6.1 Energía eléctrica

Debido a la creciente demanda que presenta este sector, es necesario desarrollar infraestructura confiable y aprovechar todas las oportunidades de generación de energía a bajo costo. Esto requiere por una parte de acuerdos como el firmado entre la Comisión Reguladora de Energía y la CMIC, con el cual se busca fomentar la construcción segura y confiable de infraestructura para proyectos de generación, importación y exportación de energía eléctrica, así como de transportación, distribución y almacenamiento de gas.

Para el óptimo aprovechamiento de recursos naturales que pueden ser transformados en energía eléctrica, es indispensable el desarrollo de alta tecnología, por ejemplo, en la Península de Baja California se han descubierto ventilas hidrotermales que requerirán instalaciones únicas en su tipo para explotar su potencial.

Las necesidades de infraestructura se presentan también para el abasto de gas natural a las centrales de generación, para ello actualmente están en construcción dos proyectos en Altamira Tamaulipas y otro en Ensenada Baja California.

En la planta nuclear de Laguna Verde los requerimientos de infraestructura se centran en lo relacionado a seguridad, es por ello que ha firmado un contrato con la empresa General Electric, la cual se hará cargo de dichas revisiones y además con la instalación de su tecnología mejorará el desempeño de la planta hasta en un 20%.

En el estado de Morelos se invertirán 180 millones de pesos en la construcción de dos líneas de transmisión, la Yautepec Potencia-Zapata y la Zapata-Topilejo, con una longitud de 67 Km, beneficiando a 390 mil familias.

En Guerrero se construirá una central eléctrica de carbón con una capacidad de generación de 651 megavatios. La inversión estimada es de 611 millones de dólares.

En Puebla se invertirán 42 millones de dólares en la construcción de una planta hidroeléctrica con capacidad de 30 megavatios.

Proyectos de gran importancia son la conclusión de la planta termoeléctrica El Cajón, programada para noviembre de este año y la construcción de la presa La Parota.

A mediano plazo, en seis años se contempla construir un total de 59 centrales de generación eléctrica sumando una capacidad de 21 mil 587 megavatios.

2.6.2 Telecomunicaciones

El principal proyecto en este ramo para la CMIC es el proyecto Plataforma de Telecomunicaciones Te-Ku-H, el cual se encargará de comunicar 19 plataformas del proyecto Ku-Maloob-Zaap mediante sistemas de radio de comunicación VHF marino, SDH y radar. La compleja estructura de la plataforma está formada por una torre Telecoms, un puente hacia la plataforma habitacional, un cuarto de equipos, un módulo de Telecoms Deck y Jacket. El término del proyecto se prevé para finales de año.

En conclusión, el sector de energía tiene una demanda constante de infraestructura, por lo que se puede suponer que mantendrá su nivel de producción en construcción estable. Por otra parte, a pesar de que en el ramo de telecomunicaciones se tiene contemplado una gran proyecto, éste no aporta suficiente producción como para hacerlo relevante.

2.7 Otro tipo de obras

2.7.1 Recreación

En el sector turístico se esperan proyectos en los principales destinos como son Cancún, Los Cabos, Mazatlán y Oaxaca.

Tras el huracán Wilma y un daño de 17 mil millones de dólares en la infraestructura turística de Quintana Roo, se espera que la reconstrucción concluya a mediados de año para la mayoría de los complejos hoteleros, aunque para algunos menores tomará todo el año.

En Baja California Sur (BCS) se construye el proyecto turístico Paraíso del Mar, que comprende 417 condominios y villas residenciales, 2 campos de golf, una casa club, una plaza comercial y 2 mil 50 cuartos de hotel. Otro proyecto en BCS es el de Mar de Cortés que va desde las costas del Pacífico, Sonora, Sinaloa, Nayarit y 90 islas hasta las costas de Jalisco. Actualmente en Los Cabos se desarrollan 14 proyectos habitacionales que venden en promedio 66 unidades mensuales.

Puerto Peñasco se convertirá este año en la plaza con mayor ritmo de ventas por proyecto, con 122.7 unidades por mes, existiendo 9 proyectos habitacionales disponibles entre los que destacan Sandy Beach Resosrts, Costa Diamante, Bella Sirena y Las Palmas.

Mazatlán adquirirá mayor posicionamiento en el turismo internacional debido a su reciente calificación Premier para la pesca, así como por sus playas y las nuevas instalaciones para convenciones que se están desarrollando. Importantes proyectos en Mazatlán son Paraíso Costa Bonita y Quintas del Mar que comprenden hoteles, villas de lujo, condominios y propiedades fraccionales.

En Oaxaca se dará gran impulso al ecoturismo consolidando el desarrollo de Turismo Alternativo de la Sierra Norte, también se cubrirán las necesidades de infraestructura y equipamiento de 3 paradores turísticos y del corredor Huatulco-Puerto Escondido-Lagunas de Chacahua con una extensión de 170 Km. en la costa.

Otro tipo de obras relacionadas con recreación son las culturales, deportivas y comerciales. En el Centro Histórico de la Ciudad de México se construirá el Centro de las Artes de los Pueblos Indígenas, para ello se requerirá reestructuración, reconstrucción y edificación en 4 predios.

El INFONAVIT, la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (CONADE), la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda y la CMIC han firmado un convenio para promover la actividad deportiva en desarrollos habitacionales. La CONADE proporcionará asesoría sobre la infraestructura deportiva, capacitación y la conformación de comités vecinales y el INFONAVIT promoverá los desarrollos recreativos y deportivos.

En materia comercial se desarrollará una importante plaza en Colima, con una inversión de 76 millones de dólares, este centro contará con 2 mil 90 cajones de estacionamiento y 170 espacios comerciales.

2.7.2 Salud

En el Distrito Federal, en las Clínicas de Detección y Diagnóstico Automatizados, las Clínicas de Especialidades Churubusco y en los Velatorios de Tlalpan se llevan a cabo obras de remodelación, así como apoyo en infraestructura, imagen y equipamiento.

En Guanajuato se construye un hospital para beneficiarios del Seguro Popular con inversión privada bajo un costo de 2 mil millones de pesos.

2.7.3 Educación

El proyecto más importante en educación es el Campus de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, cuya construcción se completará en un 70% este año y el resto en 3 años más, pudiendo iniciar operaciones en el 2007. Las principales instalaciones con las que contará son unidades académicas, centro de manufactura, biblioteca, canchas deportivas, auditorio, salas audiovisuales, estacionamiento, áreas de circulación, jardines, cafetería, centro de copiado, centro de negocios, enfermería, rectoría, oficinas administrativas, centro de cómputo y gimnasio. Su capacidad de atención será de 5 mil estudiantes con una planta académica de 500 profesores.

En conclusión, principalmente el creciente desarrollo de infraestructura turística será el que se vea reflejado en la producción de la industria de la construcción en su clasificación de “otro tipo de obras”, producción que se espera presente también un crecimiento.

Capítulo 3

Proceso de pronosticación

En este capítulo se expone la metodología básica para realizar pronósticos de series de tiempo y se explican brevemente los métodos que serán aplicados en el capítulo 4.

3.1 Conceptos básicos

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones cronológicas registradas en un tiempo específico.

Pronosticación o *forecasting* se refiere a la predicción de eventos y condiciones, su importancia radica en que hace más eficientes los procesos de toma de decisiones.

Existen diferentes tipos de pronosticación, por el tipo de método utilizado puede ser cuantitativa, cualitativa o mixta.

- **Cuantitativa:** Basada en la manipulación y análisis de registros históricos de datos por medio de procedimientos mecánicos.
- **Cualitativa:** Se utiliza generalmente cuando no se tienen registros históricos o éstos son insuficientes para aplicar un método cuantitativo. Estos métodos se basan en la opinión de expertos. Una conocida técnica cualitativa es el *Método Delphi*, donde un panel de expertos contesta una serie de cuestionarios conociendo sólo información general del grupo, las respuestas finales convergen hacia la predicción. Otros métodos cualitativos son la curva de ajuste subjetivo, comparaciones tecnológicas en tiempos independientes, impacto cruzado e investigaciones morfológicas.

- **Mixta:** Intervienen procedimientos mecánicos cuantitativos además de juicios y sentido común del pronosticador.

Por el número de variables involucradas en el modelo, la pronosticación puede ser univariada o causal.

- **Univariada:** También conocida como de serie de tiempo, la predicción se basa sólo en los valores pasados de la variable de interés, éstos se analizan para encontrar patrones y suponiendo que éstos se mantendrán en el futuro se extrapola para obtener la predicción.

- **Causal:** Se identifican variables relacionadas con la de interés y se desarrolla un modelo estadístico que describa dichas relaciones. Por la forma de la predicción, el pronóstico puede ser puntual o intervalar.

- **Puntual:** El resultado de la pronosticación es un único valor.

- **Intervalar:** El resultado de la pronosticación es un rango o intervalo en el que el valor real caerá con un cierto nivel de confianza.

Por el horizonte de tiempo puede ser a corto, mediano o largo plazo.

- **Corto plazo:** Sirve para diseñar estrategias inmediatas y generalmente se trata de plazos de hasta 2 meses.

- **Mediano plazo:** El horizonte va de 3 meses a 2 años.

- **Largo plazo:** Sirve para definir el curso general de la variable pronosticada y el plazo es mayor a 2 años.

El pronóstico de valores de producción de la industria de la construcción que se expone en este trabajo, es de tipo cuantitativo, univariado y causal, puntual y a mediano plazo, ya que se pronostican los valores mensuales desde diciembre del 2005 a diciembre del 2006.

3.2 Proceso de pronosticación

3.2.1 Notación

Sea Y_t la observación real de la variable de estudio en el período t ,

\hat{Y}_t el valor estimado de la variable en el período t ,
 t la numeración de los períodos desde 1 hasta n y
 n el número total de períodos.

3.2.2 Suposiciones

Se asume que las condiciones en que se generaron los datos históricos serán las mismas en el futuro, excepto por las variables que se reconozcan explícitamente en los modelos que se propongan.

3.2.3 Recolección de datos

Los datos recopilados deben ser confiables, correctos, consistentes, relevantes, representativos y suficientes.

La fuente de datos para este trabajo es la serie de *Valores de producción mensuales por tipo de obra de las empresas afiliadas y no afiliadas a la CMIC (2000-2005) a precios corrientes* (Anexo 1.a) publicada por el INEGI.

3.2.4 Condensación de datos

Se eliminan datos no relevantes y se realizan ajustes o transformaciones para definir la serie de tiempo con la que se trabajará.

En este caso los valores de la serie están dados en precios corrientes por lo que para tener las cifras en términos reales y poder hacer un adecuado análisis debe eliminarse el efecto inflacionario, para ello se divide cada valor de la serie entre el correspondiente *Índice Nacional de Precios al Productor (INPP) base 2003 = 100* (Anexo 1.b). La serie de tiempo sobre la que se realizará la pronóstico es la de valores deflactados (Anexo 1.c).

3.2.5 Identificación de patrones

Se grafica la serie para examinar sus características y notar en particular la tendencia, estacionalidad, ciclicidad, irregularidad, cambios bruscos o valores que puedan no pertenecer a la serie.

- Patrones observables
 - Horizontal: Las observaciones fluctúan alrededor de un nivel constante. Las series que presentan este patrón son llamadas estacionarias.
 - Tendencia: Se presenta un crecimiento o decrecimiento a largo plazo. No es necesario que los datos incrementen (o decrezcan) su valor en cada período.
 - Estacionalidad: Patrones periódicos anuales cuyas variaciones suelen ser causadas por el clima o las costumbres.
 - Ciclicidad: Se refiere a movimientos recurrentes a lo largo de la tendencia, usualmente afectados por las condiciones económicas generales. Por su magnitud y longitud variable es difícil de identificar.
 - Fluctuaciones irregulares o aleatoriedad: Movimientos erráticos en la serie de tiempo que no siguen un patrón, en muchos casos se generan por eventos inusuales no predecibles como fenómenos naturales o guerras y en otros casos son errores en la recopilación de datos.

Estos componentes pueden aparecer bajo cualquier tipo de combinación, por eso es importante hallar el modelo de pronóstico adecuado.

- Detección de patrones con autocorrelación

Los coeficientes de autocorrelación para períodos rezagados son utilizados para identificar patrones en las series de tiempo.

La fórmula para calcular el coeficiente de autocorrelación del rezago k entre las observaciones Y_t y Y_{t-k} es

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

donde

r_k = coeficiente de autocorrelación para un rezago de k períodos

\bar{Y} = promedio de los valores de la serie

Y_t = observación en el período t

Y_{t-k} = observación en el período $t-k$

n = número de observaciones

- Identificación de componentes
 - Series estacionarias: Los coeficientes de autocorrelación de la serie tienden a cero rápidamente, por lo general en los primeros 2 rezagos.
 - Tendencia: Y_t y Y_{t-1} están altamente correlacionadas por lo que los coeficientes de autocorrelación son significativamente diferentes a cero en los primeros rezagos y disminuyen gradualmente mientras el número de períodos incrementa.
 - Estacionalidad: Se presentan coeficientes de autocorrelación significativos en los rezagos correspondientes al período estacional.
 - Aleatoriedad: La autocorrelación entre Y_t y Y_{t-k} para cualquier rezago k es cercana a cero, lo que indica que los valores de la serie no están relacionados entre sí.
- Significancia del coeficiente de autocorrelación

El coeficiente de autocorrelación de datos aleatorios tiene una distribución que puede ser aproximada por la normal con media cero y desviación estándar $1/\sqrt{n}$, comparando los coeficientes de autocorrelación con esta distribución se puede determinar si provienen de una población cuya media es cero.¹ Esta aproximación es útil cuando la cantidad de datos de la serie es muy grande, entonces sólo debe construirse el intervalo $[-Z_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{1/n}, Z_{1-\alpha/2} \cdot \sqrt{1/n}]$ donde $0 < \alpha < 1$ es el nivel de significancia y si el coeficiente de autocorrelación cae dentro del intervalo se concluye que los coeficientes no son significativamente diferentes de cero.

Otra manera de determinarlo es por medio del estadístico t , cuando la serie es aleatoria los coeficientes de autocorrelación deben caer en un intervalo de la forma $[-t_{1-\alpha/2} \cdot SE(r_k), t_{1-\alpha/2} \cdot SE(r_k)]$ con un nivel de significancia α , concluyendo que el coeficiente evaluado para el rezago k no es significativamente diferente de cero.

El estadístico t se calcula con la fórmula

$$t = \frac{r_k - \rho_k}{SE(r_k)}$$

¹ Quenouille, M. H. (1949) *The Joint Distribution of Serial Correlation Coefficients*.

donde

t = estadístico de prueba

r_k = coeficiente de autocorrelación para un rezago de k períodos

ρ_k = valor de prueba del coeficiente de autocorrelación para el rezago k , para esta prueba su valor es cero

$SE(r_k)$ = error estándar de la autocorrelación para el rezago k

los grados de libertad son $n-1$, donde n es el número de observaciones en la serie de tiempo.

El error estándar de la autocorrelación se calcula por medio de la fórmula

$$SE(r_k) = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{i=1}^{k-1} r_i^2}{n}}$$

donde

$SE(r_k)$ = error estándar de la autocorrelación para el rezago k

r_i = coeficiente de autocorrelación para el rezago i

k = número de períodos rezagados

n = número de observaciones en la serie de tiempo

Al aplicar esta fórmula se asume que cualquier autocorrelación antes del rezago k ($k > 1$) es diferente de cero y para cualquier otro rezago es cero. Para $k=1$ el error estándar es $1/\sqrt{n}$.

Para evaluar un conjunto de coeficientes de autocorrelación se utiliza el estadístico Q modificado de *Box-Pierce* (*Ljung y Box*).

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k}$$

donde

Q = estadístico de prueba

n = número de observaciones en la serie de tiempo

k = número de períodos rezagados

m = número de rezagos a ser evaluados

r_k = coeficiente de autocorrelación para un rezago de k períodos

Cuando se calculan los coeficientes de autocorrelación correspondientes a un proceso aleatorio, el estadístico Q tiene una distribución *ji-cuadrada* con m grados de libertad. Para determinar la significancia se compara el estadístico Q con el valor en tablas, si éste último es mayor, se concluye que la autocorrelación para los m rezagos evaluados es no significativamente diferente de cero con un nivel de significancia de α .

3.2.6 Elección del método y construcción del modelo

Factores que deben considerarse al elegir el método son, los patrones identificados, la longitud del plazo, el tipo de predicción, el nivel de precisión, los costos, disponibilidad de datos, operacionalidad y entendimiento. El mejor método no es siempre el más preciso, sino el que cubre la mayor cantidad de requerimientos para generar una buena decisión.

- Elección del método según el patrón presentado en la serie
 - Estacionario: Métodos de pronóstico para series que presentan este patrón son promedios simples, promedios móviles, suavizamiento exponencial simple y modelos de promedios móviles y autorregresivos integrados (*Autoregressive Integrated Moving Average* ARIMA).
 - Tendencia: Métodos para series que presentan este patrón son promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Holt, regresión simple y modelos ARIMA².
 - Estacionalidad: Métodos para series que presentan este patrón son la descomposición, suavizamiento exponencial de Winters, regresión y modelos ARIMA.
 - Ciclicidad: Métodos para series que presentan este patrón son la descomposición, modelos econométricos, regresión múltiple y modelos ARIMA.
- Elección del método según el horizonte de tiempo
 - Corto: Promedio simple, promedios móviles simples, suavizamiento exponencial (simple, Holt y Winters), descomposición, proyecciones de tendencia, regresión y modelos ARIMA.
 - Mediano plazo: Promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Holt y Winters, descomposición, regresión y modelos ARIMA.
 - Largo plazo: Regresión, modelos econométricos y métodos cualitativos.
- Elección del método según el tipo de pronóstico

² Formalmente los métodos de promedios móviles y suavizamiento exponencial son de pronóstico corto, en cambio regresión y ARIMA dan la forma funcional, por lo que son de pronóstico “largo”.

- Univariada: Promedios simples, promedios móviles, suavizamientos exponenciales, descomposición y modelos ARIMA.
- Causal: Regresión simple, regresión múltiple y modelos econométricos.

Una vez elegido el método deben estimarse sus parámetros para construir el modelo adecuado, los métodos usualmente utilizados para dicha estimación son el de mínimos cuadrados y el de máxima verosimilitud.

3.2.7 Evaluación y aplicación del modelo

Todas las predicciones involucran un cierto grado de error, pero un error de gran magnitud puede indicar que el componente de irregularidad de la serie de tiempo es grande o que la técnica de pronóstico no es la adecuada.

Para tener una primera idea de si el método propuesto es apropiado, se realizan pronósticos de los valores ya conocidos Y_t y se define el error o residual como $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$, se grafican los errores y si presentan algún patrón se puede concluir que la técnica utilizada no es la adecuada, si se distribuyen aleatoriamente sí lo es. Resulta útil el estadístico Q modificado de *Box-Pierce*, en este caso se compara contra el valor en tablas de la *ji-cuadrada* para un cierto nivel α de significancia y grados de libertad calculados como m menos el número de parámetros estimados del modelo, donde m es el número de residuales a evaluar, si el valor en tablas es mayor que el del estadístico Q entonces se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente, por lo tanto el método es adecuado.

Una vez que la técnica sea adecuada se debe medir la magnitud del error del modelo, esto puede hacerse mediante la desviación absoluta media (DAM o Mean Absolute Deviation MAD) y el error cuadrático medio (ECM o Mean Squared Error MSE).

$$DAM = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \quad ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t)^2}{n} \quad ,$$

donde n es el número de observaciones.

La principal diferencia entre el DAM y el ECM es que éste último penaliza mayormente los errores grandes que los pequeños. Una observación común es que mediante la aplicación del valor absoluto y el cuadrado del error se elimina la influencia de su signo. DAM suele utilizarse cuando se desea medir el error en las mismas unidades que la serie original. ECM es importante

porque un método que genere errores moderados es preferible a uno que usualmente produce errores pequeños pero ocasionalmente alguno muy grande.

Un enfoque diferente es el de medición en porcentajes por medio del cálculo del porcentaje de error absoluto medio (PEAM o Mean Absolute Percentage Error MAPE) usado cuando los valores de la serie son grandes y la magnitud de la variable a pronosticar es importante en la evaluación de la precisión. Lo que PEAM indica es qué tan grandes son los errores en comparación con los valores reales.

$$PEAM = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{Y_t}}{n}$$

Para determinar si un método de pronóstico es sesgado, es decir, si consistentemente pronostica bajo o alto, se calcula el porcentaje de error medio (PEM o Mean Percentage Error MPE), si el valor obtenido es cercano a cero indica que no es sesgado, si el valor es negativo el método consistentemente genera valores sobreestimados y si el valor es positivo indica que el método consistentemente produce valores subestimados.

$$PEM = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{e_t}{Y_t}}{n}$$

Una vez que han sido evaluados diferentes métodos utilizando las mediciones anteriormente mencionadas, se elige el modelo que mejor ajusta los datos presentando menor grado de error y se procede a su aplicación, en este caso, la obtención de pronósticos.

3.3 Métodos de pronosticación

A continuación se presentará una breve explicación de los métodos correspondientes a pronosticación de mediano plazo.

3.3.1 Promedios móviles dobles

Se caracterizan por ser simples, rápidos y económicos.

Este método da mayor importancia a los datos más recientes y asigna pesos iguales a cada observación. La razón de respuesta a los cambios en el patrón

de la serie depende del número de períodos k a considerar para los promedios, mientras menor sea k mayor es la importancia asignada a los períodos recientes.

El método consiste en calcular un primer conjunto de promedios móviles con la fórmula

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{\sum_{i=t+1-k}^t Y_i}{k}$$

después se calcula un segundo conjunto de promedios móviles con la fórmula

$$M'_t = \frac{\sum_{i=t+1-k}^t M_i}{k}$$

se calcula a_t como la suma del promedio móvil inicial y la diferencia del primero menos el segundo

$$a_t = M_t + (M_t - M'_t) = 2M_t - M'_t$$

y un factor de ajuste b_t que representa la medida de la pendiente que varía a lo largo de la serie

$$b_t = \frac{2(M_t - M'_t)}{k - 1}$$

finalmente se construye el modelo

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

donde

\hat{Y}_{t+p} = pronóstico de la variable para el período $t+p$

k = cantidad de períodos considerados en el promedio móvil

p = cantidad de períodos posteriores a pronosticar

3.3.2 Suavizamiento exponencial

Se trata de un promedio móvil con pesos exponenciales decrecientes, el peso para la observación más reciente es α , para la anterior es $\alpha(1-\alpha)$, una anterior $\alpha(1-\alpha)^2$ y así sucesivamente.

- Suavizamiento exponencial de Holt

Modelo apropiado para series que presentan tendencia, ya que permite identificar tendencias lineales locales. Cuando el método anticipa un momento de crecimiento (o decrecimiento) en la serie, suaviza el nivel y la pendiente por medio de constantes.

El método consiste en calcular el nivel actual estimado

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

y la tendencia estimada

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

quedando el modelo

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t$$

donde

\hat{Y}_{t+p} = pronóstico de la variable para el período $t+p$

L_t = nivel actual estimado

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

Y_t = valor real de la variable para el período t

β = constante de suavizamiento para la estimación de la tendencia
($0 \leq \beta \leq 1$)

T_t = tendencia estimada

p = cantidad de períodos posteriores a pronosticar

Valores grandes de α y β generan una rápida respuesta a los cambios en los componentes de la serie, pero la selección óptima de sus valores es la combinación que genere menor error.

Para iniciar los cálculos deben definirse los valores de L_1 y T_1 , esto puede hacerse suponiendo $L_1=Y_1$ y $T_1=0$, otra forma es promediando las primeras cinco o seis observaciones para obtener L_1 y la pendiente de la línea que

ajusta estas observaciones es T_t , otra manera es por medio de regresión lineal donde la constante de la ecuación resultante es L_t y la pendiente es T_t .

- Suavizamiento exponencial de Winters

Es una extensión del método de Holt que puede reducir el error utilizando una ecuación más para estimar la estacionalidad.

El método consiste en calcular el nivel actual estimado

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

la tendencia estimada

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

y la estacionalidad estimada

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

quedando el modelo

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + pT_t)S_{t-s+p}$$

donde

\hat{Y}_{t+p} = pronóstico de la variable para el período $t+p$

L_t = nivel actual estimado

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

Y_t = valor real de la variable para el período t

β = constante de suavizamiento para la estimación de la tendencia ($0 \leq \beta \leq 1$)

T_t = tendencia estimada

γ = constante de suavizamiento para la estimación de la estacionalidad ($0 \leq \gamma \leq 1$)

S_t = estacionalidad estimada

p = cantidad de períodos posteriores a pronosticar

s = longitud de la estacionalidad

Los valores de α , β y γ óptimos serán los que en conjunto minimicen el error, éstos pueden obtenerse mediante la aplicación de un algoritmo de optimización no lineal.

Para iniciar los cálculos requeridos por este método deben determinarse los valores de L_t , T_t y S_t , esto puede hacerse suponiendo $L_t=Y_t$, $T_t=0$ y $S_t=1$, otra manera es definir L_t como el promedio de las primeras s observaciones, T_t como la pendiente de la línea que ajusta esas observaciones y $S_t= Y_t/L_s$, también puede utilizarse regresión lineal donde la constante de la ecuación resultante es L_t , la pendiente es T_t y S_t se obtiene de una variable de regresión tipo *dummy* utilizando los datos sin tendencia.

3.3.3 Descomposición

Es el proceso de identificación, por separado, de los componentes que influyen en la serie de tiempo, la combinación de las proyecciones de los componentes identificados genera el pronóstico.

- Modelo multiplicativo

El pronóstico consiste en el producto de los componentes

$$\hat{Y}_t = \hat{T}_t \cdot \hat{S}_t \cdot \hat{C}_t \cdot \hat{I}_t$$

donde

\hat{Y}_t = pronóstico de la variable para el período t

\hat{T}_t = tendencia estimada para el período t

\hat{S}_t = índice de estacionalidad estimado para el período t

\hat{C}_t = ciclicidad estimada para el período t

\hat{I}_t = irregularidad estimada para el período t

Este modelo es apropiado para series cuyos valores salen cada vez más de una banda de ancho constante a lo largo de la tendencia.

- Modelo aditivo

El pronóstico consiste en la suma de los componentes

$$\hat{Y}_t = \hat{T}_t + \hat{S}_t + \hat{C}_t + \hat{I}_t$$

donde

\hat{Y}_t = pronóstico de la variable para el período t

\hat{T}_t = tendencia estimada para el período t

\hat{S}_t = estacionalidad estimada para el período t

\hat{C}_t = ciclicidad estimada para el período t

\hat{I}_t = irregularidad estimada para el período t

Este modelo es apropiado para series cuyos valores caen dentro de una banda de ancho constante con centro en la tendencia.

- Estimación de la tendencia

Las ecuaciones de modelación de la tendencia pueden ajustarse con el método de mínimos cuadrados, este método selecciona los coeficientes (b_0, b_1, b_2) de la ecuación de manera que el valor de \hat{T}_t sea cercano al de Y_t , medido por la suma de errores cuadrados (SEC o Sum of Squared Errors SSE)

$$SEC = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{T}_t)^2$$

La ecuación para modelar la tendencia puede ser

Lineal	$\hat{T}_t = b_0 + b_1 t$
Cuadrática	$\hat{T}_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2$
Exponencial	$\hat{T}_t = b_0 \cdot b_1^t$

Existen otros modelos menos comunes como el de *Gompertz* y el logístico de *Pearl-Reed*.

