



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO DE SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA**

DEMANDA Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL NORTE DE SINALOA

JESÚS TORRES SOMBRA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO.

2012

La presente tesis titulada: "**DEMANDA Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL NORTE DE SINALOA**", Realizada por el alumno: **JESÚS TORRES SOMBRA** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ECONOMÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. JOSÉ ALBERTO GARCÍA SALAZAR

ASESOR



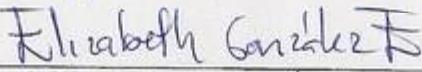
DR. JAIME ARTURO MATUS GARDEA

ASESOR



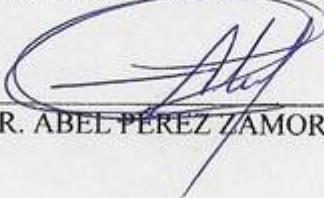
DR. ROBERTO GARCÍA MATA

ASESOR



DRA. ELIZABETH GONZÁLEZ ESTRADA

ASESOR



DR. ABEL PÉREZ ZAMORANO

...A mi familia.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Antecedentes.....	8
1.2 Planteamiento del problema	11
1.3 Objetivos.....	16
1.4 Hipótesis	16
1.5 Metodología	16
1.6 Estructura del documento.....	17
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	19
2.1 Bases teóricas para la formulación del modelo.....	23
2.1.1 El mercado y la curva de demanda.....	24
2.1.2 Tipos de funciones de demanda	25
2.1.2.1 La función demanda agregada de los productos agrícolas.....	25
2.1.2.2 La función demanda estática primaria en consumo.....	26
2.1.2.3 La demanda derivada	26
2.1.2.4 La función demanda estática derivada al mayoreo agregada total (Q _m).....	27
2.1.2.5 Demanda estática derivada o en producción (Q _p)	27
2.1.3 Elementos básicos de la demanda dinámica	28
2.1.4 Elasticidad de la demanda	30
2.1.5 Modelos econométricos dinámicos.....	31
2.1.5.1 Modelos autorregresivos y de rezagos distribuidos.....	31
2.1.5.2 Estimación de un modelo de rezagos distribuidos y autorregresivo.....	32
2.1.5.3 Modelos de ecuaciones simultáneas.....	33
2.1.5.4 Mínimos cuadrados de dos etapas.....	34
2.1.6 Justificación de la estructura del modelo.....	35
CAPÍTULO III. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS Y DEMOGRÁFICOS DEL NORTE DE SINALOA.....	40
3.1 Geografía y comunicación.....	40
3.1.1 Ubicación geográfica.....	40
3.1.2 Clima, precipitación pluvial y tipos de suelos.....	41

3.2 Población, servicios de agua y educación.....	41
3.2.1 Estructura de la población	41
3.2.2 Población rural y urbana	42
3.2.3 Población económicamente activa.....	42
3.2.4 Población con acceso al servicio de agua potable y alcantarillado	42
3.2.5 Educación.....	42
3.3 Economía regional.....	43
3.3.1 Producción agrícola y valor económico.	43
3.3.2 Producción pecuaria y valor económico	44
 CAPÍTULO IV. EL AGUA EN EL MUNDO, EN MÉXICO Y EN EL NORTE DE SINALOA.....	 45
4.1 Situación del agua en el mundo.....	45
4.1.1 Disponibilidad	45
4.1.2 El agua como factor de desarrollo económico	46
4.1.3 El cambio climático y el agua.....	47
4.2 Situación del agua en México.....	48
4.2.1 Disponibilidad y calidad.....	48
4.2.2 La demanda de agua	50
4.2.2.1 Sectores consumidores	51
4.2.2.2 Precio del agua en cada sector	53
4.3 Situación del agua en el Norte de Sinaloa	55
4.3.1 Disponibilidad	55
4.3.1.1 Agua superficial.....	55
4.3.1.2 Agua subterránea	56
4.3.2 Demanda y precios	57
 CAPÍTULO V. METODOLOGÍA	 59
5.1 Formulación del modelo econométrico	60
5.1.1 Clasificación de las variables consideradas en el modelo	60
5.1.2 Datos y fuentes de información.....	62
5.2 Formulación del modelo de programación matemática	67
5.2.1 El modelo de equilibrio espacial e intertemporal	67
5.2.2 Datos y fuentes de información.....	72
 CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 77

6.1 Modelo econométrico	77
6.1.1 Análisis estadístico	77
6.2 Modelo de programación lineal	81
6.2.1 Validación del modelo	81
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
7.1 Conclusiones.....	87
7.2 Recomendaciones	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Tipo de elasticidades de la demanda	31
Cuadro 2 Disponibilidad natural media per cápita, por región hidrológico-administrativa, 2008.	49
Cuadro 3 Resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua nacionales, porcentajes, 2008.....	50
Cuadro 4 Coeficientes de las variables exógenas más significativas del modelo estructural para el precio del agua en cada sector.....	78
Cuadro 5 Coeficientes de las variables exógenas económicamente más significativas del modelo estructural para la demanda de agua en cada sector.....	79
Cuadro 6 Elasticidades relacionadas con la demanda de agua en el norte de Sinaloa.....	80
Cuadro 7 Validación del modelo de agua en el Norte de Sinaloa, 2010. Millones de m ³ y pesos por m ³	83
Cuadro 8 Efecto de una disminución en las extracciones de agua para uso agrícola del sistema de presas del Norte de Sinaloa. Millones de m ³ y pesos por m ³	84

ÍNDICE DE GRÁFICAS E ILUSTRACIONES

Gráfica 2.1 Demanda estática primaria en consumo.....	26
Gráfica 2.2 Demanda primaria (D_c), demanda derivada al mayoreo (D_m) y demanda en producción (D_p).....	28
Gráfica 2.3 Desplazamiento simple o paralelo de la demanda	29
Gráfica 2.4 Cambio estructural en la demanda.....	29
Gráfica 4.1 Evolución del volumen de agua concesionado para usos consuntivos, por tipo de fuente, 2001-2009	51
Gráfica 4.2 Evolución del volumen concesionado para uso agrícola agrupado por tipo de fuente. 2001-2009.	52
Gráfica 4.3 Evolución del volumen concesionado para abastecimiento público agrupado por tipo de fuente 2001-2009.....	52
Ilustración 1 Ubicación geográfica de Sinaloa y el Norte de Sinaloa.	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Condiciones para la solución del modelo.....	96
Anexo 2. El programa en SAS y forma estructural del modelo	114
Anexo 3. Matriz de variables endógenas, su inversa y forma reducida del modelo.....	127
Anexo 4. Información utilizada para la solución del modelo	131
Anexo 5. Valores de elasticidades de la demanda de agua.	138

DEMANDA Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN EL NORTE DE SINALOA

RESUMEN

La disminución de los niveles de almacenamiento de agua en las presas de la región norte de Sinaloa y el incremento en su demanda para uso agrícola y residencial hacen urgente establecer políticas que promuevan la distribución y uso eficiente. Para conocer los factores que explican el comportamiento de la demanda de agua en los sectores residencial, agrícola, pecuario, industrial y comercial del norte de Sinaloa, México, se estimó un modelo de ecuaciones simultáneas, compuesto de diez ecuaciones y tres identidades. Los resultados indican que la demanda de agua en los sectores residencial, agrícola, pecuario, industrial y comercial responde de manera inelástica a cambios en el precio con elasticidades de -0.088, -0.125, -0.066, -0.082 y -0.005, respectivamente. Una disminución de cinco puntos porcentuales en la demanda de agua observada en el último año en los sectores residencial, agrícola e industrial es posible con incrementos de 57.1, 40.0 y 60.8 % del precio.

Palabras clave: Agua, elasticidad, ecuaciones simultáneas, sector agrícola y pecuario, industrial y comercial, residencial.

DEMAND AND WATER DISTRIBUTION AT THE OF NORTHERN OF SINALOA

ABTRACT

The decrease in levels of the water storage in the reservoirs of northern Sinaloa and the increase in demand for agricultural and residential use makes urgently enact policies promoting the efficient distribution and use. To understand the factors that explain the behavior of water demand in the residential, agricultural, livestock, industrial and commercial in northern Sinaloa, Mexico, we estimated a simultaneous equations model composed of ten equations and three identities. The results indicate that water demand in the residential, agricultural, livestock, industrial and commercial responds inelastically to changes in price with elasticities of -0.088, -0.125, -0.066, -0.082 and -0.005, respectively. A decrease of five percentage points in the observed water demand in the last year in the residential, agricultural and industrial sectors is possible with increments of 57.1, 40.0 and 60.8% in the price.

Keywords: Water, elasticity, simultaneous equations, agriculture and livestock, industrial and commercial, residential.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, cuando el hombre dejó de depender sólo de la caza y adoptó una forma de vida sedentaria, eligió lugares cercanos a las fuentes de agua como sitios especialmente útiles para el alcanzar un mayor bienestar. La ubicación de la cultura egipcia a las riveras del río Nilo, el desarrollo de las cultura China entre los ríos Azul y Amarillo, la cultura Azteca en el centro de México, la cual se asentó sobre un lago. Son solo algunos ejemplos de pueblos cuyo crecimiento y desarrollo estuvo muy ligado a la posibilidad de acceso a este recurso.

En la actualidad, después de que ya se han establecido las grandes ciudades, se observa que, debido a diversos factores, la disponibilidad de recursos tales como el agua ya no es fácil como en el pasado. La importancia de contar con este recurso natural crece cada día, al grado de decir que existen ciudades en el mundo cuyo crecimiento y desarrollo económico se ha restringido por el agotamiento de sus recursos hídricos y la poca o nula expectativa de su renovación.

Países cuyo gobierno es consientes de la tendencia al agotamiento y contaminación de gran parte de los recursos naturales, se reunieron en Japón para firmar el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrado en 1997. Este instrumento generó compromisos entre países tendientes a disminuir los efectos globales de las emisiones gaseosas contaminantes. Aunque este instrumento entró en vigor hasta el 2005, existen países, como Los Estados Unidos, que de acuerdo con datos de la ONU (2005), con apenas el 4% de la población mundial, es consumidor del 25% de la energía fósil y mayor emisor de gases contaminantes del mundo, se negó a aplicar medidas restrictivas a sus plantas industriales que limitaran la emisión de contaminantes.

Atendiendo a lo anterior y considerando el poco interés de algunos países desarrollados, tales como Los Estados Unidos de América y Canadá en la conservación de los sistemas ecológicos, reflejado por sus políticas no restrictivas en sus industrias emisoras de contaminantes, determinantes del cambio climático del tipo antropogénico observado en nuestro planeta y evidenciado a través del incumplimiento del tratado de Kioto, resulta claro que la posesión, la administración y conservación de este recurso adquieren importancia vital para la procuración de una existencia humana digna en las ciudades y regiones del mundo.

1.1 Antecedentes

La expansión de la frontera agrícola y riego por gravedad, la adopción de cultivos de alta demanda de agua, el incremento de la actividad pecuaria, el crecimiento poblacional, comercial e industrial y los efectos del cambio climático han propiciado una situación de competencia por el volumen de agua cada vez más escaso en las presas de la Región Norte de Sinaloa¹ al grado tal de poner en riesgo el desarrollo normal de la actividad agrícola. De acuerdo con datos del IMTA (2011)² y CONAGUA-DR75 (1990-2010)³, CONAGUA-DR76 (1990-2010)⁴, el volumen medio anual de agua superficial extraído del sistema de presas de la cuenca del Río Fuerte, puesto a disposición del usuario en los puntos de control de cada uno de los módulos de riego de los distritos de riego 75 y 76, es deficitario en 61 hm³ para cubrir la demanda de los diversos sectores de la región. Lo anterior implica el uso obligado de aguas subterráneas para la atención de nuevas superficies abiertas a cultivos.

De acuerdo con CONAGUA (2008a)⁵, durante el periodo 1970-2005, la cuenca del Río Fuerte ha pasado por dos periodos de sequía importantes durante los periodos 1979-1984 y 1995-2004, en los que el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI, por sus siglas en inglés) osciló en valores medios anuales entre -0.5 y -0.79, que de acuerdo con el U.S. Drought Monitor, citado en CONAGUA (2008a), significó una sequía incipiente en dichos periodos. Es importante hacer notar que durante estos se observaron dos lecturas de SPI menores a -1.5 (1980 y 1999) lo que se consideró como de sequía extrema.

En relación a la aportación del Estado al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, datos de INEGI (2011)⁶, muestran que durante 2010 el PIB del Estado de Sinaloa apenas significó 2.1% del PIB nacional. El PIB primario significó el 3.9% del correspondiente nacional. En contraste, el PIB primario estatal aportó 12.2% al total estatal. Lo anterior refleja una alta significancia en la economía del Estado.

El presente trabajo tiene como objetivo brindar elementos que permitan adoptar medidas tendientes a controlar la demanda de agua y hacer más eficiente su asignación y uso. Acorde con García y Mora (2008), Arbués y Villanúa (2006), Dinar y Mody (2004) y He *et al.* (2005), existe

¹Región compuesta por los municipios de Ahome, El Fuerte y Choix, ubicada en el Estado de Sinaloa.

²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Sistema de presas del Río Fuerte. Reporte para los Distritos de Riego 75 y 76.

³ Comisión Nacional del Agua-Distrito de Riego 75. Estadística de Riego y agrícola 1990-2010.

⁴ Comisión Nacional del Agua- Distrito de Riego 76. Estadística de Riego y agrícola 1990-2010.

⁵ Comisión Nacional del Agua, análisis de la sequía en la cuenca del Río Fuerte. Reporte de Investigación.

⁶ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Valores del PIB nacional y entidad federativa.

una relación inversa entre cambios en el precio y la demanda, se considera que una estrategia basada en el manejo del precio del agua puede tener efectos positivos sobre el incremento en la eficiencia del uso del agua superficial en los sectores agrícola, pecuario, residencial, comercial e industrial del Norte de Sinaloa. Lo anterior puede ser retomado para estimar el descenso en los niveles de demanda de agua como consecuencia de incrementos en el precio del m³ suministrado. Adicionalmente, se estima el cambio en el precio del m³ de agua para cada sector como consecuencia de reducciones en los niveles de extracción de agua del sistema de presas.

Tales estimaciones se realizan a través de un modelo de equilibrio espacial e intertemporal cuyo objetivo es maximizar una función del tipo bienestar cuasi-neto o valor social neto, es decir, la maximización de la suma total actualizada de excedentes del productor y consumidor después de deducirle el costo del agua asignable a cada sector, los costos de transporte del agua desde la presa hasta los sectores consumidores y el costo de almacenamiento. La suma de excedentes del consumidor y productor se representan por las áreas bajo la curvas de demanda y oferta agregada respectivamente. Se adoptan funciones lineales de demanda y oferta fijas en razón a su facilidad de estimación y considerando que las diferencias en condiciones del tipo geográfico, social, políticas, económicas y ecológicas de cada región hacen difícil establecer un tipo específico de función como más adecuada para explicar su demanda de agua. He *et al.* (2005) y García *et al.* (2006), entre otros, utilizaron metodologías similares para caracterizar la demanda de agua en diferentes sectores en Egipto y la Comarca Lagunera en México, respectivamente.

El elemento determinante de la demanda total anual de agua en la región Norte de Sinaloa es el riego agrícola por gravedad. La demanda media anual de agua para uso agrícola proviene del cultivo en 233 y 80 mil hectáreas ubicadas en los Distritos de Riego 75 del Valle de El Fuerte y 76 del Valle de El Carrizo. De acuerdo con datos de la CONAGUA-75 y CONAGUA-76 (1990-2010), la demanda media anual de agua en este sector representó 98.4% de la demanda media anual total observada en ese periodo.

La actividad agrícola anual está concentrada sólo el ciclo otoño-invierno y predomina el cultivo de maíz blanco (*Zea mays* L.) con una superficie media equivalente al 80% del total de superficie sembrada de ambos distritos. Considerando que el maíz es un cultivo de alta demanda de agua en comparación con cultivos como el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), trigo (*Triticum* spp.), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) y garbanzo (*Cicer arietinum* L.), entre otros, su adopción significa un incremento entre 35 y 40% en el requerimiento medio anual de agua en este sector.

La demanda de agua del sector pecuario se compone principalmente por el requerido del ganado bovino y porcino. De acuerdo con registros de las sociedades ganaderas locales e INEGI-BIE (2010)⁷, durante el periodo 1990-2010, el número de cabezas de ganado bovino en la región ha permanecido entre 195 y 200 mil. En contraste, durante este mismo periodo, el número de cabezas de ganado porcino se incrementó en un 219% ubicándose en 204 mil cabezas.

La demanda de agua observada en el sector residencial es la segunda más importante en términos de volumen requerido. Datos de JAPAMA (1990-2010)⁸, JAPAF (1990-2010)⁹ y JAPACH (1990-2010)¹⁰, CONAGUA (2011)¹¹ e INEGI (2011), indican que el volumen medio anual requerido por el sector durante el periodo 1990-2010 representó 1.2% del volumen total de agua extraída del sistema de presas de la región. Durante este periodo la demanda en este sector se incrementó en 137.5% para ubicarse en 41.09 hm³ anuales equivalentes a un consumo medio per cápita de 0.205 m³ por día. El consumo de agua por parte de la población, el uso del recurso como un insumo en labores de preparación de alimentos, aseo personal, limpieza de espacios, ropa y utensilios, representan elementos importantes que caracterizan la demanda de agua en el sector residencial.

La demanda de agua para uso industrial en la región está espacialmente diferenciada. Los Municipios de Choix y El Fuerte carecen prácticamente de esta actividad, por lo que la demanda de agua de este sector proviene de dos parques industriales ubicados en el Municipio de Ahome. El 98% de 1655 industrias que operan en la región Norte de Sinaloa se encuentran ubicadas en la ciudad de Los Mochis, cabecera de Ahome. De acuerdo con datos de la JAPAMA (1990-2010)⁸, INEGI (2011) y la CANACINTRA (2011)¹², durante el periodo 1990-2010, la demanda de agua en este sector representó un valor medio anual de 0.029% con respecto de la demanda total regional. El cambio positivo medio anual en este rubro observado durante el periodo 1990-2010 tiene origen en un crecimiento de 223% en el número de unidades instaladas. Dado que las industrias recientemente asentadas en la región son del tipo maquiladora, mismas que tienen poca relación con el uso de altos volúmenes de agua, el crecimiento en el número de unidades instaladas durante el periodo no refleja un incremento significativo en el nivel de demanda en el

⁷ Instituto Nacional de Estadística y Geografía-Banco de Información Económica. 2011. Número anual de cabezas de ganado en el norte de Sinaloa, número de personas empleadas y PIB estatal durante 1990-2010.

⁸ Junta de agua potable y alcantarillado del municipio de Ahome. 1990-2010. Reportes financieros y de operación.

⁹ Junta de agua potable y alcantarillado de El Fuerte. 1990-2010. Reportes de operación.

¹⁰ Junta de agua potable y alcantarillado de Choix. 1990-2010. Reportes de operación.

¹¹ Comisión Nacional del Agua). 2011. Consumo anual de agua por sector y municipios de Sinaloa durante el periodo 1990-2010.

¹² Cámara Nacional de la Industria y Transformación. 2011. Numero de industrial instaladas en el municipio de Ahome.

sector. Básicamente, los usos del agua en la planta industrial regional cubren las necesidades de enfriamiento, limpieza y cocción de alimentos, limpieza de maquinaria y espacios, entre otras.

Datos de la JAPAMA (1990-2010)⁸, el volumen demandado medio anual de agua observado en el sector comercial durante el periodo fue de 2.21 hm³, el cual representó 0.107% del volumen total anual demandado. Durante el periodo antes mencionado el número de comercios observó un incremento del 24.9% para ubicarse en 6,828 establecimientos en el Norte de Sinaloa. El cambio anual de 1.2% en el número de comercios explica la poca variación en los niveles anuales de demanda de agua por parte de este sector en esta región.

Para la estructura de las funciones de demanda para cada uno de los sectores consumidores: agrícola (Riego por gravedad), pecuario, residencial, comercial e industrial de esta región Norte de Sinaloa, se tomaron los valores estimados por Torres *et al.* (2012) de -0.125, -0.0657, -0.0875, -0.0054 y -0.0823 respectivamente para la elasticidad precio de la demanda en cada sector mencionado. Tales valores son similares a los obtenidos para otras regiones del mundo por diversos autores. Arbués y Villanúa (2006) estimaron un valor de -0.055 para la elasticidad precio de la demanda del sector residencial de Zaragoza, España. Guzmán et al (2006), estimaron valores de -0.003, -0.002, -0.108, -0.023 y -0.178 para los sectores residencial, pecuario, riego agrícola por bombeo, riego agrícola por gravedad e industrial, respectivamente, para La Comarca Lagunera. García y Mora (2008) estimaron valores de -0.2 y -0.18 para los sectores residenciales de La Comarca Lagunera, México y Gómez Palacio, Durango, México, respectivamente. Considerando que los valores para la elasticidad precio de la demanda son significativamente bajos, se espera observar la necesidad de grandes incrementos en los precios del m³ de agua consumida en cada sector para propiciar reducciones significativas en su demanda.

1.2 Planteamiento del problema

La disponibilidad de agua en México difiere considerablemente entre regiones y épocas del año. De acuerdo con datos de la CONAGUA (2010) el 68% de la precipitación anual ocurre solo entre los meses de junio y septiembre. En el periodo 1971-2001, el promedio anual de precipitación fue de 760 mm, lo cual se puede considerar como abundante. Sin embargo dicha cifra resulta poco representativa de la situación hídrica del país, puesto que existe una amplia heterogeneidad espacial y temporal. Por ejemplo, los Estados localizados en la zona Norte ocupan cerca de 50% de la superficie del país y únicamente contribuyen con poco más de 25% del agua que ingresa al país por lluvia, mientras que los Estados ubicados en la parte sur, con solo 24% de la superficie nacional reciben 45% de la lluvia. Considerando que el nivel de precipitación en el país durante

2009 fue de 649 mm, se observa que este estuvo un 14.6% por debajo del valor de referencia para el periodo citado.

En el marco del proyecto de Monitoreo de Sequía para América del Norte (NADAM por sus siglas en ingles), anualmente se realizan en México dos evaluaciones de sequía. Los resultados obtenidos para 2009 indican que, entre el 50 y 60% del territorio nacional se ubicaron como una situación anormalmente seca y una de sequía moderada. Lo anterior es altamente significativo pues, de acuerdo con datos empíricos de la CONAGUA, los periodos de sequía en estas regiones se puede auto perpetuar dado a las condiciones de baja forestación que estas generan. Lo anterior resultaría altamente negativo para la producción agrícola del país y abasto de alimentos.

De acuerdo con CONAGUA (2010), México cuenta con un valor medio anual de 460 mil millones de m³ de agua dulce renovable cuya administración y distribución se realiza a través de trece Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA). Este volumen se ha ido concesionando gradualmente observándose valores de 68.8 y 80.5% del total para los años 2001 y 2009 respectivamente. De acuerdo con este mismo organismo, 76.6% del volumen total de agua concesionado en México se ubica en el sector agrícola y es utilizada para irrigar un número medio anual de 5.43 millones de hectáreas.

Aunque el valor medio nacional para la presión hídrica, índice relacionado con la intensidad de uso del recurso en una región dada, determinado por el cociente entre el volumen de agua asignada a usos consuntivos y el volumen de agua renovable, presenta un valor de 17%, considerado como moderado, existen regiones como la región hidrológica Noroeste, Pacífico Norte y Valle de México para las cuales este índice se ubica en 90, 40.9 y 132.6% considerados como Alto, Alto y Muy Alto. Este indicador muestra el grado de competencia por el recurso en una región dada.

Para el caso del Pacífico Norte, en la cual se ubica Sinaloa, la conjugación de periodos recurrentes de sequía, incremento en la competencia por el recurso empieza a evidenciar la escases del recurso y la necesidad de la asignación eficiente del mismo adquiere importancia. Sinaloa, de acuerdo con la CONAGUA (2010), corresponde a la III Región Hidrológica Administrativa Pacífico Norte.

Datos del INEGI (2011), indican que durante 2009, fueron sembradas un total de 1.3 millones de hectáreas, superficie equivalente al 6% del total nacional sembrada en ese año. De la superficie anterior, 839 mil hectáreas se cultivaron bajo la tecnología de riego por gravedad. Tal superficie representa 15% de la superficie total bajo riego en el país. Anualmente, del sector

agrícola estatal se obtiene un promedio de ocho millones de toneladas de alimentos. Lo anterior muestra la significativa importancia del agua en el desarrollo económico y social del Estado.

Durante 2010, el PIB primario representó 3.9% del PIB nacional, en el Estado de Sinaloa, el PIB primario es de suma importancia para el desarrollo regional y que su aportación es del 12.19% al PIB estatal (INEGI, 2011).

La producción agrícola del Estado es estratégicamente importante en el mercado nacional. De acuerdo con datos de CONAGUA (2010), durante el ciclo agrícola 2007-2008, La producción de alimentos del Estado de Sinaloa significó el 10.2% medio en el total de alimentos producidos en el país.

La región Norte de Sinaloa se ubica entre los paralelos 25° 28' y 27° 01' latitud norte y los meridianos 108° 00' y 109° 25' longitud oeste. Su actividad económica se centra en la explotación de la agricultura bajo condiciones de riego superficial por gravedad; por lo que la disponibilidad de este recurso es de vital importancia para su desarrollo económico y social.

La demanda actual de agua del sector agrícola de la región Norte de Sinaloa proviene del riego por gravedad de un total de 312 mil hectáreas ubicadas en los valles agrícolas “El Fuerte” y “El Carrizo” correspondientes a poco más del 25% del total de superficie bajo riego en el Estado. El 74.5% de esta superficie se ubica en el valle del El Fuerte y 25.5% restante en el valle de El Carrizo. La administración del agua para el riego de esta superficie es responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua a través de los distritos 75 y 76.

Durante el periodo comprendido entre 1990 y 2010, la superficie sembrada osciló entre 258 y 345 mil ha, misma que, atendiendo a CONAGUA-DR75, 1990-2010; CONAGUA-DR76, 1990-2010, absorbió el 98.4 % del agua total almacenada anualmente en el sistema de presas.

De acuerdo con datos de la CONAGUA-75³ y COANGUA-76 (1990-2010)⁴, durante el periodo 2008-2010, la demanda de agua para riego agrícola en el Norte de Sinaloa superó en 20% la capacidad de almacenamiento. La captación media anual de agua en el sistema regional de presas descendió 2.6% cada año, en contraste, en ese mismo periodo la superficie de riego por gravedad aumentó en 32.8 mil ha, equivalente a 10.5%. La demanda de agua para riego en el ciclo otoño-invierno del 2010 fue de 2,500 hm³. Lo anterior implica un requerimiento de agua por ciclo agrícola por 4,520 hm³ para absorber las pérdidas de agua por conducción, evaporación e ineficiencia en el uso de agua en los predios, es decir, 62.5% del agua total captada en el sistema de presas durante 2010. Esta falta de agua ha traído como consecuencia la tendencia a la

explotación de la tierra durante sólo el periodo otoño-invierno de cada año, significando la pérdida de la mitad del ingreso económico anual de las familias de la región.

La ineficiencia en el uso y manejo del agua es una variable altamente significativa en la conservación y disponibilidad del líquido. De acuerdo con registros de CONAGUA-DR75 (1990-2010)³ y CONAGUA-DR76 (1990-2010)⁴, la pérdida promedio anual por evaporación, conducción, desde cada una de las presas hasta los puntos de control de cada módulo de riego en cada distrito y por uso ineficiente en cada parcela se ubicaron en valores medios anuales de 7, 15 y 40% respectivamente.

La actual competencia por el uso de agua superficial en la región se define por su baja disponibilidad y la existencia de diversos tipos de consumidores. Atendiendo al consumo, es posible diferenciar los siguientes tipos de demanda: 1) la demanda ejercida por el sector agrícola, dada la vocación agrícola de la región, representa el rubro de mayor demanda. El agua se utiliza como insumo en la producción de alimentos y forrajes. 2) la demanda ejercida por el sector pecuario. Este usa el agua como insumo en la obtención de productos de origen ganadero tales como: carne, leche, huevo. Además la utiliza para la limpieza de sus granjas y establos. 3) la demanda proveniente del sector residencial. Se basa en el consumo per cápita de los habitantes de las ciudades y aquellas poblaciones con un número de habitantes mayor a 2500. El agua es utilizada como insumo en la preparación de alimentos, aseo personal, limpieza de ropa, utensilios, espacios y medio de enfriamiento de habitaciones. 4) la demanda originada en el sector industrial en el que el agua se utiliza como insumo en sus procesos de producción, enfriamiento y limpieza de espacios y 5) la demanda ejercida por el sector comercial, en el que el agua básicamente se utiliza como medio de enfriamiento y aseo de espacios.

Durante periodos cada vez más recurrentes, en el Norte de Sinaloa el agua se ha convertido en un recurso cada vez más escaso. De acuerdo con el IMTA (2011), el volumen medio anual almacenado en el sistema regional de presas es insuficiente para cubrir las necesidades de los diferentes sectores económicos de la región. El descenso en el nivel de precipitaciones en la cuenca del Río Fuerte y la ineficiencia en la distribución y uso del agua han llevado a los Distritos de Riego 76 y 75 a operar con un déficit medio anual de 61 hm³. Tal situación ha provocado que, para el inicio del ciclo agrícola Otoño-Invierno 2011, el Distrito de Riego 75 arrastre un faltante de 161 hm³ por distribuir a sus usuarios. La situación anterior exige el uso intensivo de aguas subterráneas para suplir tal déficit. Por otra parte, existe actualmente la exigencia de campesinos del Norte de Sinaloa y sur de Sonora de concesiones por 400 hm³.

En adición a lo anterior, la actual infraestructura hidráulica de conducción y almacenamiento en el Norte de Sinaloa ha sido rebasada. La capacidad de almacenamiento de la presa Josefa Ortiz de Domínguez diseñada para irrigar 40 mil ha (distrito de riego 76) y considerando que durante el periodo 1990-2010, la frontera agrícola se incrementó en un 100% llegando a registrarse, de acuerdo con CONAGUA-DR76 (1990-2010)⁴, superficies sembradas de hasta 80 mil ha trayendo consigo la evidente falta de capacidad de conducción de los volúmenes necesarios durante las fechas críticas de riego de cultivos. Una situación similar ocurre en el distrito 75. La presa Miguel Hidalgo y Costilla se encarga de almacenar el agua destinada a este distrito. Fue diseñada para cubrir un total de 200 mil ha, sin embargo, durante el periodo antes citado, esta superficie se incrementó en 33mil ha y ha teniendo que recurrir al uso de aguas subterráneas en dos de sus módulos de riego.

En el Norte de Sinaloa la escases de agua superficial es ya un problema que amenaza con afectar significativamente el desarrollo económico de la región. La ampliación de la frontera agrícola, la adopción de cultivos económicamente más rentables pero más demandantes de agua, reflejado en el incremento de la producción de maíz (*Zea mays* L.), una significativa ineficiencia en la conducción y manejo del agua en parcelas, el cambio climático, la contaminación, el aumento de la población, actividad pecuaria, comercial e industrial han provocado un desequilibrio entre demanda y oferta del líquido el cual ha ocasionado la tendencia a la desaparición del ciclo agrícola primavera-verano regional. Bajo estas condiciones, la práctica de una agricultura intensiva obliga al uso de agua subterráneas, aunque, de acuerdo con datos del IMTA (2011), los volúmenes factibles de ser extraídos del acuífero del Río Fuerte estarían debajo de los 170.3 hm³, volumen aun insuficiente para absorber la expansión de la frontera agrícola y la atención de las necesidades de los sectores restantes. En consideración a lo anterior, esta situación exige la implementación de políticas que contribuyan a hacer más eficiente la distribución, uso y manejo del agua entre los diferentes consumidores.

1.3 Objetivos

General:

Plantear recomendaciones que lleven a la formulación de una política pública que contribuya a hacer más eficiente el uso y manejo del agua por parte de los sectores demandantes.

Específicos:

- 1) Determinar los factores que definen el comportamiento de la demanda de agua en los sectores agrícola, pecuario, residencial, industrial y comercial en el Norte del Estado de Sinaloa.
- 2) Calcular la elasticidad precio propia de la demanda de agua en cada sector consumidor del Norte de Sinaloa.
- 3) Determinar el efecto de cambios en el precio del agua como herramienta para el control de su demanda.
- 4) Determinar el efecto de cambios en las extracciones de agua sobre el precio y demanda del agua.

1.4 Hipótesis

- 1) La respuesta de la demanda de agua a cambios en su precio por parte de los sectores agrícola, pecuario, residencial, industrial y comercial del Norte de Sinaloa es inelástico.
- 2) Existe una relación inversa entre los cambios en las tarifas aplicadas al consumo de agua y los cambios en la demanda de agua en los sectores agrícola, pecuario, residencial, industrial y comercial del Norte de Sinaloa.

1.5 Metodología

El planteamiento de recomendaciones adecuadas y pertinentes que promuevan el control de la demanda y el buen uso de agua en la región Norte de Sinaloa requirió, en una primera parte, la caracterización empírica de las funciones de demanda de agua en los sectores agrícola, pecuario, residencial, comercial e industrial de la región. Con el fin de estructurar un modelo capaz de explicar más claramente la situación real, se incluyen variables del tipo económico y climatológico evidentemente significativas en el comportamiento de la demanda de agua en cada sector. La estimación del modelo econométrico se realizó a través

de mínimos cuadrados de dos etapas haciendo uso del procedimiento SYSLIN del paquete computacional SAS (*Statistical Analysis System*).

En la segunda parte de este trabajo se corroboró la hipótesis de la respuesta inversa de la demanda a cambios en el precio de un bien y en la posibilidad de ejercer cambios significativos en la demanda de agua a través del manejo del precio. Lo anterior con el objetivo de generar información útil para el establecimiento de políticas que ayuden al control de la demanda de agua. Se utilizaron las elasticidades precio de la demanda de agua en cada sector consumidor obtenidos en la primera parte para, valores mensuales de consumo, extracción de agua y precios del m³ de agua para cada sector observados durante el 2010 para estructurar un modelo de equilibrio espacial e intertemporal cuyo objetivo es determinar los efectos de variaciones discretas en el precio del m³ de agua sobre el comportamiento de la demanda de agua en cada sector así como los posibles incrementos en los precios como consecuencia de la aplicación de reducciones discretas en la extracción de agua del sistema regional de presas. Para estimar el modelo se hace uso del procedimiento MINOS del programa computacional GAMS (*General Algebraic Modeling System*).

La explicación detallada acerca de la formulación de cada modelo, variables consideradas y las fuentes de información se presentan en el capítulo respectivo.

1.6 Estructura del documento

El presente documento consta de siete capítulos. El Capítulo I hace referencia a los elementos clave de la investigación. Una breve descripción de los antecedentes, problema, objetivos e hipótesis forman parte de esta primera parte del trabajo. El Capítulo II aborda la base teórica en la que se sustenta este trabajo. Contiene una revisión de algunos trabajos similares realizados en otras partes del mundo y tiempos. Se hacen notar sus resultados y conclusiones. En esta parte también se citan los conceptos básicos relacionados con la demanda así como lo conceptual que sustenta al modelo econométrico utilizado. Los capítulos III y IV contienen elementos relacionados con las características fisiográficas y demográficas de la región en la que se desarrolla la investigación y los elementos que muestran la situación del agua en el mundo, en México y en la región en estudio. El Capítulo V atiende la parte metodológica, aborda las formulaciones del modelo econométrico y de programación lineal, la descripción de cada variable considerada y el origen de la información utilizada. El Capítulo VI cubre los resultados derivados tanto de la

estimación del modelo econométrico como del modelo de programación. Se aborda la validación de los modelos, se evalúan posibles escenarios y discuten los resultados. El Capítulo VII se dedica a la exposición de conclusiones y recomendaciones. La parte final del trabajo incluye documentos anexos que sustentan el desarrollo de la investigación y sus resultados.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

La mayor parte de las investigaciones realizadas en el mundo en relación con el mercado del agua tratan de la determinación del comportamiento de la demanda del líquido en el sector residencial y algunas relacionadas con el sector agrícola. En general, tales trabajos buscan dar soporte a políticas tendientes a establecer un uso óptimo del recurso a través de la administración de su demanda. Estos trabajos se han realizado en ciudades con escases de agua que ha obligado a establecer medidas cuyo objetivo es motivar el uso racional del líquido, o bien en aquellos donde se ha incentivado el establecimiento de un mercado formal de agua. En el trabajo de Howe y Linaweaver (1967), se formuló un modelo para la demanda de agua residencial en Estados Unidos y estima la relevancia de cada parámetro utilizado a través del uso de datos de sección cruzada. Los resultados más sobresalientes indican que la demanda de agua para uso doméstico es inelástica con respecto al precio, determinan un valor de -0.4 y el agua usada para el riego de áreas cubiertas de pasto. La demanda de agua rociada es elástica con respecto al precio siendo menos elástica en el oeste que en el este de ese país. Los autores discuten el papel de la demanda y el precio, y el diseño de sistemas de precios. Wong (1972) realizó un trabajo semejante al presente. Utilizó un modelo econométrico para explicar la demanda municipal de agua en Chicago, Illinois, considerando variables como el precio por unidad de agua enviada, ingreso promedio por familia y la temperatura promedio durante el verano. Sus principales resultados indican que el ingreso medio por familia y la temperatura media durante el verano son los factores que poseen más significancia en el comportamiento de la demanda. Además, determinó que la demanda de agua extraída del subsuelo es más elástica con respecto al precio que el agua superficial.

Los efectos de las sequías y el crecimiento de la población observado en Estados Unidos durante los sesenta, trajo consigo un incremento en la demanda de agua en los sectores residencial, comercial e industrial. Lo anterior llevó a Foster y Beattie (1979), a determinar una función de demanda de agua para el sector residencial. El trabajo dio un giro al concepto de planeación de la administración de un servicio basado en el nivel de requerimiento o necesidad del mismo en el que queda implícito que, bajo condiciones estables en los niveles de inflación, variables como el precio del bien y el ingreso de los

usuarios no afectan la demanda del bien e introducen el concepto de la administración a través de modelos económicos de demanda. Con esta misma percepción, Danielson (1979) hizo un estudio en el que se buscó analizar la sensibilidad de la demanda de agua en el sector residencial de la ciudad de Raleigh, Carolina del Norte, Estados Unidos, a cambios en variables tales como el número de personas por familia, clima y precio.

En general, el autor encontró que al número de integrantes del hogar es altamente significativa en la explicación de la demanda de agua en ese sector. A través del uso de series de tiempo determinó que la demanda de agua rociada es sensible a cambios en el precio y a la temperatura. Así mismo, encontró que es menos sensible a cambios en el precio durante el periodo de invierno.

Beattie y Foster (1980), derivan un modelo econométrico cuya estimación sugiere que la creciente necesidad de buenos servicios es función directa de un bajo precio. Los autores confían en que utilizando el precio como herramienta, los organismos de servicios de agua pueden controlar la demanda de agua, compensar la inflación y desalentar la descarga de aguas residuales.

Típicamente los servicios de agua adoptan tres esquemas diferentes de precios: uniforme, en bloques decrecientes y crecientes o bien una mezcla de estos para influenciar en el uso del agua. Los economistas han tratado de dar luz acerca de las consecuencias que trae la elección de uno u otro esquema poniendo atención en la estimación de la demanda. Sin embargo, las metodologías para la estimación de la demanda difieren significativamente. El propósito del trabajo de Nieswiadomy y Molina, (1989), es estimar la función de la demanda de agua para uso residencial en Estados Unidos bajo esquemas de bloques de precios decrecientes y crecientes a través mínimos cuadrados ordinarios utilizando datos obtenidos de viviendas y factores climáticos. Estos mismos autores (Nieswiadomy y Molina, 1991) hacen notar la debilidad del supuesto relacionado con la posesión del pleno conocimiento de la estructura de tasas de precios por parte del consumidor y que, de acuerdo con la teoría económica, determina su conducta. Argumentan que es difícil para el consumidor determinar el precio marginal verdadero del agua y el cargo infra marginal. Es decir, de acuerdo con estos autores, un consumidor puede desconocer en qué bloque de precios se encuentra su nivel de consumo y reaccionar solo

hasta que recibe su factura y, hasta ese momento, revisar periódicamente el medidor de consumo, lo cual, puede ser algo confuso y no constante.

El trabajo de Griffin y Chan (1991), examinó el efecto de la variación estacional en los precios del agua al consumidor residencial de Estados Unidos. Para lo anterior hace uso de datos mensuales relacionados con el comportamiento invernal de la demanda de agua en 221 comunidades de Estados Unidos. Sus resultados indican que la elasticidad precio de la demanda de agua durante el verano excede en un 30 % a la elasticidad observada para el periodo invernal. En el mismo sentido, Lyman (1992) buscó determinar las diferencias estacionales en la elasticidad precio de la demanda de agua, la especificación de un precio marginal y el efecto del precio sobre las demandas pico y no pico para el sector residencial de Estados Unidos. Los resultados indican que la elasticidad precio de la demanda pico observada durante el verano es dos veces mayor que la elasticidad precio de la demanda en periodos no pico. Las variables tales como el ingreso por familia, valor de la propiedad, características de la propiedad y la distribución de la edad de los miembros de las familias son simultáneamente significativas.

El trabajo realizado por Bachrach y Vaughan (1994), incluye un elemento diferente en relación a los trabajos que le preceden. Estos autores buscaron estimar el beneficio social que traería la instalación de una fuente de agua potable además de una función de demanda domestica para calcular el superávit en bienestar de un consumidor. Este trabajo discute los meritos de los procedimientos estadísticos usados para obtener la elasticidad o estimar la función subyacente de demanda.

El aporte de Hölund (1999), relaciona la estimación de la demanda domestica de agua en Suecia con la estimación de las consecuencias de la aplicación de una carga impositiva al uso de este recurso en el tamaño y estabilidad de los ingresos fiscales. Los resultados muestran una elasticidad-precio a largo plazo de -0.10 en el modelo que considera el precio marginal y -0.20 en el modelo que hace uso del precio medio.

La influencia del precio y la estructura del sistema de precios utilizada para el agua ha sido motivo frecuente de discusión. Nieswiadomy y Molina (1991), ponen en duda la validez del supuesto del conocimiento pleno de los precios y su estructura por parte del consumidor para explicar su conducta. Olmstead y Hanemann (2003), analizan empíricamente la influencia del precio y la estructura de los precios en la demanda de agua

residencial. Haciendo uso de un modelo adaptado del modelo de Hausman para la oferta de trabajo y bajo la aplicación progresiva de impuestos estimaron la demanda agua cuando se aplican bloques de precios crecientes. Encuentran que, en general, la demanda de agua residencial posee baja sensibilidad al precio. Sin embargo, también encuentran que la elasticidad precio de la demanda de agua es más alta en viviendas sujetas a precios en bloque que aquellas viviendas sujetas a precios marginales uniformes.

La consideración del sector agrícola en la determinación de funciones de demanda de agua es de gran importancia. Los volúmenes de agua demandados en las regiones agrícolas exceden comúnmente el 90% del total de agua disponible en las presas. De acuerdo con Dinar y Mody, (2004), los precios pueden ser una herramienta efectiva para alcanzar un uso más eficiente del agua. Aunado a lo anterior, el apoyo a través de la implementación de arreglos que permitan la recuperación de costos, la aplicación de reglas para la distribución de agua y opciones tecnológicas en los puntos críticos de entrega tales que permiten flexibilidad al agricultor en la conservación del agua como respuesta a los precios altos del líquido podrían llevar a una cultura de ahorro del agua por parte del agricultor. Bajo esta misma premisa, Arbués y Villanúa (2006) evaluaron el potencial del precio como factor determinante de un uso racional del agua en el sector residencial de la ciudad de Zaragoza, España. La determinación de la elasticidad precio de la demanda tuvo como objetivo el evaluar el papel de los precios como instrumentos de gestión dentro del sistema de suministro. Sus resultados indican un valor de -0.05527 para la elasticidad precio de la demanda el cual es obtenido mediante la aplicación de mínimos cuadrados ordinarios de dos etapas.

Un trabajo que refuerza la idea de Dinar y Mody (2004) y Arbues y Villanua (2006) es el realizado por Carter y Milon (2005). Éste se basa en la idea de que la decisión de las familias por conocer los precios es una variable endógena en relación al comportamiento de la demanda de agua y que esta puede afectar la elasticidad y los niveles de consumo. Los resultados indican que las familias informadas fueron más sensibles a señales en los precios marginales y promedio.

Con el objetivo de determinar los factores que afectan la demanda de agua en los sectores agrícola, pecuario, residencial e industrial de La Comarca Lagunera, en el noreste de México, Guzmán *et al.* (2006), desarrollaron un modelo econométrico basado en

evidencia empírica a través del cual determinaron valores de -0.003, -0.002, -0.108, -0.023 y -0.178 para la elasticidad precio de la demanda de agua en los sectores residencial, pecuario, riego por bombeo, riego por gravedad e industrial, respectivamente. Olmstead, Haneman y Stavín (2007), realizaron un trabajo en el que se estima la elasticidad precios de la demanda de agua en el sector residencial de Estados Unidos considerando un consumidor con presupuesto limitado y expuesto a incrementos en los bloques de precios. En el trabajo se probó la hipótesis de que la elasticidad de los precios depende de la estructura utilizada. Los autores encontraron diferencias en la elasticidad precio, consecuencia de posibles respuestas al comportamiento de la estructura de precios, o bien a la heterogeneidad en los servicios públicos de agua.

Para la Comarca lagunera, García y Mora (2008), realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar la función de demanda de agua para uso residencial y establecer criterios para posibles cambios en los regímenes tarifarios. Sus resultados indican valores de -0.2 y -0.18 para la elasticidad precio de la demanda de agua en los sectores residenciales de las ciudades de Torreón, Coahuila y Gómez Palacio, Durango, respectivamente.

2.1 Bases teóricas para la formulación del modelo

La necesidad de transformación de nuestro entorno para propiciar mayor bienestar en la sociedad y la gran cantidad de variables presentes en su comportamiento, ha llevado al hombre a realizar abstracciones de tal realidad. A estas abstracciones se les nombra comúnmente “modelos” de la situación en estudio. En general, el objetivo es determinar el papel que juega alguna o algunas variables en el comportamiento observado y evaluar la posibilidad de su modificación en beneficio del bienestar humano.

En economía, de acuerdo con Varian (1996), existen dos principios que rigen el establecimiento de un modelo a saber, el principio de optimización, el cual dice: “los individuos tratan de elegir las mejores pautas de consumo que están a su alcance”, y el principio de equilibrio, el cual establece que: “...en un mercado de un bien homogéneo y en competencia perfecta, los precios se ajustan hasta que la cantidad que demandan los individuos de tal bien es igual a la cantidad que se ofrece”. El primer principio es casi una tautología para el común de los consumidores. El segundo principio es un poco más complicado aunque, intuitivamente, es algo que debe ocurrir en todo mercado.

2.1.1 El mercado y la curva de demanda

Un concepto general expresado por Pindyck y Rubinfeld (1998) hace referencia al mercado como el conjunto de compradores y vendedores que, por medio de sus interacciones reales o potenciales, determinan el precio de uno o más productos. Atendiendo al número de compradores y vendedores, los mercados pueden ubicarse en los tipos de competencia perfecta o imperfecta. Un mercado en competencia perfecta es aquel en el que se observa una gran cantidad de compradores y vendedores de un mismo producto homogéneo y en el que la acción aislada de uno de ellos no tiene impacto significativo en el comportamiento del precio del bien.

Supongamos un mercado en competencia perfecta en el que se ofrecen dos bienes B_1 y B_2 con precios P_1 y P_2 a un consumidor racional con un ingreso limitado (I_0). De acuerdo con el principio de optimización, bajo la restricción presupuestaria, el consumidor solo adquirirá cantidades Q_1 y Q_2 de estos, tal que le brinden la máxima utilidad (U). Considerando constantes el presupuesto y los gustos del consumidor así como el precio de alguno de los bienes ofrecidos, el modelo que expresa matemáticamente esta utilidad restringida puede ser:

$$U = Q_1 * Q_2 \dots\dots\dots(2.1)$$

Con la restricción:

$$I_0 = P_1 * Q_1 + P_2 * Q_2 \dots\dots\dots(2.2)$$

Donde:

U = Función de la utilidad del consumidor.

I_0 = Función del presupuesto del consumidor.

Obteniendo el valor máximo de la utilidad (U) a través del método de Lagrange, se tiene:

$$L = U + \lambda * (I_0 - P_1 * Q_1 - P_2 * Q_2) \dots\dots\dots(2.3)$$

o bien:

$$L = Q_1 * Q_2 + \lambda * (I_0 - P_1 * Q_1 - P_2 * Q_2) \dots\dots\dots(2.4)$$

Donde:

L = Expresión del Lagrangeano correspondiente al modelo.

La obtención de un máximo condicionado de la utilidad del consumidor implica la obtención y cumplimiento de la condición del primero y segundo orden aplicada a la

expresión anterior. Tal condición se obtiene de la derivación parcial con respecto de las cantidades Q_1 y Q_2 y el valor λ para después igualar a cero tales expresiones y aplicar las condiciones de segundo orden.

La condición de primer orden establece:

$$a) \delta L / \delta Q_i = 0 \quad b) Q_i \geq 0 \quad c) Q_i * (\delta L / \delta Q_i) = 0$$

Donde:

$\delta L / \delta Q_i$ Representa la derivada parcial del Lagrangeano con respecto de la cantidad i presente en el modelo.

Q_i Se refiere a las diferentes cantidades de los productos considerados en el modelo.

Aplicando las condiciones anteriores a la expresión (2.4) y haciendo desarrollos algebraicos, se tiene:

$$Q_1 = I_0 / 2P_1 \dots\dots\dots (2.5)$$

$$Q_2 = I_0 / 2P_2 \dots\dots\dots (2.6)$$

Las expresiones anteriores para la demanda de cada uno de los bienes solo se cumplen bajo los supuestos de la permanencia constante de los gustos del consumidor, los precios de los bienes relacionados y el nivel de presupuesto del cual dispone el individuo.

De lo anterior, se desprende que la demanda puede expresarse como una función de los precios de los bienes de consumo y el presupuesto del consumidor. Esto es:

$$Q = f(P_1, P_2, I_0) \dots\dots\dots (2.7)$$

Ahora bien, considerando que P_2 y el presupuesto se mantienen constantes, entonces, el comportamiento de la demanda se puede expresar como:

$$Q = f(P_1) \dots\dots\dots (2.8)$$

La expresión anterior implica que la demanda del bien B_1 depende de su precio, P_1 , pero no dejado de depender de los otros factores, es decir, del o los bienes restantes y de su presupuesto.

Es decir, la forma de la función de la demanda está determinada por la función de utilidad del consumidor.

2.1.2 Tipos de funciones de demanda

2.1.2.1 La función demanda agregada de los productos agrícolas

Se refiere a la demanda total de un producto agrícola. Es función del precio del producto (P), de los precios de los productos sustitutos (P_s), precios de los productos

complementarios (P_c), el ingreso disponible (I), la población humana, considerando el tamaño, edad, área geográfica, etc (N), los gustos y preferencias de los consumidores (G), las expectativas de los consumidores (E) y la promoción, (K). La expresión de esta función para un periodo “ t ” dado:

$$Q_t = f(P, P_b, P_{sb}, P_{cb}, I_b, N_b, G_b, E_b, K_t) \dots \dots \dots (2.9)$$

La variación del precio (P) del bien, manteniendo constante todos los demás factores, se origina el concepto de demanda estática.

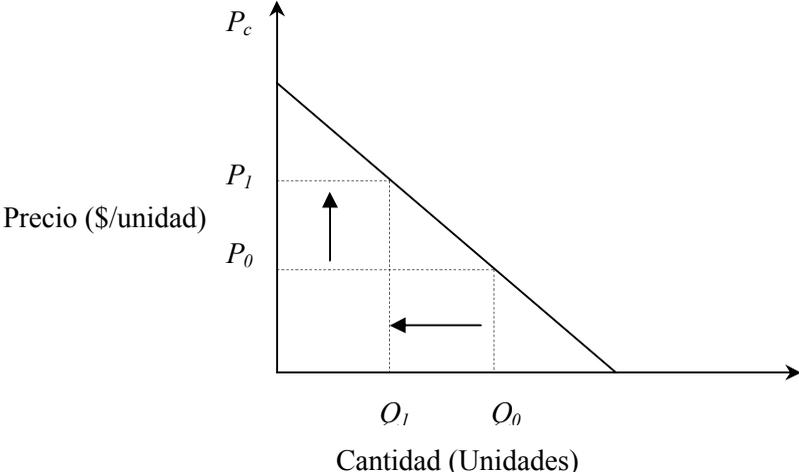
2.1.2.2 La función demanda estática primaria en consumo

Se simboliza comúnmente como Q_c y es también llamada “demanda en consumo” o “demanda de mercado”. De acuerdo con Tomek y Robinson (1991), representa las diferentes cantidades de un bien o servicio final así como los servicios de mercadeo asociados a los mismos que los consumidores desean y pueden comprar en un tiempo determinado a diferentes precios (P_c) al menudeo. Su expresión funcional para un tiempo “ t ” dado:

$$Q_{ct} = f(P_{ct}) \dots \dots \dots (2.10)$$

Su grafico:

Gráfica 2.1 Demanda estática primaria en consumo



2.1.2.3 La demanda derivada

De acuerdo con García (2003) la demanda derivada se refiere a las cantidades de insumos o materias primas adquiridas para la producción de bienes finales. La producción

de cortes finales de carne de res deriva la demanda de la carne de bovino en canal. La demanda de tales cortes está compuesta por la demanda de los servicios de mercadeo asociados tales como el transporte, el almacenamiento, la refrigeración y la distribución al consumidor.