Para determinar cuál es la ecuación que mejor modela la tendencia se calculan residuales definidos como $e_t = Y_t - \hat{T}_t$ y se evalúa el error con las mediciones antes estudiadas.

- Estimación de la estacionalidad

Los métodos para medir las variaciones estacionales consisten en estimar y remover la tendencia y suavizar la ciclicidad e irregularidad, dejando datos sólo con estacionalidad.

* Método de razón de promedios móviles para modelos multiplicativos

Se calculan promedios móviles centrales con 12 observaciones mensuales. El primer valor de la nueva serie se ubica en el renglón correspondiente al mes de junio.

Se calcula un segundo promedio móvil central con 2 observaciones de la serie anterior. El primer valor de esta nueva serie de datos deberá ubicarse en el renglón correspondiente al mes de julio.

Se divide cada observación de la última serie entre el valor real correspondiente.

Se agrupan los datos correspondientes a cada mes.

Se obtiene la mediana de cada grupo de datos y ese valor es el índice correspondiente a ese mes.

Dado que la suma de índices debe ser igual a 12 se calcula un factor de ajuste

$$f = \frac{12}{\sum_{i=1}^{12} \text{índice mes } i}$$

y finalmente se multiplica por el índice calculado.

La estimación en forma de índice para datos mensuales indica el porcentaje que un cierto mes representa mayor o menor que 1/12 del total del año.

* Método de razón de promedios móviles para modelos aditivos

Se calculan promedios móviles centrales con 12 observaciones mensuales.

Se calcula un segundo promedio móvil central con 2 observaciones de la serie anterior.

Al valor real se le resta la observación correspondiente obtenida de la última serie.

Se agrupan los datos correspondientes a cada mes.

Se obtiene la mediana de cada grupo de datos y ese valor es el componente estacional correspondiente a ese mes, expresado en las mismas unidades que la serie original.

- Estimación de la ciclicidad e irregularidad

* Modelo multiplicativo

Dado que el modelo es

$$\hat{Y}_t = \hat{T}_t \cdot \hat{S}_t \cdot \hat{C}_t \cdot \hat{I}_t$$

y ya se ha estimado la tendencia y la estacionalidad, se puede calcular

$$\hat{C}_t \cdot \hat{I}_t = \frac{Y_t}{\hat{T}_t \cdot \hat{S}_t}$$

para cada período conocido.

Se calcula después un promedio móvil de 11 meses para estimar el componente de ciclicidad de cada período (c_t) y promediándolos se obtiene el valor de \hat{C}_t que se utilizará para el pronóstico.

Para calcular el componente de irregularidad de cada periodo (i_t) se hace

$$i_t = \frac{\hat{C}_t \cdot \hat{I}_t}{c_t}$$

y promediándolos se obtiene el valor de \hat{I}_t que se utilizará en el pronóstico.

* Modelo aditivo

Dado que el modelo es

$$\hat{Y}_t = \hat{T}_t + \hat{S}_t + \hat{C}_t + \hat{I}_t$$

y ya se ha estimado la tendencia y la estacionalidad, se calcula

$$\hat{C}_t + \hat{I}_t = Y_t - \hat{T}_t - \hat{S}_t$$

para cada período conocido.

Se calcula después un promedio móvil de 11 meses para estimar el componente de ciclicidad de cada período (c_t) y promediándolos se obtiene el valor de \hat{C}_t que se utilizará para el pronóstico.

Para calcular el componente de irregularidad de cada periodo (i_t) se hace

$$i_t = \hat{C}_t + \hat{I}_t - c_t$$

y promediándolos se obtiene el valor de \hat{I}_t que se utilizará en el pronóstico.

3.3.4 Regresión lineal simple

Procedimiento estadístico para obtener en una ecuación lineal la relación entre una variable independiente X , en este caso se trata de los períodos t , y una variable dependiente Y que es la se ha de pronosticar.

El modelo lineal es

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

y por medio del método de mínimos cuadrados se construye el modelo estimado

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 X_t + e_t$$

donde

$$b_0 = \hat{\beta}_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

$$b_1 = \hat{\beta}_1 = \frac{n \sum_{t=1}^n X_t Y_t - \sum_{t=1}^n X_t \sum_{t=1}^n Y_t}{n \sum_{t=1}^n X_t^2 - \left(\sum_{t=1}^n X_t \right)^2}$$

El método de mínimos cuadrados determina los valores de b_0 y b_1 de manera que se minimice la suma de errores cuadrados (Anexo 2).

Para saber cómo se ajusta el modelo a los datos, se calculan los coeficientes de correlación (r) y determinación (r^2) y se aplican las pruebas t y F .

- El coeficiente de correlación

$$r = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})(Y_t - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}}, \quad -1 \leq r \leq 1$$

indica el tipo de relación lineal, si r es cercano a 1 la relación de las variables es lineal y directamente proporcional (la pendiente de la recta es positiva), si r es cercano a -1 la relación es lineal e inversamente proporcional (la pendiente de la recta es negativa) y si r es cercano a cero indica que la relación no es lineal.

- El coeficiente de determinación

$$r^2 = (r)^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}, \quad 0 \leq r^2 \leq 1$$

indica qué tan bien se adapta la ecuación a la serie de datos, visto como el porcentaje de variabilidad en Y explicado conociendo la variabilidad de X .

- El coeficiente de determinación ajustado

$$r_a^2 = 1 - \frac{(n-1) \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{(n-2) \sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}, \quad 0 \leq r_a^2 \leq 1$$

modifica r^2 con los grados de libertad. El ajuste se aplica ya que al añadir términos a la ecuación de regresión, el valor de r^2 aumenta debido a que $\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$ disminuye mientras que $\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2$ permanece constante³.

- Prueba t

$$H_o = \beta_1 = 0 \quad \text{vs} \quad H_o = \beta_1 \neq 0$$

Estadístico de prueba

$$t = \frac{b_1}{\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{(n-2) \sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}}}$$

El valor del estadístico de prueba t se compara con el de tablas con $n-2$ grados de libertad para un nivel de significancia α y si $|t| > t_{1-\alpha/2}^{n-2}$ se rechaza H_o concluyendo que b_1 es significativamente diferente de cero, por lo que la relación es lineal.

³ Véase Canavos, G. C. *Probabilidad y Estadística. Aplicación y métodos*.

- Prueba F

$$H_o = \beta_1 = 0 \quad \text{vs} \quad H_o = \beta_1 \neq 0$$

Estadístico de prueba

$$F = (n - 2) \frac{\sum_{t=1}^n (\widehat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \widehat{Y}_t)^2}$$

El valor del estadístico de prueba F se compara con el de tablas con $(1, n-2)$ grados de libertad para un nivel de significancia α y si $F > F_{1-\alpha}^{(1, n-2)}$ se rechaza H_o concluyendo que b_1 es significativamente diferente de cero, por lo que la relación es lineal.

Para este modelo la medición del error cuadrático medio ECM se calcula como

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \widehat{Y})^2}{n - 2}$$

Cuando el modelo $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ no es adecuado puede aplicarse el mismo análisis de regresión sobre el modelo potencial y el exponencial.

- Modelo potencial $Y = \beta_0 X^{\beta_1}$
 Se linealiza al modelo $\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X$
 Se hace $Y' = \ln Y, X' = \ln X, \beta'_0 = \ln \beta_0$
 El modelo resultante es $Y' = \beta'_0 + \beta_1 X'$

- Modelo exponencial $Y = \beta_0 \beta_1^X$
 Se linealiza al modelo $\ln Y = \ln \beta_0 + (\ln \beta_1) X$
 Se hace $Y' = \ln Y, \beta'_0 = \ln \beta_0, \beta'_1 = \ln \beta_1$
 El modelo resultante es $Y' = \beta'_0 + \beta'_1 X'$

Una vez estimados los parámetros se aplica la transformación inversa para expresarlos en el modelo original y realizar la predicción.

3.3.5 ARIMA

La también conocida como metodología *Box-Jenkins* consiste en identificar un posible modelo de promedios móviles y autorregresivos integrados $ARIMA(p,d,q)$ apropiado para la serie en estudio, estimar sus parámetros y verificar que el modelo se ajuste adecuadamente así como que se satisfagan sus supuestos, de ser necesario se realizan modificaciones y se repite el proceso. Una vez que la verificación indique que el modelo no debe ser modificado, éste se utiliza para el pronóstico.

La etapa de identificación consiste en generar una serie estacionaria en función de la original y determinar el orden de los polinomios autorregresivos (AR) y de promedios móviles (MA) del modelo.

La serie estacionaria se genera por medio de diferencias de la forma $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ y se analizan nuevamente los coeficientes de autocorrelación, si la serie aun es no estacionaria se repite la diferenciación. Debe tenerse cuidado de evitar la sobrediferenciación ya que esto puede causar problemas para identificar procesos generadores de la serie, para ello se calcula la desviación estándar muestral y sabiendo que con las diferencias sucesivas la varianza disminuye hasta que la serie es estacionaria y comienza a crecer con la sobrediferenciación, se determina el valor de d como el número de diferencias necesarias para estacionar la serie original.

El modelo asociado a la serie es llamado ARMA cuando el valor de d es cero y ARIMA cuando es mayor o igual que uno.

Una vez que se tiene una serie estacionaria se determina el modelo adecuado.

La forma de un modelo autorregresivo de orden p es

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

donde

Y_t = valor de la variable dependiente al período t

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ = coeficientes a estimar

$\{\varepsilon_t\}$ = proceso de ruido blanco

Esta ecuación es básicamente una ecuación de regresión lineal donde el valor de Y en el período t depende de sus propios valores observados en períodos anteriores.

La forma de un modelo de promedios móviles de orden q es

$$Y_t = \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \omega_q \varepsilon_{t-q}$$

donde

Y_t = valor de la variable dependiente al período t

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_q$ = coeficientes a estimar

$\{\varepsilon_t\}$ = proceso de ruido blanco

Esta ecuación representa un proceso estocástico $\{Y_t\}$ cuyos valores pueden ser dependientes unos de otros, como una suma finita ponderada de choques aleatorios independientes $\{\varepsilon_t\}$.

La forma de un modelo autorregresivo y de promedios móviles de órdenes p y q es

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \omega_1 \varepsilon_{t-1} - \omega_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \omega_q \varepsilon_{t-q}$$

Para la identificación del modelo $ARIMA(p,d,q)$ apropiado se calculan y grafican los coeficientes de autocorrelación (FAC) y autocorrelación parcial (FACP). El orden del polinomio autorregresivo (AR) del modelo se determina por el número de coeficientes de autocorrelación parcial que resultan significativamente diferentes de cero y el orden del polinomio de promedios móviles (MA) se determina por el número de coeficientes de autocorrelación significativamente diferentes de cero.

Con la simple inspección de las gráficas de FAC y FACP se puede determinar el modelo asociado, si FAC decrece exponencialmente y FACP tiende rápidamente a cero implica que el modelo requiere términos AR, si es de manera contraria se requieren términos MA y si tanto FAC como FACP decrecen irregularmente con tendencia exponencial, el modelo requiere tanto términos AR como MA.

Otra manera de identificar el modelo es comparando las gráficas con las correspondientes a modelos ARIMA conocidos (Figura 3-1).

Ya determinado el modelo se estiman sus parámetros por medio del método de máxima verosimilitud⁴.

⁴ Véase Guerrero Guzmán, V. M. *Análisis Estadístico de Series de Tiempo Económicas*.

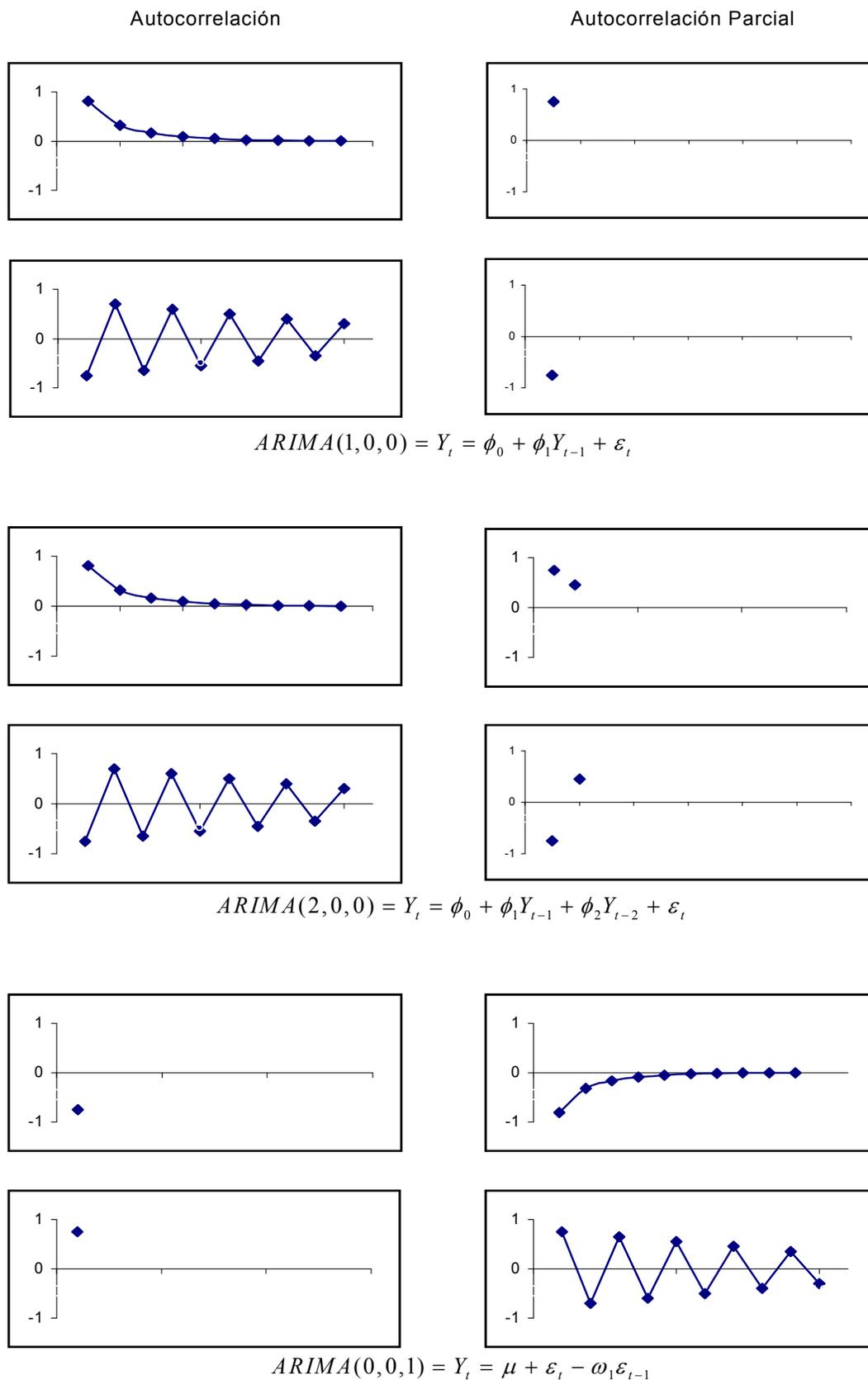
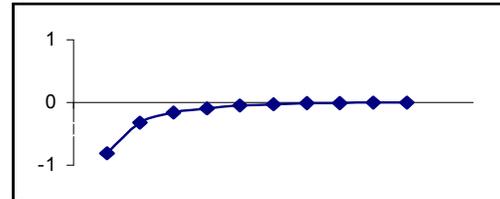
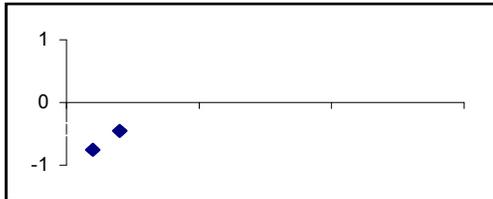
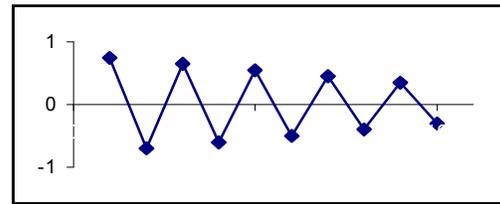
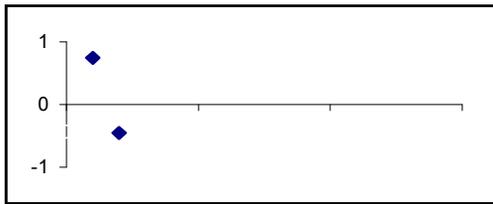


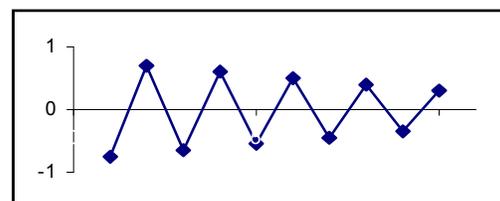
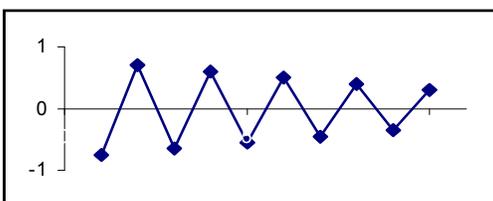
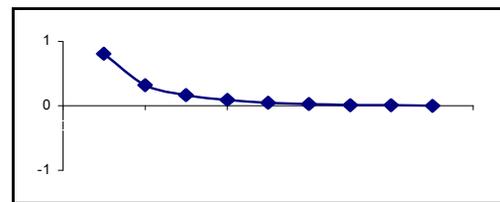
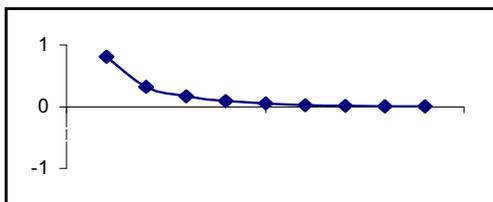
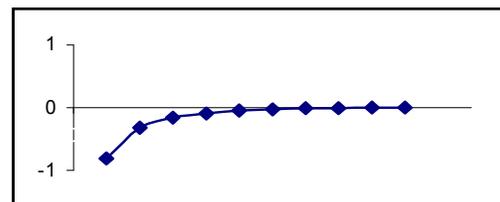
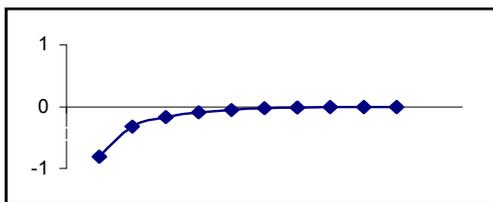
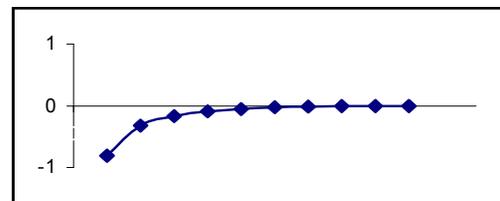
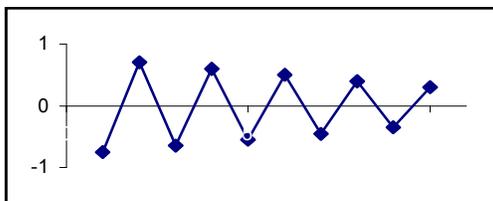
Figura 3-1

Autocorrelación

Autocorrelación Parcial



$$ARIMA(0,0,2) = Y_t = \mu + \varepsilon_t - \omega_1\varepsilon_{t-1} - \omega_2\varepsilon_{t-2}$$



$$ARIMA(1,0,1) = Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \omega_1\varepsilon_{t-1}$$

Figura 3-1

En la etapa de verificación se analizan los residuales por medio del cálculo de sus coeficientes de autocorrelación y del estadístico Q de *Ljung-Box* con lo que se verifica que sean mutuamente independientes, es decir, se distribuyan aleatoriamente. Debe hacerse también un análisis del modelo, para ello se calculan los errores estándar de los parámetros estimados y se les asocia un valor t con el que se determina si son significativos, de no serlo, el parámetro puede ser eliminado del modelo.

Para verificar que el modelo sea admisible deben comprobarse sus supuestos, revisando que el polinomio autorregresivo sea estacionario, esto se cumple cuando las raíces de su ecuación característica se encuentran fuera del círculo unitario, lo que para AR(1) se traduce en que $|\phi_1| < 1$ y para AR(2) en que $|\phi_2| < 1$, $\phi_1 + \phi_2 < 1$ y $\phi_2 - \phi_1 < 1$; también debe verificarse que el polinomio de promedios móviles sea invertible, cumpliendo que las raíces de su ecuación característica caigan fuera del círculo unitario, lo que para MA(1) implica $|\omega_1| < 1$ y para MA(2) que $|\omega_2| < 1$, $\omega_1 + \omega_2 < 1$ y $\omega_2 - \omega_1 < 1$.⁵

Si durante la verificación se detecta que debe hacerse alguna modificación al modelo, se repite todo el proceso hasta que se obtenga un modelo adecuado para ser utilizado para el pronóstico.

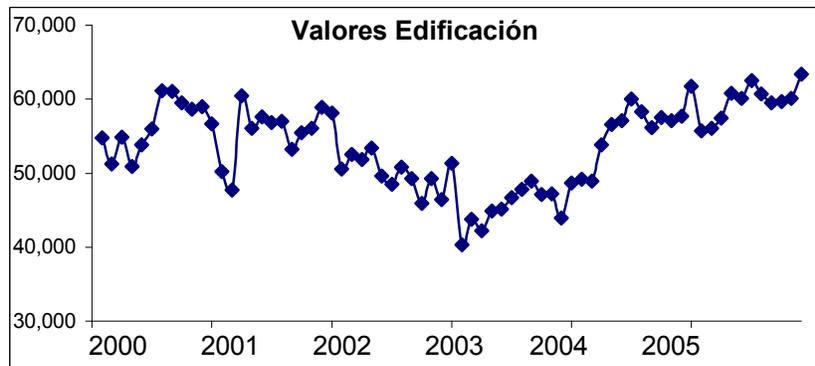
⁵ Véase Guerrero Guzmán, V. M. *Análisis Estadístico de Series de Tiempo Económicas*.

Capítulo 4

Aplicación y resultados

En este capítulo se aplica el proceso de pronosticación, presentado en el capítulo anterior, sobre cada subsector de la industria por tipo de obra. Se utilizan Excel y el paquete estadístico MINITAB 14 para graficación y cálculos.

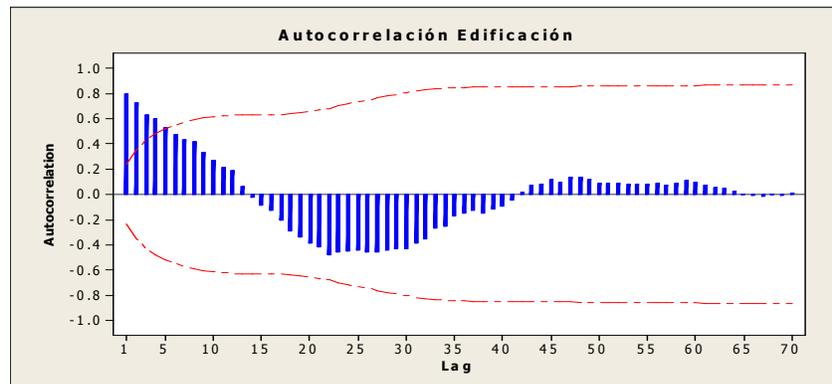
4.1 Valores de producción de edificación



Gráfica 4 -1.1

En la gráfica se observa posible tendencia y estacionalidad.

Se utiliza autocorrelación para identificar los patrones.



Gráfica 4 -1.2

- Estacionario: Los coeficientes de autocorrelación no tienden a cero rápidamente por lo que se descarta que se trate de una serie estacionaria.
- Tendencia: El no ser serie estacionaria indica que presenta tendencia, además se observa que los primeros coeficientes de autocorrelación son significativamente diferentes de cero y los siguientes disminuyen gradualmente al aumentar los períodos de rezago.
- Estacionalidad: Para identificar los coeficientes de autocorrelación significativamente diferentes de cero con 95% de confianza, se utiliza primero la aproximación normal para construir el intervalo $[-1.96 \cdot \sqrt{1/70}, 1.96 \cdot \sqrt{1/70}] = [-0.234, 0.234]$, los coeficientes que no caen dentro del intervalo son los correspondientes a los rezagos del 1 al 10 y del 18 al 34. Utilizando la prueba t los coeficientes significativamente diferentes de cero son los correspondientes a los primeros 5 rezagos. Con base en estos resultados se determinar que no existe estacionalidad.
- Irregularidad: El valor del estadístico Q para los 70 rezagos es de 632.12 mayor que el valor en tablas de la *ji-cuadrada* 91, por lo que la serie de datos no es aleatoria.

Los coeficientes de autocorrelación para cada rezago y los estadísticos t y Q asociados se presentan en el anexo 3.a.

Debido a los patrones identificados y al horizonte de tiempo, los métodos de pronosticación a evaluar son promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Holt, regresión y ARIMA. Los métodos que a continuación se presentan son los que califican como válidos para realizar pronóstico, los resultados del método de promedios móviles dobles se pueden consultaren el anexo 3.b y los del método de regresión en el anexo 3.c.

- Suavizamiento exponencial de Holt

El método de determinación de valores iniciales utilizado por MINITAB es el de regresión. Los valores de nivel y tendencia estimados se presentan en el anexo 3.d.

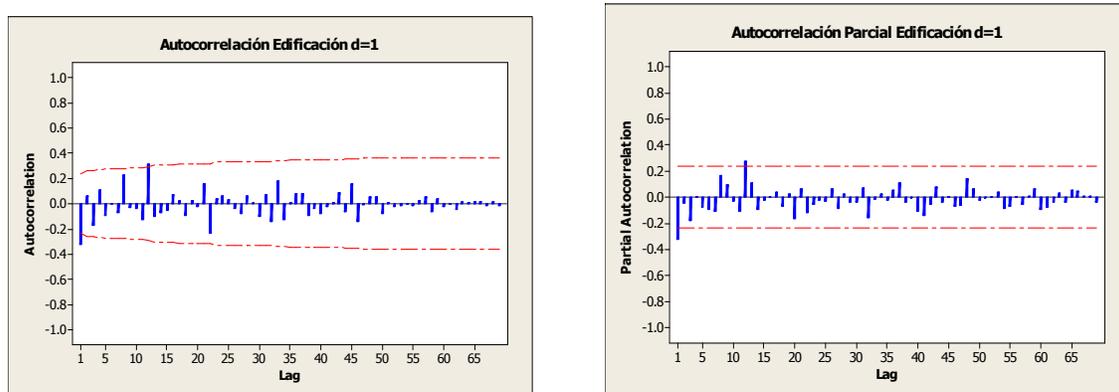
Los parámetros elegidos por minimizar las mediciones de error son $\alpha = 1$ y $\beta = 0.001$.

El valor del estadístico Q para 71 residuales es 78.13 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 69 grados de libertad es 89, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. El análisis de residuales indica que la aplicación del método es apropiada, tendiendo las siguientes mediciones de error:

DAM = 2,493.48 ECM = 11,425,190.42
 PEAM = 0.048 PEM = 0

- ARIMA

La serie estacionaria se obtiene diferenciando una vez la serie original.



Gráfica 4 – 1.3

El modelo inicialmente propuesto es ARIMA(1,1,1), el parámetro estimado $\phi_1 = 0.1745$ resulta no significativo, se propone entonces un segundo modelo ARIMA(0,1,1) quedando de la forma

$$W_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$W_t = \varepsilon_t - 0.3859\varepsilon_{t-1}$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.3859\varepsilon_{t-1}$$

El valor del estadístico Q para 70 residuales es 58.41 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 69 grados de libertad es 89, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. El parámetro ω_1 es significativo y $|\omega_1| < 1$.

La aplicación de este método es apropiada y tenemos las siguientes mediciones de error.

DAM = 2,388.38 ECM = 10,282,183
 PEAM = 0.045 PEM = 0

Algunos detalles sobre este modelo pueden consultarse en el anexo 3.e.

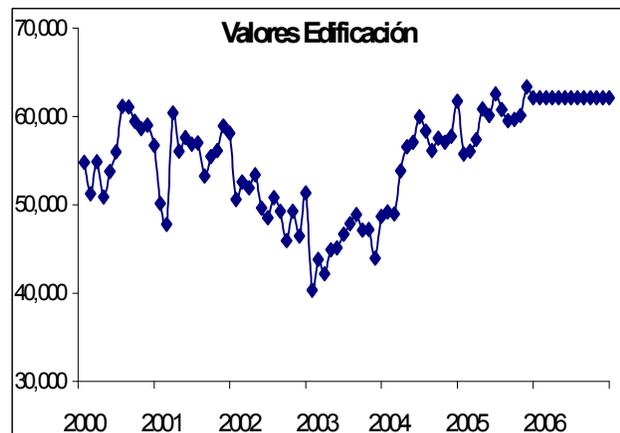
Mediante la comparación de las mediciones de error (Figura 4-1) podemos observar que el modelo que mejor ajusta los datos es ARIMA(0,1,1).

Método / Medición	DAM	ECM	PEAM	PEM
Suavizamiento Holt	2,493	11,425,190	0.048	0
ARIMA(0,1,1)	2,388	10,282,183	0.045	0

Figura 4 -1

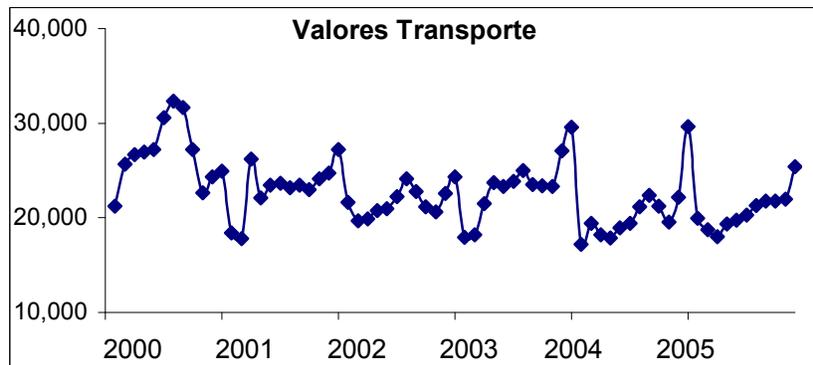
El pronóstico para el 2006 es el siguiente:

Periodo	Valor producción	Periodo	Pronóstico valor producción
2005/01	55,724	2006/01	62,074
2005/02	56,029	2006/02	62,074
2005/03	57,405	2006/03	62,074
2005/04	60,829	2006/04	62,074
2005/05	60,140	2006/05	62,074
2005/06	62,510	2006/06	62,074
2005/07	60,743	2006/07	62,074
2005/08	59,532	2006/08	62,074
2005/09	59,672	2006/09	62,074
2005/10	60,097	2006/10	62,074
2005/11	63,379	2006/11	62,074
2005/12	62,074	2006/12	62,074



Gráfica 4-1.4

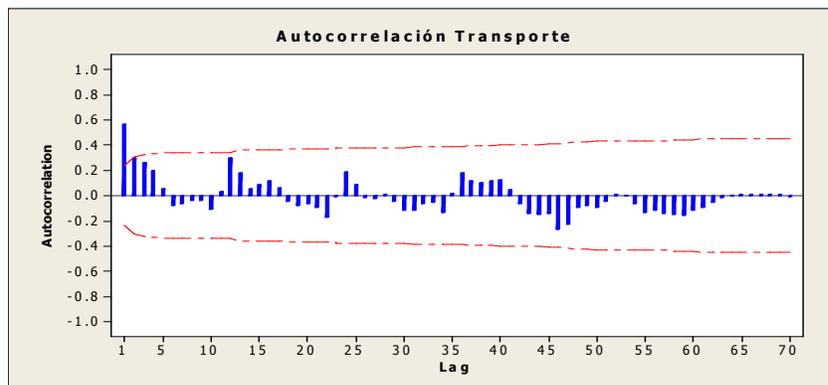
4.2 Valores de producción de transporte



Gráfica 4 -2.1

En la gráfica se observa posible tendencia y estacionalidad.

Se utiliza autocorrelación para identificar los patrones.



Gráfica 4 -2.2

- Estacionario: Los coeficientes de autocorrelación no tienden a cero rápidamente por lo que se descarta que se trate de una serie estacionaria.
- Tendencia: El no ser serie estacionaria indica que presenta tendencia, además se observa que los primeros 2 coeficientes de autocorrelación son significativamente diferentes de cero y los siguientes disminuyen gradualmente al aumentar los períodos de rezago.
- Estacionalidad: Para identificar los coeficientes de autocorrelación significativamente diferentes de cero con 95% de confianza, se utiliza primero la aproximación normal para construir el intervalo $\left[-1.96 \cdot \sqrt{1/70}, 1.96 \cdot \sqrt{1/70}\right] =$

$[-0.234, 0.234]$, los coeficientes que no caen dentro del intervalo son los correspondientes a los rezagos del 1, 2, 3, 12 y 46. Utilizando la prueba t los coeficientes significativamente diferentes de cero son los correspondientes a rezagos 1, 2 y 12. Con base en estos resultados se puede determinar que existe estacionalidad cada 12 meses.

- Irregularidad: El valor del estadístico Q para los 70 rezagos es de 185.36 que es mayor que el valor en tablas de la *ji-cuadrada* 91, por lo que la serie de datos no es aleatoria.

Los coeficientes de autocorrelación para cada rezago y los estadísticos t y Q asociados se presentan en el anexo 4.a.

Debido a los patrones identificados y al horizonte de tiempo, los métodos de pronóstico a evaluar son promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Winters, descomposición, regresión y ARIMA. Los métodos que se presentan son los que califican como válidos para realizar pronóstico, los resultados de promedios móviles para 4 y 8 períodos se pueden consultar en el anexo 4.b, los del método de descomposición en el anexo 4.c y los de regresión en el anexo 4.d.

- Promedios móviles dobles

Modelo para 12 períodos de promedio $\hat{Y}_{t+p} = 22,025.28 + 96.42p$.

El valor del estadístico Q para 48 residuales es 60.53 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* es 65, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. El análisis de residuales indica que es apropiada la aplicación del método y presenta las siguientes mediciones de error.

DAM = 2,358.62	ECM = 10,494,559.18
PEAM = 0.108	PEM = -0.009

- Suavizamiento exponencial de Winters

El método de determinación de valores iniciales utilizado por MINITAB es el de regresión. Los valores de nivel, tendencia y estacionalidad estimados se presentan en el anexo 4.e.

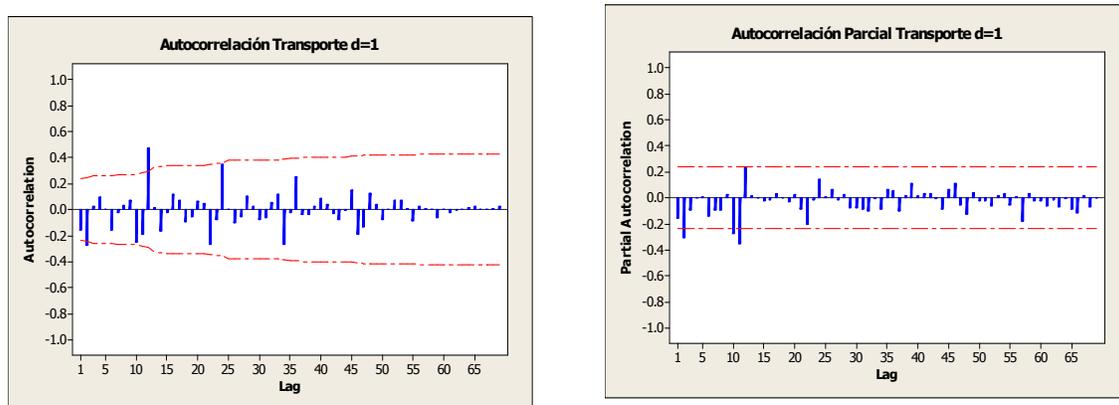
Los parámetros elegidos por minimizar las mediciones de error son $\alpha = 0.8$, $\beta = 0.1$ y $\gamma = 0.1$.

El valor del estadístico Q para 71 residuales es 58.3 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 68 grados de libertad es 88, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. La aplicación del método es apropiada y se tienen las siguientes mediciones de error.

DAM = 1,330.08 ECM = 3,410,291.24
 PEAM = 0.059 PEM = -0.001

- ARIMA

La serie estacionaria se obtiene diferenciando una vez la serie original.



Gráfica 4 – 2.3

El modelo inicialmente propuesto es ARIMA(1,1,1), una vez estimados sus parámetros se procede a la etapa de verificación obteniendo que valor del estadístico Q para 70 residuales es 104.05 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 68 grados de libertad es 88, con lo que se concluye que los errores no se distribuyen aleatoriamente.

Se propone un segundo modelo ARIMA(2,1,0) que una vez estimados sus parámetros queda de la forma

$$W_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$W_t = -0.2263W_{t-1} - 0.3267W_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$Y_t - Y_{t-1} = -0.2263Y_{t-1} - 0.2263Y_{t-2} - 0.3267Y_{t-2} - 0.3267Y_{t-3} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = (1 - 0.2263)Y_{t-1} + (-0.2263 - 0.3267)Y_{t-2} - 0.3267Y_{t-3} + \varepsilon_t$$

El valor del estadístico Q para 70 residuales es 88 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 68 grados de libertad es 88.25, por lo que se

concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. Los parámetros son significativos y además se cumple que $|\phi_2| < 1$, $\phi_1 + \phi_2 < 1$ y $\phi_2 - \phi_1 < 1$.

La aplicación de este método es apropiada y tenemos las siguientes mediciones de error.

DAM = 2,171.6 ECM = 8,923,147.55
 PEAM = 0.098 PEM = -0.010

Algunos detalles sobre este método pueden consultarse en el anexo 4.f.

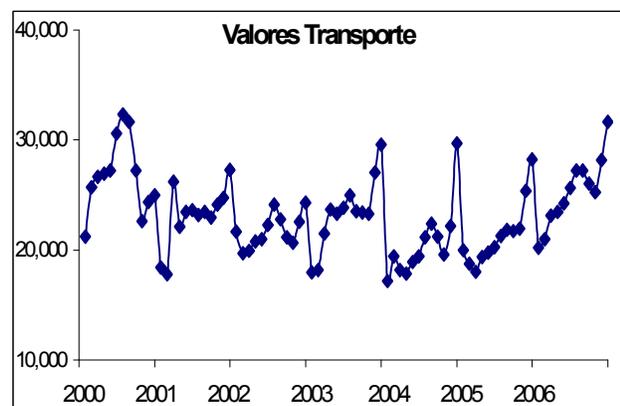
Mediante la comparación de las mediciones de error (Figura 4-2) podemos observar que el modelo que mejor ajusta los datos es el de suavizamiento exponencial de Winters.

Método / Medición	DAM	ECM	PEAM	PEM
Promedios Móviles D 12	2,359	10,494,559	0.108	-0.009
Suavizamiento Winters	1,330	3,410,291	0.059	-0.001
ARIMA(2,1,0)	2,172	8,923,148	0.098	-0.010

Figura 4 - 2

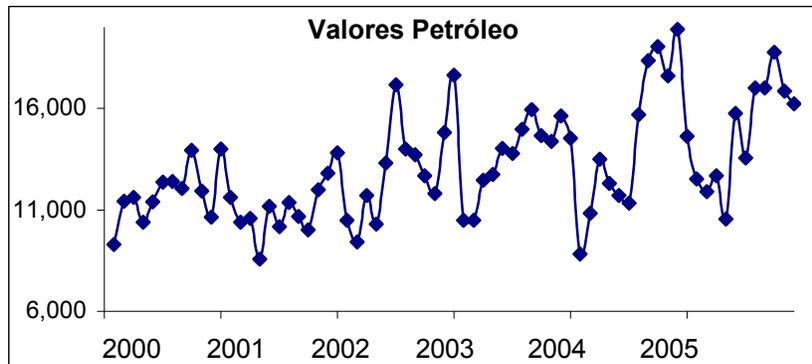
El pronóstico para el 2006 es el siguiente:

Período	Valor producción	Período	Pronóstico valor producción
2005/01	19,970	2006/01	20,212
2005/02	18,728	2006/02	21,002
2005/03	18,036	2006/03	23,144
2005/04	19,360	2006/04	23,484
2005/05	19,758	2006/05	24,253
2005/06	20,281	2006/06	25,636
2005/07	21,276	2006/07	27,225
2005/08	21,805	2006/08	27,234
2005/09	21,739	2006/09	26,040
2005/10	21,959	2006/10	25,239
2005/11	25,371	2006/11	28,190
2005/12	28,249	2006/12	31,621



Gráfica 4-2.4

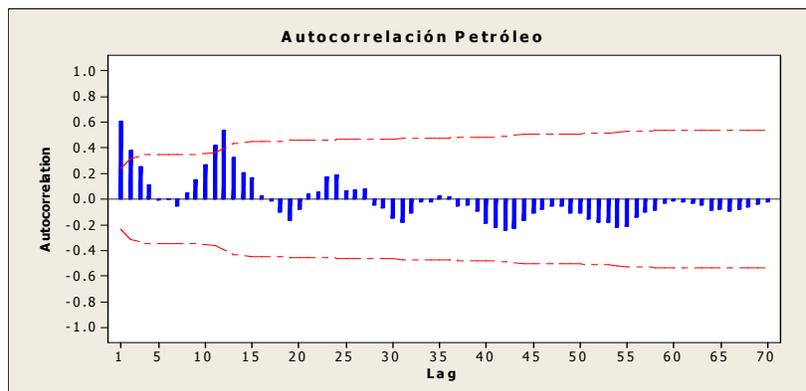
4.3 Valores de producción de petróleo y petroquímica



Gráfica 4 -3.1

En la gráfica se observa posible tendencia y estacionalidad.

Se utiliza autocorrelación para identificar los patrones.



Gráfica 4 -3.2

- Estacionario: Los coeficientes de autocorrelación no tienden a cero rápidamente por lo que se descarta que se trate de una serie estacionaria.
- Tendencia: El no ser serie estacionaria indica que presenta tendencia, además se observa que los primeros coeficientes de autocorrelación son significativamente diferentes de cero y los siguientes disminuyen gradualmente al aumentar los períodos de rezago.
- Estacionalidad: Para identificar los coeficientes de autocorrelación significativamente diferentes de cero con 95% de confianza, se utiliza primero

la aproximación normal para construir el intervalo $[-1.96 \cdot \sqrt{1/70}, 1.96 \cdot \sqrt{1/70}] = [-0.234, 0.234]$, los coeficientes que no caen dentro del intervalo son los correspondientes a los rezagos 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13 y 42. Utilizando la prueba t los coeficientes significativamente diferentes de cero son los correspondientes a los rezagos 1, 2, 11 y 12. Con base en estos resultados se determina que existe estacionalidad cada 12 meses.

- Irregularidad: El valor del estadístico Q para los 70 rezagos es de 298.13, mayor que el valor en tablas de la *ji-cuadrada* 91, por lo que la serie de datos no es aleatoria.

Los coeficientes de autocorrelación para cada rezago y los estadísticos t y Q asociados se presentan en el anexo 5.a.

Debido a los patrones identificados y al horizonte de tiempo, los métodos de pronóstico a evaluar son promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Winters, descomposición, regresión y ARIMA. Los métodos que se presentan son los que califican como válidos para realizar pronóstico, los resultados de promedios móviles se pueden consultar en el anexo 5.b, los de descomposición en el anexo 5.c y los de regresión en el anexo 5.d.

- Suavizamiento exponencial de Winters

El método de determinación de valores iniciales utilizado por MINITAB es el de regresión. Los valores de nivel, tendencia y estacionalidad estimados se presentan en el anexo 5.e.

Los parámetros elegidos por minimizar las mediciones de error son $\alpha = 0.56$, $\beta = 0.01$ y $\gamma = 0.01$.

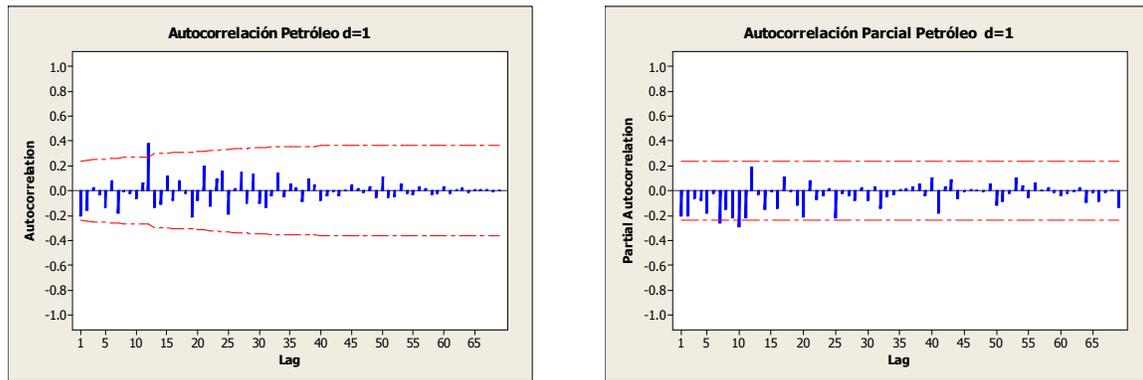
El valor del estadístico Q para 71 residuales es 87.96 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 68 grados de libertad es 88, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. Con base en el análisis de residuales la aplicación del método es apropiada.

Las mediciones de error arrojadas por este modelo son:

DAM = 1,347.83	ECM = 2,745,626.05
PEAM = 0.105	PEM = -0.027

- ARIMA

La serie estacionaria se obtiene diferenciando una vez la serie original.



Gráfica 4 – 3.3

El modelo inicialmente propuesto es ARIMA(1,1,1) que una vez estimados sus parámetros queda de la forma

$$W_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$W_t = 0.5135Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.9261\varepsilon_{t-1}$$

$$Y_t = (1 + 0.5135)Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.9261\varepsilon_{t-1}$$

El valor del estadístico Q para 70 residuales es 68 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 68 grados de libertad es 88, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. Los parámetros son significativos y además se cumple que $|\phi_1| < 1$ y $|\omega_1| < 1$.

La aplicación de este método es apropiada y tenemos las siguientes mediciones de error.

DAM = 1,651.6	ECM = 4,287,344.99
PEAM = 0.126	PEM = 0.008

Algunos detalles de este método pueden consultarse en el anexo 5.f.

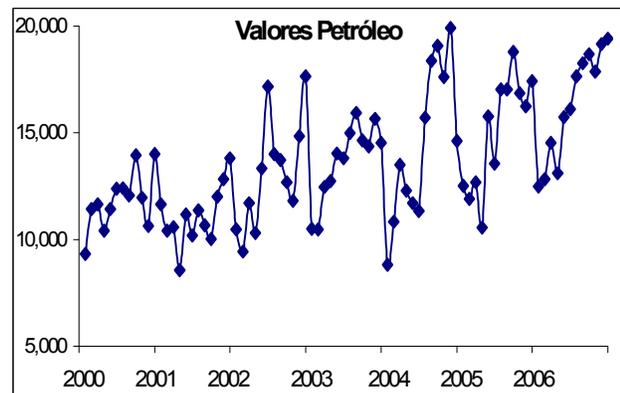
Mediante la comparación de las mediciones de error (Figura 4-3) podemos observar que el modelo que mejor ajusta los datos es el de suavizamiento exponencial de Winters.

Método / Medición	DAM	ECM	PEAM	PEM
Suavizamiento Winters	1,348	2,745,626	0.105	-0.027
ARIMA(1,1,1)	1,652	4,287,345	0.126	0.008

Figura 4 - 3

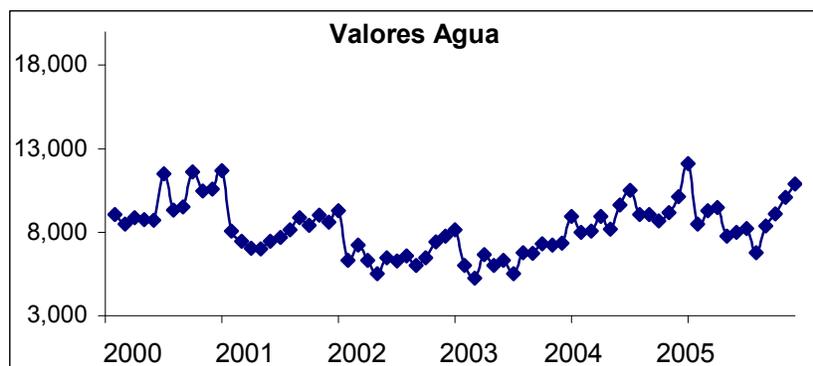
El pronóstico para el 2006 es el siguiente:

Período	Valor producción	Período	Pronóstico valor producción
2005/01	12,515	2006/01	12,489
2005/02	11,908	2006/02	12,829
2005/03	12,679	2006/03	14,541
2005/04	10,539	2006/04	13,098
2005/05	15,756	2006/05	15,745
2005/06	13,558	2006/06	16,105
2005/07	17,020	2006/07	17,651
2005/08	17,023	2006/08	18,249
2005/09	18,787	2006/09	18,674
2005/10	16,855	2006/10	17,863
2005/11	16,247	2006/11	19,157
2005/12	17,407	2006/12	19,402



Gráfica 4-3.4

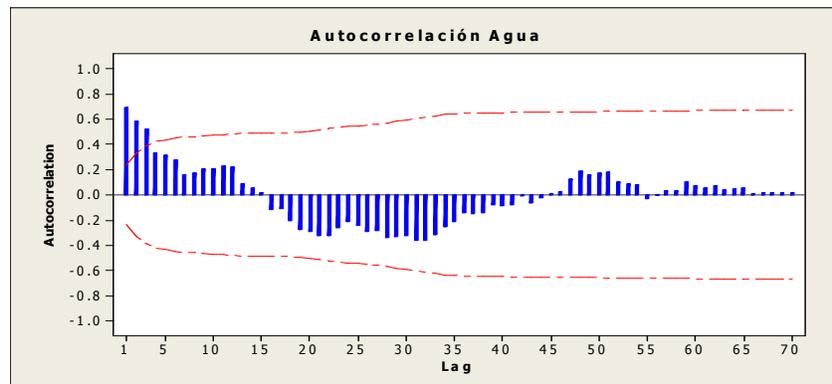
4.4 Valores de producción de agua, riego y saneamiento



Gráfica 4 -4.1

En la gráfica se observa posible tendencia.

Se utiliza autocorrelación para identificar patrones.



Grafica 4 -4.2

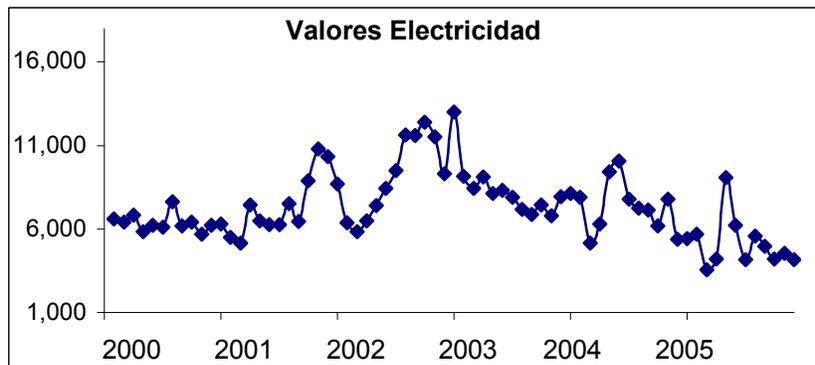
- Estacionario: Los coeficientes de autocorrelación no tienden a cero rápidamente por lo que se descarta que se trate de una serie estacionaria.
- Tendencia: El no ser serie estacionaria indica que presenta tendencia, además se observa que los primeros coeficientes de autocorrelación son significativamente diferentes de cero y los siguientes disminuyen gradualmente al aumentar los períodos de rezago.
- Estacionalidad: Para identificar los coeficientes de autocorrelación significativamente diferentes de cero con 95% de confianza, se utiliza primero la aproximación normal para construir el intervalo $[-1.96 \cdot \sqrt{1/70}, 1.96 \cdot \sqrt{1/70}] = [-0.234, 0.234]$, los coeficientes que no caen dentro del intervalo son los correspondientes a los rezagos del 1 al 6, del 19 al 23 y del 25 al 34. Utilizando la prueba t los coeficientes significativamente diferentes de cero son los correspondientes a los rezagos 1, 2 y 3. Con base en estos resultados se determina que no existe estacionalidad.
- Irregularidad: El valor del estadístico Q para los 70 rezagos es de 386.66 mucho mayor que el valor en tablas de la ji -cuadrada 91, por lo que la serie de datos no es aleatoria.

Los coeficientes de autocorrelación para cada rezago y los estadísticos t y Q asociados se presentan en el anexo 6.a.

Debido a los patrones identificados y al horizonte de tiempo, los métodos de pronóstico a evaluar son promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Holt, regresión y ARIMA. Bajo el criterio de evaluación

mencionado en el capítulo anterior ninguno de los métodos califica como válido para realizar pronóstico, los resultados del método de promedios móviles dobles se pueden consultaren el anexo 6.b, los del método de suavizamiento exponencial de Holt en el anexo 6.c, del método de regresión en el anexo 6.d y de ARIMA en el anexo 6.e .

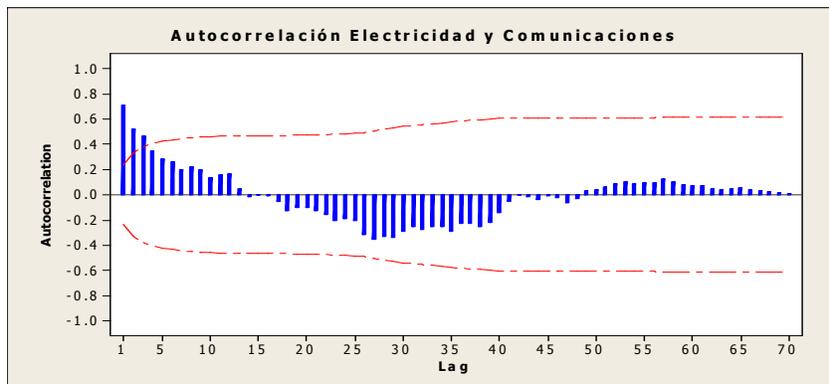
4.5 Valores de producción de electricidad y comunicaciones



Gráfica 4 –5.1

En la gráfica se observa posible tendencia.

Se utiliza autocorrelación para identificar patrones.



Gráfica 4 –5.2

- Estacionario: Los coeficientes de autocorrelación no tienden a cero rápidamente por lo que se descarta que se trate de una serie estacionaria.