2.1.2.4 La función demanda estática derivada al mayoreo agregada total (Q_m)

También es llamada demanda intermedia agregada total. Representa las distintas cantidades de un bien o servicio intermedio que los detallistas y otros agentes desean y pueden comprar en un tiempo determinado a distintos precios al mayoreo (P_m) suponiendo todos los demás factores constantes. La demanda de carne en canal a la salida de rastros Tipo Inspección Federal (TIF) es un ejemplo de este tipo de demanda. Su expresión funcional es:

$$Q_m = f (P_m) \dots\dots\dots(2.11)$$

2.1.2.5 Demanda estática derivada o en producción (Q_p)

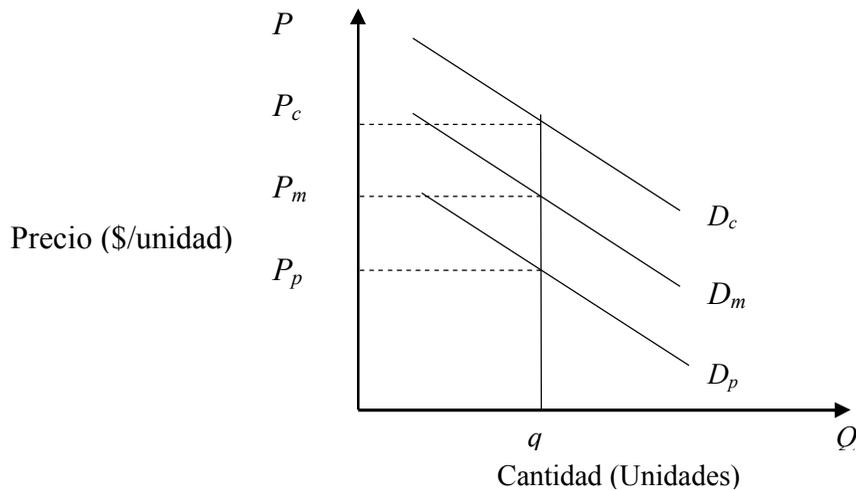
También se le llama demanda en producción agregada total. Representa la cantidad de producto, tal y como sale de la empresa, que los acopiadores desean y pueden comprar en un tiempo definido a precios alternativos (P_p) para incorporarlo a la producción de bienes finales suponiendo constantes los demás factores. La cantidad de toneladas de granos adquiridas directamente en campo y la compra de ganado en pie son ejemplo de este tipo de demanda.

Su expresión funcional es:

$$Q_p = f (P_p) \dots\dots\dots(2.12)$$

La ubicación en un plano cartesiano de las relaciones funcionales que caracterizan a estos tres últimos tipos de demanda puede ser:

Gráfica 2.2 Demanda primaria (D_c), demanda derivada al mayoreo (D_m) y demanda en producción (D_p)

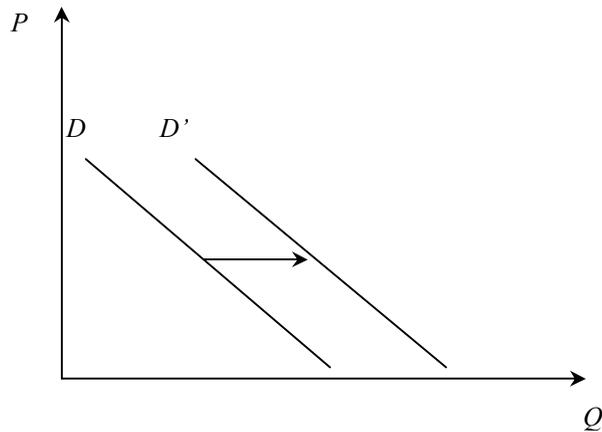


2.1.3 Elementos básicos de la demanda dinámica

El aspecto dinámico en la demanda de un bien o servicio se refleja en los desplazamientos de su curva con respecto del tiempo ocasionados por cambios en sus factores determinantes tales como: ingreso, precios de los bienes relacionados, población, gustos, entre otros.

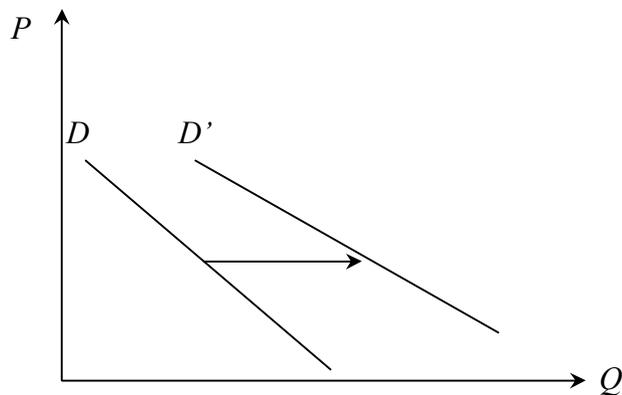
Los desplazamientos de la curva de demanda pueden ser de dos tipos: simples y estructurales. Los primeros también reciben el nombre de desplazamientos paralelos y ocurren cuando la variación de cualquiera de sus factores determinantes (ingreso, población, precios de bienes relacionados), manteniendo todos los demás constantes y suponiendo el conocimiento perfecto, provoca que la curva se mueva paralelamente en relación a su posición inicial en el plano sin cambiar su pendiente y sólo modificando el valor de su intercepto. Lo anterior se muestra en la Gráfica 2.3.

Gráfica 2.3 Desplazamiento simple o paralelo de la demanda



Los cambios estructurales corresponden a aquellos en los que la curva cambia en su pendiente e intercepto debido a la variación de algún determinante, y manteniendo los demás constantes. Este caso se muestra en la Gráfica 2.4.

Gráfica 2.4 Cambio estructural en la demanda



Otro aspecto relacionado con la dinámica de la demanda está relacionado con el tiempo de respuesta de la demanda en razón a cambios observados en sus factores determinantes. Esta respuesta no instantánea ocurre generalmente por el conocimiento imperfecto y por la necesidad de un periodo adecuado de tiempo para que ocurran los cambios. La necesidad de establecer una demanda ajustada por el retraso en la respuesta conduce a diferenciar entre demanda de corto y largo plazo. De acuerdo con Tomek y Robinson (1991), la

demanda de largo plazo representa la cantidad a adquirir de un bien determinado después de haber transcurrido el tiempo necesario para que ocurran todos los ajustes.

2.1.4 Elasticidad de la demanda

De acuerdo con Varian (1996), la elasticidad de un bien es la relación entre la variación porcentual en la cantidad de un bien dado y la variación porcentual en el precio de dicho bien. Esto es, la elasticidad de la demanda de un bien puede determinarse mediante el cociente formado por las variaciones porcentuales de la cantidad y el precio del bien en cuestión. Esto es:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\varepsilon/\varepsilon}{\Delta\varepsilon/\varepsilon} = \frac{\varepsilon * \Delta\varepsilon}{\varepsilon * \Delta\varepsilon} \dots\dots\dots (2.13)$$

Tal y como se muestra en la expresión anterior, la elasticidad es una magnitud relativa e independiente de las unidades de medida por lo que permite hacer comparaciones entre productos y países. Existen diferentes tipos de elasticidades relacionadas con la demanda de un bien: la elasticidad precio propia, cruzada e ingreso. Considerando el tiempo en el que ocurren, podemos decir que existen elasticidades de corto y largo plazo. En general, de acuerdo con Pindyck y Rubinfeld (1998), la elasticidad de largo plazo o dinámica es mayor, en términos absolutos, que la de corto plazo. Se entiende por elasticidad de largo plazo a la respuesta porcentual de la cantidad demanda durante el periodo de ajuste considerando un cambio de 1 % en un factor determinante, manteniendo a los demás sin cambio. El valor de la elasticidad de largo plazo se determina dividiendo la elasticidad de corto plazo por el coeficiente de ajuste de la demanda.

Si un bien tiene una elasticidad de demanda mayor que 1 en término absoluto, se dice que tiene una demanda elástica. Es decir, a un cambio porcentual unitario en el precio le corresponde un cambio porcentual mayor que uno a la cantidad demandada. Si el bien tiene una elasticidad menor que uno, en valor absoluto, su demanda es inelástica y poco sensible a cambios en el precio. Si la elasticidad de la demanda es exactamente igual a menos uno, es elasticidad unitaria. (Varian, 1996).

Cuadro 1 Tipo de elasticidades de la demanda

Tipo	Fórmula		Posible Resultado	Causa	Clasificación del producto
	No se conoce la función	Si se conoce la función			
E _p	$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{\Delta\% \varepsilon}{\Delta\% \varepsilon}$	$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_{\varepsilon}}{\varepsilon_{\varepsilon}} \frac{\varepsilon_{\varepsilon}}{\varepsilon_{\varepsilon}} \varepsilon$	> -1	$\Delta\% \varepsilon > \Delta\% \varepsilon$	Elástico
			= -1	$\Delta\% \varepsilon = \Delta\% \varepsilon$	Unitario
			< -1	$\Delta\% \varepsilon < \Delta\% \varepsilon$	Inelástico
E _i	$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{\Delta\% \varepsilon}{\Delta\% \varepsilon}$	$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_{\varepsilon}}{\varepsilon_{\varepsilon}} \frac{\varepsilon_{\varepsilon}}{\varepsilon_{\varepsilon}} \varepsilon$	$\varepsilon_{\varepsilon} > 1$	$\Delta\% \varepsilon > \Delta\% \varepsilon$	Normal de Lujo
			$0 < \varepsilon_{\varepsilon} < 1$	$\Delta\% \varepsilon = \Delta\% \varepsilon$	Normal necesario
			$\varepsilon_{\varepsilon} < 0$	$\Delta\% \varepsilon < \Delta\% \varepsilon$	Normal inferior
E _{ij}	$\varepsilon_{\varepsilon} = \frac{\Delta\% \varepsilon_{\varepsilon}}{\Delta\% \varepsilon_{\varepsilon}}$	$\varepsilon_{\varepsilon\varepsilon} = \frac{\varepsilon_{\varepsilon\varepsilon}}{\varepsilon_{\varepsilon\varepsilon}} \frac{\varepsilon_{\varepsilon\varepsilon}}{\varepsilon_{\varepsilon\varepsilon}} \varepsilon$	> 0	$\uparrow \varepsilon_{\varepsilon} \rightarrow \uparrow \varepsilon_{\varepsilon}$	Sustituto
			= 0	No existe relación	Independiente
			< 0	$\downarrow \varepsilon_{\varepsilon} \rightarrow \downarrow \varepsilon_{\varepsilon}$	Complementario
				$\downarrow \varepsilon_{\varepsilon} \rightarrow \uparrow \varepsilon_{\varepsilon}$	

Fuente: García *et al.* (2003).

En general, la elasticidad de la demanda de un bien depende en gran medida de las cantidades de los bienes sustitutos cercanos que tenga. Si el precio de un bien A se incrementa teniendo un bien B sustituto perfecto y cercano, la demanda del bien A tenderá a ser cero. Es decir su demanda responde de manera elástica dada la existencia del bien B sustituto. De lo anterior, se desprende que la demanda de aquellos bienes que carecen de sustitutos se comporta de manera inelástica.

2.1.5 Modelos econométricos dinámicos

2.1.5.1 Modelos autorregresivos y de rezagos distribuidos

Considerando el retaso común de la respuesta de un gran número de variables económicas ante los cambios de sus variables explicativas, los modelos autorregresivos y de rezagos distribuidos son de extensa aplicación en análisis econométrico.

En atención a Gujarati (2004), en el análisis de regresión que contiene información expresada en series de tiempo, cuando el modelo de regresión incluye no solamente los valores actuales sino además los valores rezagados o pasados de las variables explicativas, entonces se dice que el modelos es del tipo de rezagos distribuidos. Su forma general es:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 X_{t-1} + \beta_3 X_{t-2} + u_t \dots\dots\dots(2.14)$$

En el caso en el que el modelo incluya uno o más valores rezagados de la variable dependiente entre sus variables explicativas, se dice que se trata de un modelo autorregresivo o dinámico. Su forma general:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 Y_{t-1} + u_t \dots\dots\dots(2.15)$$

El carácter dinámico obedece a que muestra la trayectoria en el tiempo de la variable dependiente en relación con sus valores rezagados.

Los modelos de rezagos distribuidos pueden ser del tipo finito:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 X_{t-1} + \beta_3 X_{t-2} + \dots + \beta_k X_{t-k+1} + u_t \dots\dots\dots(2.16)$$

En el que se define la longitud del rezago. O bien pueden contener un rezago infinito:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 X_{t-1} + \beta_3 X_{t-2} + \dots + u_t \dots\dots\dots(2.17)$$

En el que no se especifica la longitud del rezago.

2.1.5.2 Estimación de un modelo de rezagos distribuidos y autorregresivo

El método de Koyck, el de expectativas adaptativas y el de ajuste parcial son solo algunos que han abordado la estimación de estos modelos. Gujarati (2004).

Uno de los primeros métodos para solucionar este tipo de modelos fue planteado por Koyck. Este método parte de un modelo de rezago distribuido infinito suponiendo que los parámetros β tienen todos los mismos signos y da por hecho que estos se reducen geométricamente de la siguiente manera:

$$B_k = \beta_0 \lambda^k \quad k = 0, 1, 2, \dots\dots\dots(2.18)$$

Donde λ se le conoce como tasa de descenso o de caída del rezago distribuido y $(1 - \lambda)$ se le conoce como la velocidad de ajuste.

El método de Koyck postula que cada coeficiente β sucesivo es numéricamente menor al β anterior, lo cual significa que a medida que se retorna al pasado distante, el efecto de ese rezago sobre Y_t se hace progresivamente menor. En general el procedimiento encontrado por Koyck para la estimación de modelos de rezagos distribuidos, se reduce a estimar el modelo:

$$Y_t = \alpha (1-c) + \beta_0 X_t + \lambda Y_{t-1} + v_t \dots\dots\dots(2.19)$$

Evidentemente, mucho más simple pues solo requiere estimar tres incógnitas: α , β_0 y λ en lugar de la estimación de α y un número infinito de β^s .

La estimación de un modelo con rezagos distribuidos a través de este procedimiento debe considerar los siguientes puntos:

- 1.-La aparición de la variable endógena retrasada Y_{t-1} como explicativa de Y_t , dada su naturaleza estocástica, representa un posible problema de correlación con el término estocástico " Y_t ".
- 2.-La presencia de variables explicativas estocásticas y correlación serial impide la aplicación de la teoría clásica de los mínimos cuadrados.
- 3.- La aparición de Y_{t-1} como variable explicativa viola los supuestos de la prueba d de Durbin- Watson por lo que se requiere de el uso de otra prueba para verificar la correlación serial.

2.1.5.3 Modelos de ecuaciones simultáneas

Se basa en la determinación simultánea de las variables endógenas y exógenas en una ecuación. Es decir, los valores de Y , como variable dependiente, son ciertamente determinados por los valores de las X s, variables independientes o explicativas, sin embargo, la simultaneidad implica la determinación de los valores de algunas X a través de los valores de Y . es decir, hay una relación simultanea de definición en dos sentidos que hace que la distinción entre variables dependientes y explicativas sea algo dudosa. Dada esta relación, en un sistema de ecuaciones simultáneas no es posible determinar los parámetros de una ecuación aisladamente sin considerar la información proporcionada por las demás ecuaciones que componen al sistema. Un modelo de ecuaciones simultáneas puede tener la siguiente estructura:

$$Y_1 = B_{01} + B_1 Y_2 + \gamma_1 X_1 + u_1 \dots\dots\dots(2.20)$$

$$Y_2 = B_{02} + B_2 Y_1 + \gamma_2 X_1 + u_2 \dots\dots\dots(2.21)$$

Donde Y_1 y Y_2 son variables mutuamente dependientes, o endógenas, X_1 una variable exógena y u_1 y u_2 son los términos de perturbación estocástica.

La solución del modelo anterior mediante mínimos cuadrados ordinarios está condicionada a la demostración de la existencia de independencia entre las distribuciones de las variables estocásticas Y_2 y u_1 y de la distribución de Y_1 con relación a u_2 . Fuera de esta condición, la estimación del modelo a través de mínimos cuadrados ordinarios conduce a estimadores inconsistentes.

2.1.5.4 Mínimos cuadrados de dos etapas.

Un sistema de ecuaciones lineales se puede estimar a través de dos métodos: los uniecuacionales, también llamados de información limitada y los métodos de sistemas o de información completa. En el primer método las ecuaciones se estiman individualmente sin considerar la información contenida en el resto y se obtiene una solución limitada a la información contenida en las variables de la ecuación. En el método de sistemas, la estimación se realiza simultáneamente incluyendo todas las variables consideradas en el modelo. La estimación de cada parámetro incluye los efectos de cada variable considerada en el modelo.

El método de mínimos cuadrados de dos etapas se utiliza ampliamente en la estimación simultánea de sistemas de ecuaciones lineales. De acuerdo con Gujarati (2004) este método busca purificar la variable explicativa estocástica Y_t de la influencia de la perturbación estocástica u_t . Lo anterior se logra efectuando la regresión de Y_t sobre todas las variables predeterminadas en el sistema para obtener los estimados de Y_t y reemplazando por valores de Y_t de la ecuación original por los estimados Y_t , para enseguida aplicar MCO a la ecuación así transformada. Los estimadores así estimados son consistentes, es decir, convergen a sus verdaderos valores a medida que la muestra aumenta indefinidamente.

Supongamos el sistema:

$$Y_{1t} = B_{10} + B_{12}Y_{2t} + \gamma_{11}X_{1t} + \gamma_{12}X_{2t} + u_{1t} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$Y_{2t} = B_{20} + B_{21}Y_{1t} + \gamma_{23}X_{3t} + \gamma_{24}X_{4t} + u_{2t} \dots\dots\dots(2.23)$$

Etapas 1. Se efectúa la regresión de las variables endógenas sobre todas las variables predeterminadas en el sistema:

$$Y_{1t} = \Pi_{10} + \Pi_{11}X_{1t} + \Pi_{12}X_{2t} + \Pi_{13}X_{3t} + \Pi_{14}X_{4t} + u_{1t} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$Y_{2t} = \Pi_{20} + \Pi_{21}X_{1t} + \Pi_{22}X_{2t} + \Pi_{23}X_{3t} + \Pi_{24}X_{4t} + u_{2t} \dots\dots\dots(2.25)$$

Etapas 2.- Se reemplazan Y_{1t} y Y_{2t} en las ecuaciones originales por sus valores estimados de las dos regresiones anteriores y luego se efectúan las regresiones buscando los mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de la siguiente manera:

$$Y_{1t} = B_{10} + B_{12}Y_{2t} + \gamma_{11}X_{1t} + \gamma_{12}X_{2t} + u_{1t} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$Y_{2t} = B_{20} + B_{21}Y_{1t} + \gamma_{23}X_{3t} + \gamma_{24}X_{4t} + u_{2t} \dots\dots\dots(2.27)$$

Donde: $u_{1t} = u_{1t} + B_{12} u_{2t}$ y $u_{2t} = u_{2t} + B_{21} u_{1t}$. De acuerdo con la teoría de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), las estimaciones serán consistentes.

2.1.6 Justificación de la estructura del modelo

El modelo se justifica con evidencia empírica y se apoya en trabajos relacionados con la determinación de la demanda de agua en los sectores consumidores. Se consideran dos ecuaciones para cada sector consumidor, una para precio y otra para demanda. La estructura responde a la necesidad de solucionar el problema de la definición simultánea de la demanda y el precio en que, de acuerdo con Olmstead y Hanemann (2007), incurre el usuario al situarse en un rango de consumo, o al adoptar la siembra de un cultivo específico. Lo anterior implica que el usuario elige de manera simultánea el precio y el consumo de agua y, bajo esta condición, de acuerdo con Nieswiadomy y Molina (1989) y Olmstead y Hanemann (2007), la estimación de los parámetros usando mínimos cuadrados ordinarios conduce a parámetros sesgados e inconsistentes. En base a los resultados obtenidos por autores como Foster y Beattie (1979), Nieswiadomy y Molina (1991) y Bachrach y Vaughan (1994), se plantea la estimación de los parámetros de cada ecuación mediante mínimos cuadrados de dos etapas.

Las Ecuaciones 1, 3, 7 y 9 establecen el precio promedio real del agua para los sectores residencial, agrícola, industrial y comercial, respectivamente. El precio por m^3 de agua distribuido a los sectores residencial, industrial y comercial es establecido por la junta de agua potable y alcantarillado de cada Municipio, y atiende a un sistema ascendente de precios en relación directa con el rango de consumo. El ingreso por la venta de agua debe cubrir el gasto total de cada organismo operador por lo que la especificación apropiada del precio del agua resulta de gran importancia para la correcta estimación de su demanda. En este sentido, Wong (1972) y Beattie y Foster (1980) consideran correcto el uso del precio promedio del agua. En base a los trabajos anteriores, el presente trabajo utiliza el precio promedio anual correspondiente a los tres primeros rangos de consumo en los que se ubica el 80 % de los consumidores. (JAPAMA, 1990-2010)⁸.

La ecuación 3 muestra el comportamiento del precio del agua en la agricultura. Se calcula al inicio de cada ciclo agrícola por la CONAGUA a través de sus distritos de riego, y es sugerido a cada módulo de riego. El precio de cada Dm^3 de agua asignado al riego debe cubrir los costos estimados anuales de conservación de este volumen en el sistema de presas de la región, de conducción y distribución, de mantenimiento de la infraestructura, de operación del distrito de riego y módulo de riego, y el incremento en la inflación.

La ecuación 5 muestra el precio del agua consumida en el sector pecuario. En este caso, el precio por m^3 recupera los costos de transporte del líquido (gasolina, diesel, mantenimiento de las unidades de transporte y salario) desde las fuentes del recurso a los abrevaderos o los costos de bombeo (energía eléctrica, gasolina y salario).

La ecuación 1 muestra el precio promedio por m^3 de agua en el sector residencial explicado por la demanda de agua, el precio promedio en el año anterior, el PIB per cápita real en Sinaloa como variable proxy del salario, el consumo per cápita de agua, la demanda para riego agrícola por gravedad un periodo atrás, la superficie sembrada en riego por gravedad, y la temperatura promedio. La competencia entre los sectores residencial y agrícola hace importante la consideración de la superficie, un mayor número de ha sembradas implica, una mayor demanda de agua para riego ocasionando una menor cantidad destinada a los sectores residencial, comercial e industrial, generando condiciones para incrementar el precio al público. La demanda de agua en el sector residencial se representa por la ecuación 2. Se basa en un modelo de producción doméstica en el que el agua representa un insumo importante para la producción de bienes de consumo final. El consumo de agua en los hogares está relacionado con las tareas de aseo y enfriamiento de espacios, lavado de ropa y utensilios de cocina, preparación de alimentos e higiene personal. Se explica por el precio promedio por m^3 , el precio de la energía eléctrica, el PIB per cápita real en Sinaloa, la población empleada, el precio rezagado un periodo del agua para riego agrícola y la cantidad de agua almacenada en las presas. El consumo de agua en este sector requiere de aparatos electrodomésticos, de ahí que la electricidad sea un bien complementario.

La demanda de agua para riego agrícola por gravedad se representa por la ecuación 4. Considera al agua como un insumo necesario para el proceso de producción agrícola. Toma como variables explicadoras al precio promedio por Dm^3 , al PIB per cápita real en Sinaloa, el precio promedio del agua en el sector residencial retrasado un periodo, la superficie de riego por gravedad, el precio la electricidad para uso agrícola, y el precio del nitrógeno para uso agrícola retrasado un periodo.

La ecuación 6 se refiere a la demanda de agua del sector pecuario. Considera al agua como un insumo para la producción de ganado vacuno en pie para exportación, y carne de vacuno y porcino en canal para los mercados local y nacional. Toma como variables

explicadoras al precio del agua en este sector, el precio de la energía eléctrica para uso agrícola, el precio del ganado en pie en el mercado nacional, el ingreso medido por el PIB per cápita real en Sinaloa, el precio del agua para riego por gravedad y la precipitación pluvial. La energía eléctrica es un insumo en la producción de carne porcina; sin embargo, resulta poco significativa en la producción de ganado vacuno en pie.

La ecuación 8 expresa la demanda de agua en el sector industrial. Considera al agua como un insumo necesario para la producción de bienes de consumo final, especialmente, alimentos. La industria regional utiliza el agua para lavar, precalentar y enfriar espacios y equipos, y coser alimentos, entre otros. Se explica a través del precio, el precio de la energía eléctrica para uso industrial, el precio del agua para riego agrícola, el precio del agua para uso comercial, el PIB per cápita real en Sinaloa, la temperatura y precipitación pluvial. La demanda de agua en el sector comercial se muestra por la ecuación 10. El agua se considera un insumo necesario para las tareas de limpieza y enfriamiento de espacios e higiene personal. Variables tales como el precio, el precio de la energía eléctrica para uso comercial, el precio del agua para el sector industrial, el PIB per cápita real en Sinaloa y la temperatura media anual de la región son consideradas como determinantes de la demanda de agua en este sector.

La identidad 11 establece que la demanda anual de agua almacenada en el sistema regional de presas es igual a la suma de las demandas en los sectores residencial, agrícola, pecuario, industrial y comercial menos la demanda de agua subterránea. La identidad 12 muestra que la demanda anual de agua subterránea equivale al valor medio de la diferencia entre la demanda de agua en el sector pecuario, y la demanda estimada de agua del ganado porcino. Lo anterior se debe a que el agua para atender el ganado porcino proviene del sistema de presas. El valor medio hace referencia a que el sector pecuario hace uso del agua subterránea sólo la mitad del año. Finalmente, la identidad 13 establece que la demanda anual total de agua en el Norte de Sinaloa es igual a la suma de la demanda de agua en los sectores residencial, pecuaria, agrícola, industrial y comercial. La demanda de agua subterránea está incluida en la demanda del sector pecuario.

La medición del precio del agua en los sectores residencial, industrial y comercial tomó como variable proxy la tarifa correspondiente al consumo de 31 a 40, 251 a 350, y 100 a 150 m³ al mes, respectivamente. La información utilizada provino de los estados

financieros y registros de operación de los organismos administradores del agua en cada Municipio. Algunas tarifas fueron extraídas de los comunicados emitidos por cada junta de agua potable en el diario oficial del Estado. Diario Oficial del Estado de Sinaloa (2011). El número de tomas y población con el servicio de agua potable provienen de CONAGUA (2010) y CONAGUA (2011). Los datos de población, PIB per-cápita en Sinaloa y población empleada provienen del INEGI-BIE (2010).

Como variable proxy del precio de la energía eléctrica en cada sector, se consideraron las tarifas 1C y 1F para fuera y dentro del verano en el sector residencial. CFE (2011a)¹. Similarmente, se consideraron las tarifas 2, O-M y 9-CU para los sectores comercial, industrial y agrícola, respectivamente, la información provino de CFE (2011b)². Los datos sobre almacenamiento de agua en las presas, la precipitación pluvial y la temperatura provinieron de los registros y estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA-DR75, 1990-2010; CONAGUA-DR76, 1990-2010). Para el sector agrícola, como variable proxy del precio anual del agua se tomó la cuota por Dm^3 que la CONAGUA sugiere a cada modulo de riego. La superficie sembrada en la región provino de los reportes mensuales elaborados por la CONAGUA a través de los distritos de riego 75 y 76 con información de todos los módulos de riego. Los precios del amoniaco para uso agrícola y de la gasolina magna se obtuvieron de los anuarios publicados por Petróleos Mexicanos. PEMEX (1990-2010)³. El precio del agua para el sector pecuario tomó como variable proxy la cuota cobrada por las asociaciones ganaderas locales por su transporte a los puntos de abrevadero del ganado bovino regional. El precio de la carne del ganado bovino en pie provino de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y su Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA-SIAP (2011)⁴. Los índices necesarios para deflactar las variables monetarias provinieron del Banco de México. BM (2011)⁵. La aportación que hace este trabajo al acervo relacionado

¹ CFE (Comisión Federal de Electricidad). 2011a. Tarifas anuales de energía eléctrica para el sector residencial del noroeste de México durante 1990-2010.

² Comisión Federal de Electricidad. Tarifas anuales de energía eléctrica para los sectores comercial, industrial y agrícola del noroeste de México durante 1990-2010.

³ Petróleos Mexicanos. Anuarios estadísticos para el periodo 1990-2010.

⁴ Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Precio medio anual del ganado bovino en pie. 1990-2010.

⁵ Banco de México. Índices anuales de inflación y precios por sector para 1990-2010.

con la determinación de la demanda de agua es la inclusión del sector comercial como consumidor del recurso.

CAPÍTULO III. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS Y DEMOGRÁFICOS DEL NORTE DE SINALOA

3.1 Geografía y comunicación

El Norte de Sinaloa se compone de provincias del tipo llanuras costeras del Pacífico y Sierra madre Occidental, con subprovincias del tipo llanura costera, deltas de Sonora y Sinaloa, pie de sierra, gran meseta y cañadas duranguenses.

3.1.1 Ubicación geográfica

Sinaloa se localiza al Noroeste de México. Colinda al norte con Sonora, al sur con el Estado de Nayarit, al oeste con el Océano Pacífico y al Este con Durango y Chihuahua. Posee una superficie total de 57,331 km² distribuida en 18 Municipios, ocupando el lugar 18 en relación con el tamaño del resto de los Estados y representa el 2.9% de la superficie total del país.

El Norte de Sinaloa se encuentra entre los meridianos 108° 24' y 109° 29' longitud oeste y paralelos 25° 27' y 27° 03' latitud norte. Colinda al Norte con Sonora, al Este con Chihuahua, al Sur con los Municipios de Guasave y Sinaloa de Leyva y al Oeste con el Océano Pacífico. Con una extensión de 11185.27 km² representa el 19.51% de la superficie total del Estado (INEGI, 2011).

Ilustración 1 Ubicación geográfica de Sinaloa y el Norte de Sinaloa.



3.1.2 Clima, precipitación pluvial y tipos de suelos

La región Norte de Sinaloa registra temperaturas medias anuales que oscilan entre 22 y 28 °C para los valles y 14-26 °C para el Municipio de Choix. Posee precipitaciones medias anuales en los valles en el rango de los 200 y 900 mm mientras que en la parte cercana a la sierra se observan precipitaciones entre 600 y 1100 mm. Su orografía define una diferencia en sus climas registrando un muy seco muy cálido y cálido en un valor medio del 97% del Municipio de Ahome y parte del Municipio de El Fuerte y un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano en el 97.03% de la extensión del Municipio de Choix. Los tipos de suelo son variables. En el Municipio de Ahome los suelos dominantes son del tipo vertisol, solonchak, cambisol y regosol con un 28.5, 23, 16 y 11.6% respectivamente. En el Municipio de El Fuerte predominan los tipos de suelo phaeozem, regosol, leptosol y vertisol en un 23.6, 26.8, 18.1 y 13.6% respectivamente. Los tipos de suelo dominantes en el Municipio de Choix son: regosol, leptosol, cambisol y phaeozem en 55.3, 28.1, 5.9 y 4.5%, respectivamente (CONAGUA-75 y CONAGUA-76, 1990-2010 e INEGI, 2011).

3.2.3 Vías de acceso y comunicación

Se cuenta con una carretera internacional que permite el traslado de producción y personas desde Arizona y California, en Estados Unidos, hasta al centro y sur México. Se tiene en operación un aeropuerto que permite el traslado rápido de personas al centro y norte del país. Cuenta además con el transporte de ferrocarril capaz de trasladar de personas y mercancía desde el puerto de Topolobampo hasta el Estado de Chihuahua y el Estado de Texas en los Estados Unidos. De igual manera, el puerto de Topolobampo permite el intercambio de mercancías entre la región, el país y el resto del mundo. Una red de carreteras interestatales permite el flujo vehicular a través de los Municipios que integran esta región.

3.2 Población, servicios de agua y educación

3.2.1 Estructura de la población

De acuerdo con datos de INEGI (2011), el número de habitantes de la región Norte de Sinaloa fue de 546833 personas albergadas en 140667 viviendas. La relación media anual entre la cantidad de hombres y mujeres es del 97.5%. La población con edades entre 15 y

29 años representa entre un 25.6 y un 25.8% de la población total. De igual manera, la parte correspondiente de la población mayor a 60 años se ubica en un valor del 9.2% con relación al total de la población.

3.2.2 Población rural y urbana

La mayor parte de la población de la región Norte de Sinaloa se encuentra concentrada en Ahome. De acuerdo con datos de INEGI (2011), durante 2010 el número de habitantes en este Municipio significó el 76.1% de un total de 546,833 en la región. En Sinaloa se tiene un total de 1478 núcleos rurales de población en los que habitan un total de 268,348 personas, equivalente al 49.1% del total de la población regional. La parte complementaria habita en las Ciudades de Los Mochis, Ahome, El Fuerte de Montesclaros, El Fuerte y Choix, Choix. La ciudad de los Mochis concentra 92.1% de la población urbana con un total de 256,613 personas.

3.2.3 Población económicamente activa

De acuerdo con datos de INEGI (2011), la población económicamente activa en Sinaloa fue de 1,107,112 personas, representando el 40% del total de la población. La región Norte de Sinaloa observa para ese mismo año una población económicamente activa igual a 212,669 personas equivalente al 19.2% de la población económicamente activa total en el Estado y el 38.8% del total de la población regional.

3.2.4 Población con acceso al servicio de agua potable y alcantarillado

El servicio de agua potable es un tanto diferente en la región. Según datos de INEGI (2011), las juntas de agua potable en cada Municipio llevan el servicio 94.7, 83.7 y 64.6% del total de viviendas particulares habitadas en los Municipios de Ahome, El Fuerte y Choix respectivamente.

3.2.5 Educación

De acuerdo con información del INEGI (2011), el número de personas entre 15 y 29 años de edad fue de 107, 25 y 8 mil en los Municipios de Ahome, El Fuerte y Choix, respectivamente. En esta región Norte de Sinaloa operan un total de 1,156 escuelas en las que se imparte desde el nivel básico al medio superior. Esta infraestructura permite que se observen índices del 113.7, 153.2 y 181.1% de personas con nivel primaria en relación con

el número de habitantes en el rango de 15 a 29 años de edad. Lo anterior sugiere una población económicamente activa con la capacidad de leer y escribir.

3.3 Economía regional

3.3.1 Producción agrícola y valor económico.

La principal actividad económica en Sinaloa es la agricultura aunque es también primer productor de algunas especies pesqueras. De acuerdo con datos del INEGI (2011), posee un total de 1,315 miles de hectáreas abiertas a cultivo, de las que 880 mil poseen riego por gravedad. Esta última superficie representa poco más del 37% del total de tierra cultivable bajo riego existente en el país. Se compone de 18 Municipios. Datos de INEGI (2011) indican que durante el ciclo 2009-2010, la superficie total sembrada en el Estado fue de 1,305 mil hectáreas de las que 839 mil se cultivaron bajo riego por gravedad.

La región Norte de Sinaloa cuenta con una superficie abierta a cultivo, y al riego por gravedad igual a 312 mil hectáreas equivalente al 35.5% del total de la superficie agrícola bajo riego por gravedad en el Estado. La producción agrícola de la región es diversa. Los principales cultivos que se explotan son: maíz blanco (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum* spp.), sorgo (*Sorghum bicolor*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* L.) y tomatillo (*Physalis ixocarpa* B.), entre otros. Datos del distrito de desarrollo rural de SAGARPA (2012), CONAGUA-75 y CONAGUA-76 (1990-2010), indican que durante 2010 la producción agrícola del Norte de Sinaloa se compuso de 1,892 mil toneladas de alimentos obtenidas de un total de 211 mil hectáreas sembradas en el distrito de riego 75 del Valle de El Fuerte. Así mismo, de la siembra de 70 mil hectáreas en el distrito de riego 76 del Valle del Carrizo se obtuvo una producción total de 603 mil toneladas. Durante el ciclo agrícola otoño-invierno del 2009-2010, la producción agrícola en esta región de Sinaloa se compuso de: 1,722 mil toneladas de maíz blanco, 103 mil toneladas de frijol, 227 mil toneladas de papa, 310 mil toneladas de hortalizas diversas, 69 mil toneladas de trigo, entre otros productos. El valor de la producción agrícola anterior, atendiendo a precios en el medio rural observados en 2010 ascendió a 9,618.6 millones de pesos. De acuerdo con datos de INEGI-BIE (2010), durante el periodo 2003 al 2010, la actividad agrícola en el país ocupó entre 3.8 y 4% del PIB nacional. Aunque a nivel nacional la significancia de la actividad

sea pequeña, para el caso de Sinaloa representó un valor 11.1 y 13.4% del PIB estatal durante el periodo citado.

3.3.2 Producción pecuaria y valor económico

El Norte de Sinaloa no se distingue por tener una actividad pecuaria importante. En general, predomina la práctica de la ganadería de pastoreo y de pequeña escala.

De acuerdo con datos de las asociaciones ganaderas locales, predomina la explotación del ganado bovino. De acuerdo con INEGI (2011), el inventario de ganado bovino en la región es de 345 mil cabezas, equivalente a 12.4% del inventario estatal. Sin embargo, atendiendo a informes recabados en las asociaciones ganaderas locales, el inventario real regional podría ubicarse en apenas 40% del reportado por el INEGI. El volumen medio anual de carne de bovino en canal es de 8,850 toneladas, equivalente a 11.1% de la producción en el Estado. Por otro lado, la producción de ganado porcino se ha venido incrementando en la región. De acuerdo con INEGI (2011), el número de cabezas de ganado porcino en la región es de 229 mil, equivalentes al 40.69% del inventario en el Estado. El volumen producido de carne en canal de ganado porcino durante el 2010 fue de 7,242 equivalente al 35.2% de total de la producción en el Estado. Durante 2010, el valor del volumen total de carne en canal producido en la región se ubicó en 635.1 millones de pesos. Como consecuencia de los periodos de sequia observados durante 1995 y 2003 y en los que la actividad agrícola fue restringida, la actividad pecuaria observó un repunte importante, especialmente en la explotación de ganado porcino.

CAPÍTULO IV. EL AGUA EN EL MUNDO, EN MÉXICO Y EN EL NORTE DE SINALOA

4.1 Situación del agua en el mundo

4.1.1 Disponibilidad

La disponibilidad de agua promedio anual en el mundo es de aproximadamente 1,386 millones de km³, de los cuales 97.5% es agua salada y sólo 2.5%, es decir 35 millones de km³, es agua dulce. De esta cantidad, casi 70% no está disponible para consumo humano debido a que se encuentra en forma de glaciares, nieve o hielo. Del agua que técnicamente está disponible para consumo humano, sólo una pequeña porción se encuentra en lagos, ríos, humedad del suelo y depósitos subterráneos relativamente poco profundos, cuya renovación es producto de la infiltración. A la cantidad natural de agua dulce existente en lagos, ríos y acuíferos se agregan 8 mil kilómetros cúbicos (km³) almacenados en embalses. Mucha de esta agua teóricamente utilizable se encuentra lejos de las zonas pobladas, lo cual dificulta o encarece su utilización efectiva CONAGUA (2010). La distribución de estos volúmenes es de la siguiente manera. América del Norte y Central, 8%, América del Sur 6%, Europa 13%, África 13%, Asia 60% y Australia-Oceanía menos del 1%.

Los recursos hídricos son renovables (excepto ciertas aguas subterráneas), con enormes diferencias de disponibilidad y amplias variaciones de precipitación estacional y anual en diferentes partes del mundo. La precipitación constituye la principal fuente de renovación de agua, usos humanos y nutrición de ecosistemas. Esta precipitación es recogida por las plantas y el suelo, se evapora en la atmósfera mediante la evapotranspiración y corre hasta el mar a través de los ríos o hasta los lagos y humedales. El agua de la evapotranspiración mantiene los bosques, las tierras de pastoreo y de cultivo no irrigadas, así como los ecosistemas. De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), citados en CONAGUA (2008b), el ser humano extrae un 8% del total anual de agua dulce renovable y se apropia del 26% de la evapotranspiración anual y del 54% de las corrientes de agua accesibles.

El consumo de agua per cápita aumenta debido a la mejora en el nivel de vida, la población crece y en consecuencia el porcentaje de agua objeto de apropiación se eleva. Sin embargo, si se suman las variaciones espaciales y temporales del agua disponible, se puede

decir que la cantidad de agua existente para todos los usos está comenzando a escasear y ello lleva a la crisis del agua.

4.1.2 El agua como factor de desarrollo económico

De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), citados en CONAGUA (2010), en el mundo se tiene un volumen promedio anual disponible de alrededor de 7.5 millones de km³ de agua dulce superficial. Los niveles de consumo por país son variables y atienden principalmente a factores tales como densidad de población, intensidad de uso agrícola e industrial. De esta manera, los países que extraen más agua son India, China y Estados Unidos con 761,554 y 478 millones de km³ anuales, respectivamente.

En general, el mayor consumo de agua en el mundo se ubica en la actividad agrícola con un 75 % del volumen total extraído. El riego agrícola es fundamental para la alimentación mundial. Datos de la FAO indican que del total de hectáreas abiertas a cultivo en el mundo, solo 19% de estas cuenta con infraestructura para riego, no obstante, aportan la tercera parte de los alimentos que consume el mundo. De acuerdo con datos de la Organización de Naciones Unidas (ONU), citados en CONAGUA (2010), un total 2600 millones de personas se encuentran laborando en el sector de alimentos y agricultura. Es decir cerca del 40 % de la población mundial, por lo que representa un importante sector de equilibrio económico y social para el mundo.

En atención a la ONU, citada en CONAGUA (2010), dado que la agricultura supone el 70% del consumo de agua a nivel mundial y proporciona empleo al 40% de la población mundial, puede jugar un papel esencial a la hora de alcanzar una disminución de pobreza.

El crecimiento de la actividad agrícola requiere, durante las próximas décadas, la producción de suficientes alimentos para una población cada vez mayor, en su mayoría en países menos desarrollados especialmente del África subsahariana y para la que una proporción cada vez mayor de su población contará con un mayor poder adquisitivo. Los pequeños agricultores son esenciales en el crecimiento económico, la reducción de la pobreza y la seguridad alimentaria.

Sin embargo, sin los medios para el control y la gestión efectiva del agua, los agricultores más pobres son incapaces de transformar su actividad agrícola y hacer que pase de ser un mero medio de subsistencia a ser una empresa que genere ingresos. El agua no es

el único condicionante para la mejora de la producción y la nutrición de las cosechas, pero sin un acceso seguro al agua por parte de los agricultores, las intervenciones sobre cualquier otro de los factores limitantes, fracasarán. Por ejemplo, un acceso seguro al agua da seguridad a los agricultores a la hora de invertir en activos como fertilizantes o semillas mejoradas y les permite plantar cultivos de más valor como frutas o verduras.

La industria es uno de los principales sectores que definen el crecimiento y desarrollo económico de un país. De acuerdo con datos de la ONU, citados en CONAGUA (2010), cerca del 20% del total de agua extraída en el mundo tiene como destino este sector. Tal consumo es equivalente a una dotación de 130 m³/persona/año. De esta cantidad, entre el 57 y el 69% se emplea como medio de enfriamiento en plantas termoeléctricas, nucleoeeléctricas y generación hidroeléctrica. Se emplea entre un 0.5 y un 3% en planta térmica. Entre el 20 y 30 % es utilizada en procesos industriales y el resto es consumido principalmente por los rubros relacionados con la industria del petróleo, metal, papel, alimenticio, entre otras.

4.1.3 El cambio climático y el agua.

En la actualidad se tienen avances importantes en la comprensión de la naturaleza del agua y de su interacción con el entorno biótico y abiótico. Se poseen mejores estimaciones sobre los efectos del cambio climático en los recursos hídricos y la comprensión de los procesos hidrológicos ha permitido que en el transcurso de los años se haya podido contar con recursos hídricos suficientes para nuestras necesidades y reducir los riesgos de situaciones extremas. Sin embargo, las presiones sobre el sistema hidrológico continental aumentan al ritmo del crecimiento demográfico y del desarrollo económico y se plantean graves retos frente a la falta progresiva de agua y a su contaminación. El efecto preciso que el cambio climático produce sobre los recursos hídricos es incierto. De acuerdo con datos de la UNESCO, citados en CONAGUA (2008b), para los siguientes 40 años, la precipitación aumentará probablemente desde las latitudes 30° N y 30° S, pero muchas regiones tropicales y subtropicales recibirán posiblemente una cantidad de lluvia inferior y más irregular.

Con una tendencia perceptible hacia condiciones meteorológicas extremas más frecuentes, es probable que las inundaciones, sequías, avalanchas de lodo, tifones y ciclones

aumenten. Es posible que disminuyan los caudales de los ríos en períodos de flujo escaso y la calidad del agua empeorará, sin duda, debido al aumento de las cargas contaminantes y de la temperatura del agua. Como consecuencia de lo anterior, a mediados del presente siglo, se estima que, en el peor de los casos, 7,000 millones de personas en 60 países sufrirán escasez de agua y en el mejor, se tratará de 2,000 millones de personas en 48 países.

Similarmente, de acuerdo con la CONAGUA (2010), las diversas estimaciones coinciden en prever, hacia finales del siglo XXI, incrementos de dos a cuatro grados centígrados en la temperatura a nivel mundial. Entre los escenarios generados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se espera que dicho aumento en la temperatura impacte de manera significativa el ciclo hidrológico, generando mayor variabilidad en patrones tradicionales de precipitación, humedad del suelo y escurrimiento, entre otras afectaciones. Lo anterior dificultará la actividad de otros sectores económicos que dependen de la disponibilidad de los recursos hídricos, como la producción alimentaria, generación de energía y conservación ambiental, además del suministro de agua potable y saneamiento.

4.2 Situación del agua en México

4.2.1 Disponibilidad y calidad

Según datos de la CONAGUA (2008b), México recibe anualmente alrededor de 1489 km³ de agua en forma de precipitación. De esta, el 73.2% se evapotranspira y regresa a la atmósfera, el 22.1% se escurre por ríos y arroyos y el 4.7% restante se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos. Lo anterior deriva en solo 459 km³ de agua dulce renovable anualmente presente en el país. A este valor se le llama comúnmente disponibilidad natural media de agua.

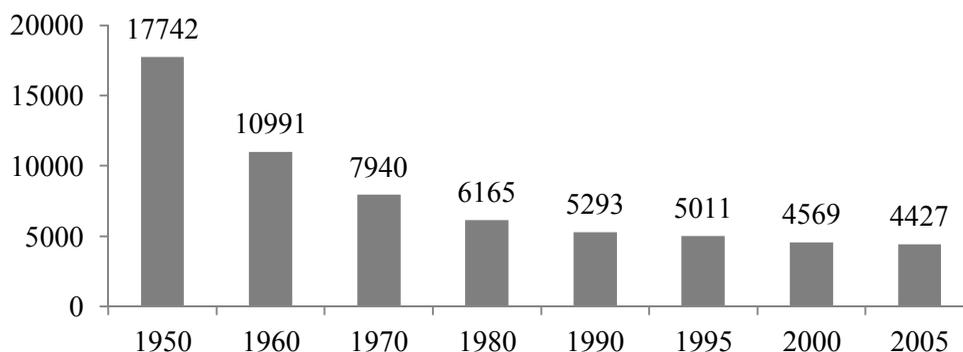
Cuadro 2 Disponibilidad natural media per cápita, por región hidrológico-administrativa, 2008.

Región hidrológica administrativa	Disponibilidad	Población. Dic.	Disponibilidad
I Península de Baja California	4626	3.68	1257.07
II Noroeste	8323	2.59	3213.51
III Pacífico Norte	25627	3.96	6471.46
IV Balsas	21680	10.58	2049.15
V Pacífico Sur	32794	4.12	7959.71
VI Río Bravo	11937	10.84	1101.20
VII Cuencas Centrales del Norte	7784	4.15	1875.66
VIII Lerma-Santiago-Pacífico	34160	20.8	1642.31
IX Golfo Norte	25543	4.96	5149.80
X Golfo Centro	95866	9.62	9965.28
XI Frontera Sur	157754	6.56	24047.87
XII Península de Yucatán	29645	3.98	7448.49
XIII Agua del Valle de México	3514	21.26	165.29
Total	459253	107.1	4288.08

Fuente: CONAGUA (2008b).

La disponibilidad natural media per cápita de agua resulta de dividir el valor anual nacional entre el número de habitantes. Este valor ha sufrido cambios significativos. En 1950, la disponibilidad natural media per cápita era de 18,035 m³/persona/año mientras que para 2005 resultó en 4,288 m³/persona/año.

Gráfica 4.1 Variación de la disponibilidad natural media per cápita de agua, de 1950 a 2005. (m³/hab/año)



Fuente: CONAGUA (2008b).

De acuerdo con CONAGUA (2011), México ocupa el octavo lugar entre los países con mas alto nivel de extracción de agua en el mundo con 80.6 km³ anuales de los que el 76.7,

9.2 y 14.1% tiene como destino los sectores agrícola, industrial y servicios públicos respectivamente.

La evaluación de la calidad del agua en México es responsabilidad de CONAGUA a través de una red de monitoreo de la calidad del agua. Esta red se encarga de realizar estudios en un total de 1,632 sitios distribuidos en el total de regiones hidrológicas-administrativas. La evaluación de la calidad se lleva a cabo a través de la realización de tres pruebas: demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y la medición del total de sólidos suspendidos (SST). Las dos primeras pruebas miden el porcentaje de materia orgánica presente proveniente de las descargas de aguas residuales. La evaluación de la DBO5 expresa la cantidad presente de materia orgánica biodegradable mientras que la DQO señala la cantidad total de materia orgánica inmersa en la muestra. La prueba SST se refiere a la determinación del grado de materia sólida suspendida. La variación de este valor señala la capacidad del cuerpo de agua para albergar vida. Los resultados obtenidos por CONAGUA (2008b) se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3 Resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua nacionales, porcentajes, 2008.

Prueba	Excelente	Buena Calidad	Aceptable	Contaminada	Fuertemente contaminada
DBO5	40.6	25.3	20.5	9.5	4.1
DQO	23.3	22.2	22.9	23.7	7.9
SST	42.3	33.1	15.5	6.8	2.3

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA (2008b).

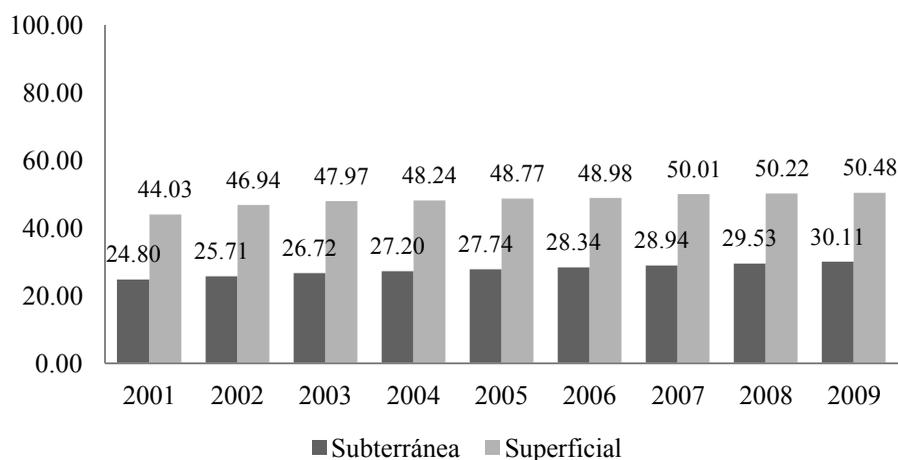
4.2.2 La demanda de agua

Los volúmenes de aguas nacionales concesionados o asignados a los usuarios se inscriben en el Registro Público de Derechos de Agua (REPD), agrupándose para fines prácticos en usos consuntivos (agrícola, abastecimiento público, industria autoabastecida y termoeléctricas) y no consuntivos (hidroeléctricas). De acuerdo con la CONAGUA (2010), el 63% del agua para uso consuntivo proviene de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), el resto de aguas subterráneas. Del total del volumen concesionado para usos agrupados consuntivos, el 76.7% le corresponde al agrícola.

4.2.2.1 Sectores consumidores

Las regiones hidrológico- administrativas con mayor volumen concesionado son VIII-Lerma- Santiago-Pacífico, IV-Balsas, III-Pacífico Norte y VI-Bravo. Por entidades federativas, las que presentan mayor volumen concesionado son Sinaloa y Sonora, debido a sus extensiones agrícolas bajo riego.