- **Tendencia:** El no ser serie estacionaria indica que presenta tendencia, además se observa que los primeros coeficientes de autocorrelación son significativamente diferentes de cero y los siguientes disminuyen gradualmente al aumentar los períodos de rezago.
- **Estacionalidad:** Para identificar los coeficientes de autocorrelación significativamente diferentes de cero con 95% de confianza, se utiliza primero la aproximación normal para construir el intervalo $[-1.96 \cdot \sqrt{1/70}, 1.96 \cdot \sqrt{1/70}] = [-0.234, 0.234]$, los coeficientes que no caen dentro del intervalo son los correspondientes a los rezagos del 1 al 6 y del 26 al 35. Utilizando la prueba t los coeficientes significativamente diferentes de cero son los correspondientes a los rezagos 1, 2 y 3. Con base en estos resultados se determina que no existe estacionalidad.
- **Irregularidad:** El valor del estadístico Q para los 70 rezagos es de 328.21 mucho mayor que el valor en tablas de la *ji-cuadrada* 91, por lo que la serie de datos no es aleatoria.

Los coeficientes de autocorrelación para cada rezago y los estadísticos t y Q asociados se presentan en el anexo 7.a.

Debido a los patrones identificados y al horizonte de tiempo, los métodos de pronosticación a evaluar son promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Holt, regresión y ARIMA. Los métodos que se presentan son los que califican como válidos para realizar pronóstico, los resultados de promedios móviles para 2 y 6 períodos se pueden consultar en el anexo 7.b y los resultados del método de regresión en el anexo 7.c.

- Promedios móviles dobles

- Modelo para 4 períodos de promedio $\hat{Y}_{t+p} = 4,141.53 - 226.29p$.

El valor del estadístico Q para 64 residuales es 77.63 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* es 83, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. El análisis de residuales indica que es apropiada la aplicación del método y se tienen las siguientes mediciones de error.

DAM = 1,437.56
PEAM = 0.198

ECM = 3,740,598.49
PEM = -0.030

- Suavizamiento exponencial de Holt

El método de determinación de valores iniciales utilizado por MINITAB es el de regresión. Los valores de nivel y tendencia estimados se presentan en el anexo 7.d.

Los parámetros elegidos por minimizar las mediciones de error son $\alpha = 0.879805$ y $\beta = 0.022519$.

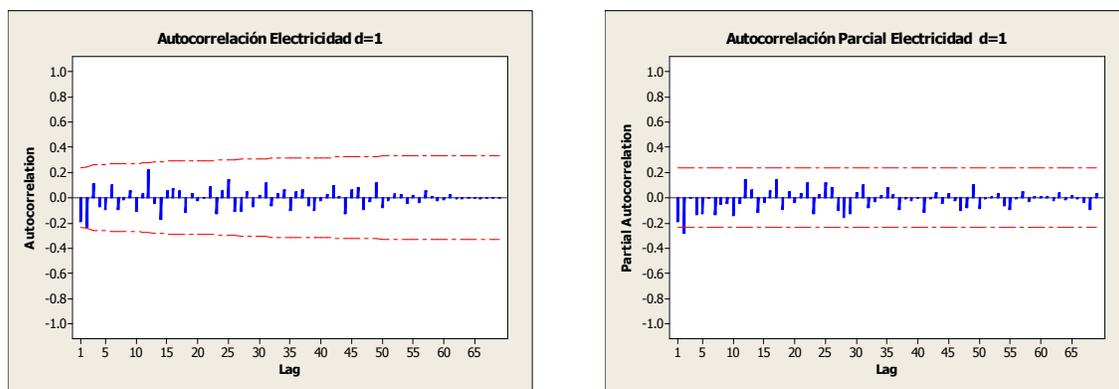
El valor del estadístico Q para 71 residuales es 53.39 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 69 grados de libertad es 89, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. Con base en el análisis de residuales la aplicación del método es apropiada.

Las mediciones de error del modelo son:

DAM = 1,113.90 ECM = 2,229,560.57
 PEAM = 0.155 PEM = -0.019

- ARIMA

La serie estacionaria se obtiene diferenciando una vez la serie original.



Gráfica 4 – 5.3

El modelo inicialmente propuesto es ARIMA(0,1,2) que una vez estimados sus parámetros queda de la forma

$$W_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$W_t = \varepsilon_t - 0.2702\varepsilon_{t-1} - 0.3201\varepsilon_{t-2}$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.2702\varepsilon_{t-1} - 0.3201\varepsilon_{t-2}$$

El valor del estadístico Q para 70 residuales es 34.01 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 68 grados de libertad es 88, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. Los parámetros son significativos y además se cumple que $|\omega_2| < 1$, $\omega_1 + \omega_2 < 1$ y $\omega_2 - \omega_1 < 1$. La aplicación de este método es apropiada y tenemos las siguientes mediciones de error.

DAM = 1,651.6 ECM = 4,287,344.99
 PEAM = 0.126 PEM = 0.008

Algunos detalles de este método se pueden consultar en el anexo 7.e.

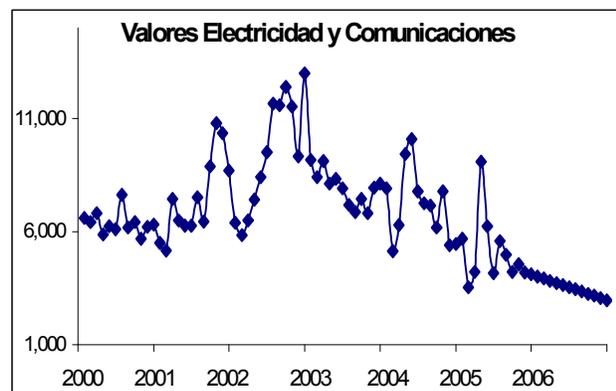
Mediante la comparación de las mediciones de error (Figura 4-5) podemos observar que DAM es menor con el método de suavizamiento exponencial de Holt, ECM es menor con el modelo ARIMA(0,1,2), pero el PEM de -0.042 de éste último nos indica que este modelo tiene tendencia a sobreestimar los valores por lo que se elige el de suavizamiento exponencial de Holt.

Método / Medición	DAM	ECM	PEAM	PEM
Promedios Móviles D 4	1,438	3,740,598	0.198	-0.03
Suavizamiento Holt	1,114	2,229,561	0.155	-0.019
ARIMA(0,1,2)	1,117	2,038,973	0.156	-0.042

Figura 4 -5

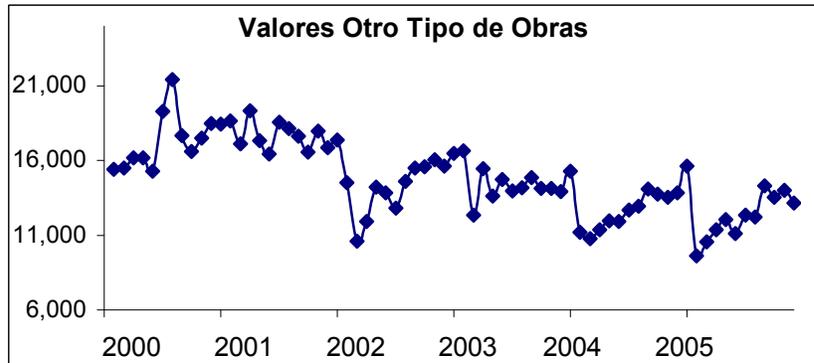
El pronóstico para el 2006 es el siguiente:

Periodo	Valor producción	Periodo	Pronóstico valor producción
2005/01	5,673	2006/01	4,020
2005/02	3,548	2006/02	3,924
2005/03	4,212	2006/03	3,829
2005/04	9,080	2006/04	3,733
2005/05	6,230	2006/05	3,638
2005/06	4,169	2006/06	3,542
2005/07	5,579	2006/07	3,447
2005/08	4,975	2006/08	3,351
2005/09	4,207	2006/09	3,256
2005/10	4,560	2006/10	3,160
2005/11	4,182	2006/11	3,065
2005/12	4,116	2006/12	2,969



Gráfica 4-5.4

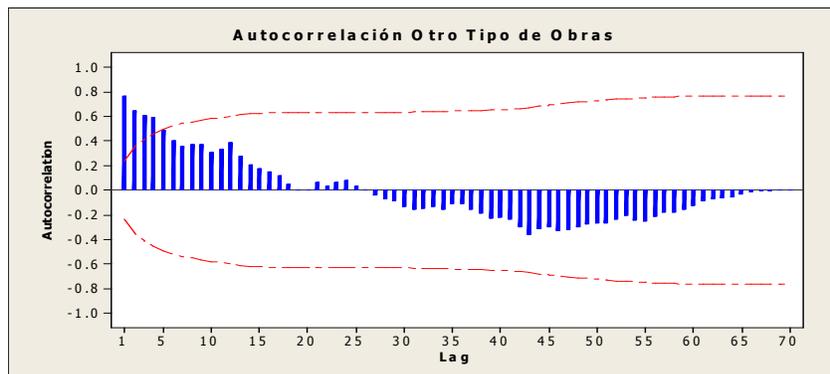
4.6 Valores de producción de otro tipo de obras



Gráfica 4 -6.1

En la gráfica observamos posible tendencia y estacionalidad.

Se utiliza autocorrelación para identificar patrones.



Grafica 4 -6.2

- Estacionario: Los coeficientes de autocorrelación no tienden a cero rápidamente por lo que se descarta que se trate de una serie estacionaria.
- Tendencia: El no ser serie estacionaria indica que presenta tendencia, además se observa que los primeros coeficientes de autocorrelación son significativamente diferentes de cero y los siguientes disminuyen gradualmente al aumentar los períodos de rezago.
- Estacionalidad: Para identificar los coeficientes de autocorrelación significativamente diferentes de cero con 95% de confianza, se utiliza primero

la aproximación normal para construir el intervalo $[-1.96 \cdot \sqrt{1/70}, 1.96 \cdot \sqrt{1/70}] = [-0.234, 0.234]$, los coeficientes que no caen dentro del intervalo son los correspondientes a los rezagos del 1 al 13, del 42 al 52, 54 y 55. Utilizando la prueba t los coeficientes significativamente diferentes de cero son los correspondientes a los rezagos del 1 al 5. Con base en estos resultados se determina que no existe estacionalidad.

- Irregularidad: El valor del estadístico Q para los 70 rezagos es de 631.90 mucho mayor que el valor en tablas de la *ji-cuadrada* 91, por lo que la serie de datos no es aleatoria.

Los coeficientes de autocorrelación para cada rezago y los estadísticos t y Q asociados se presentan en el anexo 8.a.

Debido a los patrones identificados y al horizonte de tiempo, los métodos de pronóstico a evaluar son promedios móviles dobles, suavizamiento exponencial de Holt, regresión y ARIMA. Los métodos que se presentan son los que califican como válidos para realizar pronóstico, los resultados de promedios móviles se pueden consultar en el anexo 8.b y los de regresión en el anexo 8.c.

- Suavizamiento exponencial de Holt

El método de determinación de valores iniciales utilizado por MINITAB es el de regresión. Los valores de nivel y tendencia estimados se presentan en el anexo 8.d.

Los parámetros elegidos por minimizar las mediciones de error son $\alpha = 0.919812$ y $\beta = 0.021214$.

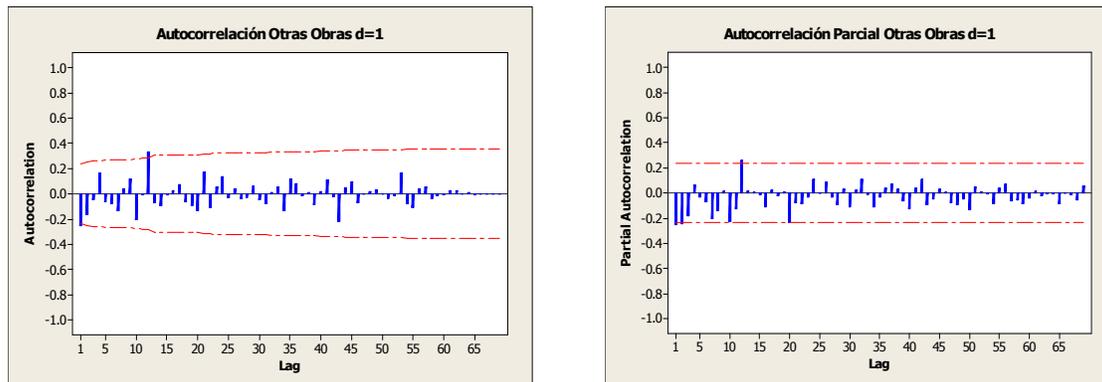
El valor del estadístico Q para 71 residuales es 78.72 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 69 grados de libertad es 89, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. El análisis de residuales indica que la aplicación del método es apropiada.

Las mediciones de error del modelo son:

DAM = 1,211.07	ECM = 2,819,146.31
PEAM = 0.086	PEM = -0.001

- ARIMA

La serie estacionaria se obtiene diferenciando una vez la serie original.



Gráfica 4 – 6.3

El modelo inicialmente propuesto es ARIMA(1,1,1) que una vez estimados sus parámetros queda de la forma

$$W_t = \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

$$W_t = 0.4824Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.8596\varepsilon_{t-1}$$

$$Y_t = (1 + 0.4824)Y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.8596\varepsilon_{t-1}$$

El valor del estadístico Q para 70 residuales es 65.23 y el correspondiente en tablas de la *ji-cuadrada* con 68 grados de libertad es 88, por lo que se concluye que los errores se distribuyen aleatoriamente. Los parámetros son significativos y además se cumple que $|\phi_1| < 1$ y $|\omega_1| < 1$. La aplicación de este método es apropiada y tenemos las siguientes mediciones de error.

$$\begin{array}{ll} \text{DAM} = 1,117.89 & \text{ECM} = 2,502,061.25 \\ \text{PEAM} = 0.080 & \text{PEM} = -0.023 \end{array}$$

Algunos detalles sobre este método pueden consultarse en el anexo 8.e.

Mediante la comparación de las mediciones de error (Figura 4-6) podemos observar que el modelo que mejor ajusta los datos es ARIMA(1,1,1).

Método / Medición	DAM	ECM	PEAM	PEM
Suavizamiento Holt	1,211	2,819,146	0.086	-0.001
ARIMA(1,1,1)	1,118	2,502,061	0.080	-0.023

Figura 4 - 6

El pronóstico para el 2006 es el siguiente:

Periodo	Valor producción	Periodo	Pronóstico valor producción
2005/01	9,626	2006/01	13,004
2005/02	10,553	2006/02	12,980
2005/03	11,347	2006/03	12,969
2005/04	12,060	2006/04	12,963
2005/05	11,116	2006/05	12,961
2005/06	12,367	2006/06	12,959
2005/07	12,239	2006/07	12,959
2005/08	14,308	2006/08	12,959
2005/09	13,552	2006/09	12,958
2005/10	13,999	2006/10	12,958
2005/11	13,154	2006/11	12,958
2005/12	13,053	2006/12	12,958



Gráfica 4 - 6.4

CONCLUSIONES

La información que los pronósticos estadísticos, realizados en el capítulo 4, nos proporcionan sobre los diferentes subsectores de la industria de la construcción se resume a continuación.

En cuanto a edificación, el pronóstico nos dice que se espera un nivel de producción constante a lo largo del año. El acumulado de producción anual es de alrededor de 745 millones de pesos, cifra bastante alta, pero que en comparación con el acumulado de 718 millones de pesos del 2005, representa sólo un crecimiento del 3.73% para este subsector.

En transporte, el pronóstico refleja estacionalidad mensual semejante a la de los años anteriores. El acumulado anual para el 2006 es de 303 millones de pesos, que comparados con los 256.5 millones de pesos del 2005 indican un crecimiento del 18.22%.

En el sector de petróleo y petroquímica se observa estacionalidad mensual, pero no tan definida como en años anteriores, observando una marcada tendencia creciente a lo largo del año. El acumulado de producción para este año se espera de 196 millones de pesos, lo que representa un crecimiento del 8.6% respecto a los 180 millones de pesos correspondientes al 2005.

Para el subsector de agua, riego y saneamiento no fue posible realizar un pronóstico estadístico con los métodos aquí presentados.

El pronóstico del sector de electricidad y comunicaciones presenta una tendencia a la baja sin estacionalidad mensual, generando un acumulado anual de 42 millones de pesos que contra los 60.5 millones de pesos del año anterior, reflejan una caída del 30%.

La división de otro tipo de obras proyecta mantenerse en un nivel constante a lo largo del año, acumulando aproximadamente 156 millones de pesos con un crecimiento del 6% respecto a los 147 millones del 2005.

Como resumen de las expectativas generadas en el capítulo 2 con base en información contenida en artículos, informes y opiniones de analistas, se menciona que para el subsector de edificación se espera crecimiento debido al apoyo a la vivienda; el subsector de transporte podría presentar una producción semejante a la del año anterior con un ligero crecimiento; para petróleo y petroquímica las expectativas son de montos iguales o inclusive menores que los de años anteriores; en los subsectores de agua, riego y saneamiento así como en electricidad y comunicaciones se espera mantener el mismo nivel de producción que el 2005 y para el sector que contiene otro tipo de obras se espera presente crecimiento.

Tomando en cuenta la información generada en los capítulos 2 y 4 se ha identificado al subsector de transporte como probable de presentar mayor crecimiento en el 2006 y al sector de electricidad y comunicaciones como único probable de presentar una caída.

Los resultados presentados tienen validez considerando la información existente en el momento de realizar la pronosticación, es recomendable dar un seguimiento al estudio, efectuando revisiones periódicas de los resultados considerando nuevos datos y factores que pudieran haber cambiado con el tiempo.

La importancia de contar con información confiable acerca de eventos futuros radica en la detección y disminución de riesgos, para empresas como para profesionistas independientes esto se traduce en una ventaja competitiva.

Los métodos de pronosticación, como puede apreciarse en este trabajo, sirven para construir escenarios probables y con ellos tomar decisiones sobre inversiones, estrategias de mercadeo, implementación de políticas, entre otros.

Durante el desarrollo profesional del Actuario puede presentarse la necesidad de realizar este tipo de análisis y debido a la formación matemática, estadística y analítica que posee, le es posible desarrollarlo e interpretarlo adecuadamente.

Aunque son muchos los métodos existentes, aquí se seleccionaron modelos sencillos usualmente utilizados para series económicas, estos mismos modelos pueden aplicarse a otras variables, pero para que los resultados sean útiles en la toma de decisiones deben analizarse las condiciones generales y las necesidades específicas de información para así emplear el método adecuado.

Anexo 1.a

Valores de producción mensuales por tipo de obra de las empresas afiliadas y no afiliadas a la CMIC (2000-2005)

Unidad de Medida: Miles de pesos a precios corrientes.

Fuente: INEGI. Encuesta Nacional de la Industria de la Construcción.

PERIODO	Total	Edificación	Agua, riego y saneamiento	Electricidad y comunicaciones	Transporte	Petróleo y petroquímica	Otras construcciones
2000/01	9,395,680	4,422,731	730,263	533,382	1,713,102	751,276	1,244,926
2000/02	9,706,797	4,187,989	695,115	525,251	2,100,101	932,869	1,265,471
2000/03	10,236,362	4,490,513	725,183	558,574	2,182,979	952,450	1,326,664
2000/04	9,765,732	4,176,553	719,213	480,350	2,209,229	853,795	1,326,592
2000/05	10,188,563	4,468,542	723,177	517,174	2,260,406	947,671	1,271,593
2000/06	11,441,247	4,713,250	967,566	514,872	2,577,414	1,042,815	1,625,331
2000/07	12,073,310	5,118,873	781,792	637,331	2,704,370	1,036,808	1,794,136
2000/08	11,660,182	5,155,560	803,464	520,724	2,669,805	1,017,230	1,493,399
2000/09	11,459,093	5,037,686	983,090	543,041	2,306,448	1,181,156	1,407,672
2000/10	10,819,714	5,002,221	892,521	484,063	1,930,905	1,018,774	1,491,230
2000/11	11,044,004	5,041,884	903,759	530,966	2,079,279	908,533	1,579,584
2000/12	11,180,210	4,798,306	990,270	534,531	2,111,676	1,184,482	1,560,947
2001/01	9,682,078	4,322,590	693,537	473,981	1,584,324	1,002,268	1,605,378
2001/02	9,083,161	4,105,510	640,042	444,217	1,527,855	894,515	1,471,022
2001/03	11,289,793	5,207,520	606,232	640,270	2,258,079	910,750	1,666,942
2001/04	10,152,174	4,841,431	604,950	560,313	1,910,876	739,572	1,495,031
2001/05	10,574,516	4,974,204	646,051	540,659	2,028,434	965,831	1,419,337
2001/06	10,620,414	4,900,782	664,390	539,731	2,038,226	877,836	1,599,450
2001/07	10,775,866	4,898,090	701,165	646,546	1,993,729	976,878	1,559,459
2001/08	10,403,143	4,604,456	765,614	556,971	2,028,036	922,726	1,525,341
2001/09	10,629,978	4,819,123	730,336	772,716	1,997,210	871,706	1,438,888
2001/10	11,234,942	4,848,493	779,618	931,988	2,083,265	1,036,957	1,554,621
2001/11	11,375,742	5,067,961	738,737	890,439	2,127,272	1,102,272	1,449,060
2001/12	11,537,975	4,984,476	796,459	745,966	2,336,841	1,184,287	1,489,948
2002/01	9,490,148	4,367,537	545,756	551,243	1,868,051	904,318	1,253,243
2002/02	9,101,601	4,538,770	625,793	504,612	1,702,783	813,969	915,675
2002/03	9,497,494	4,551,865	554,023	569,367	1,747,630	1,026,970	1,047,639
2002/04	9,885,752	4,730,802	487,660	655,925	1,839,996	912,567	1,258,803
2002/05	10,073,224	4,437,121	577,358	752,604	1,876,785	1,190,614	1,238,741
2002/06	10,499,623	4,371,556	564,187	856,115	2,004,830	1,546,711	1,156,225
2002/07	11,032,830	4,600,883	596,700	1,054,975	2,187,435	1,269,272	1,323,565
2002/08	10,831,106	4,487,684	548,026	1,055,703	2,077,336	1,251,326	1,411,031
2002/09	10,497,488	4,222,879	592,742	1,137,520	1,946,519	1,166,367	1,431,462
2002/10	10,714,788	4,522,277	680,046	1,058,795	1,897,270	1,083,661	1,472,740
2002/11	10,775,398	4,297,109	716,199	860,919	2,086,664	1,371,375	1,443,133
2002/12	12,259,392	4,805,153	762,932	1,217,247	2,277,918	1,653,687	1,542,456
2003/01	9,553,801	3,832,581	571,388	869,989	1,703,898	996,346	1,579,599
2003/02	9,485,105	4,217,332	503,860	810,611	1,753,885	1,009,112	1,190,305
2003/03	10,375,976	4,075,843	644,403	880,880	2,077,691	1,204,282	1,492,877
2003/04	10,419,873	4,288,755	575,287	775,401	2,262,454	1,216,121	1,301,855
2003/05	10,630,615	4,289,672	599,769	790,493	2,215,071	1,333,145	1,402,465
2003/06	10,710,114	4,477,895	527,908	757,749	2,284,612	1,322,627	1,339,323
2003/07	11,145,037	4,599,488	650,397	689,301	2,402,533	1,440,980	1,362,338
2003/08	11,285,277	4,724,913	652,279	662,573	2,272,034	1,539,139	1,434,339
2003/09	11,068,977	4,573,622	710,624	721,073	2,270,715	1,422,154	1,370,789
2003/10	11,082,651	4,625,796	707,549	667,841	2,285,037	1,409,089	1,387,339
2003/11	11,457,834	4,348,935	725,111	783,605	2,675,396	1,547,296	1,377,491
2003/12	12,506,668	4,864,774	894,553	811,771	2,954,531	1,453,948	1,527,091
2004/01	10,270,569	4,937,825	803,054	794,168	1,724,612	886,011	1,124,899
2004/02	10,519,291	4,990,982	823,670	524,834	1,978,619	1,103,623	1,097,563
2004/03	11,607,139	5,572,306	926,084	650,445	1,885,022	1,397,996	1,175,286
2004/04	12,220,878	5,946,441	861,078	990,168	1,875,015	1,292,338	1,255,838
2004/05	12,618,365	6,036,480	1,018,124	1,066,287	2,000,986	1,237,582	1,258,906
2004/06	12,880,589	6,348,366	1,112,012	822,583	2,053,249	1,200,708	1,343,671
2004/07	13,224,129	6,196,198	963,024	769,743	2,249,554	1,668,431	1,377,179
2004/08	13,620,123	6,010,440	968,540	764,542	2,399,617	1,968,302	1,508,682
2004/09	13,613,002	6,194,652	932,977	665,304	2,286,341	2,053,513	1,480,215
2004/10	13,526,860	6,191,312	993,666	844,185	2,121,941	1,909,289	1,466,467
2004/11	14,038,826	6,275,318	1,101,210	586,706	2,407,071	2,163,132	1,505,389
2004/12	15,034,293	6,667,308	1,309,725	587,497	3,203,800	1,579,148	1,686,815
2005/01	12,139,892	6,040,157	920,295	614,876	2,164,591	1,356,528	1,043,445
2005/02	12,013,876	6,116,195	1,014,145	387,290	2,044,369	1,299,907	1,151,970
2005/03	12,429,299	6,306,004	1,040,143	462,699	1,981,249	1,392,768	1,246,436
2005/04	13,207,415	6,715,191	857,669	1,002,413	2,137,280	1,163,496	1,331,366
2005/05	13,283,476	6,602,535	877,695	683,996	2,169,105	1,729,768	1,220,377
2005/06	13,253,355	6,839,681	901,703	456,157	2,219,115	1,483,505	1,353,196
2005/07	13,604,274	6,685,064	743,522	613,951	2,341,575	1,873,188	1,346,973
2005/08	13,895,167	6,564,440	923,016	548,538	2,404,366	1,877,081	1,577,728
2005/09	14,085,590	6,614,569	1,010,054	466,377	2,409,780	2,082,537	1,502,272
2005/10	14,168,208	6,675,460	1,119,832	506,535	2,439,173	1,872,235	1,554,973
2005/11	14,798,236	7,040,874	1,208,135	464,560	2,818,537	1,804,860	1,461,271

Anexo 1.b

Índice Nacional de Precios al Productor INNP

Unidad de Medida: Base diciembre 2003 = 100.

Fuente: INEGI - Banco de México. Índices de precios.

Período	Índice	Período	Índice	Período	Índice
2000/01	80.687	2002/01	86.317	2004/01	100.41
2000/02	81.717	2002/02	86.371	2004/02	101.97
2000/03	81.882	2002/03	87.73	2004/03	103.549
2000/04	82.033	2002/04	88.567	2004/04	105.087
2000/05	83.073	2002/05	89.397	2004/05	105.764
2000/06	84.238	2002/06	90.083	2004/06	105.841
2000/07	83.691	2002/07	90.586	2004/07	106.272
2000/08	84.405	2002/08	91.131	2004/08	107.095
2000/09	84.701	2002/09	91.897	2004/09	107.703
2000/10	85.278	2002/10	91.836	2004/10	108.412
2000/11	85.462	2002/11	92.466	2004/11	108.688
2000/12	84.651	2002/12	93.67	2004/12	108.032
2001/01	86.148	2003/01	94.95	2005/01	108.394
2001/02	85.972	2003/02	96.319	2005/02	109.161
2001/03	86.184	2003/03	96.585	2005/03	109.851
2001/04	86.324	2003/04	95.472	2005/04	110.394
2001/05	86.396	2003/05	95.066	2005/05	109.786
2001/06	86.232	2003/06	95.879	2005/06	109.418
2001/07	85.959	2003/07	96.142	2005/07	110.055
2001/08	86.462	2003/08	96.575	2005/08	110.268
2001/09	86.936	2003/09	97.031	2005/09	110.849
2001/10	86.432	2003/10	98.083	2005/10	111.078
2001/11	86.01	2003/11	98.897	2005/11	111.092
2001/12	85.752	2003/12	100	2005/12	111.633

Anexo 1.c

Valores deflactados para la serie correspondiente al Anexo 1.a

Unidad de Medida: Miles de pesos.