Gráfica 4.1 Evolución del volumen de agua concesionado para usos consuntivos, por tipo de fuente, 2001-2009

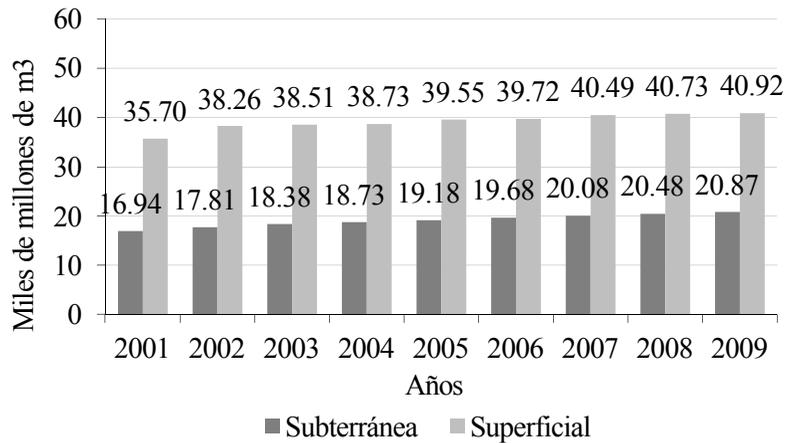


Fuente: CONAGUA (2008b).

i) Sector agrícola

El mayor uso es el agrícola con 76.7% del volumen concesionado para uso consuntivo. La superficie sembrada varía entre 20 y 23 millones de hectáreas anualmente. La población ocupada en estas actividades fue de 6.1 millones de personas al 2009 conforme al INEGI. La superficie bajo riego representa 6.5 millones de hectáreas, agrupadas en 85 Distritos de Riego (54% de la superficie bajo riego) y más de 39 mil unidades de riego (46% restante).

Gráfica 4.2 Evolución del volumen concesionado para uso agrícola agrupado por tipo de fuente. 2001-2009.

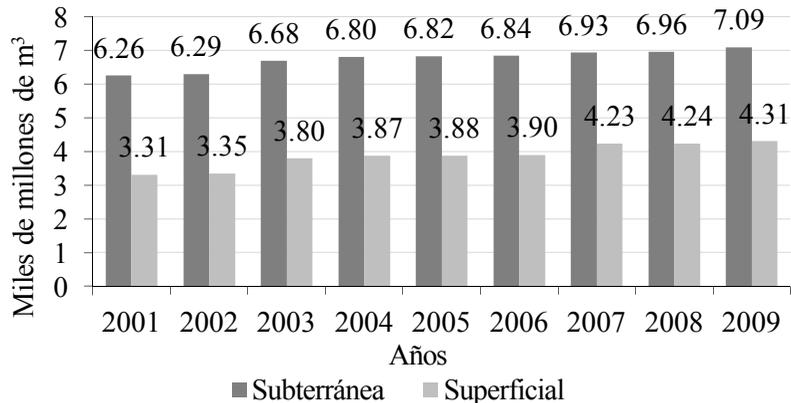


Fuente: CONAGUA (2010).

ii) Sector Público

Considerando los datos y criterios de CONAGUA (2011), el servicio de agua para el sector público incluye la totalidad del agua entregada a través de redes de agua potable, tanto a usuarios domésticos como a industrias y servicios conectados a dichas redes. El tipo de fuente predominante es la subterránea, con 62.2% del volumen. En el periodo 2001-2009, el agua concesionada para este uso creció 30.3%.

Gráfica 4.3 Evolución del volumen concesionado para abastecimiento público agrupado por tipo de fuente 2001-2009



Fuente: CONAGUA (2010).

iii) Industria autoabastecida.

Representado por la industria que se abastece directamente de ríos, arroyos, lagos o acuíferos del país. Los principales rubros son industria química, azucarera, petróleo, celulosa y papel. El uso agrupado industrial autoabastecido representa el 4.1% del uso total.

iv) Operación de plantas hidroeléctricas.

En 2009 las distintas plantas hidroeléctricas ocuparon 136.1 mil millones de metros cúbicos de agua, para generar 26.4 TWh, el 11.3% de la producción de energía eléctrica en México.

4.2.2.2 Precio del agua en cada sector

Un esquema importante de ingresos para las entidades prestadoras de servicios lo constituyen las tarifas, que se definen como una tabla o catálogo de precios, derechos o impuestos que se deben pagar por un servicio otorgado y que son autorizadas para su aplicación de conformidad a lo que establecen las legislaciones estatales en la materia. Además de generadoras de ingresos, las tarifas también pueden ayudar al consumo eficiente del agua si en su estructura se observan las siguientes condiciones: que reflejen el costo real del servicio otorgado; que se relacionen con el consumo; que sus incrementos diferenciales sean grandes para que puedan inducir a ahorrar agua y; que los cambios de tarifas estén acompañados de programas de comunicación y educación. Asimismo, es prioritario implantar sistemas eficaces de medición, facturación y cobro del servicio.

Contar con estructuras tarifarias que cumplan con las condiciones anteriores permitirá a los organismos operadores recuperar sus costos de inversión, propiciando que estos inviertan mayores recursos en infraestructura, redundando en un mayor y mejor servicio. Asimismo, a la par de la actualización de las tarifas es de capital importancia la implementación de un programa de comunicación y educación encaminado a cambiar la concepción actual que tiene parte de la población nacional, que considera al agua como un bien ilimitado y que lo provee la naturaleza en forma vasta. Se debe difundir el concepto de que el agua es un recurso escaso y debe utilizarse de manera racional; que no llega de manera espontánea y se requiere de grandes inversiones para hacerla llegar hasta sus viviendas.

De acuerdo con datos de la CONAGUA (2011), en México, las tarifas de agua potable son fijadas de diferente manera en cada Municipio, dependiendo de lo que establece la legislación de cada entidad federativa. En algunas entidades federativas, las tarifas son aprobadas por el congreso local de la entidad, mientras que en otras las aprueba el Órgano de Gobierno o Consejo Directivo del organismo operador de agua potable del Municipio o localidad o de la Comisión Estatal de Aguas. En términos generales, observando datos provenientes de los organismos operadores del servicio de agua potable del país, en la mayoría de las tarifas para el cobro del servicio de agua potable para consumo doméstico, aplicadas en las principales ciudades del país, dentro de un rango de consumo de 30 m³ el precio promedio del servicio no rebasa los cinco pesos por m³ aunque existen casos como en las Ciudades de Aguascalientes, Ags., Tijuana, B.C., Morelia, Mich. y León, Gto., donde el precio promedio es superior a \$11 m³. Asimismo, salvo en algunos casos como Puebla, Monterrey, Mérida, Juárez y Colima las cuotas pagadas por el servicio de agua para consumo doméstico son considerablemente inferiores a las pagadas por el consumo comercial e industrial.

Las tarifas, en principio, tienen como objetivo que mediante su cobro se recuperen completamente los costos incurridos por el prestador de servicios. Existe una NOM sobre la evaluación de tarifas (NMX-AA-147-SCFI-2008), publicada en abril del 2009, que contiene una definición de dichos costos.

El nivel tarifario o pago se expresa en una estructura tarifaria, la mayoría de las veces diferenciada por los tipos de usuario (domésticos, comerciales, industriales y servicio al gobierno), así como por algún mecanismo de redistribución de costos mediante subsidios cruzados, en que los usuarios marginados son afectados por tarifas menores que aquéllos considerados como no marginados.

Las estructuras tarifarias son generalmente de bloques crecientes, es decir, a mayor consumo de agua el precio por metro cúbico es mayor. Existe una variedad de mecanismos incluyendo la cuota fija, es decir, cuando el usuario paga cierta cantidad independientemente de la cantidad consumida. En general, las tarifas de agua se componen de:

- a) Cargos fijos, independientes del volumen consumido.

- b) Cargos variables por concepto de abastecimiento de agua, en función del volumen consumido.
- c) Cargos variables por concepto de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, generalmente aplicados como un porcentaje de los cargos por concepto de abastecimiento de agua.

Cabe mencionar que con el nivel de la tarifa establecida, el prestador del servicio lleva a cabo la facturación a los usuarios como paso necesario para el cobro del servicio. El pago de la facturación conforma la recaudación del prestador de servicios. Existen pagos que se llevan a cabo en el mismo periodo de facturación, en tanto que otros son pagos atrasados, así como multas o recargos.

De acuerdo con lo que establece la Ley Federal de Derechos (2010), en su artículo 223 inciso C, relacionado con el cobro por el uso de aguas nacionales, el agua concesionada para uso agrícola no es objeto de cargo alguno por su explotación. Solo el volumen excedente se cobrará atendiendo a la disponibilidad del recurso en la región. De acuerdo con datos de la CONAGUA (2011), el recargo a aplicar en las zonas de disponibilidad del 1 al 9 fue de \$0.12 m³ excedente.

4.3 Situación del agua en el Norte de Sinaloa

4.3.1 Disponibilidad

4.3.1.1 Agua superficial

El Norte de Sinaloa es abastecida de agua a través de tres presas: Luis Donaldo Colosio (Huites), Miguel Hidalgo y Costilla (El Mahone) y Josefa Ortiz de Domínguez (El Sabino), con niveles de conservación de 2908, 2921 y 513.86 hm³ respectivamente. El nivel medio anual de almacenamiento observado en cada presa durante el periodo de 1990-2010 fue de 1,573, 1,274 y 227 hm³ con una tendencia a disminuir. Estos volúmenes son equivalentes al 54, 43.6 y 44.3% de las capacidades de conservación de cada obra.

La distribución del agua en el Norte de Sinaloa ocurre a través de una red de compuesta de 304 km de canales revestidos con concreto hidráulico, 2200 kilómetros de canales sin revestir así como 3,100 kilómetros de drenes (CONAGUA-75,1990-2010; CONAGUA-76, 1990-2010).

Cuadro 4.3 Valores medios anuales de precipitación pluvial (mm), Almacenamiento en presas (hm³) y demanda de agua (hm³) en el Norte de Sinaloa.

Año	Precipitación pluvial mm	Cantidad total de agua almacenada hm ³	Cantidad de agua demandada hm ³
1996	409.2	4756.82	2546.54
1997	548.6	4909.52	2317.61
1998	383.9	4507.87	1815.51
1999	245.6	2567.57	1956.73
2000	478.0	4927.45	2035.56
2001	307.2	3507.05	2161.72
2002	299.9	2245.89	1464.34
2003	586.3	2984.16	2093.45
2004	438.9	7856.79	2541.35
2005	381.9	6770.54	3135.57
2006	361.0	7232.88	3170.27
2007	340.1	9563.37	3166.30
2008	401.3	7874.92	3174.33
2009	509.7	7693.70	3218.63
2010	555.3	7248.14	3187.65

Fuente: Elaboración propia con datos de la CONAGUA-75 y CONAGUA-76. (1990-2010).

Desde el 1992 CONAGUA inicio la transferencia de la administración del agua en esta región del país. En una primera fase se adjudicó a asociaciones civiles el derecho de la administración de la red menor de distribución en cada distrito. Es decir, de aquella que entrega el recurso directamente al usuario. A partir de 1995 se inició la entrega a la parte civil de las redes mayores. Es decir, aquellas que llevan el agua hasta cada punto de control de cada módulo de riego. En 2006 se terminó de entregar las presas derivadoras.

4.3.1.2 Agua subterránea

Para revertir la sobre explotación de cuencas hidrológicas y acuíferos en el país, el gobierno federal ha emitido vedas cuyo objetivo es restringir la extracción de agua en determinadas regiones. No obstante a que una gran parte del Norte de Sinaloa se encuentra en una zona de veda, la disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) en el Norte

de Sinaloa, en base al comportamiento de la recarga media anual (RMA), la descarga natural comprometida (DNCO) y al volumen anual concesionado de agua subterránea (VACS), el acuífero Rio Fuerte, de acuerdo con datos de la CONAGUA-DR75 (1990-2010), es capaz de brindar un volumen medio anual de 170.3 hm³.

4.3.2 Demanda y precios

La relación entre el volumen de agua extraído para usos consuntivos de una fuente dada durante un tiempo definido entre el volumen de agua renovable disponible, representa una medida del nivel de presión ejercida sobre el recurso hídrico. De acuerdo con las especificaciones de CONAGUA, México tiene una presión hídrica moderada considerando que su índice de presión hídrica es de 17.5%; sin embargo, en la parte norte y noroeste del país se observan valores entre 40 y 100% ubicándose en una fuerte presión hídrica. La demanda de agua en el Norte de Sinaloa se compone básicamente de dos elementos. La demanda de agua para riego agrícola y la demanda de agua para otros usos, compuesta a su vez por las necesidades del recurso de los sectores residencial, comercial, industrial y pecuario. En general, de acuerdo con datos de CONAGUA-DR75 (1990-2010), CONAGUA-DR76 (1990-2010) así como de la JAPAMA (1990-2010), JAPAF (1990-2010) y JAPACH (1990-2010) los valores medios anuales observados de la demanda de agua en esta región indican que 98% del agua total almacenada tuvo como destino el riego agrícola, 1.4% se destinó al sector residencial y el resto se distribuyó entre los sectores comercial, industrial, público y pecuario. De acuerdo con estimaciones del CONAGUA-DR75 (2010), la demanda total media anual de agua en presas de esta región es de 4,021 y 283 hm³ para el uso agrícola y el renglón de otros usos respectivamente. Así mismo la tendencia observada es hacia el incremento anual en los niveles de consumo en todos los diferentes sectores.

En general, en atención a datos del CONAGUA-DR75 (1990-2010), el sistema de abastecimiento de agua en el Norte de Sinaloa a través de fuentes superficiales y subterráneas es deficitario en un total de 61 hm³ anuales. Entre algunos de los factores que han ocasionado esta situación es un significativo incremento en la superficie abierta a cultivo durante el periodo 1990 al 2010 en los Distritos de Riego 75 y 76 por el orden del 1.8 y 84.1% respectivamente para ubicarse en 233 y 80 mil hectáreas programables para siembra anual.

En atención a lo especificado en el Capítulo VIII, artículos 222, 223, 224 y 231 de la Ley Federal de Derechos (2010), la nación es propietaria de todos los cuerpos de agua ubicados en el territorio nacional y todas las personas físicas y morales están obligadas a pagar los volúmenes utilizados considerando la zona de disponibilidad en que el recurso sea extraído. En el Norte de Sinaloa, el gobierno municipal, a través de organismos operadores, es el encargado de brindar el servicio de agua potable para uso residencial, comercial, industrial y público. En general, de acuerdo con información de JAPAMA (1990-2010), JAPAF (1990-2010) Y JAPACH (1990-2010), las tarifas aplicadas tienen el objetivo de recuperar sus costos de operación y sus montos están en relación con el bloque en el cual se encuentre el consumo ejercido. Es decir, a mayor consumo más alto es el importe. Las tarifas para el agua usada para riego agrícola la acuerdan los consejos directivos de cada módulo de riego partiendo de un precio base que permita recuperar los costos de operación y mantenimiento de la red hidráulica. El agua consumida por el sector pecuario es un caso especial dado que, en general, no es sujeta de medición alguna. La mitad del año el ganado abreva en los canales de baja profundidad y en las presas derivadoras. El resto del año es atendido a través de agua extraída de pozos o bien trasladada desde puntos de acopio en el sistema de agua potable hasta los abrevaderos ubicados en las zonas de pastoreo.

Así, la tarifa cobrada es en razón a la distancia de traslado, el precio del combustible y el pago al operador del vehículo. Para el Municipio de El Fuerte, el precio promedio del agua durante el 2010 fue de \$12/m³ para distancias menores a los 30 kilómetros. Generalmente son las asociaciones ganaderas municipales las encargadas de prestar el servicio.

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA

La caracterización de la evolución de la demanda de agua en el sector residencial y sectores productivos del Norte de Sinaloa implica la valoración de la influencia que poseen una gran cantidad de variables exógenas, endógenas y endógenas rezagadas en el comportamiento de la demanda de agua en la región.

El análisis de la múltiple y simultánea relación de dependencia de la demanda de agua con respecto a una gran cantidad de variables de tipo económico, biológico como climatológico, algunas de ellas temporalmente rezagadas, hace necesaria la utilización de un método econométrico capaz de absorber situaciones de posible correlación y sobreinformación relacionada con el comportamiento de las variables problema y que derivan en la posibilidad de enfrentar a un sistema para el que resultan soluciones múltiples. A tal exceso de información se le conoce comúnmente como “sobre identificación de variables”.

En consideración a lo anterior, haciendo uso de los modelos de ecuaciones simultáneas, específicamente, la relacionada con modelos lineales de dos etapas, se ha obtenido un modelo econométrico que explica la demanda de agua en el Norte de Sinaloa. Al respecto, Gujarati (2004) señala: “una característica especial de los modelos con ecuaciones simultáneas es que la variable dependiente (endógena) de una ecuación puede aparecer como explicitaría (o exógena) en otra ecuación del sistema. Por esta razón, dicha variable dependiente explicitaría se convierte en estocástica y puede presentar correlación con el termino de perturbación o estocástico de la ecuación en la que aparece como variable explicitaría”.

En el caso del presente trabajo se ha supuesto que el comportamiento de las demandas de agua en los sectores productivo y residencial del Norte de Sinaloa, se basa en relaciones funcionales, establecidas en forma empírica, con diversas variables exógenas. De esta manera, se establece que la demanda de agua en el sector residencial está en función del precio ofrecido para este bien, el producto interno bruto per cápita, como una variable proxy de sueldo o salario en la región, el precio de la energía eléctrica para uso residencial, entre otras. Igualmente, la demanda de agua para uso agrícola se supone función de su precio en este sector, el precio de la energía eléctrica para uso agrícola, entre otras. En

forma similar, se tienen relaciones funcionales para las demandas de agua en los sectores pecuario, industrial y comercial.

5.1 Formulación del modelo econométrico

Con el objetivo de obtener un modelo cercano al comportamiento real de la demanda de agua en el Norte de Sinaloa, tal que sea útil para determinar la elasticidad precio de la demanda de este bien, se ha recopilado información relacionada con las variables tanto económicas como climatológicas consideradas como determinantes en cada sector.

5.1.1 Clasificación de las variables consideradas en el modelo

a) Variables endógenas. De acuerdo con Gujarati (2004), son aquellas cuyos valores están determinados dentro del modelo. Son aquellas que aparecen como variables dependientes en cada una de las expresiones. Las variables endógenas que componen al modelo son las siguientes: $PRARG2_t$, $QADRG_t$, $PRASP_t$, $QADSP_t$, $QADSR_t$, $PRAR2_t$, $PRAUI_t$, $QADI_t$, $PRAUC2_t$, $QADSC_t$, $QADP_t$, $QASUBD_t$ y $QTADNS_t$.

b) Variables predeterminadas. Se refieren a aquellas que contribuyen a explicar el comportamiento de las variables endógenas. Son no estocásticas. Según Gujarati (2004). Son aquellas cuyo valor se determina fuera del modelo. Se dividen en:

b1) Exógenas.- No son objeto de explicación o análisis en el modelo. Sirven para explicar el comportamiento de las variables endógenas (González, 1992). Las variables exógenas presentes en el modelo son: $PIBPCRS_{t-1}$, $PPLUV_t$, $TEMP_t$, $PRER_t$, $PIBPCRS_t$, $PEREMP_t$, CAP_t , $PREUA_t$, $NHRG_t$, $PRPGBP_t$, $PREUI_{t-1}$, $PREUI_t$ y $PREUC3_t$

b2) Variables endógenas rezagadas. Al igual que las variables exógenas, sirven para explicar el comportamiento de las variables endógenas. Las variables endógenas rezagadas presentes en este modelo son: $PRAR2_{t-1}$, $QADRG_{t-1}$, $QADSR_{t-1}$, $PRARG2_{t-1}$, $PRAUI_{t-1}$ y $PRAUC2_{t-1}$.

c) Variables aleatorias o estocásticas. Se representan con la letra “ ε ”. Se refiere a los términos de error o perturbación propios de los modelos probabilísticos o estocásticos. Son útiles para caracterizar el comportamiento de las variables endógenas.

La formulación del modelo econométrico en la que se expresen, además de las relaciones funcionales anteriormente citadas, los términos de error y los valores de los parámetros asociados a cada variable explicatoria, nos lleva a lo que comúnmente se le

llama forma estructural del modelo. Para este caso, la forma estructural del presente modelo sería la siguiente:

$$QADRG_t = b_{11} + b_{12} * PRARG2_t + b_{13} * PIBPCRS_t + b_{14} * PRAR2_{t-1} + b_{15} * NHRG_t + b_{16} * PREUA_t + b_{17} * PPRA_{t-1} + e_{18} \dots \dots \dots (5.1)$$

$$PRARG2_t = b_{21} + b_{22} * QADRG_t + b_{23} * PRARG2_{t-1} + b_{34} * PIBPCRS_{t-1} + b_{45} * QADSR_{t-1} + b_{56} * PPLUV_t + e_{67} \dots \dots \dots (5.2)$$

$$QADSP_t = b_{31} + b_{32} * PRASP_t + b_{33} * PREUA_t + b_{34} * PRPGBP_t + b_{35} * PIBPCRS_t + B_{36} * PPLUV_t + b_{37} * PRARG2_{t-1} + e_{38} \dots \dots \dots (5.3)$$

$$PRASP_t = b_{41} + b_{42} * QADSP_t + b_{43} * PIBPCRS_{t-1} + b_{44} * QADRG_{t-1} + b_{45} * PREUA_{t-1} + B_{46} * QADSR_{t-1} + e_{47} \dots \dots \dots (5.4)$$

$$QADSR_t = b_{51} + b_{52} * PRAR2_t + b_{53} * PRER_t + b_{54} * PIBPCRS_t + b_{55} * PEREMP_t + B_{56} * PRARG2_{t-1} + b_{57} * CAPI_t + e_{58} \dots \dots \dots (5.5)$$

$$PRAR2_t = b_{61} + b_{62} * QADSR_t + b_{63} * PRAR2_{t-1} + b_{64} * PIBPCRS_{t-1} + b_{65} * CPCAR_t + B_{66} * QADRG_{t-1} + b_{67} * NHRG_t + b_{68} * TEMP_t + e_{69} \dots \dots \dots (5.6)$$

$$QADI_t = b_{71} + b_{72} * PRAUI_t + b_{73} * PREUI_{t-1} + b_{74} * PRARG2_{t-1} + b_{75} * PRAUC2_{t-1} + B_{76} * PIBPCRS_t + b_{77} * TEMP_t + b_{78} * PPLUV_t + e_{79} \dots \dots \dots (5.7)$$

$$PRAUI_t = b_{81} + b_{82} * QADI_t + b_{83} * PRAUI_{t-1} + b_{84} * PIBPCRS_{t-1} + b_{85} * QADSR_{t-1} + b_{86} * CAPI_t + b_{87} * TEMP_t + e_{88} \dots \dots \dots (5.8)$$

$$QADSC_t = b_{91} + b_{92} * PRAUC2_t + b_{93} * PREUC3_t + b_{94} * PRAUI_{t-1} + b_{95} * PIBPCRS_t + b_{96} * TEMP_t + e_{97} \dots \dots \dots (5.9)$$

$$PRAUC2_t = b_{101} + b_{102} * QADSC_t + b_{103} * PRAUC2_{t-1} + b_{104} * QADRG_{t-1} + b_{105} * QADSR_{t-1} + B_{106} * PIBPCRS_{t-1} + b_{107} * PPLUV_{t-1} + e_{108} \dots \dots \dots (5.10)$$

$$QADP_t = QADSR_t + QADRG_t + QADI_t + QADSC_t + QADSP_t - QASUBD_t \dots \dots \dots (5.11)$$

$$QASUBD_t = 0.5 * (QADSP_t - DEAGPNS_t) \dots \dots \dots (5.12)$$

$$QTADNS_t = QADSR_t + QADSP_t + QADRG_t + QADI_t + QADSC_t \dots \dots \dots (5.13)$$

La estimación del modelo anterior se basa en los siguientes supuestos:

- a) Existe una relación del tipo lineal entre el comportamiento de las variables endógenas y exógenas.
- b) Las variables endógenas y los errores asociados a cada una de ellas son del tipo estocástico.

- c) La $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0$ para $i \neq j$
- d) La $E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = \sigma^2$, tienen varianza constante.
- e) La $E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}) = 0$. Es decir, los errores no presentan correlación serial.
- f) Las variables $QADP_t$, $QADSUB_t$ y $QTADNS_t$, se definen como identidades, por lo que no contienen perturbaciones estocásticas.

El modelo se puede representar el forma matricial de la siguiente manera:

$$\Gamma Y_t + BX_t = E_t \dots \dots \dots (5.14)$$

Donde:

Γ : Corresponde a la matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas del modelo.

Y_t = Vector compuesto por las variables endógenas del modelo.

B = Matriz de parámetros estructurales asociados a las variables exógenas del modelo.

X_t = Vector compuesto por las variables exógenas del modelo más la ordenada al origen.

E_t = Vector compuesto por los términos de error aleatorios.

5.1.2 Datos y fuentes de información

Esta parte del trabajo muestra el origen de la información que se ha utilizado en el modelo y explica la forma en que se han estimado el comportamiento de algunas variables.

$QADRG_t$ Los datos que muestran el comportamiento de la demanda anual de agua destinada al riego por gravedad provienen de la suma de las cantidades mensuales de agua utilizada para el riego por gravedad de los cultivos en pie durante cada ciclo agrícola en los distritos de riego 76 y 75. Tales datos fueron tomados de los reportes de seguimiento de riego que llevan en cada modulo y que son reportados a los distritos correspondientes. Se expresa en $Dm^3/ciclo$.

$QADSP_t$ Los valores relativos a la cantidad de agua consumida anualmente por el sector pecuario han sido de los más difíciles de estimar. Se compone de las demandas de agua durante el ciclo agrícola y la demanda de agua fuera de este ciclo. La primera se refiere a la cantidad de agua subterránea consumida por el sector ($QASUBD_t$). Este valor se ha estimado en base a la suma de las cantidades promedio anual de metros cúbicos de agua que se extraen de los pozos construidos para tal efecto y la cantidad promedio anual de metros cúbicos que son transportados a las zonas de pastoreo. Los datos de demanda de

agua subterránea han sido proporcionados por las asociaciones ganaderas de Choix, El Fuerte, Ahome y algunos recopilados de los abrevaderos de la región.

La demanda de agua fuera de ciclo ha sido más difícil de estimar dado a que el pastoreo se efectúa en las áreas de siembra y el ganado consume agua en canales y diques derivados del sistema de presas. Para este caso, se ha estimado la demanda de agua en base al consumo per cápita de cada especie, se expresa en $Dm^3/año$.

$QADSR_t$ Los valores que muestran la cantidad anual de agua demandada por el sector residencial provienen de los departamentos de informática y operación de cada una de las juntas de agua y alcantarillado de los Municipios de Ahome (JAPAMA), El Fuerte (JAPAF) y Choix (JAPACH), se expresa en $Dm^3/año$. La consideración de los tres Municipios obedece a que son abastecidos por el sistema de presas Luis Donaldo Colosio, Miguel Hidalgo y Josefa O. de Domínguez.

El área rural de esta parte de Sinaloa posee una gran cantidad de poblaciones con menos de 2500 habitantes y, de acuerdo con criterios adoptados por los gobiernos municipales, a tales poblaciones no se les suministra el servicio medido del consumo de agua. El volumen de agua suministrado por la junta de agua a cada poblado se basa en un consumo per cápita promedio igual a 300 litros/persona/día.

$QADI_t$, $QADSC_t$ El comportamiento de la demanda en los sectores industrial y comercial proviene de los reportes financieros anuales de los departamentos de informática de cada junta de agua municipal y de los registros de comunicados en el diario oficial del Estado de cada organismos, se expresa en $Dm^3/año$.

$PRAR2_t$ La serie de Precio real del agua para uso residencial provino de archivos y estados financieros de cada junta de agua potable y alcantarillado de cada Municipio y verificado en el Diario Oficial del Estado, Se expresa en $\$/m^3$. El valor nominal se ha deflactado por el índice de precios al consumidor del sector terciario (*INPCTER*).

$PRAUI_t$ La serie de Precio real del agua para uso industrial proviene de archivos y estados financieros de cada una de las juntas de agua potable y alcantarillado de cada Municipio y verificado en el Diario oficial del Estado. El valor nominal ha sido deflactado por el índice nacional de precios al consumidor (INPC). Se expresa en $\$/m^3$.

$PRAUC2_t$ La serie de Precio real del agua para uso comercial. La serie proviene de archivos y estados financieros de cada junta de agua potable y alcantarillado de cada

Municipio y verificado en el Diario Oficial del Estado. El valor nominal fué deflactado a través del índice nacional de precios al consumidor del sector terciario (*INPCTER*). Se expresa en: \$/ m³.

PRARG2_t El comportamiento de los precios del agua para uso agrícola proviene de los acuerdos tomados por cada uno de los módulos de riego que componen a cada distrito. El dato citado corresponde a un valor anual promedio y no considera aquellos precios extraordinarios adoptados por necesidades propias de operación de cada modulo. El valor nominal se ha deflactado por el índice nacional de precios al consumidor de bienes primarios (*INPCPRIM*). Se expresa en \$/Dm³.

PRASP_t El precio del agua para uso pecuario fue estimado atendiendo las cuotas que han fijado las asociaciones ganaderas de los Municipios de Choix y El Fuerte para el traslado de agua en pipas hasta los abrevaderos. El valor nominal se ha deflactado a través del Índice Regional de Precios al Consumidor (*IRPC*), se expresa en \$/m³.

PIBPCRS_t La serie proviene de La Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas. Dirección General Adjunta de Cuentas Nacionales. Dirección de Contabilidad Nacional dependientes del INEGI (2011). Los valores recopilados se han tomados como proxy del ingreso personal en el Norte de Sinaloa. El valor nominal se ha deflactado por el índice regional de precios al consumidor (*IRPC*), se expresa en \$/persona/año.

PRER_t Los datos relacionados con el precio de la energía eléctrica para uso residencial fueron obtenidos de la página de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Corresponde a un valor medio entre las tarifas 1F y 1C para periodos de verano y fuera de verano respectivamente. El valor nominal se deflactó con el Índice Regional de Precios al Consumidor (*IRPC*), se expresa en \$/kw.hr.

PREUA_t El precio para la energía eléctrica para uso agrícola. Fue obtenido de la página de CFE. Corresponde a la tarifa 9-C asignada a tareas de bombeo e iluminación de espacios anexos en la región noroeste de México. El valor nominal se deflactó con el Índice Nacional de Precios al Consumidor del Sector Primario (*INPCPRIM*), se expresa en \$/kw.hr

PPRA_t El precio promedio real al productor agrícola del amoniaco en pesos por tonelada, se obtuvo de los anuarios editados por PEMEX correspondientes al periodo 1990-

2010 y disponibles en la página web de esta institución. El valor nominal se deflactó con el Índice Nacional de Precios al Consumidor de Bienes Primarios (*INPCPRIM*).

PREUI_t El comportamiento del precio de la energía eléctrica para uso industrial proviene de la página de CFE. Corresponde a la tarifa *O-M* para el Noroeste de México. Su valor nominal se deflactó con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (*INPC*), se expresa en \$/kw.hr

PREUC3_t El precio para la energía eléctrica para uso comercial proviene de la página de CFE. Corresponde a la tarifa 2 asignada al Noroeste de México. El valor nominal se deflactó a través del Índice Nacional de Precios al Consumidor de Electricidad y Gas (*INPCELEC*), se expresa en \$/kw.hr

TEMP_t y *PPLUV_t* Los valores de las variables meteorológicas, temperatura y precipitación pluvial, provienen de los registros de la estaciones meteorológicas ubicados en los distritos de riego 075 (Higuera de Zaragoza, Ahome, Sinaloa) y 076 (Villa Gustavo Díaz Ordaz, Ahome, Sinaloa), se expresan en °C y mm.

CAP_t Los niveles de agua registrados en cada presa fueron obtenidos de los registros y lecturas en cada Distrito de Riego. Los datos de las presa Luis Donald Colosio y Josefa Ortiz de Domínguez fueron cedidos por el departamento de operación del Distrito de Riego 76. Los datos acerca de los niveles de agua en la presa Miguel Hidalgo y Costilla fueron proporcionados por el departamento de operación del distrito de riego 75, su valor es en Dm³/año.

NHRG_t El valor correspondiente al número de hectáreas sembradas en cada distrito de riego proviene de los registros e informes anuales que lleva la CNA en cada distrito de riego, su valor es en ha/ciclo.

PEREMP_t Los valores sobre del número de personas económicamente activas empleadas en los Municipios de Ahome, Choix y El Fuerte fueron obtenidos de la página de INEGI, se expresa en personas/año

PRPGBP_t El precio real al productor de ganado bovino en pie en el país fue obtenido del Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera. (SIAP) dependiente de la SAGARPA. El valor nominal se deflactó con el Índice Nacional de Precios al Productor Agrícola (*INPPA*), se expresa en \$/kg.

Considerando las variables determinantes de la demanda de agua en el sector agrícola de la región Norte de Sinaloa, de acuerdo con la teoría económica, se espera una relación inversa entre la demanda de agua para riego agrícola por gravedad y las variables Precio Real del Agua para Riego por Gravedad, (*PRARG2*), Precio Real del Agua para Uso Residencial, (*PRAR2*) y el Precio Real de la Energía Eléctrica para Uso Agrícola, (*PREUA*). Así mismo se espera una relación directa con la variable Producto Interno Bruto Percápita Real de la Región, (*PIBPCRS*).

De acuerdo a la teoría económica se espera una relación inversa entre la demanda de agua en el sector residencial y las variables Precio del Agua para Uso Residencial (*PRAR2*) y Precio de la Electricidad (*PRER*) para uso residencial. Así mismo, se espera observar una relación directa entre la demanda de agua en este sector y el comportamiento de las variables: Producto interno bruto per cápita estatal, (*PIBPCRS*), población empleada, (*PEREMP*), precio del agua para uso agrícola (*PRARG*) y cantidad de agua almacenada en el sistema de presas del Norte del Estado, (*CAPI*).

Para el sector pecuario, se espera una relación inversa entre la demanda de agua en este sector y el Precio Real del Agua para Uso Pecuario, (*PRASP*) y el Precio de la Energía Eléctrica para Uso Agrícola, (*PREUA*). Así mismo, se espera una relación directa entre la demanda de agua en este sector y Precio Real al Productor del Ganado Bovino en Pie, (*PRPGBP*), el Precio Real del Agua para Uso Agrícola, (*PRARG*) y el comportamiento de la Precipitación Pluvial Media Anual en la Región (*PPLUV*).

En relación a la demanda de agua en el sector industrial, se espera que esta variable tenga una relación inversa con el comportamiento del Precio del Agua para el Sector Industrial (*PRAUI*), el Precio de la Energía Eléctrica para uso Industrial (*PREUI*) y el número de Hectáreas en Riego por Gravedad por ciclo, (*NHRG*). Así mismo, se espera una relación directa con el comportamiento de las variables Producto Interno Bruto Percápita Real en Sinaloa (*PIBPCRS*), la Temperatura Media Anual en la Región, (*TEMP*) y la Precipitación Pluvial Media Anual (*PPLUV*).

Considerando las variables determinantes de la demanda de agua en el sector comercial del Norte de Sinaloa, se espera que esta tenga una relación inversa con el comportamiento del Precio del Agua en el Sector Comercial, (*PRAUC2*), el Precio de la Energía Eléctrica para Uso Comercial (*PREUC3*) y la Precipitación Pluvial (*PPLUV*). Así

mismo, se espera una relación directa con el comportamiento de las variables Producto Interno Bruto Percápita Real de Sinaloa (*PIBPCRS*) y la Temperatura Media Anual en la Región (*TEMP*).

5.2 Formulación del modelo de programación matemática

La situación de escasez de agua y competencia por su uso en el Norte de Sinaloa hacen importante la búsqueda de vías que permitan su asignación eficiente. Bajo estas condiciones, se utiliza un modelo de equilibrio espacial e intertemporal para determinar el efecto de incrementos en el precio sobre la demanda del líquido en los diferentes sectores. Adicionalmente, se estima el incremento en el precio del m³ de agua que demandan los sectores agrícola, pecuario, residencial, comercial e industrial de esta región en respuesta a cambios en el nivel de oferta del recurso.

5.2.1 El modelo de equilibrio espacial e intertemporal

Para alcanzar el objetivo se usó un modelo equilibrio espacial e inter-temporal que considera el uso de agua en los distintos sectores consumidores del Norte de Sinaloa. Asumiendo t periodos de tiempo ($t=1,2,3,\dots,T=12$), s fuentes de agua superficial ($s=1,2,\dots,S=3$), m módulos de riego en el distrito de riego 75 ($m=1,2,3,\dots,M=13$), n módulos de riego en el distrito de riego 76 ($n=1,2,3,\dots,N=9$), g regiones pecuarias ($g=1,2,\dots,G=3$), r regiones residenciales ($r=1,2,\dots,R=3$), c regiones comerciales ($c=1,2,\dots,C=3$) y f regiones industriales ($f=1,\dots,F=2$), el modelo en su forma matemática es:

$$\begin{aligned}
 MaxVSN = & \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{m=1}^M [\theta_{mt} y_{mt} + \frac{1}{2} \omega_{mt} y_{mt}^2] + \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{n=1}^N [\theta_{nt} y_{nt} + \frac{1}{2} \omega_{nt} y_{nt}^2] + \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{g=1}^G [\theta_{gt} y_{gt} + \frac{1}{2} \omega_{gt} y_{gt}^2] \\
 & + \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{r=1}^R [\theta_{rt} y_{rt} + \frac{1}{2} \omega_{rt} y_{rt}^2] + \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{c=1}^C [\theta_{ct} y_{ct} + \frac{1}{2} \omega_{ct} y_{ct}^2] + \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{f=1}^F [\theta_{ft} y_{ft} + \frac{1}{2} \omega_{ft} y_{ft}^2] \\
 & - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s3=1}^{S3} \sum_{m=1}^M [p_{smt} x_{smt}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s4=1}^{S4} \sum_{n=1}^N [p_{snt} x_{snt}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{g=1}^G [p_{sgt} x_{sgt}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{r=1}^R [p_{srt} x_{srt}]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C [p_{sct} x_{sct}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{f=1}^F [p_{sft} x_{sft}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s_3=1}^{S_3} \sum_{m=1}^M [cc \times l_{sm} x_{smt}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s_4=1}^{S_4} \sum_{n=1}^N [cc \times l_{sn} x_{snt}] \\
& - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{g=1}^G [cc \times l_{sg} x_{sgt}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{r=1}^R [cc \times l_{sr} x_{srt}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C [cc \times l_{sc} x_{sct}] - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S \sum_{f=1}^F [cc \times l_{sf} x_{sft}] \\
& - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{s=1}^S P_{s(t+1)} * X_{s(t+1)} \dots \dots \dots (5.15)
\end{aligned}$$

Sujeto a:

$$(I - I_e)^*$$

$$(\sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \varepsilon_{\varepsilon\varepsilon} + \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \varepsilon_{\varepsilon(\varepsilon\varepsilon\varepsilon)} - \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \varepsilon_{\varepsilon(\varepsilon\varepsilon\varepsilon)}) \geq [\varepsilon * (\sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \varepsilon_{\varepsilon\varepsilon\varepsilon} + \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \varepsilon_{\varepsilon\varepsilon\varepsilon}) +$$

$$\varepsilon * (\sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} x_{\varepsilon\varepsilon\varepsilon} + \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} x_{\varepsilon\varepsilon\varepsilon} + \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} x_{\varepsilon\varepsilon\varepsilon} + \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} x_{\varepsilon\varepsilon\varepsilon})^{\varepsilon}$$

$$] \dots \dots \dots (5.16)$$

$$\sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \varepsilon_{\varepsilon(\varepsilon\varepsilon\varepsilon)} \geq \sum_{\varepsilon}^{\varepsilon} \varepsilon_{\varepsilon\varepsilon\varepsilon} \dots \dots \dots (5.17)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{smt} \geq \phi y_{mt} \dots \dots \dots (5.18)$$

$$\sum_{s=1}^{S-2} x_{smt} = 0 \dots \dots \dots (5.19)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{snt} \geq \phi y_{nt} \dots \dots \dots (5.20)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{sgt} \geq \sigma y_{gt} \dots \dots \dots (5.21)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{srt} \geq \sigma y_{rt} \dots \dots \dots (5.22)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{sct} \geq \sigma y_{ct} \dots \dots \dots (5.23)$$

$$\sum_{s=1}^S x_{sft} \geq \sigma y_{ft} \dots\dots\dots(5.24)$$

$$y_{mt}, y_{nt}, \dots, x_{sft} \geq 0 \dots\dots\dots(5.25)$$

Donde para el mes t , π^{t-1} es el factor de descuento; $\theta_{mt}, \theta_{nt}, \theta_{gt}, \theta_{rt}, \theta_{ct}, \theta_{ft}$ son las ordenadas de las funciones de demanda de agua en las regiones consumidoras m, n, g, r, c y f ; $y_{mt}, y_{nt}, y_{gt}, y_{rt}, y_{ct}, y_{ft}$ son las cantidades demandadas de agua en m, n, g, r, c y f ; $\omega_{mt}, \omega_{nt}, \omega_{gt}, \omega_{rt}, \omega_{ct}, \omega_{ft}$ son las pendientes de las funciones de demanda de agua en m, n, g, r, c y f ; $p_{sm}, p_{sn}, p_{sg}, p_{sr}, p_{sc}$ y p_{sf} son los precios de agua enviado de la presa s a m, n, g, r, c y f ; $x_{smt}, x_{snt}, x_{sgt}, x_{srt}, x_{sct}, x_{sft}$ son los volúmenes de agua enviados de la presa s a m, n, g, r, c y f ; $l_{sm}, l_{sn}, l_{sg}, l_{sr}, l_{sc}, l_{sf}$ son las longitudes en kilómetros del canal de alimentación desde la compuerta de desfogue de la presa s hasta los puntos de control de cada módulo (o punto de recepción en cada sector consumidor); $P_{s(t+1)}$, se refiere al costo de almacenamiento de cada m^3 en el mes $t+1$ en el sistema de presas, $X_{s(t+1)}$ es el volumen de agua almacenado al primer día de cada mes t en cada una de las presas s , φ es la suma de los índices porcentuales medios de pérdida de agua por ineficiencia en la conducción ($I_c=0.15$), uso en parcelas ($I_p=0.3$) y evaporación ($I_e=0.05$); σ es la suma de los índices que muestran la pérdida de agua por conducción y evaporación; cc es el costo unitario medio de conducción por m^3 a través de la red de canales; p_t es el costo mensual de conservación de los volúmenes de agua en presas; CH es el volumen en m^3 requerido en conservación en presas para cubrir el consumo humano durante un periodo de dos años consecutivos.

Los requerimientos de agua en el Norte de Sinaloa son abastecidos con agua captada en las presas Luis Donald Colosio (Huites), Miguel Hidalgo y Costilla (El Mahone) y Josefa Ortiz de Domínguez (El Sabino), construidas estratégicamente para irrigar más de 255 mil ha ubicadas en El Fuerte, El Carrizo y Sur de Sonora.

El modelo utilizó doce funciones de demanda de agua superficial para cada sector (agrícola, pecuario, residencial, comercial e industrial) en los tres municipios del Norte de

Sinaloa (Ahome, El Fuerte y Choix). Los valores actuales se estimaron haciendo uso del Índice Nacional de Precios al Consumidor publicado por el Banco de México (BM, 2011)¹.

La demanda de agua en el sector agrícola distingue las superficies irrigadas por gravedad en los Distritos 75 y 76 a través de 22 módulos de riego. Las funciones de demanda de agua en cada sector se obtuvieron usando precios, volúmenes demandados y la elasticidad precio de la demanda del agua estimadas por Torres *et al.* (2012).

Para el sector agrícola se estimaron doce funciones de demanda para cada uno de los 13 módulos de riego encargados de administrar el agua para riego por gravedad en el distrito de riego 75, y doce funciones más para cada uno de los 9 módulos de riego que integran el distrito de riego 76. Los datos sobre precio del agua, consumo mensual de agua por módulo, volumen de agua almacenado, costos de conservación, longitudes de los canales de abastecimiento desde la compuerta de desfogue de cada presa hasta los puntos de control de cada módulo, los índices mensuales medios de eficiencia en conducción, uso en parcelas y evaporación se obtuvieron de la CONAGUA-DR 75 y 76 (1990-2010)². El consumo mensual de agua en riego por gravedad en cada módulo se obtuvo de los reportes de avance de programas de riego enviados a cada distrito. El precio de agua utilizado en cada módulo fue obtenido de dividir los costos totales de operación del distrito de riego correspondiente entre el volumen de agua entregado en el punto de control.

Basados en Guzmán (2006) el consumo de agua en el sector pecuario se obtuvo multiplicando el número de cabezas de ganado bovino registrados en cada sociedad ganadera municipal por el consumo per cápita medio anual. El precio usado en este sector corresponde al valor medio de las cuotas aplicadas por las asociaciones ganaderas al transporte de agua a los abrevaderos durante la etapa de siembra en los valles.

Los datos para calcular las funciones de demanda en los sectores residencial, comercial e industrial de cada municipio como tarifas, niveles de consumo, número de tomas y usuarios en cada municipio se obtuvieron de los reportes de operación y estados financieros de JAPAMA (1990-2010)⁸, JAPAF (1990-2010)⁹ y JAPACH (1990-2010)¹⁰. El consumo

¹ BM: (Banco de México). 2011. Índices de precios al consumidor. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/>. Diciembre 8 del 2011.

² CONAGUA-DR75y76. (Comisión Nacional del Agua- Distritos de Riego 75 y 76). 1990-2010. Estadística de Riego y agrícola.

mensual de agua en cada sector se obtuvo dividiendo el ingreso obtenido entre la cuota oficial vigente aprobada por el congreso estatal (DOES, 2011).

El valor del costo unitario de distribución (cc) se obtuvo dividiendo los costos anuales totales de operación del DR 75 y sociedad civil, encargada de administrar la red mayor entre el volumen anual total en m^3 distribuido a través de un total de 1,360 km de red de canales. Los costos de distribución para el sector agrícola se obtuvieron del producto entre volúmenes enviados, costo unitario (cc) y longitud del canal (l_{sm} , l_{sn}) desde cada presa hasta los puntos de control de cada módulo. Para los sectores residencial, comercial e industrial, el costo de distribución de los volúmenes demandados se obtuvo multiplicando el costo unitario de distribución por la longitud media del canal entre la presa y la ubicación de las juntas de agua potable y alcantarillado en cada municipio. Para el caso del sector pecuario, las distancias consideradas corresponden a los valores medios entre presa y abrevaderos comunes. Los valores de los índices porcentuales medios de pérdidas de agua por ineficiencia en conducción, pérdidas por ineficiencia de uso de agua en parcelas y pérdida media por evaporación se obtuvieron de los reportes de conducción y riego de la CONAGUA-DR 75 y 76 (1990-2010)¹⁶. El costo mensual medio de almacenamiento se determinó dividiendo entre 12 el costo de conservación en el que incurren los DR 75 y 76. Los datos estos costos provienen de los presupuestos anuales de cada distrito y de la determinación de las tarifas anuales para el agua para riego en cada módulo.

La evaluación de los efectos de variaciones porcentuales del 10 y 20% en las tarifas aplicadas en cada uno de los sectores sobre los niveles de demanda de agua se realizó a través de la reducción del VSN resultante de la aplicación de los precios aumentados en lugar de los precios base o reales. Como consecuencia de estos incrementos en el precio del agua se espera observar una disminución en el nivel de ingresos en los consumidores, lo cual traería consigo una reducción en la demanda regional de agua.

Los efectos sobre el nivel de precios aplicados al consumo de agua en la región de la aplicación de reducciones del 10 y 20% en la extracción de agua del sistema de presas se realizó aplicando tales cambios a los niveles de agua extraídos para riego por gravedad en los distritos de riego 75 y 76. Lo anterior en consideración a que, de acuerdo con datos de la CONAGUA-75 y CONAGUA-76 (1990-2010), el sector agrícola regional absorbe poco más del 98% del agua extraída de las presas. La disminución de la oferta de este bien

sugiere la observación de un incremento en su precio. Tales valores fueron determinados a través de la expresión inversa de la demanda de agua en cada uno de los sectores y periodo.

La solución del modelo se obtuvo usando el procedimiento MINOS escrito en lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System)

5.2.2 Datos y fuentes de información

El modelo utiliza doce funciones de demanda de agua superficial almacenada en las presas para cada uno de los sectores agrícola, pecuario, residencial, comercial e industrial de los Municipios del Norte de Sinaloa: Ahome, El Fuerte y Choix. La actualización de sus valores se estimó haciendo uso del índice nacional de precios al consumidor publicado por el Banco de México (BM, 2011). La información necesaria para la estructuración del modelo así validación provino de las instituciones responsables de la administración del agua en la región Norte de Sinaloa.

Demanda de agua para riego por gravedad. Se refiere a volúmenes mensuales de agua regada observado durante 2010 en cada módulo de riego. La información provino de los reportes de avance de riego que los módulos entregan a la CONAGUA-75 y CONAGUA-76 (1990-2010), los valores se expresan en m^3/mes .

Tarifa del agua usada en riego por gravedad. Hace referencia al valor del m^3 (en $\$/m^3$) de agua entregado al usuario de riego. Este difiere entre módulos de riego pues su objetivo es cubrir los costos de operación observados en cada módulo. Las inversiones en infraestructura y los costos de mantenimiento son variables significativas en la operación de cada módulo de riego. El precio asignado al m^3 de agua utilizado en cada modulo se compone de tres partes: a) una cuota fija dirigida a cada distrito de riego, generalmente significa la tercera parte del total del precio. b) una cuota para la sociedad civil, responsable de la administración de la red mayor y c) una tercera destinada a cubrir la operación de cada módulo. Generalmente esta parte es la de mayor cuantía, se consideraron los valores nominales aplicados en el ciclo otoño-invierno del 2009.

Demanda de agua para uso pecuario. Los datos provieron de las asociaciones ganaderas locales y la unión ganadera estatal. Se determinó en base al consumo per cápita medio al día de agua en ganado bovino. El número medio anual de cabezas de ganado fue provisto por cada asociación ganadera local, se expresa en m^3/mes .

Tarifa del agua para uso pecuario. La información provino de las asociaciones ganaderas de cada Municipio. El precio utilizado es un valor medio de las cuotas aplicadas por las asociaciones ganaderas al transporte de agua a los abrevaderos durante la etapa de siembra en los valles. Se compone del costo de combustible usado por pipa, costo de combustible usado en bombeo, kilómetros de distancia al abrevadero y salario del operador.

Demanda de agua para uso residencial, industrial y comercial. La información provino de los estados financieros y registros de operación de cada junta de agua potable perteneciente a cada uno de los Municipios. Sus valores se expresan en m^3/mes .

Tarifas para el agua en usos residencial, comercial e industrial. La información provino de los registros contables de cada junta municipal de agua potable y alcantarillado y de los comunicados en el Diario Oficial del Estado.

Extracciones de agua. Los volúmenes extraídos del sistema de presas provienen de la CONAGUA-75 y CONAGUA-76 (1990-2010), su valor se expresa en m^3/mes .

Volúmenes mensuales almacenados (X_{st}). Los datos acerca de volúmenes en conservación en la presa Miguel Hidalgo y Costilla provienen de los reportes mensuales de la CONAGUA-75 (1990-2010). Los datos acerca de los volúmenes conservados en las presas Josefina Ortiz de Domínguez y Luis Donaldo Colosio provienen de los reportes mensuales de la CONAGUA-76 (1990-2010), se expresan en m^3 .

Longitud de canales (l_{sn} , l_{sm} , l_{sg} , l_{sr} , l_{sc} y l_{sf}).-Provienen de los planos de CONAGUA-75 (1990-2010) y CONAGUA-76 (2010). Corresponde a la distancia media en kilómetros de longitud de canal desde la presa hasta los puntos de control en cada modulo de riego, puntos tomados como abrevaderos para ganado y plantas potabilizadoras en cada Municipio.

Elasticidades precio de la demanda. Se tomaron valores: -0.125, -0.0657, -0.0875, -0.0054 y -0.0823 para las elasticidades en los sectores agrícola (riego por gravedad), pecuario, residencial, comercial e industrial respectivamente, estimados por *Torres et al.* (2012) para la región Norte de Sinaloa.

Costo de almacenamiento (P_t). El dato provino de dividir entre el número de meses del año el costo de conservación y almacenamiento anual registrado en cada distrito. La información provino de CONAGUA-75 y CONAGUA-76 (2010), se expresa en $\$/mes$.

Costo unitario de conducción (cc). Se obtuvo dividiendo el costo total anual de operación de cada uno de los distritos entre el volumen total extraído y enviado a cada sector consumidor dividido entre la longitud total de la red de canales. La información proviene de CONAGUA-75 (2010) y CONAGUA-76 (2010), se expresa en $\$/m^3.km$.

Consumo humano ($CONSHUM$). Se refiere al volumen de agua necesario en conservación en el sistema de presas útil para sufragar las necesidades de la población por al menos un periodo de dos años consecutivos. Atendiendo a los valores de consumo de agua registrados en el periodo 1990-2010, se considera adecuado y suficiente un volumen de 2 hm^3 .