PERIODO	Total	Edificación	Agua, riego y saneamiento	Electricidad y comunicaciones	Transporte	Petróleo y petroquímica	Otras construcciones
2000/01	116,446.02	54,813.43	9,050.57	6,610.51	21,231.45	9,310.99	15,429.08
2000/02	118,785.53	51,249.91	8,506.37	6,427.68	25,699.68	11,415.85	15,486.02
2000/03	125,013.58	54,841.27	8,856.44	6,821.69	26,660.06	11,631.98	16,202.14
2000/04	119,046.38	50,913.08	8,767.36	5,855.57	26,930.98	10,407.95	16,171.44
2000/05	122,645.90	53,790.55	8,705.32	6,225.54	27,209.88	11,407.69	15,306.93
2000/06	135,820.50	55,951.59	11,486.10	6,112.11	30,596.81	12,379.39	19,294.51
2000/07	144,260.55	61,163.96	9,341.41	7,615.29	32,313.75	12,388.52	21,437.62
2000/08	138,145.63	61,081.22	9,519.15	6,169.35	31,630.89	12,051.77	17,693.25
2000/09	135,288.76	59,476.11	11,606.59	6,411.27	27,230.47	13,945.01	16,619.31
2000/10	126,875.79	58,657.81	10,466.02	5,676.29	22,642.48	11,946.50	17,486.69
2000/11	129,227.07	58,995.62	10,574.98	6,212.89	24,329.87	10,630.84	18,482.88
2000/12	132,074.16	56,683.39	11,698.27	6,314.53	24,945.67	13,992.53	18,439.79
2001/01	112,388.89	50,176.32	8,050.53	5,501.94	18,390.72	11,634.26	18,635.12
2001/02	105,652.55	47,754.04	7,444.77	5,167.00	17,771.54	10,404.72	17,110.48
2001/03	130,996.39	60,423.28	7,034.16	7,429.11	26,200.68	10,567.51	19,341.66
2001/04	117,605.46	56,084.41	7,007.90	6,490.81	22,136.09	8,567.40	17,318.83
2001/05	122,395.90	57,574.47	7,477.79	6,257.92	23,478.33	11,179.12	16,428.27
2001/06	123,160.94	56,832.52	7,704.68	6,259.06	23,636.54	10,179.93	18,548.22
2001/07	125,360.53	56,981.70	8,156.97	7,521.56	23,193.95	11,364.46	18,141.89
2001/08	120,320.41	53,254.10	8,854.92	6,441.80	23,455.81	10,672.04	17,641.75
2001/09	122,273.60	55,433.00	8,400.85	8,888.33	22,973.34	10,026.99	16,551.12
2001/10	129,985.91	56,096.04	9,020.02	10,782.90	24,102.94	11,997.37	17,986.64
2001/11	132,260.69	58,922.93	8,588.97	10,352.74	24,732.85	12,815.63	16,847.58
2001/12	134,550.51	58,126.64	9,287.93	8,699.11	27,251.15	13,810.61	17,375.08
2002/01	109,945.29	50,598.80	6,322.69	6,386.26	21,641.75	10,476.71	14,519.08
2002/02	105,377.97	52,549.70	7,245.41	5,842.38	19,714.75	9,424.10	10,601.65
2002/03	108,258.22	51,884.93	6,315.09	6,489.99	19,920.55	11,706.03	11,941.63
2002/04	111,618.91	53,414.95	5,506.11	7,405.98	20,775.19	10,303.69	14,213.00
2002/05	112,679.66	49,633.89	6,458.36	8,418.67	20,993.83	13,318.28	13,856.63
2002/06	116,554.99	48,528.09	6,262.97	9,503.62	22,255.36	17,169.84	12,835.11
2002/07	121,793.99	50,790.22	6,587.11	11,646.12	24,147.61	14,011.79	14,611.14
2002/08	118,852.05	49,244.32	6,013.61	11,584.46	22,795.05	13,731.07	15,483.55
2002/09	114,231.02	45,952.31	6,450.07	12,378.21	21,181.53	12,692.11	15,576.81
2002/10	116,673.07	49,242.97	7,405.00	11,529.19	20,659.33	11,799.96	16,036.63
2002/11	116,533.62	46,472.31	7,745.54	9,310.65	22,566.82	14,831.13	15,607.17
2002/12	130,878.53	51,298.74	8,144.89	12,995.06	24,318.54	17,654.39	16,466.92
2003/01	100,619.28	40,364.20	6,017.78	9,162.60	17,945.21	10,493.38	16,636.11
2003/02	98,475.95	43,785.05	5,231.16	8,415.90	18,209.13	10,476.77	12,357.95
2003/03	107,428.44	42,199.54	6,671.87	9,120.26	21,511.53	12,468.62	15,456.61
2003/04	109,140.62	44,921.60	6,025.71	8,121.76	23,697.57	12,737.99	13,635.99
2003/05	111,823.52	45,123.09	6,308.97	8,315.20	23,300.35	14,023.36	14,752.54
2003/06	111,704.48	46,703.61	5,505.98	7,903.18	23,828.07	13,794.75	13,968.89
2003/07	115,922.67	47,840.57	6,764.96	7,169.61	24,989.42	14,988.04	14,170.06
2003/08	116,855.06	48,924.80	6,754.12	6,860.71	23,526.11	15,937.24	14,852.07
2003/09	114,076.71	47,135.68	7,323.68	7,431.37	23,401.95	14,656.70	14,127.33
2003/10	112,992.58	47,162.06	7,213.78	6,808.94	23,296.97	14,366.29	14,144.54
2003/11	115,856.23	43,974.39	7,331.98	7,923.45	27,052.35	15,645.53	13,928.54
2003/12	125,066.68	48,647.74	8,945.53	8,117.71	29,545.31	14,539.48	15,270.91
2004/01	102,286.32	49,176.63	7,997.75	7,909.25	17,175.70	8,823.93	11,203.06
2004/02	103,160.65	48,945.59	8,077.57	5,146.95	19,403.93	10,823.02	10,763.59
2004/03	112,093.20	53,813.23	8,943.44	6,281.52	18,204.15	13,500.82	11,350.05
2004/04	116,292.96	56,585.89	8,193.95	9,422.36	17,842.50	12,297.79	11,950.46
2004/05	119,306.81	57,075.00	9,626.38	10,081.76	18,919.35	11,701.35	11,902.97
2004/06	121,697.54	59,980.22	10,506.44	7,771.87	19,399.37	11,344.45	12,695.18
2004/07	124,436.62	58,305.09	9,061.88	7,243.14	21,167.89	15,699.63	12,959.00
2004/08	127,177.95	56,122.51	9,043.75	7,138.91	22,406.43	18,379.03	14,087.32
2004/09	126,393.90	57,516.06	8,662.50	6,177.21	21,228.20	19,066.44	13,743.49
2004/10	124,772.72	57,109.10	9,165.65	7,786.82	19,572.93	17,611.42	13,526.80
2004/11	129,166.29	57,736.99	10,131.85	5,398.08	22,146.61	19,902.22	13,850.55
2004/12	139,165.18	61,716.05	12,123.49	5,438.18	29,656.03	14,617.41	15,614.03
2005/01	111,997.82	55,724.09	8,490.28	5,672.60	19,969.66	12,514.79	9,626.41
2005/02	110,056.49	56,029.12	9,290.36	3,547.88	18,728.02	11,908.16	10,552.94
2005/03	113,146.89	57,405.07	9,468.67	4,212.06	18,035.78	12,678.70	11,346.61
2005/04	119,638.88	60,829.31	7,769.16	9,080.32	19,360.47	10,539.49	12,060.13
2005/05	120,994.26	60,140.05	7,994.60	6,230.27	19,757.57	15,755.82	11,115.96
2005/06	121,125.91	62,509.65	8,240.90	4,168.94	20,281.08	13,558.14	12,367.22
2005/07	123,613.41	60,742.94	6,755.91	5,578.58	21,276.41	17,020.47	12,239.09
2005/08	126,012.69	59,531.69	8,370.66	4,974.59	21,804.75	17,022.90	14,308.12
2005/09	127,070.07	59,671.89	9,111.98	4,207.32	21,739.30	18,787.15	13,552.42
2005/10	127,551.88	60,097.05	10,081.49	4,560.17	21,959.10	16,855.14	13,998.93
2005/11	133,207.04	63,378.77	10,875.09	4,181.76	25,371.20	16,246.53	13,153.70

Anexo 2

Determinación de coeficientes b_0 y b_1 , método de mínimos cuadrados.

Suma de errores cuadrados
$$SSE = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - b_0 - b_1 X_t)^2$$

Para minimizar SEC se igualan las parciales a cero:

$$\frac{\partial \sum_{t=1}^n (Y_t - b_0 - b_1 X_t)^2}{\partial b_0} = 0 \quad \dots (1) \quad \frac{\partial \sum_{t=1}^n (Y_t - b_0 - b_1 X_t)^2}{\partial b_1} = 0 \quad \dots (2)$$

Resolviendo (1)

$$\begin{aligned} -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - b_0 - b_1 X_t) &= 0 \\ \sum_{t=1}^n Y_t - n b_0 - b_1 \sum_{t=1}^n X_t &= 0 \\ -n b_0 &= -\sum_{t=1}^n Y_t + b_1 \sum_{t=1}^n X_t \\ b_0 &= \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} - b_1 \frac{\sum_{t=1}^n X_t}{n} \\ b_0 &= \bar{Y} - b_1 \bar{X} \end{aligned}$$

Resolviendo (2)

$$\begin{aligned} -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - b_0 - b_1 X_t) X_t &= 0 \\ \sum_{t=1}^n X_t Y_t - b_0 \sum_{t=1}^n X_t - b_1 \sum_{t=1}^n X_t^2 &= 0 \\ -b_1 \sum_{t=1}^n X_t^2 - b_0 \sum_{t=1}^n X_t &= -\sum_{t=1}^n X_t Y_t \\ b_1 \sum_{t=1}^n X_t^2 + \left(\frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} - b_1 \frac{\sum_{t=1}^n X_t}{n} \right) \sum_{t=1}^n X_t &= \sum_{t=1}^n X_t Y_t \\ b_1 \left(\sum_{t=1}^n X_t^2 - \frac{\left(\sum_{t=1}^n X_t \right)^2}{n} \right) + \frac{\sum_{t=1}^n X_t \sum_{t=1}^n Y_t}{n} &= \sum_{t=1}^n X_t Y_t \\ b_1 \left(n \sum_{t=1}^n X_t^2 - \left(\sum_{t=1}^n X_t \right)^2 \right) &= n \sum_{t=1}^n X_t Y_t - \sum_{t=1}^n X_t \sum_{t=1}^n Y_t \\ b_1 &= \frac{n \sum_{t=1}^n X_t Y_t - \sum_{t=1}^n X_t \sum_{t=1}^n Y_t}{n \sum_{t=1}^n X_t^2 - \left(\sum_{t=1}^n X_t \right)^2} \end{aligned}$$

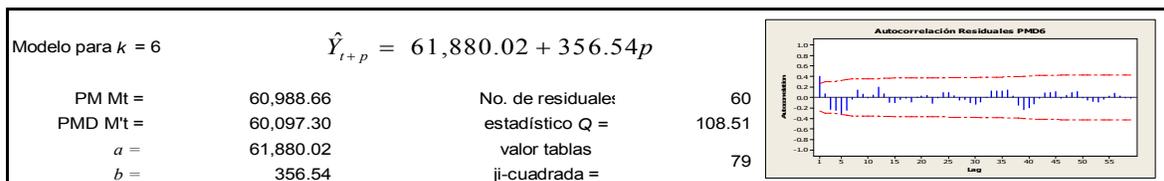
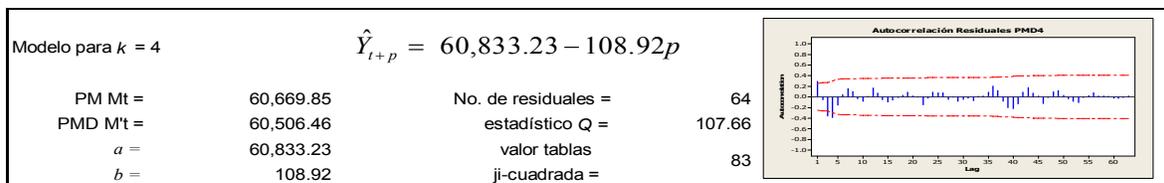
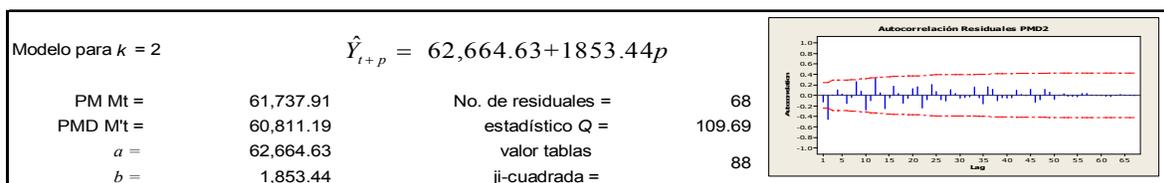
Anexo 3.a

Coeficientes de Autocorrelación, estadísticos t y Q
Serie de valores de producción edificación

Rezago	Coefficiente Autocorrelación	Estadístico t	Estadístico Q	Rezago	Coefficiente Autocorrelación	Estadístico t	Estadístico Q
1	0.795297	6.70	46.83	36	-0.147367	-0.35	568.64
2	0.725533	4.06	86.37	37	-0.126077	-0.30	571.06
3	0.631261	2.92	116.75	38	-0.148101	-0.35	574.51
4	0.602243	2.50	144.80	39	-0.120099	-0.28	576.85
5	0.525367	2.01	166.48	40	-0.095077	-0.22	578.36
6	0.475533	1.73	184.51	41	-0.047792	-0.11	578.75
7	0.434484	1.51	199.80	42	0.017668	0.04	578.81
8	0.416902	1.41	214.10	43	0.073812	0.17	579.82
9	0.331918	1.09	223.31	44	0.081337	0.19	581.09
10	0.265422	0.86	229.29	45	0.118163	0.28	583.87
11	0.215613	0.69	233.31	46	0.094276	0.22	585.71
12	0.185345	0.59	236.33	47	0.132901	0.31	589.53
13	0.060237	0.19	236.65	48	0.137394	0.32	593.78
14	-0.023786	-0.08	236.70	49	0.116383	0.27	596.97
15	-0.090167	-0.29	237.46	50	0.086095	0.20	598.80
16	-0.128314	-0.41	239.01	51	0.084401	0.20	600.65
17	-0.203605	-0.64	242.99	52	0.087181	0.20	602.72
18	-0.294482	-0.92	251.47	53	0.081629	0.19	604.64
19	-0.338759	-1.05	262.90	54	0.081659	0.19	606.67
20	-0.388124	-1.18	278.21	55	0.078272	0.18	608.66
21	-0.416377	-1.25	296.19	56	0.087038	0.20	611.27
22	-0.480115	-1.41	320.57	57	0.067447	0.16	612.96
23	-0.459814	-1.31	343.40	58	0.083353	0.19	615.73
24	-0.451311	-1.26	365.86	59	0.110218	0.25	620.98
25	-0.441568	-1.20	387.83	60	0.092241	0.21	624.98
26	-0.456628	-1.22	411.84	61	0.07374	0.17	627.80
27	-0.457107	-1.20	436.46	62	0.055019	0.13	629.55
28	-0.438352	-1.12	459.62	63	0.048648	0.11	631.08
29	-0.435345	-1.10	483.01	64	0.026151	0.06	631.59
30	-0.430889	-1.07	506.48	65	-0.000226	0.00	631.59
31	-0.382707	-0.93	525.46	66	-0.009397	-0.02	631.68
32	-0.358323	-0.86	542.52	67	-0.014107	-0.03	631.94
33	-0.267576	-0.64	552.28	68	-0.000334	0.00	631.94
34	-0.251059	-0.60	561.11	69	-0.008412	-0.02	632.12
35	-0.17307	-0.41	565.43	70	0.004289	0.01	632.21

Anexo 3.b

Promedios móviles dobles
Serie de valores de producción edificación



Anexo 3.c

Regresión lineal
Serie de valores de producción edificación

Modelo lineal			Regression Analysis: Yt versus t		
The regression equation is			Yt = 52496 + 37.0 t		
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	52496	1340	39.18	0	
t	37	32.34	1.14	0.257	
S = 5585.34		R = 0.138	R-Sq = 1.90 %	R-Sq(adj) = 0.40 %	
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	40815340	40815340	1.31	0.257
Residual Error	69	2152526319	31196034		
Total	70	2193341659			

Modelo potencial			Regression Analysis: Yt versus t'		
The regression equation is			Yt' = 10.9 - 0.0042 t'		
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	10.902	0.0485	224.88	0	
t'	-0.00423	0.01415	-0.3	0.766	
S = 0.107776		R = -0.032	R-Sq = 0.1%	R-Sq(adj) = 0%	
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00104	0.00104	0.09	0.766
Residual Error	69	0.80147	0.01162		
Total	70	0.80251			

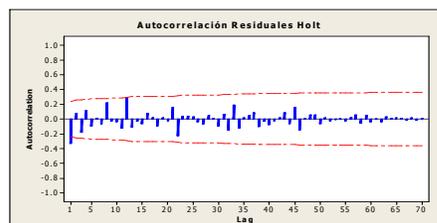
Modelo exponencial			Regression Analysis: Yt versus t		
The regression equation is			Yt' = 10.9 + 0.000620 t		
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	10.8657	0.0257	423.03	0	
t	0.0006197	0.00062	1	0.321	
S = 0.107073		R = -0.118	R-Sq = 1.4%	R-Sq(adj) = 0%	
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.01145	0.01145	1	0.321
Residual Error	69	0.79106	0.01146		
Total	70	0.80251			

Anexo 3.d

Suavizamiento exponencial de Winters
Serie de valores de producción edificación

$$\alpha = 1 \text{ y } \beta = 0.001$$

Periodo	t	Yt	Lt	Tt	Yt estimada	et
2000/01	1	54,813.43	54,813.43	39.2762	52,533.48	2,279.95
2000/02	2	51,249.91	51,249.91	35.6734	54,852.71	-3,602.80
2000/03	3	54,841.27	54,841.27	39.2291	51,285.58	3,555.69
2000/04	4	50,913.08	50,913.08	35.2617	54,880.50	-3,967.42
2000/05	5	53,790.55	53,790.55	38.1039	50,948.34	2,842.21
2000/06	6	55,951.59	55,951.59	40.2268	53,828.65	2,122.94
2000/07	7	61,163.96	61,163.96	45.399	55,991.82	5,172.14
2000/08	8	61,081.22	61,081.22	45.2708	61,209.36	-128.14
2000/09	9	59,476.11	59,476.11	43.6205	61,126.49	-1,650.38
2000/10	10	58,657.81	58,657.81	42.7585	59,519.73	-861.92
2000/11	11	58,995.62	58,995.62	43.0536	58,700.57	295.05
2000/12	12	56,683.39	56,683.39	40.6983	59,038.67	-2,355.28
2001/01	13	50,176.32	50,176.32	34.1505	56,724.09	-6,547.77
2001/02	14	47,754.04	47,754.04	31.6941	50,210.47	-2,456.43
2001/03	15	60,423.28	60,423.28	44.3316	47,785.73	12,637.55
2001/04	16	56,084.41	56,084.41	39.9484	60,467.61	-4,383.20
2001/05	17	57,574.47	57,574.47	41.3986	56,124.36	1,450.11
2001/06	18	56,832.52	56,832.52	40.6152	57,615.87	-783.35
2001/07	19	56,981.70	56,981.70	40.7238	56,873.14	108.56
2001/08	20	53,254.10	53,254.10	36.9554	57,022.42	-3,768.32
2001/09	21	55,433.00	55,433.00	39.0974	53,291.06	2,141.94
2001/10	22	56,096.04	56,096.04	39.7213	55,472.10	623.94
2001/11	23	58,922.93	58,922.93	42.5085	56,135.76	2,787.17
2001/12	24	58,126.64	58,126.64	41.6697	58,965.44	-838.80
2002/01	25	50,598.80	50,598.80	34.1002	58,168.31	-7,569.51
2002/02	26	52,549.70	52,549.70	36.017	50,632.90	1,916.80
2002/03	27	51,884.93	51,884.93	35.3162	52,585.72	-700.79
2002/04	28	53,414.95	53,414.95	36.8109	51,920.25	1,494.70
2002/05	29	49,633.89	49,633.89	32.993	53,451.76	-3,817.87
2002/06	30	48,528.09	48,528.09	31.8542	49,666.88	-1,138.79
2002/07	31	50,790.22	50,790.22	34.0845	48,559.94	2,230.28
2002/08	32	49,244.32	49,244.32	32.5045	50,824.30	-1,579.98
2002/09	33	45,952.31	45,952.31	29.18	49,276.82	-3,324.51
2002/10	34	49,242.97	49,242.97	32.4415	45,981.49	3,261.48
2002/11	35	46,472.31	46,472.31	29.6384	49,275.41	-2,803.10
2002/12	36	51,298.74	51,298.74	34.4352	46,501.95	4,796.79
2003/01	37	40,364.20	40,364.20	23.4662	51,333.18	-10,968.98
2003/02	38	43,785.05	43,785.05	26.8636	40,387.67	3,397.38
2003/03	39	42,199.54	42,199.54	25.2512	43,811.91	-1,612.37
2003/04	40	44,921.60	44,921.60	27.948	42,224.79	2,696.81
2003/05	41	45,123.09	45,123.09	28.1216	44,949.55	173.54
2003/06	42	46,703.61	46,703.61	29.674	45,151.21	1,552.40
2003/07	43	47,840.57	47,840.57	30.7813	46,733.28	1,107.29
2003/08	44	48,924.80	48,924.80	31.8347	47,871.35	1,053.45
2003/09	45	47,135.68	47,135.68	30.0138	48,956.63	-1,820.95
2003/10	46	47,162.06	47,162.06	30.0101	47,165.69	-3.63
2003/11	47	43,974.39	43,974.39	26.7924	47,192.07	-3,217.68
2003/12	48	48,647.74	48,647.74	31.439	44,001.18	4,646.56
2004/01	49	49,176.63	49,176.63	31.9365	48,679.18	497.45
2004/02	50	48,945.59	48,945.59	31.6735	49,208.57	-262.98
2004/03	51	53,813.23	53,813.23	36.5094	48,977.26	4,835.97
2004/04	52	56,585.89	56,585.89	39.2456	53,849.74	2,736.15
2004/05	53	57,075.00	57,075.00	39.6955	56,625.14	449.86
2004/06	54	59,980.22	59,980.22	42.561	57,114.70	2,865.52
2004/07	55	58,305.09	58,305.09	40.8433	60,022.78	-1,717.69
2004/08	56	56,122.51	56,122.51	38.6199	58,345.93	-2,223.42
2004/09	57	57,516.06	57,516.06	39.9748	56,161.13	1,354.93
2004/10	58	57,109.10	57,109.10	39.5279	57,556.03	-446.93
2004/11	59	57,736.99	57,736.99	40.1162	57,148.63	588.36
2004/12	60	61,716.05	61,716.05	44.0552	57,777.11	3,938.94
2005/01	61	55,724.09	55,724.09	38.0192	61,760.11	-6,036.02
2005/02	62	56,029.12	56,029.12	38.2862	55,762.11	267.01
2005/03	63	57,405.07	57,405.07	39.6238	56,067.41	1,337.66
2005/04	64	60,829.31	60,829.31	43.0084	57,444.69	3,384.62
2005/05	65	60,140.05	60,140.05	42.2762	60,872.32	-732.27
2005/06	66	62,509.65	62,509.65	44.6035	60,182.33	2,327.32
2005/07	67	60,742.94	60,742.94	42.7922	62,554.25	-1,811.31
2005/08	68	59,531.69	59,531.69	41.5381	60,785.73	-1,254.04
2005/09	69	59,671.89	59,671.89	41.6368	59,573.23	98.66
2005/10	70	60,097.05	60,097.05	42.0203	59,713.53	383.52
2005/11	71	63,378.77	63,378.77	45.26	60,139.07	3,239.70



DAM = 2493.479296
 ECM = 11,425,190.42
 PEAM = 0.048
 PEM = 0.000

Anexo 3.e

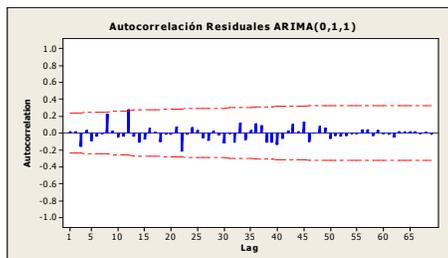
ARIMA

Serie de valores de producción edificación

Desv. Est. 0 diferencias	5,597.63
Desv. Est. 1 diferencia	3,415.10
Desv. Est. 2 diferencias	5,569.95

ARIMA(1,1,1)				
Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.1745	0.2944	0.59	0.555
MA 1	0.5436	0.2508	2.17	0.034

ARIMA(0,1,1)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
MA 1	0.3859	0.1119	3.45	0.001	
Differencing: 1 regular difference					
Number of observations: Original series 71, after differencing 70					
Residuals:	SS =	709470607	backforecasts excluded		
	MS =	10282183	DF =	69	



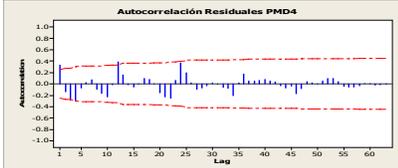
Anexo 4.a

Coeficientes de Autocorrelación, estadísticos t y Q
Serie de valores de producción transporte

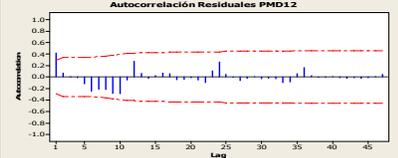
Rezaço	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q	Rezaço	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q
1	0.570487	4.807	24.098	36	0.177541	0.909	77.397
2	0.296656	1.945	30.708	37	0.116966	0.592	79.483
3	0.257132	1.603	35.748	38	0.099064	0.499	81.024
4	0.196812	1.185	38.744	39	0.122065	0.613	83.438
5	0.055654	0.329	38.987	40	0.12304	0.614	85.969
6	-0.07547	-0.445	39.442	41	0.044608	0.222	86.313
7	-0.066271	-0.390	39.797	42	-0.062594	-0.311	87.013
8	-0.036983	-0.217	39.910	43	-0.139159	-0.690	90.597
9	-0.037835	-0.222	40.029	44	-0.147547	-0.726	94.777
10	-0.112309	-0.658	41.101	45	-0.145281	-0.710	98.984
11	0.029857	0.174	41.178	46	-0.270214	-1.311	114.122
12	0.301828	1.757	49.181	47	-0.231469	-1.097	125.692
13	0.182355	1.018	52.153	48	-0.093993	-0.438	127.683
14	0.057803	0.318	52.456	49	-0.081155	-0.377	129.235
15	0.086225	0.474	53.145	50	-0.096579	-0.448	131.537
16	0.120588	0.661	54.515	51	-0.044103	-0.204	132.041
17	0.062476	0.340	54.890	52	0.007002	0.032	132.054
18	-0.051111	-0.278	55.145	53	0.003511	0.016	132.058
19	-0.080696	-0.438	55.794	54	-0.060238	-0.279	133.164
20	-0.061876	-0.335	56.183	55	-0.130624	-0.603	138.691
21	-0.096364	-0.521	57.146	56	-0.121395	-0.558	143.784
22	-0.170765	-0.920	60.230	57	-0.145528	-0.666	151.624
23	-0.008195	-0.044	60.237	58	-0.152979	-0.696	160.954
24	0.187796	1.000	64.127	59	-0.1569	-0.709	171.587
25	0.083512	0.438	64.912	60	-0.116425	-0.522	177.974
26	-0.014367	-0.075	64.936	61	-0.094828	-0.424	182.635
27	-0.02731	-0.143	65.024	62	-0.053308	-0.238	184.271
28	0.009233	0.048	65.034	63	-0.019442	-0.087	184.516
29	-0.049118	-0.257	65.332	64	0.002238	0.010	184.520
30	-0.12192	-0.637	67.211	65	0.010301	0.046	184.611
31	-0.120469	-0.626	69.092	66	0.004679	0.021	184.634
32	-0.066717	-0.345	69.683	67	0.007652	0.034	184.710
33	-0.055296	-0.285	70.100	68	0.011465	0.051	184.937
34	-0.135777	-0.700	72.683	69	0.010844	0.048	185.242
35	0.018056	0.092	72.730	70	-0.00484	-0.022	185.363