Índice de pérdida por conducción (I_c). Se refiere al valor porcentual medio observado en pérdidas de agua durante la conducción, se consideró un valor de 15%.

Índice de pérdida por evaporación (I_e). Se refiere al valor porcentual medio observado en pérdidas de agua por evaporación, se consideró un valor de 7%.

Índice de pérdida de agua en parcelas (I_p). Se refiere al valor porcentual medio observado en pérdidas de agua por manejo en parcelas en Distritos de Riego 75 y 76. Se considera un valor medio anual de 30%.

La demanda de agua en el sector agrícola distingue las superficies irrigadas por gravedad en los Distritos 75 y 76 en los Valle de El Fuerte y El Carrizo a través de un total de 22 módulos de riego. Las funciones de demanda de agua en cada sector se obtuvieron haciendo uso de los precios y volúmenes demandados observados en cada periodo además de las elasticidades precio de la demanda estimadas en un trabajo previo específicamente para esta región del país. Se utilizaron elasticidades -0.125 , -0.0657 , -0.0875 , -0.0054 y -0.0823 para los sectores agrícola (riego por gravedad), pecuario, residencial, comercial e industrial respectivamente.

Para el sector agrícola se estimaron doce funciones de demanda para cada uno de los 13 módulos de riego encargados de administrar el agua para riego por gravedad en el Distrito de Riego 75 y doce funciones mas para cada uno de los 9 módulos de riego que integran el Distrito de Riego 76. Los datos para la estructura de estas funciones, tales como los precios por m^3 de agua, consumo mensual de agua en cada modulo, volúmenes de agua almacenados, costos de conservación, longitudes de los canales de abastecimiento desde la compuerta de desfogue de cada presa hasta los puntos de control de cada modulo, índices

mensuales medios de eficiencia en conducción, uso en parcelas y evaporación provino de reportes de la CONAGUA-DR75 y CONAGUA-DR76 (1990-2010). El consumo mensual de agua en riego por gravedad en cada uno de los módulos fue obtenido de los reportes de avance de programas de riego enviados al distrito correspondiente. El precio asignado al m³ de agua utilizado en cada módulo se obtuvo de los registros de CONAGUA-75 (1990-2010) y CONAGUA-76 (1990-2010).

El consumo de agua en los sectores pecuarios municipales se obtuvo a través del producto del número de cabezas de ganado bovino registrados en cada sociedad ganadera municipal por el consumo per cápita medio anual (Guzmán *et al.*, 2006). El precio utilizado es un valor medio de las cuotas aplicadas por las asociaciones ganaderas al transporte de agua a los abrevaderos durante la etapa de siembra en los valles.

La estructura de las funciones de demanda de agua en los sectores residencial, comercial e industrial de cada Municipio requirió de datos como tarifas aplicadas, consumos mensuales de agua, niveles de consumo, número de tomas y usuarios en cada Municipio los cuales fueron obtenidos de reportes de operación y estados financieros de los organismos JAPAMA (1990-2010)⁸, JAPAF (1990-2010)⁹ y JAPACH (1990-2010)¹⁰. Los consumos mensuales de agua en cada sector fueron determinados dividiendo los ingresos obtenidos entre la cuota oficial vigente aprobada por el congreso del Estado (Diario Oficial del Estado de Sinaloa, 2011).

El valor del costo unitario de distribución (*cc*) se obtuvo dividiendo los costos anuales totales de operación del Distrito de Riego 75 y sociedad civil encargada de la administración de la red mayor entre el volumen anual total en m³ distribuido a través de un total de 1,360 km de red de canales.

Los costos de distribución para el sector agrícola se obtuvieron del producto entre volúmenes enviados, costo unitario (*cc*) y longitud del canal (l_{sm} , l_{sn}) desde cada presa hasta los puntos de control de cada modulo. Para los sectores residencial, comercial e industrial, el costo de distribución de los volúmenes demandados se obtuvo multiplicando el costo unitario de distribución por la longitud media del canal entre la presa y la ubicación de las juntas de agua potable y alcantarillado en cada Municipio. Para el caso del sector pecuario, las distancias consideradas corresponden a los valores medios entre presa y abrevaderos comunes. Los valores de los índices porcentuales medios de pérdidas de agua

por de ineficiencia en conducción (I_c), pérdidas por ineficiencia de uso de agua en parcelas (I_p) y pérdida media por evaporación (I_e) provienen de los reportes de conducción y riego de la CONAGUA-DR75 (1990-2010) y CONAGUA-DR76 (1990-2010). El costo mensual medio de almacenamiento (p_t) se determinó dividiendo entre 12 el costo de conservación en el que incurren los Distritos de Riego 75 y 76. Esta información proviene de los reportes de los mismos distritos.

La solución del modelo propuesto se obtuvo mediante un código escrito en lenguaje de programación GAMS (General Algebraic Modeling System). Dado a que se trata de un modelo no lineal, se usó el procedimiento MINOS.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Modelo econométrico

6.1.1 Análisis estadístico

Los valores del coeficiente de determinación (R^2) se ubicaron entre 0.80 y 0.93 para las ecuaciones del precio, y entre 0.87 y 0.99 para las ecuaciones de la demanda de agua. Lo anterior indica que más del 85 % de la variación de la demanda estimada de agua se explica por los cambios en las variables explicativas. Los valores de la F para las expresiones del precio y demanda de agua resultaron menores a 0.0001 y 0.0013 mostrando que los factores considerados en el modelo son altamente significativos en el comportamiento del precio y demanda. Los valores de la razón de t se encuentran entre 1 y 2.5 en términos absolutos, congruentes con la teoría económica (Cuadros 6.1 y 6.2).

Cuadro 4 Coeficientes de las variables exógenas más significativas del modelo estructural para el precio del agua en cada sector.

Variables	Intercepto	Variables exógenas				R2	Prob. F
		<i>QADSR</i>	<i>PRAR2L</i>	<i>PIBPCRS</i>	<i>QADRGL</i>		
PRAR2	0.084	-0.00429	0.196	0.000033	-0.000002	0.818	0.0013
Error	0.07	0.0031	0.216	0.000013	0.000003	0.706	
Razón de t	1.19	-1.35	0.91	2.63	-0.65		
		<i>QADRG</i>	<i>PRARG2L</i>	<i>PIBPCRS</i>	<i>QADSR</i>		
PRARG2	0.0565	-0.00017	0.5923	0.00013	0.0278	0.928	< .0001
Error	0.242	0.0001	0.2076	0.0002	0.0142	0.902	
Razón de t	0.23	-1.65	2.85	0.53	1.95		
		<i>QADSP</i>	<i>PRASPL</i>	<i>QADRGL</i>	<i>QADSRL</i>		
PRASP	0.2815	-0.0035	0.2029	-0.000005	-0.0101	0.899	< .0001
Error	0.4541	0.1107	0.3538	0.00002	0.0091	0.853	
Razón de t	0.62	-0.03	0.57	-0.23	-1.1		
		<i>QADI</i>	<i>PRAUIL</i>	<i>PIBPCRS</i>	<i>QADSRL</i>		
PRAUI	0.442	-0.0478	0.931	0.000047	0.0024	0.804	0.0005
Error	0.312	0.105	0.2461	0.00008	0.003	0.714	
Razón de t	1.41	-0.46	3.78	0.54	0.82		
		<i>QADSC</i>	<i>PRAUC2L</i>	<i>QADRGL</i>	<i>QADSRL</i>		
PRAUC2	0.9108	-0.576	1.063	0.00002	0.0095	0.826	0.0003
Error	0.4005	0.2576	0.277	0.00002	0.0095	0.747	
Razón de t	2.27	-2.24	3.83	1.16	2.4		

Cuadro 5 Coeficientes de las variables exógenas económicamente más significativas del modelo estructural para la demanda de agua en cada sector.

Variables	Intercepto	Variables exógenas				R2	Prob. F
		PRAR2	PRER2	PIBPCRS	PRARG2L		
QADSR	-4.212	-52.174	-657.421	0.00083	2.583	0.991	< .0001
Error	3.499	23.148	134.818	0.003	0.9518	0.987	
Razón de t	-1.2	-2.25	-4.88	0.27	2.71		
		PRARG2	PRAR2L	PIBPCRS	PREUA		
QADRG	-1306.77	-265.76	-2041	0.4479	10492.07	0.878	< .0001
Error	630.15	190.544	6902.19	0.539	18326.54	0.822	
Razón de t	-2.07	-1.39	-0.3	0.83	0.57		
QADSP	4.855	-1.66	36.022	0.00032	0.2425	0.98	< .0001
Error	0.1797	0.4499	7.949	0.000256	0.0922	0.971	
Razón de t	27.02	-3.69	4.53	1.25	2.63		
		PRAUI	PREUIL	PRARG2L	PIBPCRS		
QADI	0.232	-0.3502	-49.911	0.1389	0.00016	0.958	< .0001
Error	0.539	0.3816	9.215	0.0594	0.00012	0.934	
Razón de t	0.43	-0.92	-5.42	2.34	1.31		
		PRAUC2	PREUC3	PRAUIL	PIBPCRS		
QADSC	1.6957	-0.1239	-7.051	0.0255	0.00073	0.871	< .0001
Error	0.5112	0.6263	3.1137	0.5043	0.0001	0.825	
Razón de t	3.32	-0.2	-2.26	0.05	6.93		

De acuerdo con la prueba de correlación de Pearson no existe correlación entre los valores de las variables endógenas y sus predichos, y en atención a la prueba de Wilk-Shapiro los residuales obtenidos de las expresiones para la demanda de agua cumplen con el supuesto de normalidad. Los resultados obtenidos corroboran la hipótesis planteada. La demanda de agua en los diferentes sectores responde inelásticamente a los cambios en el precio, con coeficientes -0.087, -0.125, -0.065, -0.082 y -0.005 para el sector residencial, agrícola, pecuario, industrial y comercial, respectivamente (Cuadro 6.3).

Cuadro 6 Elasticidades relacionadas con la demanda de agua en el norte de Sinaloa.

Variable	Precio del Agua					Precio de la Energía Eléctrica			
	<i>PRAR2</i>	<i>PRARG2</i>	<i>PRASP</i>	<i>PRAUI</i>	<i>PRAUC2</i>	<i>PRER</i>	<i>PREUA</i>	<i>PREUIL</i>	<i>PREUC3</i>
<i>QADSR</i>	-0.087					-0.22			
<i>QADRG</i>		-0.125					-0.031		
<i>QADSP</i>			-0.065				0.051		
<i>QADI</i>				-0.082				-0.9	
<i>QADSC</i>					-0.0054				-0.085
<i>QADP</i>	-0.001	-0.123	-0.0001	-0.00002	-0.000006	-0.003	-0.032	-0.0002	-0.0001
<i>QASUBD</i>			-0.065				0.051		
<i>QTADNS</i>	-0.0009	-0.1	-0.0001	0.00002	0.000005	-0.003	0.027	-0.0002	-0.00009

El valor de -0.125 para elasticidad precio de la demanda en el sector agrícola muestra que una disminución de 5 % en el consumo de agua para riego agrícola por gravedad requiere, manteniendo constante las demás variables, de un incremento de 40 % en el precio del líquido. Lo anterior implica un aumento en el precio del Dm^3 de 134.62 a 188.46 pesos.

Para la demanda de 2545 hm^3 de agua observada durante el 2010, la disminución correspondiente en el consumo sería de 127 hm^3 equivalente a disminuir la lamina promedio de riego de 7.2 a 7.02 cm lo que implica la adopción de cultivos menos demandantes de agua tales como el frijol, trigo, papa, pepino calabaza, sorgo, entre otros. En atención a la importancia del maíz en el mercado nacional y que, en general, el precio del agua es bajo en relación al valor medio económico de la producción del cultivo, el incremento en el precio del agua debe ser de una magnitud tal que disminuya la rentabilidad del cultivo e induzca al productor a la adopción de conducta y tecnología ahorradora de agua. La elasticidad que relaciona el precio de la energía eléctrica y el consumo de agua para uso agrícola es poco significativa. Este resultado se explica porque la demanda de agua del sector es cubierta con agua conducida por gravedad, y no existe necesidad del agua obtenida por bombeo. En relación al sector pecuario, el carácter indispensable del agua en la vida animal explica la inelasticidad en su demanda en el sector. Una disminución en 5 % en su demanda de agua requeriría un incremento del 76 % en el precio. La condición socioeconómica del sector hace poco factible esta medida.

Se obtuvo un valor de -0.0875 para la elasticidad precio de su demanda de agua por el sector residencial regional. Usando variables y metodologías similares, Arbués y Villanúa (2006) encontraron un valor de -0.08 para Zaragoza, España. Guzmán *et al* (2006), encontró un valor de

-0.003 para la Comarca Lagunera, México. García y Mora (2008) obtuvieron elasticidades de -0.20 y -0.18 para Torreón, Coahuila, México y Gómez Palacio Gómez Palacio, Durango, México.

El resultado obtenido indica que una disminución de 5% en el consumo de agua en el sector residencial requeriría un incremento del 57 % en el precio del agua. Esto es, llevar el precio de 3.84 a 6.02 pesos por m³ propiciando una disminución de 1.805 hm³ por año. El precio de la energía eléctrica también influye en el ahorro de agua en el sector residencial. La elasticidad precio de la demanda de -0.22, indica que un aumento de 10 % en el precio de la electricidad ocasionaría un descenso de 2.2 % en la demanda, es decir, elevar el precio nominal de 0.66 a 0.69 pesos por kilowatt-hora propiciaría una caída en la demanda por 0.802 hm³.

La elasticidad precio de la demanda de agua obtenida para el sector industrial fue de -0.0823. Con una demanda de 0.642 hm³ de agua en este sector durante el año 2010, una disminución de 5 % equivale a 0.0321 hm³, cifra muy inferior a la observada en los otros sectores. La elasticidad que relaciona la demanda de agua y el precio de la energía eléctrica es de -0.901. Lo anterior significa que un incremento del 10 % en el precio de la energía eléctrica, ocasionaría una caída del 9.0 % en la demanda de agua. La inelasticidad de la demanda de agua en el sector comercial determina que una disminución de 5% en el consumo de agua requiere de un aumento de 922 % en el precio, lo cual es poco factible. La elasticidad precio de la energía eléctrica en este sector en relación a la demanda de agua es de -0.086, lo cual significa que un incremento del 10 % en el precio del kilowatt-hora llevaría a una caída de 0.86 % en la demanda de agua, equivalente a 0.021 hm³, cantidad baja comparada con los sectores agrícola y residencial.

6.2 Modelo de programación lineal

6.2.1 Validación del modelo

La validación del modelo se realizó comparando los volúmenes demandados y los precios del agua observados durante 2010 con los valores estimados a través del modelo. Los datos se muestran en el cuadro 6.4. En 2010, 98.4 % del agua extraída del sistema de presas durante tuvo como destino el uso agrícola. El modelo sobrestima las demandas de agua en el Distrito de Riego 75, sectores pecuario, residencial, comercial e industrial en 1.96, 7.73, 4.57, 0.53 y 8.07% respectivamente, mientras que subestima la demanda en el distrito de riego 76 en 8.58%.

El modelo sobrestima el precio de agua consumida en 3.9, 4.42, 4.14, 4.13 y 4.23% en el Distrito de Riego 75, sectores pecuario, residencial, comercial e industrial, respectivamente. Así

mismo, subestima el precio del agua para el Distrito 76 en 13.6%. A nivel general, el precio del agua es sobrestimado en 1.2%. Un elemento importante que explica la diferencia en los valores sobrestimados es la dispersión en los precios aplicados en cada región y sector. Durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2009/2010, el mayor precio, de \$0.145/m³ fue aplicado en el Módulo 2 del DR 76. En contraste, en este mismo periodo, el precio adoptado por el Módulo 3 del DR 75 fue de \$0.08/m³. Los costos de operación, mantenimiento y los requerimientos eventuales de nuevas obras difieren significativamente de un módulo a otro, impactando el precio adoptado para agua enviada al usuario.

Cuadro 7 Validación del modelo de agua en el Norte de Sinaloa, 2010. Millones de m³ y pesos por m³.

Sector	Datos observados en 2010	Modelo base	Diferencia	Diferencia en %
<i>Consumo (Millones de m³)</i>				
Distrito 75	2581.2	2631.7	-50.5	1.96
Distrito 76	616.19	563.3	52.8	-8.58
Pecuario	5.63	6.07	-0.44	7.73
Residencial	41.10	42.98	-1.88	4.57
Comercial	2.44	2.45	-0.01	0.53
Industrial	0.67	0.73	-0.05	8.07
Total	3247.32	3247.32	-1.91	0.00
<i>Precios (pesos por m³)</i>				
Distrito 75	0.2101	0.22	-0.01	3.90
Distrito 76	0.2101	0.18	0.03	-13.64
Pecuario	0.2101	0.21	-0.01	4.42
Residencial	0.2101	0.21	-0.01	4.14
Comercial	0.2101	0.21	-0.01	4.13
Industrial	0.2101	0.21	-0.01	4.23
Promedio	0.21	0.21	0.00	1.20

Fuente: Elaboración con datos de CONAGUA-DR75y76 (2011) y la solución del modelo.

Reportes de CONAGUA-DR75y76 (1990-2010), indican que la mayor pérdida de agua que se distribuye ocurre en los predios. Datos del este organismo, señala que la ineficiencia media anual en el uso de agua en parcelas es del 30%. Los esfuerzos realizados para disminuir este índice se han centrado en la inversión de tecnología para riego agrícola, y políticas de siembra y asignación de recursos. El precio del agua no ha sido utilizado para controlar su demanda y disminuir la ineficiencia en su uso y distribución.

La disminución gradual de la oferta anual de agua podría ser una medida útil para el control de su demanda y bajar los índices de ineficiencia en su uso. La caída en la oferta provocaría el desplazamiento del actual punto de equilibrio hacia otro en el que se observaría un mayor precio

y una menor demanda. En el (Cuadro 6.5) se muestran los efectos de reducciones en los niveles de extracción de agua dirigidas al sector agrícola sobre las tarifas de agua asignadas en cada sector y la demanda de agua en los mismos.

Cuadro 8 Efecto de una disminución en las extracciones de agua para uso agrícola del sistema de presas del Norte de Sinaloa. Millones de m³ y pesos por m³.

Sector	Modelo base	Reducción extracción 10%	Diferencia	Diferencia en %	Reducción extracción 20%	Diferencia	Diferencia en %
<i>Consumo de agua (hm³)</i>							
Distrito 75	2631.79	2361.27	270.52	10.28	2090.75	541.04	20.56
Distrito 76	563.31	509.18	54.12	9.61	455.06	108.25	19.22
Pecuario	6.07	6.06	0.00	0.05	6.06	0.01	0.10
Residencial	42.98	42.89	0.09	0.20	42.80	0.17	0.40
Comercial	2.45	2.45	0.00	0.00	2.45	0.00	0.01
Industrial	0.73	0.73	0.00	0.04	0.73	0.00	0.09
Total	3247.32	2922.59	324.73	10.0000	2597.85	649.46	20.0000
<i>Precio del agua (pesos por m³)</i>							
Distrito 75	0.22	0.31	0.09	41.03	0.40	0.18	82.07
Distrito 76	0.18	0.26	0.08	41.67	0.33	0.15	83.34
Pecuario	0.22	0.31	0.09	41.36	0.40	0.18	82.71
Residencial	0.22	0.31	0.09	41.47	0.40	0.18	82.93
Comercial	0.22	0.31	0.09	41.47	0.40	0.18	82.93
Industrial	0.22	0.31	0.09	41.51	0.40	0.18	82.92

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA-75y76 y solución del modelo.

Reducciones de 10 y 20% en las extracciones de agua dirigidas al sector agrícola, el cual consume 98.4% del volumen total extraído del sistema de presas, trae como consecuencia un incremento de 41.3 y 82.7%, respectivamente, en el precio del agua para riego agrícola y el resto de los sectores.

La expansión de los precios desde los valores medios de 0.20 a 0.28 y 0.2 a 0.36 pesos por m³ de agua con destino agrícola, correspondientes al 10 y 20% en las extracciones, tendrá como consecuencia una contracción en la demanda de agua por 324.64 y 649.29 hm³, respectivamente, equivalente a 9.9 y 19.9 % de la demanda total anual observada durante 2010.

El incremento aplicado al precio del agua consumida por los diversos sectores del norte de Sinaloa tiene como objetivo cubrir el índice inflacionario, costos de operación y mantenimiento de los organismos responsables de la administración del recurso; por lo que no tiene efecto significativo sobre el comportamiento de la demanda y eficiencia en el uso del líquido. La aplicación de un precio reducido al consumo de agua para uso agrícola lo hace ineficiente como herramienta de control de la demanda y motivador de eficiencia en el uso del líquido. Lo anterior tendría efectos negativos en la producción de maíz, cultivo de importancia económica y social para el país.

La aplicación de una política de ahorro de agua necesita apoyarse en sistemas eficientes de conducción y medición de volúmenes consumidos en parcelas, algo que actualmente no existe y que requiere de inversión considerable. En este sentido, una recomendación importante sería, como una primera etapa de un programa largo plazo para el control de demanda de agua y eficiencia de uso, incrementar en el precio del agua con el objetivo de apoyar la inversión en tecnología de conducción y medición de volúmenes servidos. De acuerdo con He *et al* (2005), el uso de tecnología puede llevar a un ahorro de agua entre 10 y 50%. Para el Norte de Sinaloa, el ahorro de agua a través de la adopción de tecnología debe apoyarse en programas de acotamiento de volúmenes enviados pues se correría el riesgo de una expansión de la frontera agrícola derivando en el efecto contrario, es decir, en un incremento en la demanda. La implementación del precio como herramienta de control de la demanda implica incrementos de magnitud tal que afecte la rentabilidad económica de los cultivos altamente demandantes de agua.

Algunas recomendaciones tendientes a disminuir la demanda a través de la eliminación del uso ineficiente del recurso son: a) Incentivar una reconversión agrícola a través de incrementos en el precio del agua dirigida al riego de cultivos altamente demandantes; b) Incremento

significativo en el precio del agua en predios en los que se ha observado un alto índice de ineficiencia en el uso del líquido; c) Implementación de un programa que incentive la inversión en tecnología de riego más eficiente (por ejemplo, riego por goteo); d) Establecimiento de un programa de información tendiente a comunicar los efectos negativos del cambio climático sobre las precipitaciones y almacenamiento de agua en las presas.

Aunque el modelo utilizado en este trabajo subestima la capacidad anual de almacenamiento del sistema de presas del norte de Sinaloa en 108.67 hm^3 , de acuerdo con datos del IMTA (2011) la capacidad de almacenamiento del sistema de presas del Rio Fuerte es insuficiente en 61 hm^3 para cubrir la demanda media anual de agua de los diferentes sectores de la región Norte de Sinaloa. La incorporación al cultivo de 35 y 15 mil hectáreas en el Sur de Sonora y Norte de Sinaloa, respectivamente, ha generado presión hacia los organismos responsables de la administración del agua por concesiones por poco más de 400 hm^3 anuales. Lo anterior hace impostergable el establecimiento de cualquier medida cuyos objetivos sean disminuir la demanda e incentivar el uso eficiente del recurso.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

1. La demanda de agua en los sectores residencial, agrícola, pecuario, industrial y comercial de la región Norte de Sinaloa responde de manera inelástica a cambios en las tarifas y cuotas cobradas por el consumo de agua. De acuerdo con las hipótesis planteadas, La demanda de agua superficial en el Norte de Sinaloa responde de manera inversa a incrementos en su precio. La mayor y menor inelasticidad se observa en los sectores comercial y agrícola, respectivamente. La fuerte inelasticidad que muestra la demanda proveniente de las presas en relación con los precios del líquido en los sectores comercial, industrial y pecuario indica la necesidad de incrementos significativos en el precio del agua, lo cual los hace poco factibles. La demanda de agua proveniente del sistema de presas observa un comportamiento inelástico a cambios en los precios de la energía eléctrica. La menor inelasticidad se observa en el sector agrícola; sin embargo, el consumo de agua en este sector depende poco del uso de la energía eléctrica por lo que la variación del precio de este fluido tendría un impacto poco significativo en el comportamiento de la demanda de agua en este sector.
2. En consideración a que la mayor demanda de agua se ubica en el sector agrícola y este observa la menor inelasticidad, se sugiere centrar esfuerzos en la concientización del agricultor para generar una cultura de ahorro del agua que lleve a la posibilidad de invertir en tecnología y eliminar pérdidas en el uso del agua. En resumen, una disminución en la demanda de agua en el sector agrícola requiere de un incremento en el precio en una magnitud tal que afecte significativamente la rentabilidad del cultivo.
3. El incremento aplicado al precio del agua consumida por los diversos sectores del Norte de Sinaloa tiene como objetivo cubrir el índice inflacionario, costos de operación y mantenimiento de los organismos responsables de la administración del recurso; por lo que no tiene efecto significativo sobre el comportamiento de la demanda y eficiencia en el uso del líquido. La aplicación de un precio reducido al consumo de agua para uso agrícola lo hace ineficiente como herramienta de control de la demanda y motivador de eficiencia

en el uso del líquido. Un incremento significativo en el precio del m³ de agua para riego agrícola tendría efectos negativos en la producción de maíz, cultivo de gran importancia económica y social para el país. Por otro lado, la aplicación de una política de ahorro de agua necesita apoyarse en sistemas eficientes de conducción y medición de volúmenes consumidos en parcelas. Algo que actualmente no existe y que requiere de inversión considerable. En este sentido, una recomendación importante sería, como una primera etapa de un programa de largo plazo para el control de demanda de agua y eficiencia de uso, incrementar en el precio del agua con el objetivo de apoyar la inversión en tecnología de conducción y medición de volúmenes servidos. De acuerdo con He *et al* (2005), el uso de tecnología puede llevar a un ahorro de agua entre 10 y 50%. Para el caso del Norte de Sinaloa, el ahorro de agua a través de la adopción de tecnología debe apoyarse en programas de acotamiento de volúmenes enviados pues se correría el riesgo de una expansión de la frontera agrícola derivando en el efecto contrario. Es decir, en un incremento en la demanda. La implementación del precio como herramienta de control de la demanda implica incrementos de magnitud tal que afecte la rentabilidad económica de los cultivos altamente demandantes de agua.