Anexo 4.b

Promedios móviles dobles
Serie de valores de producción transporte

Modelo para $k = 4$	$\hat{Y}_{t+p} = 23,819.97 + 734.26p$			
PM Mt =	22,718.59	No. de residuales =	64	
PMD M't =	21,617.20	estadístico Q =	118.83	
$a =$	23,819.97	valor tablas		
$b =$	734.26	ji-cuadrada =	83	

Modelo para $k = 8$	$\hat{Y}_{t+p} = 22,154.87 + 203.18p$			
PM Mt =	21,443.74	No. de residuales =	56	
PMD M't =	20,732.60	estadístico Q =	199.00	
$a =$	22,154.87	valor tablas		
$b =$	203.18	ji-cuadrada =	74	

Modelo para $k = 12$	$\hat{Y}_{t+p} = 22,025.28 + 96.42p$			
PM Mt =	21,494.95	No. de residuales =	48	
PMD M't =	20,964.61	estadístico Q =	60.53	
$a =$	22,025.28	valor tablas		
$b =$	96.42	ji-cuadrada =	65	

Anexo 4.c

Descomposición
Serie de valores de producción transporte

Tipo de modelo: Aditivo
Tendencia: Cuadrática

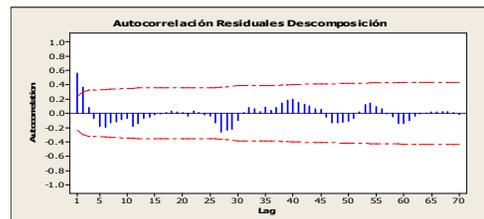
Tendencia	Modelo	DAM	PEAM	ECM	PEM
Lineal	$\hat{T}_t = 25,339.1 - 71.85t$	2,332.58	0.103	9,423,005.06	-0.017
Cuadrática	$\hat{T}_t = 27,057.5 - 213.085t + 1.9616t^2$	2,222.78	0.099	8,880,317.22	-0.017
Exponencial	$\hat{T}_t = 25,126.6 \cdot 0.996949^t$	2,310.41	0.101	9,409,576.46	-0.009

Estacionalidad

Enero	-4,103.26	Julio	1,662.82
Febrero	-2,921.47	Agosto	1,418.31
Marzo	-2,613.49	Septiembre	145.66
Abril	-1,540.71	Octubre	-909.03
Mayo	-1,088.34	Noviembre	1,229.12
Junio	503.96	Diciembre	4,609.32

Estimación ciclicidad 134.01
Estimación irregularidad -194.74

No. de residuales = 71
estadístico Q = 161.87
valor tablas ji-cuadrada= 87



Anexo 4.d

Regresión lineal Serie de valores de producción transporte

Modelo lineal		Regression Analysis: Yt versus t			
The regression equation is		Yt = 25339 - 71.9 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	25339.1	747	33.92	0	
t	-71.85	18.03	-3.98	0	
S = 3113.86	R = -0.137	R-Sq = 18.7 %	R-Sq(adi) = 17.5 %		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	153944081	153944081	15.88	0
Residual Error	69	669033647	9696140		
Total	70	822977728			

Modelo potencial		Regression Analysis: Yt' versus t'			
The regression equation is		Yt' = 10.3 - 0.0705 t'			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	10.2549	0.0597	88	0	
t'	-0.07054	0.01741	-4.05	0	
S = 0.132640	R = -0.438	R-Sq = 19.2%	R-Sq(adi) = 18%		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.28883	0.28883	16.42	0.083
Residual Error	69	1.21394	0.01759		
Total	70	1.50277			

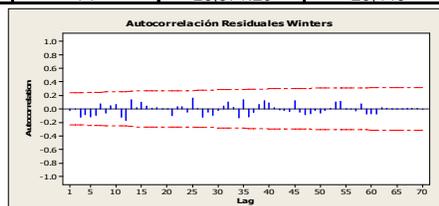
Modelo exponencial		Regression Analysis: Yt' versus t			
The regression equation is		Yt' = 10.1 - 0.00306 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	10.1317	0.032	317.07	0	
t	-0.003057	0.0007714	-3.96	0	
S = 0.133206	R = -0.43	R-Sq = 18.5%	R-Sq(adi) = 17.3%		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.27844	0.27844	15.69	0
Residual Error	69	1.22433	0.01774		
Total	70	1.50277			

Anexo 4.e

Suavizamiento exponencial de Winters
Serie de valores de producción transporte

$$\alpha = 0.8, \beta = 0.1, \gamma = 0.1$$

Periodo	t	Y _t	L _t	T _t	S _t	Y _t estimada	e _t
2000/01	1	21,231.45	25,338	-53.23	0.84638	22,420.40	-1,189.0
2000/02	2	25,699.68	28,675	285.82	0.87308	22,010.50	3,689.2
2000/03	3	26,660.06	28,235	213.18	0.94974	27,523.00	-862.9
2000/04	4	26,930.98	28,294	197.77	0.95301	27,114.60	-183.6
2000/05	5	27,209.88	28,022	150.79	0.97471	27,782.40	-572.5
2000/06	6	30,596.81	29,591	292.69	1.02295	28,784.50	1,812.3
2000/07	7	32,313.75	30,037	307.96	1.07458	32,108.70	205.0
2000/08	8	31,630.89	29,835	256.97	1.06429	32,309.50	-678.6
2000/09	9	27,230.47	27,618	9.56	1.0063	30,349.60	-3,119.1
2000/10	10	22,642.48	24,213	-331.90	0.9659	26,779.80	-4,137.3
2000/11	11	24,329.87	22,915	-428.49	1.07192	25,625.50	-1,295.6
2000/12	12	24,945.67	21,243	-552.81	1.18998	26,797.60	-1,851.9
2001/01	13	18,390.72	21,521	-469.74	0.84719	17,511.90	878.8
2001/02	14	17,771.54	20,494	-525.45	0.87248	18,379.40	-607.9
2001/03	15	26,200.68	26,064	84.03	0.95529	18,965.20	7,235.5
2001/04	16	22,136.09	23,812	-149.57	0.95067	24,918.90	-2,782.8
2001/05	17	23,478.33	24,003	-115.53	0.97505	23,063.60	414.7
2001/06	18	23,636.54	23,262	-177.99	1.02226	24,435.20	-798.7
2001/07	19	23,193.95	21,884	-298.00	1.0731	24,805.90	-1,611.9
2001/08	20	23,455.81	21,948	-261.79	1.06473	22,974.10	481.7
2001/09	21	22,973.34	22,601	-170.36	1.00732	21,823.30	1,150.0
2001/10	22	24,102.94	24,449	31.50	0.9679	21,665.70	2,437.2
2001/11	23	24,732.85	23,355	-81.09	1.07063	26,241.40	-1,508.6
2001/12	24	27,251.15	22,975	-110.94	1.18959	27,695.20	-444.0
2002/01	25	21,641.75	25,009	103.54	0.84901	19,370.40	2,271.4
2002/02	26	19,714.75	23,099	-97.77	0.87058	21,910.30	-2,195.5
2002/03	27	19,920.55	21,283	-269.67	0.95336	21,973.20	-2,052.6
2002/04	28	20,775.19	21,685	-202.45	0.95141	19,976.40	798.8
2002/05	29	20,993.83	21,521	-198.59	0.9751	20,946.80	47.0
2002/06	30	22,255.36	21,681	-162.76	1.02269	21,797.40	458.0
2002/07	31	24,147.61	22,306	-84.02	1.07405	23,091.40	1,056.2
2002/08	32	22,795.05	21,572	-149.02	1.06393	23,660.20	-865.1
2002/09	33	21,181.53	21,107	-180.63	1.00695	21,579.60	-398.1
2002/10	34	20,659.33	21,261	-147.14	0.96828	20,254.20	405.1
2002/11	35	22,566.82	21,085	-149.99	1.0706	22,605.00	-38.2
2002/12	36	24,318.54	20,541	-189.39	1.18902	24,904.30	-585.8
2003/01	37	17,945.21	20,980	-126.60	0.84965	17,278.90	666.3
2003/02	38	18,209.13	20,903	-121.57	0.87064	18,154.30	54.8
2003/03	39	21,511.53	22,208	21.00	0.95489	19,812.60	1,698.9
2003/04	40	23,697.57	24,372	235.35	0.9535	21,148.40	2,549.2
2003/05	41	23,300.35	24,038	178.39	0.97452	23,994.60	-694.3
2003/06	42	23,828.07	23,483	105.06	1.02189	24,765.60	-937.5
2003/07	43	24,989.42	23,331	79.35	1.07375	25,334.60	-345.2
2003/08	44	23,526.11	22,372	-24.47	1.06269	24,906.70	-1,380.6
2003/09	45	23,401.95	23,062	46.97	1.00773	22,502.80	899.2
2003/10	46	23,296.97	23,870	123.07	0.96905	22,375.90	921.1
2003/11	47	27,052.35	25,013	225.11	1.07169	25,686.80	1,365.5
2003/12	48	29,545.31	24,926	193.90	1.18865	30,009.20	-463.9
2004/01	49	17,175.70	21,196	-198.51	0.84571	21,343.30	-4,167.6
2004/02	50	19,403.93	22,029	-95.36	0.87165	18,281.30	1,122.6
2004/03	51	18,204.15	19,638	-324.93	0.9521	20,944.40	-2,740.2
2004/04	52	17,842.50	18,833	-372.97	0.95289	18,415.10	-572.6
2004/05	53	18,919.35	19,223	-296.63	0.97549	17,989.40	929.9
2004/06	54	19,399.37	18,972	-292.05	1.02195	19,340.80	58.6
2004/07	55	21,167.89	19,507	-209.36	1.07489	20,058.10	1,109.8
2004/08	56	22,406.43	20,727	-66.43	1.06453	20,507.70	1,898.7
2004/09	57	21,228.20	20,985	-34.05	1.00811	20,820.40	407.8
2004/10	58	19,572.93	20,349	-94.25	0.96833	20,302.10	-729.2
2004/11	59	22,146.61	20,583	-61.38	1.07212	21,706.30	440.3
2004/12	60	29,656.03	24,064	292.84	1.19303	24,393.00	5,263.0
2005/01	61	19,969.66	23,762	233.34	0.84518	20,598.70	-629.0
2005/02	62	18,728.02	21,988	32.59	0.86966	20,915.30	-2,187.3
2005/03	63	18,035.78	19,559	-213.56	0.9491	20,965.30	-2,929.5
2005/04	64	19,360.47	20,123	-135.75	0.95381	18,433.70	926.8
2005/05	65	19,757.57	20,201	-114.41	0.97574	19,497.40	260.2
2005/06	66	20,281.08	19,894	-133.68	1.0217	20,527.20	-246.1
2005/07	67	21,276.41	19,787	-130.96	1.07493	21,239.80	36.6
2005/08	68	21,804.75	20,318	-64.81	1.06539	20,924.60	880.1
2005/09	69	21,739.30	21,302	40.11	1.00936	20,417.20	1,322.1
2005/10	70	21,959.10	22,410	146.91	0.96949	20,666.30	1,292.8
2005/11	71	25,371.20	23,443	235.51	1.07313	24,183.80	1,187.4



DAM = 1,330.08
 ECM = 3,410,291.24
 PEAM = 0.059
 PEM = -0.001

Anexo 4.f

ARIMA

Serie de valores de producción transporte

Desv. Est. 0 diferencias	3,428.82
Desv. Est. 1 diferencia	3,179.52
Desv. Est. 2 diferencias	4,833.61

ARIMA(1,1,1)				
Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE Coef	T	P
AR 1	0.5514	0.101	5.46	0
MA 1	0.9758	0.0231	42.26	0

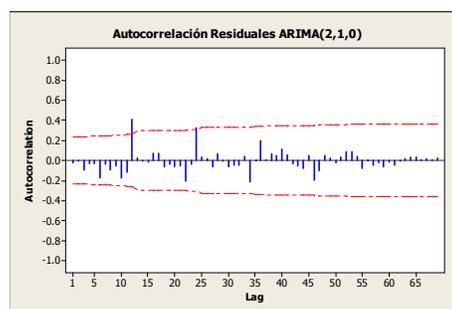
ARIMA(2,1,0)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
AR 1	-0.2263	0.1156	-1.96	0.054	
AR 2	-0.3267	0.1155	-2.83	0.006	

Differencing: 1 regular difference

Number of observations: Original series 71, after differencing 70

Residuals: SS = 606769011 backforecasts excluded

MS = 8923074 DF = 68



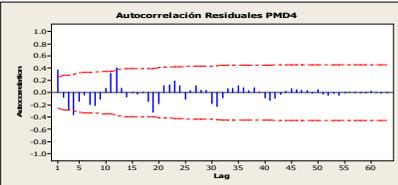
Anexo 5.a

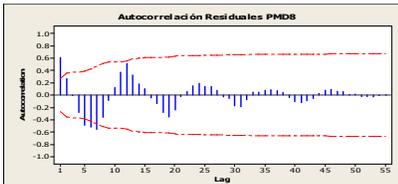
Coeficientes de Autocorrelación, estadísticos t y Q
Serie de valores de producción petróleo y petroquímica

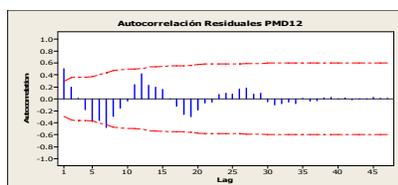
Rezaño	Coeficiente	Estadístico t	Estadístico Q	Rezaño	Coeficiente	Estadístico t	Estadístico Q
1	0.610258	5.142	27.575	36	0.013231	0.055	132.188
2	0.379411	2.420	38.388	37	-0.055332	-0.231	132.655
3	0.251557	1.487	43.211	38	-0.044979	-0.188	132.973
4	0.108787	0.624	44.127	39	-0.095699	-0.399	134.456
5	-0.006596	-0.038	44.130	40	-0.188039	-0.783	140.368
6	0.00263	0.015	44.131	41	-0.217827	-0.900	148.566
7	-0.057903	-0.330	44.402	42	-0.243384	-0.994	159.152
8	0.044939	0.256	44.568	43	-0.231363	-0.932	169.061
9	0.153592	0.874	46.540	44	-0.162838	-0.648	174.151
10	0.268596	1.512	52.670	45	-0.111166	-0.440	176.615
11	0.417523	2.278	67.729	46	-0.080142	-0.316	177.946
12	0.533743	2.720	92.755	47	-0.057679	-0.227	178.665
13	0.320224	1.485	101.919	48	-0.052804	-0.208	179.293
14	0.207324	0.933	105.827	49	-0.111174	-0.437	182.205
15	0.166881	0.742	108.405	50	-0.111762	-0.439	185.288
16	0.026201	0.116	108.469	51	-0.15974	-0.625	191.900
17	-0.018459	-0.081	108.502	52	-0.183046	-0.712	201.040
18	-0.101295	-0.447	109.506	53	-0.182502	-0.705	210.631
19	-0.162129	-0.713	112.126	54	-0.2197	-0.843	225.347
20	-0.080372	-0.351	112.782	55	-0.210803	-0.801	239.742
21	0.04255	0.185	112.970	56	-0.143481	-0.540	246.855
22	0.05266	0.229	113.263	57	-0.103226	-0.387	250.800
23	0.171183	0.745	116.427	58	-0.082877	-0.310	253.539
24	0.191916	0.829	120.489	59	-0.027853	-0.104	253.874
25	0.062537	0.268	120.930	60	-0.014883	-0.056	253.978
26	0.068422	0.292	121.469	61	-0.022578	-0.084	254.242
27	0.075294	0.321	122.137	62	-0.028894	-0.108	254.723
28	-0.048826	-0.208	122.424	63	-0.046475	-0.174	256.122
29	-0.068569	-0.292	123.004	64	-0.085243	-0.318	261.503
30	-0.150779	-0.641	125.878	65	-0.077634	-0.289	266.709
31	-0.182482	-0.772	130.193	66	-0.092265	-0.344	275.533
32	-0.113428	-0.476	131.903	67	-0.078298	-0.291	283.477
33	-0.022319	-0.093	131.971	68	-0.066197	-0.246	291.048
34	-0.027318	-0.114	132.075	69	-0.039641	-0.147	295.120
35	0.024628	0.103	132.163	70	-0.024094	-0.089	298.129

Anexo 5.b

Promedios móviles dobles
Serie de valores de producción petróleo y petroquímica

Modelo para $k = 4$	$\hat{Y}_{t+p} = 17,684.40 + 304.31p$		
PM Mt =	17,227.93	No. de residuales =	64
PMD M't =	16,771.46	estadístico Q =	109.87
$a =$	17,684.40	valor tablas	83
$b =$	304.31	ji-cuadrada =	

Modelo para $k = 8$	$\hat{Y}_{t+p} = 16,904.11 + 337.40p$		
PM Mt =	15,723.21	No. de residuales =	56
PMD M't =	14,542.30	estadístico Q =	205.53
$a =$	16,904.11	valor tablas	74
$b =$	337.40	ji-cuadrada =	

Modelo para $k = 12$	$\hat{Y}_{t+p} = 14,639.45 - 27.75p$		
PM Mt =	14,792.06	No. de residuales =	48
PMD M't =	14,944.67	$Q =$	110.24
$a =$	14,639.45	valor tablas	65
$b =$	-27.75	ji-cuadrada =	

Anexo 5.c

Descomposición
Serie de valores de producción petróleo y petroquímica

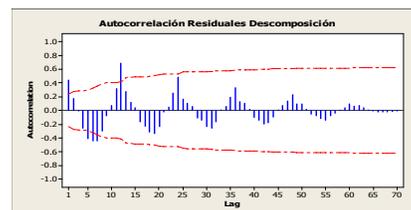
Tipo de modelo: Multiplicativo
Tendencia: Cuadrática

Tendencia	Modelo	DAM	PEAM	ECM	PEM
Lineal	$\hat{T}_t = 10,504.6 - 73.0838t$	1,744.52	0.137	4,711,953.60	-0.027
Cuadrática	$\hat{T}_t = 11,043.9 - 28.7588t + 0.615625t^2$	1,706.57	0.134	4,658,501.61	-0.027
Exponencial	$\hat{T}_t = 10,628 \cdot 1.00536^t$	1,745.61	0.135	4,721,892.56	-0.013

Estacionalidad

Enero	1.187037	Julio	0.910862
Febrero	1.246632	Agosto	0.932645
Marzo	1.041685	Septiembre	0.905107
Abril	1.193186	Octubre	0.925077
Mayo	0.961342	Noviembre	0.855800
Junio	1.019637	Diciembre	0.820990

Estimación ciclicidad: 1.03
Estimación irregularidad: 1
No. de residuales = 71
estadístico Q = 325.33
valor tablas ji-cuadrada = 87



Anexo 5.d

Regresión lineal Serie de valores de producción petróleo y petroquímica

Modelo lineal		Regression Analysis: Yt versus t			
The regression equation is		Yt = 10505 + 73.1 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	10504.6	528.2	19.89	0	
t	73.08	12.75	5.73	0	
S = 2201.94		R = 0.568	R-Sq = 32.3 %		R-Sq(adj) = 31.3 %
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	159275655	159275655	32.85	0
Residual Error	69	334548683	4848532		
Total	70	493824338			

Modelo potencial		Regression Analysis: Yt' versus t'			
The regression equation is		Yt' = 9.11 + 0.106 t'			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	9.11447	0.07801	116.83	0	
t'	0.10563	0.02276	4.64	0	
S = 0.173434		R = 0.488	R-Sq = 23.8%		R-Sq(adj) = 22.7%
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.64767	0.64767	21.53	0
Residual Error	69	2.07549	0.03008		
Total	70	2.72315			

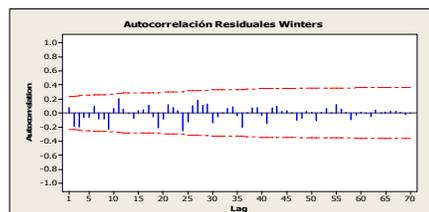
Modelo exponencial		Regression Analysis: Yt' versus t			
The regression equation is		Yt' = 9.27 + 0.00534 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	9.27124	0.03951	234.68	0	
t	0.0053447	0.0009537	5.6	0	
S = 0.164684		R = 0.559	R-Sq = 31.3%		R-Sq(adj) = 30.3%
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.85182	0.85182	31.41	0
Residual Error	69	1.87133	0.02712		
Total	70	2.72315			

Anexo 5.e

Suavizamiento exponencial de Winters
 Serie de valores de producción petróleo y petroquímica

$$\alpha = 0.56, \beta = 0.01 \text{ y } \gamma = 0.01$$

Periodo	t	Y_t	L_t	T_t	S_t	\hat{Y}_t estimada	e_t
2000/01	1	9,310.99	11,087	237.36	0.80764	8,491.50	819.5
2000/02	2	11,415.85	12,760	251.73	0.82266	9,307.50	2,108.3
2000/03	3	11,631.98	12,781	249.41	0.92313	12,013.70	-381.7
2000/04	4	10,407.95	12,805	247.16	0.82409	10,739.40	-331.5
2000/05	5	11,407.69	12,250	239.14	0.98119	12,813.10	-1,405.4
2000/06	6	12,379.39	12,460	238.85	0.99532	12,431.30	-51.9
2000/07	7	12,388.52	12,007	231.93	1.0803	13,725.10	-1,336.6
2000/08	8	12,051.77	11,478	224.32	1.10718	13,557.30	-1,505.5
2000/09	9	13,945.01	12,098	228.28	1.12398	13,149.20	795.8
2000/10	10	11,946.50	11,705	222.07	1.06463	13,128.80	-1,182.3
2000/11	11	10,630.84	10,504	207.84	1.1314	13,508.70	-2,877.9
2000/12	12	13,992.53	11,609	216.81	1.13703	12,172.50	1,820.0
2001/01	13	11,634.26	13,270	231.25	0.80833	9,551.00	2,083.3
2001/02	14	10,404.72	13,023	226.47	0.82242	11,107.10	-702.4
2001/03	15	10,567.51	12,241	216.38	0.92253	12,231.40	-1,663.9
2001/04	16	8,567.40	11,303	204.84	0.82343	10,265.60	-1,698.2
2001/05	17	11,179.12	11,444	204.20	0.98115	11,291.30	-112.2
2001/06	18	10,179.93	10,853	196.24	0.99475	11,593.40	-1,413.5
2001/07	19	11,364.46	10,753	193.28	1.08007	11,936.10	-571.6
2001/08	20	10,672.04	10,214	185.96	1.10655	12,119.00	-1,447.0
2001/09	21	10,026.99	9,572	177.68	1.12322	11,689.40	-1,662.4
2001/10	22	11,997.37	10,600	186.19	1.0653	10,379.50	1,617.9
2001/11	23	12,815.63	11,089	189.22	1.13164	12,203.90	611.7
2001/12	24	13,810.61	11,764	194.08	1.1374	12,824.10	986.5
2002/01	25	10,476.71	12,520	199.69	0.80862	9,666.40	810.3
2002/02	26	9,424.10	12,014	192.63	0.82204	10,460.80	-1,036.7
2002/03	27	11,706.03	12,477	195.33	0.92269	11,260.70	445.3
2002/04	28	10,303.69	12,583	194.44	0.82338	10,434.40	-130.7
2002/05	29	13,318.28	13,224	198.91	0.98141	12,536.60	781.7
2002/06	30	17,169.84	15,572	220.40	0.99583	13,352.10	3,817.7
2002/07	31	14,011.79	14,214	204.61	1.07912	17,056.60	-3,044.8
2002/08	32	13,731.07	13,293	193.36	1.10582	15,954.40	-2,223.3
2002/09	33	12,692.11	12,262	181.12	1.12234	15,148.10	-2,456.0
2002/10	34	11,799.96	11,678	173.46	1.06475	13,255.50	-1,455.5
2002/11	35	14,831.13	12,554	180.49	1.13214	13,411.40	1,419.7
2002/12	36	17,654.39	14,295	196.10	1.13838	14,484.10	3,170.3
2003/01	37	10,493.38	13,643	187.62	0.80822	11,717.90	-1,224.5
2003/02	38	10,476.77	13,223	181.54	0.82174	11,369.50	-892.7
2003/03	39	12,468.62	13,465	182.15	0.92272	12,368.00	100.6
2003/04	40	12,737.99	14,668	192.36	0.82383	11,237.10	1,500.9
2003/05	41	14,023.36	14,541	189.15	0.98124	14,584.30	-560.9
2003/06	42	13,794.75	14,239	184.24	0.99556	14,668.20	-873.4
2003/07	43	14,988.04	14,124	181.25	1.07894	15,563.90	-575.9
2003/08	44	15,937.24	14,365	181.85	1.10585	15,818.90	118.3
2003/09	45	14,656.70	13,714	173.52	1.1218	16,326.60	-1,669.9
2003/10	46	14,366.29	13,666	171.31	1.06462	14,786.50	-420.2
2003/11	47	15,645.53	13,827	171.21	1.13213	15,666.00	-20.5
2003/12	48	14,539.48	13,312	164.34	1.13792	15,935.70	-1,396.2
2004/01	49	8,823.93	12,043	150.01	0.80747	10,891.70	-2,067.8
2004/02	50	10,823.02	12,741	155.49	0.82202	10,019.90	803.1
2004/03	51	13,500.82	13,868	165.20	0.92323	11,899.70	1,601.1
2004/04	52	12,297.79	14,534	170.21	0.82406	11,561.00	736.8
2004/05	53	11,701.35	13,148	154.65	0.98032	14,428.30	-2,726.9
2004/06	54	11,344.45	12,234	143.97	0.99487	13,243.50	-1,899.0
2004/07	55	15,699.63	13,595	156.13	1.0797	13,355.50	2,344.1
2004/08	56	18,379.03	15,358	172.20	1.10676	15,206.70	3,172.3
2004/09	57	19,066.44	16,351	180.41	1.12224	17,421.30	1,645.1
2004/10	58	17,611.42	16,538	180.47	1.06462	17,599.60	11.8
2004/11	59	19,902.22	17,200	185.30	1.13238	18,927.10	975.1
2004/12	60	14,617.41	14,843	159.87	1.13639	19,783.50	-5,166.1
2005/01	61	12,514.79	15,281	162.65	0.80758	12,114.60	400.2
2005/02	62	11,908.16	14,908	157.29	0.82179	12,694.80	-786.6
2005/03	63	12,678.70	14,319	149.83	0.92285	13,908.30	-1,229.6
2005/04	64	10,539.49	13,529	140.43	0.82361	11,923.10	-1,383.6
2005/05	65	15,755.82	15,015	153.89	0.98101	13,400.00	2,355.8
2005/06	66	13,558.14	14,306	145.26	0.9944	15,090.80	-1,532.7
2005/07	67	17,020.47	15,186	152.61	1.08011	15,602.90	1,417.6
2005/08	68	17,022.90	15,362	152.85	1.10678	16,976.60	46.3
2005/09	69	18,787.15	16,202	159.71	1.12262	17,411.90	1,375.3
2005/10	70	16,855.14	16,065	156.74	1.06447	17,418.50	-563.4
2005/11	71	16,246.53	15,172	146.25	1.13177	18,369.10	-2,122.6



DAM = 1,347.83
 ECM = 2,745,626.05
 PEAM = 0.105
 PEM = -0.027

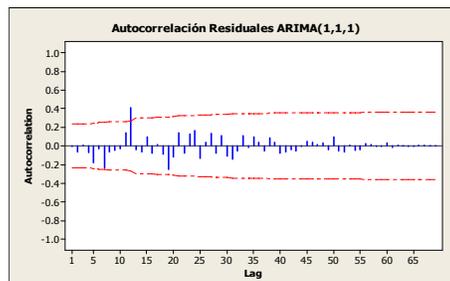
Anexo 5.f

ARIMA

Serie de valores de producción petróleo y petroquímica

Desv. Est. 0 diferencias	2,656.06
Desv. Est. 1 diferencia	2,283.96
Desv. Est. 2 diferencias	3,558.25

ARIMA(1,1,1)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
AR 1	0.5135		0.1353	3.8	0
MA 1	0.9261		0.0596	15.55	0
Differencing: 1 regular difference					
Number of observations: Original series 71, after differencing 70					
Residuals:	SS =	291539615	backforecasts excluded		
	MS =	4287347	DF =	68	



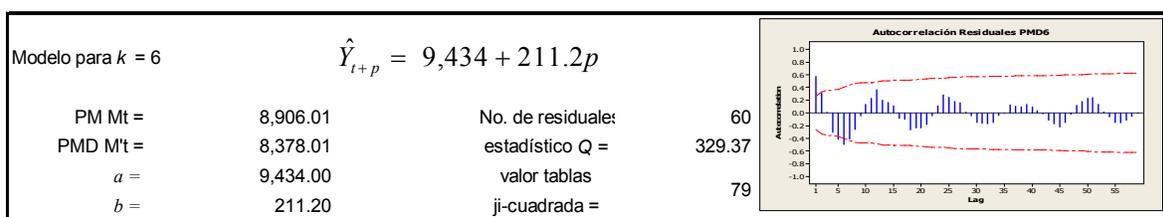
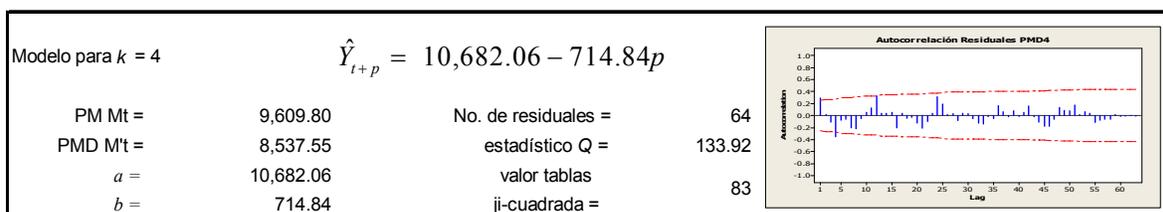
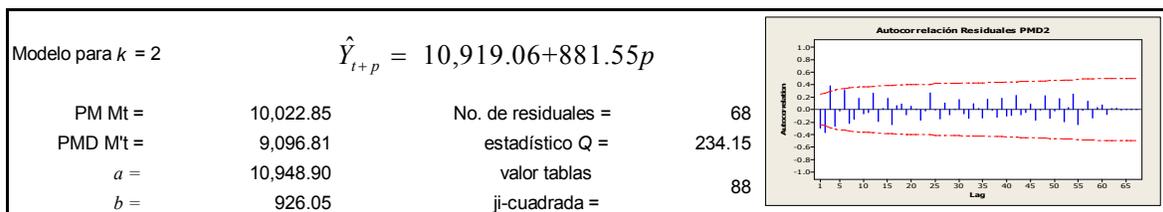
Anexo 6.a

Coefficientes de Autocorrelación, estadísticos t y Q
Serie de valores de producción agua, riego y saneamiento

Rezaço	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q	Rezaço	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q
1	0.696097	5.865	35.878	36	-0.139413	-0.431	315.911
2	0.582528	3.498	61.367	37	-0.148556	-0.459	319.275
3	0.517252	2.678	81.760	38	-0.140983	-0.434	322.397
4	0.328376	1.551	90.102	39	-0.082741	-0.254	323.506
5	0.313576	1.433	97.824	40	-0.090015	-0.276	324.860
6	0.275826	1.226	103.890	41	-0.082406	-0.252	326.034
7	0.15487	0.674	105.832	42	-0.011241	-0.034	326.056
8	0.172922	0.748	108.293	43	-0.062528	-0.191	326.780
9	0.202558	0.869	111.723	44	-0.024901	-0.076	326.899
10	0.208992	0.887	115.434	45	0.010159	0.031	326.920
11	0.23059	0.969	120.027	46	0.024753	0.076	327.047
12	0.219534	0.910	124.261	47	0.123191	0.377	330.324
13	0.084651	0.347	124.901	48	0.18819	0.574	338.305
14	0.056321	0.230	125.189	49	0.15392	0.468	343.886
15	0.017851	0.073	125.219	50	0.170581	0.517	351.068
16	-0.115422	-0.472	126.474	51	0.177549	0.536	359.237
17	-0.114097	-0.465	127.724	52	0.100168	0.301	361.974
18	-0.205354	-0.834	131.848	53	0.090167	0.271	364.315
19	-0.274569	-1.105	139.362	54	0.08263	0.248	366.397
20	-0.291374	-1.153	147.990	55	-0.030725	-0.092	366.703
21	-0.319745	-1.242	158.588	56	-0.001016	-0.003	366.703
22	-0.31979	-1.216	169.405	57	0.030788	0.092	367.054
23	-0.2584	-0.963	176.615	58	0.032201	0.096	367.467
24	-0.216289	-0.795	181.774	59	0.10134	0.304	371.903
25	-0.242998	-0.886	188.427	60	0.073485	0.220	374.448
26	-0.295407	-1.065	198.478	61	0.054276	0.162	375.974
27	-0.287311	-1.020	208.202	62	0.073288	0.219	379.068
28	-0.33789	-1.182	221.963	63	0.041126	0.123	380.163
29	-0.335125	-1.150	235.822	64	0.047799	0.143	381.855
30	-0.32261	-1.087	248.979	65	0.05524	0.165	384.491
31	-0.366139	-1.214	266.350	66	0.009423	0.028	384.583
32	-0.36578	-1.188	284.131	67	0.016891	0.050	384.953
33	-0.317655	-1.012	297.894	68	0.016608	0.050	385.429
34	-0.24984	-0.785	306.638	69	0.012922	0.039	385.862
35	-0.210757	-0.656	313.033	70	0.012434	0.037	386.663

Anexo 6.b

Promedios móviles dobles
Serie de valores de producción agua, riego y saneamiento



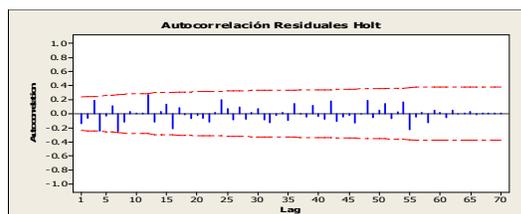
Anexo 6.c

Suavizamiento exponencial de Holt
Serie de valores de producción agua, riego y saneamiento

$\alpha = 0.794499$ y $\beta = 0.031163$

Período	t	Y_t	L_t	T_t	Y_t estimada	e_t
2000/01	1	9,050.57	8,926	-206.11	8443.3	607.23
2000/02	2	8,506.37	8,550	135.05	8719.7	-213.31
2000/03	3	8,856.44	8,821	61.50	8685.3	171.19
2000/04	4	8,767.36	8,791	58.65	8882.8	-115.40
2000/05	5	8,705.32	8,735	55.07	8849.7	-144.40
2000/06	6	11,486.10	10,932	121.82	8790.1	2,696.03
2000/07	7	9,341.41	9,693	79.42	11053.9	-1,712.47
2000/08	8	9,519.15	9,571	73.14	9772.7	-253.60
2000/09	9	11,606.59	11,203	121.73	9644.4	1,962.18
2000/10	10	10,466.02	10,643	100.46	11325.1	-859.07
2000/11	11	10,574.98	10,610	96.30	10743	-168.03
2000/12	12	11,698.27	11,494	120.87	10705.8	992.46
2001/01	13	8,050.53	8,783	32.61	11615.2	-3,564.66
2001/02	14	7,444.77	7,727	-1.33	8815.7	-1,370.91
2001/03	15	7,034.16	7,176	-18.44	7725.2	-691.00
2001/04	16	7,007.90	7,039	-22.15	7157.7	-149.82
2001/05	17	7,477.79	7,383	-10.73	7016.5	461.25
2001/06	18	7,704.68	7,636	-2.50	7372.3	332.41
2001/07	19	8,156.97	8,050	10.45	7633.9	523.10
2001/08	20	8,854.92	8,692	30.14	8059.9	794.99
2001/09	21	8,400.85	8,467	22.19	8721.7	-320.83
2001/10	22	9,020.02	8,911	35.34	8489	531.05
2001/11	23	8,588.97	8,662	26.50	8946.2	-357.26
2001/12	24	9,287.93	9,165	41.33	8688.9	599.05
2002/01	25	6,322.69	6,915	-30.06	9206.2	-2,883.46
2002/02	26	7,245.41	7,171	-21.15	6885.2	360.23
2002/03	27	6,315.09	6,487	-41.82	7150.2	-835.15
2002/04	28	5,506.11	5,699	-65.07	6444.9	-938.78
2002/05	29	6,458.36	6,289	-44.65	5634	824.39
2002/06	30	6,262.97	6,259	-44.19	6244.3	18.68
2002/07	31	6,587.11	6,511	-34.98	6214.9	372.17
2002/08	32	6,013.61	6,109	-46.42	6475.7	-462.04
2002/09	33	6,450.07	6,370	-36.81	6062.1	387.93
2002/10	34	7,405.00	7,185	-10.28	6333.5	1,071.46
2002/11	35	7,745.54	7,628	3.85	7174.5	571.01
2002/12	36	8,144.89	8,040	16.55	7632.1	512.84
2003/01	37	6,017.78	6,437	-33.92	8056.1	-2,038.27
2003/02	38	5,231.16	5,472	-62.92	6402.7	-1,171.57
2003/03	39	6,671.87	6,412	-31.65	5409	1,262.87
2003/04	40	6,025.71	6,099	-40.44	6380.7	-354.98
2003/05	41	6,308.97	6,257	-34.24	6058.2	250.75
2003/06	42	5,505.98	5,653	-51.99	6223.2	-717.23
2003/07	43	6,764.96	6,526	-23.18	5601.4	1,163.58
2003/08	44	6,754.12	6,702	-16.96	6502.7	251.46
2003/09	45	7,323.68	7,193	-1.16	6685.5	638.19
2003/10	46	7,213.78	7,209	-0.60	7191.4	22.41
2003/11	47	7,331.98	7,307	2.45	7208.6	123.41
2003/12	48	8,945.53	8,609	42.97	7309.1	1,636.46
2004/01	49	7,997.75	8,132	26.77	8652.2	-654.46
2004/02	50	8,077.57	8,094	24.75	8159	-81.44
2004/03	51	8,943.44	8,774	45.16	8119.1	824.38
2004/04	52	8,193.95	8,322	29.68	8819.2	-625.24
2004/05	53	9,626.38	9,365	61.23	8352.1	1,274.26
2004/06	54	10,506.44	10,284	87.99	9425.7	1,080.69
2004/07	55	9,061.88	9,331	55.54	10372.3	-1,310.46
2004/08	56	9,043.75	9,114	47.05	9386.7	-342.97
2004/09	57	8,662.50	8,765	34.70	9161.3	-498.78
2004/10	58	9,165.65	9,090	43.76	8799.7	365.95
2004/11	59	10,131.85	9,927	68.46	9134.2	997.64
2004/12	60	12,123.49	11,686	121.15	9995.3	2,128.20
2005/01	61	8,490.28	9,172	39.03	11807.3	-3,317.02
2005/02	62	9,290.36	9,274	40.99	9211	79.40
2005/03	63	9,468.67	9,437	44.80	9315	153.63
2005/04	64	7,769.16	8,121	2.39	9481.9	-1,712.73
2005/05	65	7,994.60	8,021	-0.80	8123.5	-128.92
2005/06	66	8,240.90	8,196	4.66	8020.3	220.61
2005/07	67	6,755.91	7,053	-31.10	8200.2	-1,444.32
2005/08	68	8,370.66	8,093	2.30	7021.6	1,349.04
2005/09	69	9,111.98	8,903	27.46	8095.7	1,016.25
2005/10	70	10,081.49	9,845	55.96	8930.6	1,150.89
2005/11	71	10,875.09	10,675	80.08	9900.9	974.15

No. de residuales = 71
estadístico Q = 120.35
valor tablas = 89
ji-cuadrada =



Anexo 6.d

Regresión lineal
Serie de valores de producción agua, riego y saneamiento

Modelo lineal		Regression Analysis: Yt versus t			
The regression equation is		Yt = 8232 - 0.12 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8231.6	382.3	21.53	0	
t	-0.116	9.23	-0.01	0.99	
S = 1593.84	R = 0	R-Sq = 0 %	R-Sq(adj) = 0 %		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	404	404	0	0.99
Residual Error	69	175282800	2540330		
Total	70	175283204			

Modelo potencial		Regression Analysis: Yt' versus t'			
The regression equation is		Yt' = 9.12 - 0.0374 t'			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	9.12045	0.08627	105.73	0	
t'	-0.03737	0.02517	-1.48	0.142	
S = 0.191777	R = -0.176	R-Sq = 3.1%	R-Sq(adj) = 1.7%		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.08105	0.08105	2.2	0.142
Residual Error	69	2.53771	0.03678		
Total	70	2.61876			

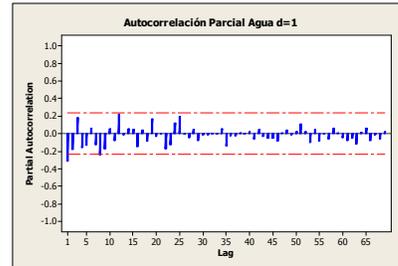
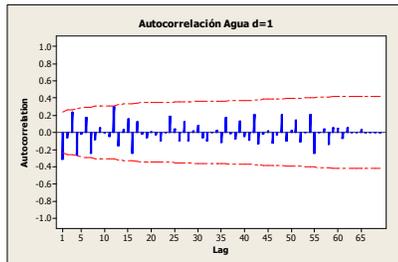
Modelo exponencial		Regression Analysis: Yt' versus t			
The regression equation is		Yt' = 8.99 + 0.00005 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8.99497	0.04673	192.48	0	
t	0.000054	0.001128	0.05	0.962	
S = 0.194812	R = 0	R-Sq = 0%	R-Sq(adj) = 0%		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00009	0.00009	0	0.962
Residual Error	69	2.61867	0.03795		
Total	70	2.61876			

Anexo 6.e

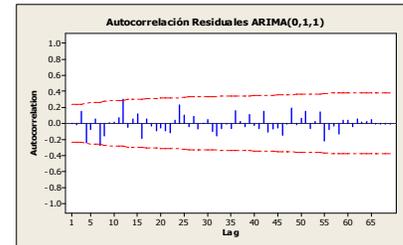
ARIMA

Serie de valores de producción agua, riego y saneamiento

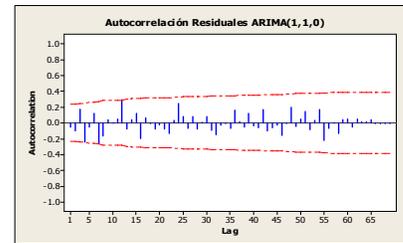
Desv. Est. 0 diferencias 1,582.42
 Desv. Est. 1 diferencia 1,196.63
 Desv. Est. 2 diferencias 1,949.26



ARIMA(0,1,1)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
MA	1	0.3643	0.1147	3.18	0.002
Differencing: 1 regular difference					
Number of observations: Original series 71, after differencing 70					
Residuals: SS = 87481857 backforecasts excluded					
MS = 1267853		DF = 69			
No. de residuales = 70					
estadístico Q = 123.60					
valor tablas = 89					
ji-cuadrada =					



ARIMA(1,1,0)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
AR	1	-0.3147	0.1147	-2.74	0.008
Differencing: 1 regular difference					
Number of observations: Original series 71, after differencing 70					
Residuals: SS = 89127964 backforecasts excluded					
MS = 1291710		DF = 69			
No. de residuales = 70					
estadístico Q = 129.94					
valor tablas = 89					
ji-cuadrada =					



ARIMA(1,1,1)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
AR	1	0.0043	0.3422	0.01	0.99
MA	1	0.3683	0.3224	1.14	0.257

ARIMA(0,1,2)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
MA	1	0.3638	0.1225	2.97	0.004
MA	2	0.0027	0.1248	0.02	0.983

ARIMA(2,1,0)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
AR	1	-0.374	0.12	-3.12	0.003
AR	2	-0.1851	0.1206	-1.53	0.13

Anexo 7.a

Coeficientes de Autocorrelación, estadísticos t y Q
 Serie de valores de producción electricidad y comunicaciones

Rezagó	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q	Rezagó	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q
1	0.708363	5.969	37.153	36	-0.226613	-0.774	253.530
2	0.522046	3.108	57.625	37	-0.232453	-0.787	261.767
3	0.464214	2.450	74.050	38	-0.249798	-0.838	271.567
4	0.350665	1.712	83.562	39	-0.21982	-0.731	279.394
5	0.285333	1.339	89.956	40	-0.144706	-0.477	282.895
6	0.256879	1.176	95.217	41	-0.054969	-0.181	283.417
7	0.198177	0.890	98.398	42	-0.001385	-0.005	283.417
8	0.219124	0.973	102.348	43	-0.012299	-0.040	283.445
9	0.198039	0.868	105.627	44	-0.039845	-0.131	283.750
10	0.136894	0.594	107.219	45	-0.009013	-0.030	283.766
11	0.160117	0.691	109.434	46	-0.020762	-0.068	283.856
12	0.165338	0.709	111.835	47	-0.066633	-0.219	284.814
13	0.049151	0.209	112.051	48	-0.033569	-0.110	285.068
14	-0.017381	-0.074	112.079	49	0.035144	0.115	285.359
15	0.000094	0.000	112.079	50	0.037247	0.122	285.702
16	-0.005983	-0.025	112.082	51	0.06303	0.207	286.731
17	-0.052372	-0.223	112.345	52	0.083094	0.272	288.615
18	-0.123302	-0.524	113.832	53	0.098829	0.324	291.427
19	-0.100068	-0.424	114.830	54	0.084251	0.276	293.591
20	-0.105479	-0.446	115.961	55	0.093989	0.307	296.453
21	-0.127836	-0.539	117.655	56	0.095127	0.310	299.580
22	-0.158624	-0.666	120.316	57	0.123954	0.404	305.268
23	-0.207859	-0.867	124.981	58	0.102609	0.334	309.466
24	-0.189029	-0.780	128.922	59	0.075033	0.244	311.897
25	-0.206125	-0.843	133.709	60	0.069783	0.226	314.192
26	-0.313564	-1.270	145.034	61	0.072663	0.236	316.928
27	-0.352742	-1.398	159.691	62	0.05055	0.164	318.400
28	-0.333692	-1.287	173.112	63	0.041858	0.136	319.535
29	-0.336499	-1.269	187.086	64	0.044299	0.143	320.988
30	-0.291932	-1.077	197.859	65	0.053389	0.173	323.450
31	-0.248581	-0.902	205.866	66	0.040284	0.130	325.133
32	-0.273143	-0.980	215.781	67	0.033953	0.110	326.626
33	-0.25119	-0.889	224.387	68	0.020078	0.065	327.323
34	-0.255845	-0.896	233.556	69	0.015437	0.050	327.940
35	-0.293108	-1.015	245.925	70	0.007184	0.023	328.208

Anexo 7.b

Promedios móviles dobles
 Serie de valores de producción electricidad y comunicaciones

Modelo para $k = 2$ $\hat{Y}_{t+p} = 4,364.58 - 12.78p$

PM Mt =	4,370.97	No. de residuales =	68
PMD M't =	4,377.36	estadístico Q =	100.47
$a =$	4,364.58	valor tablas	88
$b =$	-12.78	ji-cuadrada =	

Modelo para $k = 4$ $\hat{Y}_{t+p} = 4,141.53 - 226.29p$

PM Mt =	4,480.96	No. de residuales =	64
PMD M't =	4,820.39	estadístico Q =	77.63
$a =$	4,141.53	valor tablas	83
$b =$	-226.29	ji-cuadrada =	

Modelo para $k = 6$ $\hat{Y}_{t+p} = 3,901.4 - 284.199p$

PM Mt =	4,611.89	No. de residuales =	60
PMD M't =	5,322.39	estadístico Q =	111.11
$a =$	3,901.40	valor tablas	79
$b =$	-284.20	ji-cuadrada =	

Anexo 7.c

Regresión lineal

Serie de valores de producción electricidad y comunicaciones

Modelo lineal			Regression Analysis: Yt versus t		
The regression equation is			Yt = 7843 - 15.5 t		
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	7842.7	487.3	16.1	0	
t	-15.47	11.76	-1.31	0.193	
S = 2031.22	R = -0.155	R-Sq = 2.4 %	R-Sq(adj) = 1.0 %		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	7133429	7133429	1.73	0.193
Residual Error	69	284684533	4125863		
Total	70	291817962			

Modelo potencial			Regression Analysis: Yt' versus t'		
The regression equation is			Yt' = 8.87 - 0.0031 t'		
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8.8665	0.125	70.91	0	
t'	-0.00313	0.03649	-0.09	0.932	
S = 0.277986	R = 0	R-Sq = 0%	R-Sq(adj) = 0%		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00057	0.00057	0.01	0.932
Residual Error	69	5.33206	0.07728		
Total	70	5.33263			

Modelo exponencial			Regression Analysis: Yt' versus t		
The regression equation is			Yt' = 8.96 - 0.00289 t		
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	8.96009	0.06512	137.6	0	
t	-0.002887	0.001572	-1.84	0.071	
S = 0.271445	R = -0.217	R-Sq = 4.7%	R-Sq(adj) = 3.3%		
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.24854	0.24854	3.37	0.071
Residual Error	69	5.08409	0.07368		
Total	70	5.33263			

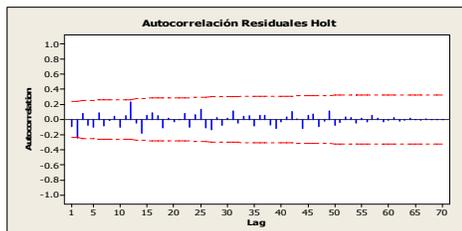
Anexo 7.d

Suavizamiento exponencial de Holt
Serie de valores de producción electricidad y comunicaciones

$\alpha = 0.879805$ y $\beta = 0.022519$

Período	<i>t</i>	<i>Y_t</i>	<i>L_t</i>	<i>T_t</i>	<i>Y_t estimada</i>	<i>e_t</i>
2000/01	1	6,610.51	6,637	453.37	6829	-218.48
2000/02	2	6,427.68	6,507	-237.74	7090.1	-662.46
2000/03	3	6,821.69	6,755	-149.93	6269.6	552.12
2000/04	4	5,855.57	5,946	-164.78	6605.4	-749.83
2000/05	5	6,225.54	6,172	-155.97	5780.9	444.63
2000/06	6	6,112.11	6,101	-154.07	6016.1	95.99
2000/07	7	7,615.29	7,415	-121.01	5946.5	1,668.79
2000/08	8	6,169.35	6,305	-143.29	7293.7	-1,124.35
2000/09	9	6,411.27	6,381	-138.33	6161.2	250.06
2000/10	10	5,676.29	5,744	-149.56	6242.9	-566.59
2000/11	11	6,212.89	6,139	-137.31	5594.8	618.06
2000/12	12	6,314.53	6,277	-131.11	6001.3	313.24
2001/01	13	5,501.94	5,579	-143.86	6145.8	-643.83
2001/02	14	5,167.00	5,199	-149.18	5435.5	-268.46
2001/03	15	7,429.11	7,143	-102.05	5050.1	2,379.02
2001/04	16	6,490.81	6,557	-112.95	7041.1	-550.31
2001/05	17	6,257.92	6,280	-116.64	6444	-186.08
2001/06	18	6,259.06	6,248	-114.75	6163.7	95.41
2001/07	19	7,521.56	7,355	-87.23	6132.8	1,388.71
2001/08	20	6,441.80	6,541	-103.59	7267.4	-825.61
2001/09	21	8,888.33	8,594	-55.03	6437.4	2,450.89
2001/10	22	10,782.90	10,513	-10.57	8538.7	2,244.19
2001/11	23	10,352.74	10,371	-13.54	10502.6	-149.85
2001/12	24	8,699.11	8,898	-46.39	10357.2	-1,658.10
2002/01	25	6,386.26	6,683	-95.24	8852	-2,465.76
2002/02	26	5,842.38	5,932	-110.00	6587.4	-745.01
2002/03	27	6,489.99	6,410	-96.77	5821.9	668.07
2002/04	28	7,405.98	7,275	-75.11	6312.9	1,093.05
2002/05	29	8,418.67	8,272	-50.96	7199.5	1,219.18
2002/06	30	9,503.62	9,350	-25.55	8221.2	1,282.44
2002/07	31	11,646.12	11,367	20.46	9323.9	2,322.19
2002/08	32	11,584.46	11,561	24.36	11387.5	196.99
2002/09	33	12,378.21	12,283	40.08	11585.1	793.06
2002/10	34	11,529.19	11,625	24.35	12323	-793.77
2002/11	35	9,310.65	9,592	-21.98	11648.9	-2,338.30
2002/12	36	12,995.06	12,583	45.89	9569.7	3,425.34
2003/01	37	9,162.60	9,579	-22.80	12629.2	-3,466.64
2003/02	38	8,415.90	8,553	-45.39	9556.5	-1,140.58
2003/03	39	9,120.26	9,047	-33.26	8507.6	612.66
2003/04	40	8,121.76	8,229	-50.92	9013.4	-891.61
2003/05	41	8,315.20	8,299	-48.20	8178	137.19
2003/06	42	7,903.18	7,945	-55.08	8250.5	-347.33
2003/07	43	7,169.61	7,256	-69.35	7889.8	-720.23
2003/08	44	6,860.71	6,900	-75.81	7186.8	-326.12
2003/09	45	7,431.37	7,358	-63.78	6824.1	607.28
2003/10	46	6,808.94	6,867	-73.40	7294.6	-485.66
2003/11	47	7,923.45	7,788	-51.03	6793.9	1,129.54
2003/12	48	8,117.71	8,072	-43.48	7736.7	381.05
2004/01	49	7,909.25	7,924	-45.84	8028.4	-119.18
2004/02	50	5,146.95	5,475	-99.94	7877.7	-2,730.79
2004/03	51	6,281.52	6,173	-81.99	5375.2	906.28
2004/04	52	9,422.36	9,022	-15.98	6090.6	3,331.76
2004/05	53	10,081.76	9,953	5.34	9005.9	1,075.83
2004/06	54	7,771.87	8,035	-37.97	9957.8	-2,185.92
2004/07	55	7,243.14	7,334	-52.90	7996.6	-753.50
2004/08	56	7,138.91	7,156	-55.71	7280.8	-141.90
2004/09	57	6,177.21	6,288	-74.00	7100.3	-923.05
2004/10	58	7,786.82	7,598	-42.84	6214.2	1,572.66
2004/11	59	5,398.08	5,657	-85.57	7555	-2,156.88
2004/12	60	5,438.18	5,454	-88.22	5571.8	-133.57
2005/01	61	5,672.60	5,636	-82.14	5366	306.58
2005/02	62	3,547.88	3,789	-121.88	5553.6	-2,005.73
2005/03	63	4,212.06	4,147	-111.08	3667.1	544.98
2005/04	64	9,080.32	8,474	-11.13	4035.5	5,044.85
2005/05	65	6,230.27	6,499	-55.37	8462.8	-2,232.55
2005/06	66	4,168.94	4,442	-100.43	6443.2	-2,274.31
2005/07	67	5,578.58	5,430	-75.92	4341.9	1,236.70
2005/08	68	4,974.59	5,020	-83.44	5354	-379.42
2005/09	69	4,207.32	4,295	-97.89	4936.8	-729.43
2005/10	70	4,560.17	4,517	-90.70	4197.1	363.07
2005/11	71	4,181.76	4,211	-95.53	4425.8	-244.07

DAM = 1,113.90
ECM = 2,229,560.57
PEAM = 0.155
PEM = -0.019



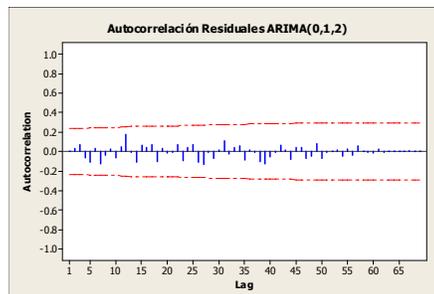
Anexo 7.e

ARIMA

Serie de valores de producción electricidad y comunicaciones

Desv. Est. 0 diferencias	2,041.77
Desv. Est. 1 diferencia	1,522.94
Desv. Est. 2 diferencias	2,362.16

ARIMA(0,1,2)					
Final Estimates of Parameters					
Type	Coef	SE	Coef	T	P
MA 1		0.2702	0.1153	2.34	0.022
MA 2		0.3201	0.1156	2.77	0.007
Differencing: 1 regular difference					
Number of observations: Original series 71, after differencing 70					
Residuals: SS = 138650131 backforecasts excluded					
MS = 2038973		DF = 68			



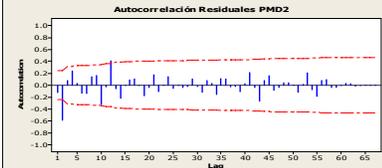
Anexo 8.a

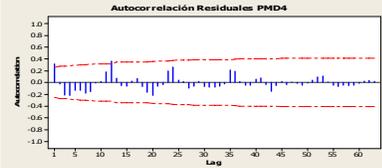
Coefficientes de Autocorrelación, estadísticos t y Q
Serie de valores de producción otro tipo de obras

Rezaño	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q	Rezaño	Coefficiente	Estadístico t	Estadístico Q
1	0.765932	6.454	43.437	36	-0.11415	-0.353	263.065
2	0.649877	3.715	75.162	37	-0.157619	-0.487	266.852
3	0.606699	2.943	103.217	38	-0.186243	-0.573	272.300
4	0.587898	2.557	129.954	39	-0.224975	-0.690	280.498
5	0.485864	1.942	148.492	40	-0.222891	-0.679	288.804
6	0.406163	1.543	161.647	41	-0.234144	-0.708	298.276
7	0.353518	1.300	171.768	42	-0.303466	-0.912	314.735
8	0.37057	1.332	183.065	43	-0.3593	-1.067	338.631
9	0.367669	1.290	194.366	44	-0.314913	-0.920	357.668
10	0.305257	1.046	202.283	45	-0.298522	-0.862	375.433
11	0.331134	1.118	211.755	46	-0.332994	-0.952	398.422
12	0.383882	1.274	224.701	47	-0.319559	-0.902	420.475
13	0.277184	0.899	231.567	48	-0.297618	-0.831	440.436
14	0.204697	0.657	235.377	49	-0.279051	-0.771	458.781
15	0.174579	0.557	238.198	50	-0.269184	-0.738	476.665
16	0.153313	0.487	240.413	51	-0.264314	-0.719	494.769
17	0.11731	0.371	241.733	52	-0.237314	-0.641	510.132
18	0.046017	0.145	241.940	53	-0.201765	-0.542	521.854
19	0.000521	0.002	241.941	54	-0.241765	-0.647	539.675
20	0.000498	0.002	241.941	55	-0.25383	-0.675	560.546
21	0.059471	0.188	242.307	56	-0.212416	-0.561	576.136
22	0.031968	0.101	242.415	57	-0.179289	-0.472	588.037
23	0.059383	0.187	242.796	58	-0.179261	-0.470	600.849
24	0.074948	0.236	243.415	59	-0.156134	-0.408	611.378
25	0.028222	0.089	243.505	60	-0.128593	-0.335	619.169
26	0.00296	0.009	243.506	61	-0.089852	-0.234	623.354
27	-0.042913	-0.135	243.723	62	-0.067679	-0.176	625.992
28	-0.07052	-0.222	244.323	63	-0.061994	-0.161	628.482
29	-0.085691	-0.270	245.229	64	-0.053554	-0.139	630.605
30	-0.131077	-0.412	247.401	65	-0.030738	-0.080	631.421
31	-0.154275	-0.484	250.485	66	-0.012673	-0.033	631.588
32	-0.146054	-0.457	253.320	67	-0.010347	-0.027	631.726
33	-0.134785	-0.420	255.798	68	-0.008228	-0.021	631.843
34	-0.160907	-0.501	259.424	69	-0.003639	-0.009	631.878
35	-0.109011	-0.338	261.135	70	-0.002287	-0.006	631.905

Anexo 8.b

Promedios móviles dobles
Serie de valores de producción otro tipo de obras

Modelo para $k = 2$	$\hat{Y}_{t+p} = 13,476.64 - 199.36p$				
PM M't =	13,576.32	No. de residuales =	68		
PMD M't =	13,675.99	estadístico Q =	164.06		
$a =$	13,476.64	valor tablas	88		
$b =$	-199.36	ji-cuadrada =			

Modelo para $k = 4$	$\hat{Y}_{t+p} = 14,281.02 + 351.82p$				
PM M't =	13,753.29	No. de residuales =	64		
PMD M't =	13,225.56	estadístico Q =	101.87		
$a =$	14,281.02	valor tablas	83		
$b =$	351.82	ji-cuadrada =			

Modelo para $k = 6$	$\hat{Y}_{t+p} = 14,233.37 + 385.38p$				
PM M't =	13,269.91	No. de residuales =	60		
PMD M't =	12,306.46	estadístico Q =	210.41		
$a =$	14,233.37	valor tablas	79		
$b =$	385.38	ji-cuadrada =			

Anexo 8.c

Regresión lineal Serie de valores de producción otro tipo de obras

Modelo lineal		Regression Analysis: Yt versus t			
The regression equation is		Yt = 17990 - 87.8 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	17990.3	417.5	43.09	0	
t	-87.76	10.08	-8.71	0	
S = 1740.53		R = -0.724	R-Sq = 52.4 %		R-Sq(adj) = 51.7 %
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	229669616	229669616	75.81	0
Residual Error	69	209031630	3029444		
Total	70	438701246			
No. de residuales =		71			
estadístico Q =		183.10			
valor tablas		89			
ii-cuadrada =					

Modelo potencial		Regression Analysis: Yt' versus t'			
The regression equation is		Yt' = 9.96 - 0.112 t'			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	9.96026	0.06251	159.34	0	
t'	-0.11196	0.01824	-6.14	0	
S = 0.138963		R = -0.597	R-Sq = 35.3%		R-Sq(adj) = 34.4%
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.72759	0.72759	37.68	0
Residual Error	69	1.33243	0.01931		
Total	70	2.06003			
No. de residuales =		71			
estadístico Q =		168.89			
valor tablas		89			
ii-cuadrada =					

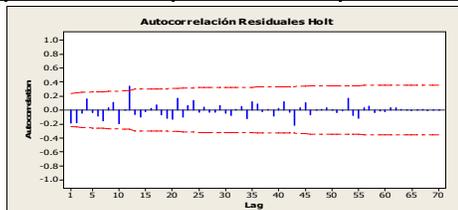
Modelo exponencial		Regression Analysis: Yt' versus t			
The regression equation is		Yt' = 9.80 - 0.00591 t			
Predictor	Coef	SE Coef	T	P	
Constant	9.80304	0.02913	336.55	0	
t	-0.0059132	0.0007032	-8.41	0	
S = 0.121425		R = -0.711	R-Sq = 50.6%		R-Sq(adj) = 49.9%
Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	1.0427	1.0427	70.72	0
Residual Error	69	1.0173	0.0147		
Total	70	2.06			
No. de residuales =		71			
estadístico Q =		180.43			
valor tablas		89			
ii-cuadrada =					

Anexo 8.d

Suavizamiento exponencial de Holt
Serie de valores de producción otro tipo de obras

Período	t	Y_t	L_t	T_t	Y_t estimada	e_t
2000/01	1	15,429.08	15,365	-83.85	14625.4	803.66
2000/02	2	15,486.02	15,470	-180.32	15280.8	205.23
2000/03	3	16,202.14	16,129	-159.94	15289.2	912.89
2000/04	4	16,171.44	16,155	-155.99	15969	202.44
2000/05	5	15,306.93	15,362	-169.49	15999.2	-692.29
2000/06	6	19,294.51	18,966	-89.46	15192.9	4,101.56
2000/07	7	21,437.62	21,232	-39.48	18876.2	2,561.47
2000/08	8	17,693.25	17,974	-107.77	21192.7	-3,499.49
2000/09	9	16,619.31	16,719	-132.09	17866.1	-1,246.79
2000/10	10	17,486.69	17,415	-114.54	16587.2	899.50
2000/11	11	18,482.88	18,388	-91.46	17300	1,182.86
2000/12	12	18,439.79	18,428	-88.67	18296.6	143.22
2001/01	13	18,635.12	18,611	-82.90	18339.6	295.48
2001/02	14	17,110.48	17,224	-110.57	18528.5	-1,418.05
2001/03	15	19,341.66	19,163	-67.10	17113.6	2,228.04
2001/04	16	17,318.83	17,461	-101.77	19095.9	-1,777.07
2001/05	17	16,428.27	16,503	-119.94	17359.6	-931.29
2001/06	18	18,548.22	18,375	-77.69	16383	2,165.21
2001/07	19	18,141.89	18,154	-80.72	18296.9	-155.01
2001/08	20	17,641.75	17,676	-89.15	18073.6	-431.85
2001/09	21	16,551.12	16,634	-109.36	17587.2	-1,036.11
2001/10	22	17,986.64	17,869	-80.84	16524.8	1,461.80
2001/11	23	16,847.58	16,923	-99.20	17788.6	-941.00
2001/12	24	17,375.08	17,331	-88.44	16823.8	551.24
2002/01	25	14,519.08	14,738	-141.58	17242.4	-2,723.35
2002/02	26	10,601.65	10,922	-219.52	14595.9	-3,994.23
2002/03	27	11,941.63	11,842	-195.34	10702.4	1,239.21
2002/04	28	14,213.00	14,007	-145.27	11646.9	2,566.08
2002/05	29	13,856.63	13,857	-145.38	13862	-5.33
2002/06	30	12,835.11	12,905	-162.48	13711.7	-876.57
2002/07	31	14,611.14	14,461	-126.03	12742.9	1,868.22
2002/08	32	15,483.55	15,392	-103.62	14335.3	1,148.24
2002/09	33	15,576.81	15,554	-97.98	15287.9	288.95
2002/10	34	16,036.63	15,990	-86.65	15455.7	580.97
2002/11	35	15,607.17	15,631	-92.43	15903.4	-296.23
2002/12	36	16,466.92	16,393	-74.31	15538.5	928.42
2003/01	37	16,636.11	16,611	-68.11	16318.2	317.95
2003/02	38	12,357.95	12,694	-149.76	16542.5	-4,184.56
2003/03	39	15,456.61	15,223	-92.92	12543.7	2,912.87
2003/04	40	13,635.99	13,756	-122.07	15130.1	-1,494.12
2003/05	41	14,752.54	14,663	-100.24	13633.7	1,118.81
2003/06	42	13,968.89	14,017	-111.83	14562.6	-593.69
2003/07	43	14,170.06	14,149	-106.65	13904.7	265.39
2003/08	44	14,852.07	14,787	-90.84	14042.1	809.94
2003/09	45	14,127.33	14,173	-101.95	14696.3	-568.95
2003/10	46	14,144.54	14,139	-100.51	14071	73.53
2003/11	47	13,928.54	13,937	-102.65	14038.1	-109.59
2003/12	48	15,270.91	15,156	-74.63	13834.7	1,436.20
2004/01	49	11,203.06	11,514	-150.30	15081.1	-3,878.06
2004/02	50	10,763.59	10,812	-162.01	11363.7	-600.15
2004/03	51	11,350.05	11,294	-148.34	10649.7	700.34
2004/04	52	11,950.46	11,886	-132.64	11145.5	804.91
2004/05	53	11,902.97	11,891	-129.72	11753.3	149.69
2004/06	54	12,695.18	12,620	-111.49	11761.3	933.93
2004/07	55	12,959.00	12,923	-102.71	12508.8	450.20
2004/08	56	14,087.32	13,986	-77.98	12820.2	1,267.13
2004/09	57	13,743.49	13,757	-81.19	13907.7	-164.24
2004/10	58	13,526.80	13,539	-84.09	13675.5	-148.67
2004/11	59	13,850.55	13,819	-76.36	13454.6	395.91
2004/12	60	15,614.03	15,464	-39.84	13742.4	1,871.59
2005/01	61	9,626.41	10,091	-152.97	15424.1	-5,797.70
2005/02	62	10,552.94	10,504	-140.98	9938.3	614.59
2005/03	63	11,346.61	11,268	-121.78	10362.7	983.93
2005/04	64	12,060.13	11,987	-103.94	11145.9	914.20
2005/05	65	11,115.96	11,178	-118.91	11882.9	-766.92
2005/06	66	12,367.22	12,262	-93.37	11058.6	1,308.67
2005/07	67	12,239.09	12,234	-92.00	12168.9	70.18
2005/08	68	14,308.12	14,134	-49.72	12141.5	2,166.66
2005/09	69	13,552.42	13,595	-60.11	14084.7	-532.24
2005/10	70	13,998.93	13,962	-51.06	13535	463.94
2005/11	71	13,153.70	13,214	-65.83	13910.7	-756.97

DAM = 1,211.07
 ECM = 2,819,146.31
 PEAM = 0.086
 PEM = -0.001



Anexo 8.e

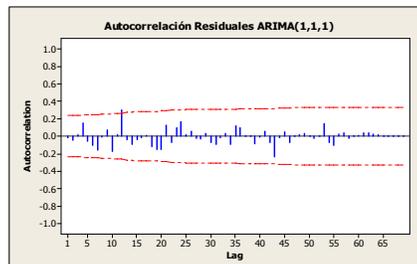
ARIMA

Serie de valores de producción otro tipo de obras

Desv. Est. 0 diferencias 2,503.43
 Desv. Est. 1 diferencia 1,711.54
 Desv. Est. 2 diferencias 2,723.67

ARIMA(1,1,1)				
Final Estimates of Parameters				
Type	Coef	SE	T	P
AR 1	0.4824	0.16	3.01	0.004
MA 1	0.8596	0.0911	9.43	0

Differencing: 1 regular difference
 Number of observations: Original series 71, after differencing 70
 Residuals: SS = 170140231 (backforecasts excluded)
 MS = 2502062 DF = 68



BIBLIOGRAFÍA

Libros

ALCINO BERVIAN, Pedro

LUIS CERVO, Amado

TORRES XAMAR, Miguel

ZORRILLA ARENA, Santiago

Metodología de la investigación

BORAH, Woodrow

MORENO TOSCANO, Alejandra

DAVIES, Keith A.

Ensayos sobre el desarrollo urbano en México

BOWERMAN, Bruce L.

O'CONNELL, Richard T.

Time series forecasting

BROCKWELL, Peter J.

DAVIS, Richard A.

Introduction to time series and forecasting

CANAVOS, G. C.

Probabilidad y estadística. Aplicación y métodos.

GUERRERO GUZMÁN, Víctor Manuel

Análisis estadístico de series de tiempo económicas

HANKE, John E.

REITSCH, Arthur G.

WILCHERN, Dean W.

Business forecasting

LIDÓN CAMPILLO, Jesús

Economía de la construcción I

MARQUINA, Ignacio

Arquitectura prehispánica

PÉREZ TOLEDO, Sonia

Las ciudades y sus estructuras. Población, espacio y cultura en México, siglos XVIII y XIX

SECRETARÍA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PÚBLICAS

Desarrollo urbano en México

TENIMÉXICO

La construcción en México. Tecnología y servicios

Tesis

FLORES SÁNCHEZ, Jesús

Conservación de puentes carreteros

www.construaprende.com/Tesis2/Indice.html

LABASTIDA ALVARADO, Miriam

Pronóstico de series de tiempo de la industria de confitería y su impacto en el comercio exterior

Artículos

AGUILAR JUÁREZ, David

“Tiene vivienda su mejor año”

El Universal, 26/12/2005

ALCÁNTARA, Claudia

“Inician en enero las obras de Paraíso del Mar en BCS”

Reforma, 30/09/2005

ANGUIANO, Juan Manuel

CASTRO, Claudia

“Destaca participación privada en vivienda”

El Economista, 30/11/2005

BARKLEY, Tom

“DJ Producción Industrial México +2,6% Octubre; Consenso +3,3%”

Dow Jones Newswires

mx.finance.yahoo.com/?u

BECERRA, Jessica

“Policías tendrán Su casita”

El Economista, 12/12/2005

CASTELLANOS, A.

RODRÍGUEZ, I.

“Pemex, en el tercer sitio a escala mundial”

La Jornada, 03/01/2006

CASTILLEJOS, Jessica

“Una nueva forma de construir en México”

Milenio, 16/10/2005

- CÓRDOBA, Mayela
“Proyecta Pemex subir producción petrolera”
Reforma, 11/04/2005
- CURIEL, Raúl
“Seguirá ICA apostando a infraestructura”
El Economista, 20/07/2005
- DAMIÁN, Fernando
HUERTA, Eduardo
LÓPEZ, Marisela
“Asignarán diputados 20 mmdp a afectados por Wilma y Stan”
Milenio, 25/10/2005
- DE LA ROSA, Gustavo
“Supera al consumo crédito a la vivienda”
Reforma, 01/12/2005
- ESTRADA, Arturo
“En México, el puerto más competitivo”
El Financiero, 08/12/2005
- GONZALEZ G., Susana
“Piden dar prioridad a empresas nacionales en infraestructura”
La Jornada, 02/01/2006
- GRAJEDA, Ella
“Facilitarán la compra de vivienda”
El Universal, 15/11/2005
- GUADARRAMA H., Jesús
“Reactiva Suburbano la construcción”
Reforma, 09/12/2005
- HERRERA CERVANTES, Esther
“Construirá Autlán planta hidroeléctrica en Puebla”
El Financiero, 11/08/2005
- HIGUERA, Cecilia
“Fractura geológica en Baja California es fuente de energía”
La Crónica de Hoy, 30/11/2005
- HUERTA, Eduardo
“México retendrá su grado de inversión hasta 2007: Moodys”
Milenio, 07/07/2005

HUERTA, Eduardo

LÓPEZ, Marisela

“Insuficientes, los apoyos a hoteleros de Cancún”

Milenio, 12/12/05

JIMÉNEZ, Alejandro

SERRANO, Isela

“La Riviera Maya tendrá su aeropuerto”

El Universal, 05/12/2005

LUNA PALENCIA, Claudia

“Vivienda, se pulverizan créditos”

Así es... Tamapulipas, 10/10/2005

www.asiestamaulipas.com

MARÍ, Carlos

“Reduce CNA la meta sexenal de tratamiento de aguas negras”

Reforma, 30/06/2005

MORALES, Sergio

“GDF aprovechará mano de obra local”

El economista, 02/01/2006

PALMA GUTIÉRREZ, Margarita

“Descubre PEMEX 10 nuevos pozos exploratorios al sur de Veracruz”

El Financiero, 19/12/2005

PALMA, Margarita

SALDAÑA MARTES, Ivette

“Prevén que El Fénix no se concrete en este sexenio”

El Financiero, 21/06/2005

PASILLAS, Lizbeth

“Auge de 20 años del mercado de vivienda”

El Financiero, 08/12/2005

POSADA GARCÍA, Miriam

“Evaluará Fox avances en la reconstrucción de Cancún”

La Jornada, 13/12/2005

RAMÍREZ, Karla

“Despunta Puerto Peñasco”

Reforma, 14/11/2005

RAMÍREZ, Karla

“Interesa vivienda al capital foráneo”

Reforma, 20/10/2005

- RAMÍREZ, Karla
“Solicita la Capufe su presupuesto”
Reforma, 10/10/2005
- RAMÍREZ, Karla
“Venden ahora ciudad entera”
Reforma, 05/12/2005
- RODRÍGUEZ, Isabel
“Ingresos récord de Pemex en 2005 por 70 mil mdd: Ramírez Corzo”
La Jornada, 20/12/2005
- ROMÁN PINEDA, Romina
“La guerra de las hipotecas”
El Universal, 26/12/2005
- RODRÍGUEZ, Israel
“Modernización de las refinerías, labor inconclusa”
La Jornada, 28/12/2005
- ROMÁN, Romina
AGUILAR, David
“Ofrecerá INFONAVIT créditos a tasa fija”
El Universal, 01/12/2005
- SÁNCHEZ, José Alejandro
“Inició proyecto de participación de la IP en hospitales y carreteras”
La Crónica de Hoy, 07/12/2005
- SANZ, Laura
“El mercado residencia en México se abre a la inversión española”
El Mundo, 08/04/2005
www.elmundo.es
- VARGAS, Rosa Elvira
ZÚÑIGA, David
“Garantiza Fox el término de obras de infraestructura”
La Jornada, 20/08/2005
- VIRAMONTES MUCIÑO, Alejandro
“La construcción, actividad clave para el desarrollo del país”
www.azc.uam.mx/cyad/procesos/website/grupos/tde/NewFiles/actividad
- SALGADO, Alicia
“Reformas económicas elevan el potencial productor de México”
www.presidencia.gob.mx/buenasnoticias

YAMASHIRO ARCOS, Celina

“Invertirán 66 mdp en aeropuerto de Cuernavaca”

El Financiero, 13/12/2005

ZARCO, Salvador

“Pasado, presente y futuro de los ferrocarriles mexicanos”

II Diálogo Nacional

www.dialogonacional.org.mx/iipon23.html

“Ampliará GE Energy capacidad de producción en Laguna Verde”

El Financiero, 30/12/2005

“Analiza Infonavit nuevo programa de crédito”

El Financiero, 02/01/2006

“Anuncia PEMEX importante inversión en nuevos proyectos de los CSM”

Pemex, 20/12/2005

“Aprueban construcción de La Parota”, *Notimex*

Reforma, 28/12/2005

“Asur invierte 200 mdd en aeropuerto de Cancún”

El Universal, 07/12/2005

“Augura Fox que el 2006 será un buen año electoral y económico”, *Notimex*

Milenio, 08/12/2005

“Aumenta producción industrial en México”

www.esmas.com/finanzaspersonales

“Busca Infonavit incorporar a más participantes al cofinanciamiento”

El Financiero, 03/01/2006

“Buscará Pemex reposicionar sus aceites en el mercado”

El Economista, 31/12/2005

“CEESP, satisfecho con reformas a Pemex”, *Notimex*

El Economista, 25/12/2005

“CFE invierte 180 mdp en Morelos”

El Financiero, 31/12/2005

“Cierre del segundo maratón carretero CMIC”

CMIC

“City Santa Fe, un nuevo concepto en las megaciudades”

El Universal, 15/12/2005

“Construirán vías alternas para Aeropuerto Ciudad de México”
El Asesor / CMIC, 22/12/2005

“Convenio de Colaboración SFP-CMIC”
CMIC

“Crearán centro de las artes indígenas”, *Notimex*
El Universal, 02/01/2006

“Diputados fijan equilibrio fiscal para México 2006”
Reuters, 27/10/2005
www.espanol.news.yahoo.com

“Diversas intervenciones durante la Tercera Sesión Extraordinaria del Consejo Nacional de Infraestructura”
CMIC, 02/11/2005

“Duplicará INFONAVIT programa de bursatilización en 2006”
El Universal, 18/11/2005

“El Cajón, retorno a la rentabilidad de ICA”
El Financiero, 02/01/2006

“El proyecto turístico de Mar de Cortés, uno de los de mayor alcance en la historia de México”
El Financiero, 18/11/2005

“Firma de convenio de colaboración con la Comisión Reguladora de Energía (CRE)”
CMIC, 24/10/2005

“Gana Slim el proyecto carretero del sexenio”
El Financiero, 16/12/2005

“González Roaro supervisa obras de remodelación en clínicas y velatorios”
La Crónica de Hoy, 29/11/2005

“Inician construcción de tren suburbano”
Reforma, 01/01/2006

“La construcción de Liverpool será un desarrollo ecológico”
CMIC, 14/12/2005

“Mitsubishi construirá en 3.5 años carboeléctrica de CFE en Guerrero con 611 mdd”
La Crónica de Hoy, 28/12/2005

“Otorga NAFIN financiamiento a contratos de obra pública”
CMIC

“Plataforma telecomunicaciones”
CMIC

“PPS, Nuevo Campus de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí”
CMIC

“Presentación Proyectos de Infraestructura CFE”
CMIC, 05/08/2005

“Reunión Secretaría de Turismo del Estado de Oaxaca-CMIC”
CMIC

“SCT apura proyectos de transporte”
Terra / CMIC, 20/12/2005

“Se promoverá la actividad deportiva en desarrollos habitacionales”
Infonavit, 04/04/2005

“Será Pemex inversionista minoritario en cogeneración”
El Financiero, 02/01/2006

“Trabaja construcción al 100%”
CMIC, 30/12/2005

“Viviendas proambientales”
El Universal, 07/12/2005

“XIX Convención anual ANEAS”
CMIC

Portales Internet

ASA

Aeropuertos y Servicios Auxiliares
www.asa.gob.mx

CAPUFE

Caminos y Puentes Federales
www.capufe.gob.mx

CMIC

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción
www.cmic.org

El Economista

www.economista.com.mx

El Financiero

www.elfinanciero.com.mx

El Universal

www.eluniversal.com.mx

ICA

Ingenieros Civiles Asociados

www.ica.com.mx

INEGI

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática

www.inegi.gob.mx

INFONAVIT

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores

www.infonavit.gob.mx

La Crónica de Hoy

www.cronica.com.mx

La Jornada

www.jornada.unam.mx

Milenio

www.milenio.com

PEMEX

Petróleos Mexicanos

www.pemex.com

Reforma

www.reforma.com

SCT

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

portal.sct.gob.mx

SNIS

Sistema Nacional de Información en Salud

sinais.salud.gob.mx/Unidades_Medicas/DirUM.htm

TELECOMM

Telecomunicaciones de México

www.telecomm.net.mx