4. Aunque el modelo utilizado en este trabajo subestima la capacidad anual de almacenamiento del sistema de presas del Norte de Sinaloa en 108.67 hm³, de acuerdo con datos del IMTA (2011) la capacidad de almacenamiento del sistema de presas del Rio Fuerte es insuficiente en 61 hm³ para cubrir la demanda media anual de agua de los diferentes sectores de la región Norte de Sinaloa. Por otro lado, la incorporación al cultivo de 35000 y 15000 hectáreas en la parte sur de Sonora y Norte de Sinaloa respectivamente ha generado presión hacia los organismos responsables de la administración del agua por concesiones por poco más de 400 hm³ anuales. Lo anterior hace impostergable el establecimiento de cualquier medida cuyos objetivos sean disminuir la demanda e incentivar el uso eficiente del recurso.

7.2 Recomendaciones

Atendiendo los resultados obtenidos, es posible hacer las siguientes consideraciones y recomendaciones. Es indudable la capacidad del precio como factor significativo en la motivación de un comportamiento descendente de la demanda de agua en el Norte de Sinaloa. Sin embargo, para el caso de esta región, la aplicación de esta herramienta por sí sola no es suficiente, por lo tanto se recomienda:

1. Promover una adecuada modificación a los artículos de la ley federal de derechos relacionados con la concesión y uso de bienes nacionales tal que motive el uso eficiente del recurso. Lo anterior es porque, de acuerdo con esta, los volúmenes concesionados de aguas nacionales para uso agropecuario no son sujeto de cargo económico alguno. Lo anterior ha provocado que las tarifas aplicadas sólo cumplan con el objetivo de recuperar los costos de operación de organismos administradores del recurso.
2. Aplicar un incremento en las tarifas por consumo de agua en el sector agrícola de magnitud tal que permita absorber la instalación y mantenimiento de sistemas de medición de agua consumida en parcelas. Existen experiencias en el mundo, de las que se desprende que esta medida podría provocar ahorros inmediatos de agua de entre un 10 y 50%. He *et al.* (2005).
3. Promover la formación de grupos civiles de supervisión del uso del agua.
4. Promover la penalización del desperdicio de agua. Incremento significativo en el precio del agua en predios en los que se ha observado un alto índice de ineficiencia en el uso del líquido.
5. Establecer un programa de incentivos y recargos tendiente a promover la siembra de cultivos menos demandantes de agua.
6. Se recomienda ofrecer un programa de apoyo para la adopción de tecnologías de riego más eficientes. El apoyo financiero a productores para la adquisición de estos activos puede facilitar la adopción de mejoras.
7. Establecer un programa de información tendiente a comunicar los efectos negativos del cambio climático sobre las precipitaciones y almacenamiento de agua en las presas.

En cada región del mundo existen factores del tipo político, institucional, económico, social, cultural y ambiental que hacen que la adopción de determinadas políticas tenga éxito. La dependencia económica de la región Norte de Sinaloa del sector primario, la cultura y vocación agrícola de los agricultores regionales adicionado al carácter comercial del tipo de agricultura, permiten prever que políticas tendientes a preservar y hacer más eficiente la actividad tienen grandes posibilidades de ser adoptadas.

LITERATURA CITADA

- Arbués F. and Villanúa I. 2006. Potential for pricing policies in water resource management: Estimation of urban residential water demand in Zaragoza, Spain. *Urban Studies*. Vol. 43, No. 13: 2421-2442.
- Bachrach M. and Vaughan W. 1994. Household water demand estimation. Inter-American Development Bank Productive Sector and Environment Sub department. Environment Protection Division. Tech. Rep. Working Paper ENP 106.
- Beattie B.R. and Foster H.S. 1980. Can prices tame the inflationary tiger? American Water Works Association. Vol. 72, No. 8:441-445.
- BM (Banco de México). 2011. Índices de precios al productor, consumidor y UDIS. Diciembre 8. <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/>.
- CANACINTRA (Cámara Nacional de la Industria y Transformación). 2011. Numero de industrias instaladas en el Municipio de Ahome, Sinaloa. Información proporcionada por la gerencia regional. Los Mochis, Sinaloa. 3 p.
- Carter. D.W. and Milon J.W. 2005. Price Knowledge in Household Demand for Utility Services. *Land economics*. Vol. 81. No. 2: 265-283.
- CFE (Comisión Federal de Electricidad). 2011a. Tarifa anual de energía eléctrica para servicio residencial. Región noroeste. Febrero 4. <http://www.cfe.gob.mx/casa/ConocerTarifa/Paginas/>
- CFE (Comisión Federal de Electricidad). 2011b. Tarifas para consumo de energía eléctrica en los sectores agrícola, comercial e industrial. Región noroeste. Febrero 4. <http://www.cfe.gob.mx/negocio/conocetarifa/Paginas/>.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2008a. Análisis de la sequia en la cuenca del Rio Fuerte. Organismo de Cuenca Noroeste. Navojoa, Sonora. Abril del 2008. Reporte de Investigación. 12p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2008b. Estadísticas del Agua en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 231 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas del Agua en México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 249 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2011. Consumo anual de agua por sector y Municipios de Sinaloa durante el periodo 1990-2010. Información proporcionada por la

- Jefatura de Proyectos de Consolidación de Organismos Operadores. Organismo de Cuenca Pacifico Norte. Culiacán, Sinaloa. 16 p.
- CONAGUA-DR75. (Comisión Nacional del Agua-Distrito de Riego 75). 1990-2010. Estadísticas de riego y agrícolas. Información proporcionada por las gerencias de operación, conservación y estadística del distrito de riego 75. Organismo de Cuenca Pacifico Norte. Los Mochis, Ahome, Sinaloa. 60 p.
- CONAGUA-DR76 (Comisión Nacional del Agua-Distrito de Riego 76). 1990-2010. Estadística de riego y agrícola. Información proporcionada por las gerencias de operación, conservación y estadística del distrito de riego 76. Organismo de Cuenca Pacifico Norte. Villa Gustavo Díaz Ordaz, Ahome, Sinaloa. 60 p.
- Danielson, L. E. 1979. An analysis of residential demand for water using micro time-series data. *Water Resources Research*. Vol. 15, No. 4:763–767.
- Diario Oficial del Estado de Sinaloa. 2011. Publicaciones de tarifas para consumo de agua por parte de las juntas de agua potable y alcantarillado municipales para el periodo 1990-2010. Culiacán, Sinaloa. 29 p.
- Dinar A. and J. Mody. 2004. Irrigation water management policies: Allocation and pricing principles and implementation experience *in* *Natural Resources Forum* 28. Agadir, Marruecos. Naciones Unidas. 112-122.
- Foster, Henry S. and Bruce R. Beattie. 1979. Urban Residential Demand for Water in the United States. *Land Economics*, Vol. 55, No.1: 43-58.
- García M. R., J. A. García S y R.C. García S. 2003. Teoría del Mercado de Productos Agrícolas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 382p.
- García S. J.A. 2006. Notas sobre modelos de equilibrio espacial e intertemporal. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 201p.
- García S, J.A. y J.S. Mora S. 2008. Tarifas y consumo de agua en el sector residencial de la Comarca Lagunera, México. *Región y Sociedad*. Vol. XX, No.42: 119-132.
- Griffin R.C. and Chan Ch. 1991. Seasonality in Community Water Demand. *Western Journal of Agricultural Economics*. Vol. 16, No. 2: 207-217.
- Guzmán S, E., J.A. García S., S. Mora F. 2006. La demanda de agua en la Comarca Lagunera, México. *Agrociencia*. Vol. 40, No. 006: 793-803.
- Gujarati, D.N. 2003. *Econometría*. 4ta ed. Mc Graw Hill. México, D.F. 972 p.

- He L., T. Wallace E., R. Doukkali and G. Siam. 2005. Strategic policy option to improve irrigation water allocation efficiency: Analysis on Egypt and Morocco *in* American Agricultural Economics Association Annual Meeting. Providence. July: 24-27. 2005. 38p.
- Howe, C.W. and Linaweaver F. P. 1967. The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure. *Water Resources Research*. Vol.3, No.1:13–32.
- Höglund, L. 1999. Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use. *Water Resource Research*. Vol.35, No.12: 3853–3863.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua).2011. Sistema de Presas del Rio Fuerte. Reporte de trabajo de investigación. Distrito de Riego 75. Los Mochis, Ahome,Sinaloa. 40p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2011. Censo General de Población y Vivienda (1990, 2000 y 2010) y Conteo de Población y Vivienda. (1995 y 2005). Febrero 4. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ccpv>.
- INEGI –BIE (Instituto Nacional de Estadística y Geografía-Banco de Información Económica). 2011. Número de cabezas de ganado en el norte de Sinaloa, número de personas empleadas y económicamente activas, producto interno bruto nacional y por entidad en el periodo 1990-2010. Febrero 3. <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/SER208477>
- JAPACH (Junta de agua Potable y Alcantarillado de Choix). 1990-2010. Reportes de producción. Información proporcionada por la gerencia de operación. Choix, Sinaloa. 65 p.
- JAPAF(Junta de agua Potable y Alcantarillado de El Fuerte). 1990-2010. Reportes de producción. Información proporcionada por la gerencia de operación. El Fuerte, Sinaloa. 65 p.
- JAPAMA (Junta de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Ahome). 1990-2010. Reportes de producción y financieros. Información proporcionada por las gerencias de informática, contabilidad y operación. Los Mochis, Ahome, Sinaloa. 220 p.
- SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca). 2010. Ley Federal de Derechos. Gobierno Federal. México, D.F. 231-258.
- Lyman, R. A. 1992. Peak and off-peak residential water demand. *Water Resources Research*. Vol.28, No.9:2159–2167.
- Nieswiadomy M. and Molina D. 1989. Comparing Residential Water Demand Estimates under Decreasing and Increasing Block Rates Using Household Data. *Land Economics*. Vol. 65,

- No.3: 280-289.
- Nieswiadomy M. and Molina D. 1991. A Note on Price Perception in Water Demand Models. *Land Economics*. Vol. 67, No: 352-359.
- Olmstead S., Hanemann M. and Stavins R. 2003. Does Price Structure Matter? Household water demand under increasing block and uniform prices. *Environmental Economics and Management*. 34p.
- Olmstead S., Hanemann M. and Stavins R. 2007. Water Demand Under Alternative Price Structures. *Environmental Economics and Management*. Vol. 54, No.2: 181-198.
- PEMEX. (Petróleos Mexicanos). 1990-2010. Anuarios estadísticos. Precios del amoniaco anhidro y gasolinas. Marzo 3 del 2011. www.pemex.com/informes/pdfs/anuario_estadistico_2010.pdf
- Pindyck R. S. y D. L. Rubinfeld. 1998. *Microeconomía*. Editorial Prentice Hall. Barcelona, España. 630p.
- SAGARPA-SIAP (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2011. Precio anual del ganado bovino en pie en Sinaloa durante el periodo: 1990-2010. Marzo 10. www.siap.gob.mx.
- SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. Reportes de estadísticas agrícolas del distrito de riego 75 y 76. Información proporcionada por el departamento de informática de la Delegación Ahome. Los Mochis, Sinaloa. 15 p.
- Tomek W. G. and K.L. Robinson. 1991. *Agricultural product prices*. Cornell University Press. Ithaca and London. 360 p.
- Torres S, J., J.A. García S., R. García M., J. A. Matus G., E. Gonzales E., A. Pérez Z. Respuesta de la demanda de agua a cambios en el precio: Un estudio por tipo de consumidor en el norte de Sinaloa, México. Artículo en revisión. *Agrociencia*. Julio del 2012.
- Varian H.R.1996. *Microeconomía Intermedia: Un enfoque actual*. Editor Antoni Bosch. Barcelona, España. 716p.
- Wong S. T. 1972. A Model on Municipal Water Demand: A Case Study of Northeastern Illinois. *Land Economics* .Vol. 48, No. 1: 34-44.

ANEXOS

Anexo 1. Condiciones para la solución del modelo

EL PROBLEMA DE LA IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

Supongamos que se tiene solamente información de series de tiempo sobre las cantidades consumidas de un bien determinado y de su precio y que no se tiene información relacionada con alguna otra variable tal como ingreso del consumidor, clima o cantidades consumidas en periodos anteriores, entonces, si se piensa especificar una función de demanda, ¿cómo se garantiza que se esté estimando dicha función y no otra? La respuesta a esta pregunta se relaciona con la identificación del modelo y básicamente pretende establecer si las estimaciones numéricas de los parámetros de una ecuación estructural pueden obtenerse de los coeficientes estimados de la forma reducida. Si puede hacerse, entonces se dice que la ecuación particular está identificada; si no, la ecuación en particular no está identificada o está subidentificada. Una ecuación identificada puede estar exactamente identificada si pueden obtenerse valores únicos de los parámetros estructurales. Se dice que está sobreidentificada si pueden obtenerse más de un valor para algunos de los parámetros de las ecuaciones estructurales. Gujarati. (2004).

Reglas para la identificación

La identificación de una ecuación de un modelo de ecuaciones simultáneas a través de las ecuaciones de la forma reducida puede ser un proceso laborioso y complicado. Por fortuna existe un procedimiento alternativo en el que solo basta comprobar las llamadas condiciones de orden y de rango de identificación.

Condición de orden de la identificación

De acuerdo con Gujarati, (2004). Se trata de una condición necesaria más no suficiente para la identificación. Puede expresarse de la siguiente manera:

En un modelo de M ecuaciones simultáneas, para que una ecuación esté identificada, el número de variables predeterminadas excluidas de esa ecuación no debe ser menor que el número de variables endógenas incluidas en la ecuación menos uno, es decir:

$$K-k \geq m-1$$

Si $K-k = m-1$ se dice que la ecuación está exactamente identificada, y si

$K-k > m-1$ se tiene entonces una ecuación sobreidentificada.

Donde:

K = Número total de variables exógenas presentes en el modelo.

k = Número de variables exógenas incluidas en la ecuación.

m =Número de variables endógenas incluidas en la ecuación.

M =Número total de variables endógenas presentes en el modelo.

Aplicando el concepto anterior al modelo de trabajo:

a).- Identidad para la cantidad de agua demandada de las presas:

$K=21$, $k=0$, $M=13$ y $m=7$

De donde: $K-k=21$; $m-1=6$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

b).-Identidad para la cantidad de agua demandada del subsuelo:

$K=21$, $k=1$, $M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=20$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

c).-Identidad para la cantidad total de agua demandada en el norte de Sinaloa.

$K=21$, $k=0$, $M=13$ y $m=6$

De donde: $K-k=21$; $m-1=5$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

d).- Ecuación para el precio del agua para riego agrícola por gravedad.

$K=21$, $k=4$, $M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=17$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

e).- Ecuación para la demanda de agua en el sector agrícola.

$K=21$, $k=5$, $M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=16$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

f).- Ecuación para el precio del agua en el sector pecuario. (PRASP).

$K=21$, $k=4$, $M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=17$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

g).- Ecuación para la demanda de agua en el sector pecuario. (QADSP).

$K=21$, $k=5$, $M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=16$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

h).- Ecuación para el precio del agua en el sector residencial. (PRAR2).

$K=21, k=6, M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=15$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

i).- Ecuación para la demanda de agua en el sector residencial. (QADSR).

$K=21, k=5, M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=16$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

j).- Ecuación para el precio de agua en el sector industrial. (PRAUI).

$K=21, k=5, M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=16$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

k).- Ecuación para la demanda de agua en el sector industrial. (QADI).

$K=21, k=6, M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=15$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

l).- Ecuación para el precio del agua en el sector comercial. (PRAUC2).

$K=21, k=5, M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=16$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

m).- Ecuación para la demanda de agua en el sector comercial.

$K=21, k=4, M=13$ y $m=2$

De donde: $K-k=17$; $m-1=1$, encontrando que $K-k > m-1$ Por lo que se tiene una ecuación sobreidentificada.

Atendiendo a los resultados anteriores, todas las identidades y ecuaciones que componen el modelo están sobreidentificadas, es decir, sus parámetros pueden adoptar más de un valor. De acuerdo con Gujarati (2004), no obstante a esta condición de sobreidentificación, existe la posibilidad de que alguna de las ecuaciones realmente no estén identificadas dado a que las variables predeterminadas excluidas de la ecuación pero presentes en el modelo pueden ser no independientes y provocar que no exista correspondencia uno a uno entre los coeficientes de la forma estructural y los de la forma reducida. La condición de sobreidentificación en las

expresiones que componen al modelo hace necesaria la aplicación del método de mínimos cuadrados de dos etapas.

Condición de rango de la identificación

Atendiendo a Gujarati (2004), en un modelo que contiene M variables endógenas en M ecuaciones, una ecuación estará identificada si y solo si puede construirse por lo menos un determinante diferente de cero, de orden $(M-1)(M-1)$ a partir de los coeficientes de las variables (endógenas y predeterminadas) excluidas de esa ecuación particular, pero incluidas en las otras ecuaciones del modelo. Es decir, la condición de rango de la identificación puede aplicarse atendiendo el siguiente procedimiento:

- a) Escribir el sistema en forma tabular.
- b) Eliminar los coeficientes de la fila en la cual aparece la ecuación considerada.
- c) Eliminar las columnas en las que se tienen coeficientes diferentes de cero.
- d) Los datos restantes corresponden únicamente a los coeficientes de las variables incluidas en el sistema pero no en la ecuación en consideración.
- e) Con los datos anteriores formar todas las matrices posibles de orden $(M-1) (M-1)$ y obtener sus determinantes. Si alguno de los determinantes encontrados es diferente de cero, la ecuación en cuestión estará identificada ya sea en forma exacta o sobreidentificada.

El análisis de las condiciones de orden y rango necesarias para la determinación de la identificación de una ecuación dada en un sistema de ecuaciones simultáneas lleva a establecer los siguientes criterios útiles para la identificación de ecuaciones estructurales:

1. Si $K-k > m-1$ y el rango de la matriz A es $M-1$, la ecuación está sobreidentificada.
2. Si $K-k = m-1$ y el rango de la matriz A es $M-1$, la ecuación está exactamente identificada.
3. Si $K-k \geq m-1$ y el rango de la matriz A es menor que $M-1$, la ecuación estará subidentificada.
4. Si $K-k < m-1$, el rango de la matriz A debe ser menor que $M-1$ y la ecuación estructural dada estará subidentificada.

El proceso de identificación de una ecuación estructural se apoya además en la teoría de matrices, específicamente, en la aplicación de los teoremas útiles en la solución de determinantes. Algunos de estos son los siguientes:

- a).-El determinante de cualquier matriz con dos columnas o hileras iguales es igual a cero.

b).-El determinante de cualquier matriz que contenga al menos una hilera o columna igual a cero es nulo.

c).-El determinante de una matriz que contiene dos o más columnas o hileras proporcionales siempre es igual a cero.

Aplicando los conceptos anteriores a la identificación del modelo:

MATRIZ INICIAL

INTERCEPTO	PRARG2	QADRG	PRASP	QADSP	PRAR2	QADSR	PRAUI	QADI	PRAUC2	QADSC	QADP
I	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b31	0	0	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0
-b41	0	0	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0
-b51	0	0	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0
-b61	0	0	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0
-b71	0	0	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0
-b81	0	0	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0
-b91	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0
-b101	0	0	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1
0	0	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0

QASUBD	QTADNS	PRARG2	PIBPCRS	QADSRL	PPLUV	PIBPCRS	PRAR2L	NHRG	PREUA	PPRA	QADRGL
Z12	Z13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23
0	0	-b13	-b14	-b15	-b16	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-b23	-b24	-b25	-b26	-b27	0
0	0	0	-b33	-b36	0	0	0	0	0	0	-b34
0	0	-b47	0	0	-b46	-b45	0	0	-b43	0	0
0	0	0	-b54	0	0	0	-b53	-b57	0	0	-b56
0	0	-b66	0	0	0	-b64	0	0	0	0	0
0	0	0	-b74	-b75	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-b84	0	0	-b87	-b85	0	0	0	0	0
0	0	0	-b96	-b95	0	0	0	0	0	0	-b94
0	0	0	0	0	0	-b105	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PREUAL	PRPGBP	CPCAR	TEMP	PRER	PEREMP	CAP1	PRAUIL	PREUIL	PRAUC2	PPLUVL	PREUC3	DEAGPN
X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-b55	-b58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-b77	0	0	-b76	-b73	0	0	0	0	0
0	0	0	-b86	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0
0	0	0	-b106	0	0	0	-b104	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1.DETERMINACIÓN DEL RANGO PARA LA ECUACION DEL PRECIO DEL AGUA PARA USO AGRICOLA. PRARG2.

I	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X18	X19	X20	X21
-b21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b23	-b24	-b25	-b26
-b31	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b41	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b45	0	0	-b43
-b51	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	0	0	0	-b53	-b57	0
-b61	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	0	0	-b64	0	0	0
-b71	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b81	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	0	0	-b85	0	0	0
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	0	0	0	0
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	-b105	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0

X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36
-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b34	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b56	0	0	-b55	-b58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-b77	0	0	-b76	-b73	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-b86	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0	0
0	-b94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0
0	0	0	0	0	-b106	0	0	0	-b104	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

MATRIZ PRARG2: 12*31; $|\text{PRARG2}| \neq 0$.

2.- DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACION PARA LA DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO POR GRAVEDAD. QADRG.

I	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X14	X15	X16
-b11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b13	-b14	-b15
-b31	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b33	-b36
-b41	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b47	0	0
-b51	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	0	0	0	-b54	0
-b61	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	0	0	-b66	0	0
-b71	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	0	0	-b74	-b75
-b81	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	0	0	-b84	0	0
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	0	-b96	-b95
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0
0	0	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0
X17	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36
-b16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b34	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b46	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b56	0	0	-b55	-b58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-b77	0	0	-b76	-b73	0	0	0	0	0
-b87	0	0	0	0	-b86	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0	0
0	-b94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0
0	0	0	0	0	-b106	0	0	0	-b104	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: 12 * 31; |QADRG| ≠ 0.

3.- DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DEL PRECIO DE AGUA PARA USO PECUARIO. PRASP.

I	Z1	Z2	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X14	X17	X18	X19
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b13	-b16	0	0
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b23	-b24
-b41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b47	-b46	-b45	0
-b51	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b53
-b61	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	0	0	-b66	0	-b64	0
-b71	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b81	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	0	0	-b84	-b87	-b85	0
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	0	0	0	0
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	0	0	-b105	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0

X20	X21	X22	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b25	-b26	-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b43	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b57	0	0	0	-b55	-b58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-b77	0	0	-b76	-b73	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-b86	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0
0	0	0	0	0	-b106	0	0	0	-b104	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: 12 * 30; |PRASP| ≠ 0.

4.- DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO PECUARIO. QADSP.

I	Z1	Z2	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X15	X16	X19	X20
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b14	-b15	0	0
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b24	-b25
-b31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b33	-b36	0	0
-b51	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	0	0	-b54	0	-b53	-b57
-b61	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b71	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	0	-b74	-b75	0	0
-b81	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	-b96	-b95	0	0
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0

X22	X23	X24	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b34	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b56	0	-b55	-b58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-b77	0	0	-b76	-b73	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-b86	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0	0
0	-b94	0	0	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0
0	0	0	0	-b106	0	0	0	-b104	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: 12 * 29; $|QADSP| \neq 0$.

5.-DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DEL PRECIO DE AGUA PARA USO RESIDENCIAL. PRAR2.

I	Z1	Z2	Z3	Z4	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X14	X16	X17	X18
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b13	-b15	-b16	0
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b23
-b31	0	0	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	0	-b36	0	0
-b41	0	0	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	-b47	0	-b46	-b45
-b61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b66	0	0	-b64
-b71	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	0	0	-b75	0	0
-b81	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	0	0	-b84	0	-b87	-b85
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	0	-b95	0	0
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	0	0	0	-b105
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0

X19	X21	X22	X24	X25	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b24	-b26	-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b43	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-b76	-b73	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-b104	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: 12 * 29; |PRAR2| ≠ 0.

6.-DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO RESIDENCIAL. QADSR.

I	Z1	Z2	Z3	Z4	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X15	X16	X17	X19
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b14	-b15	-b16	0
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b24
-b31	0	0	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	-b33	-b36	0	0
-b41	0	0	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b46	0
-b51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b54	0	0	-b53
-b71	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	0	-b74	-b75	0	0
-b81	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	0	0	0	0	-b87	0
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	-b96	-b95	0	0
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0

X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X31	X32	X33	X34	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b25	-b26	-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	-b34	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	-b43	0	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0
-b57	0	0	-b56	0	0	-b55	-b58	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-b77	-b73	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-b86	0	-b83	-b85	0	0	0
0	0	0	-b94	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-b106	-b104	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: $12 * 29$; $|QADSR| \neq 0$.

7.-DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DEL PRECIO DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL. PRAUI.

I	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X14	X17	X18
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b13	-b16	0
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b23
-b31	0	0	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b41	0	0	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	-b47	-b46	-b45
-b51	0	0	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	0	0	0
-b61	0	0	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	-b66	0	-b64
-b81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b84	-b87	-b85
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	0	0	0
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	0	0	-b105
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0

X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X28	X29	X32	X33	X34	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b24	-b25	-b26	-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-b34	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-b43	0	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0
-b53	-b57	0	0	-b56	0	0	-b55	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-b63	-b65	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0	0
0	0	0	0	-b94	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: $12 * 29; |PRAUI| \neq 0$

8.-DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO INDUSTRIAL. QADI.

I	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z9	Z10	Z11	Z12	Z13	X15	X16
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b14	-b15
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b31	0	0	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	-b33	-b36
-b41	0	0	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b51	0	0	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	-b54	0
-b61	0	0	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	0	0
-b71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b74	-b75
-b91	0	0	0	0	0	0	1	-b92	0	0	0	-b96	-b95
-b101	0	0	0	0	0	0	-b102	1	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0

X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X28	X29	X30	X31	X34	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b24	-b25	-b26	-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-b34	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-b43	0	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0
-b53	-b57	0	0	-b56	0	0	-b55	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b76	-b73	0	0	0
0	0	0	0	-b94	0	0	0	0	0	0	0	-b97	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b104	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: 12 * 28; |QADI| ≠ 0.

9.-DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DEL PRECIO DE AGUA PARA USO COMERCIAL. PRAUC2.

I	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z11	Z12	Z13	X14	X17	X18
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b13	-b16	0
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b23
-b31	0	0	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b41	0	0	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	-b47	-b46	-b45
-b51	0	0	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	0	0	0
-b61	0	0	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	-b66	0	-b64
-b71	0	0	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	0	0
-b81	0	0	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	-b84	-b87	-b85
-b101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b105
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0
0	0	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0

X19	X20	X21	X22	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X35	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b24	-b25	-b26	-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-b43	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b53	-b57	0	0	0	0	-b55	-b58	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-b77	0	0	-b76	-b73	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-b86	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0
0	0	0	0	0	0	0	-b106	0	0	0	-b104	0	0	-b103	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: $12 * 28; |PRAUC2| \neq 0$

10.-DETERMINACION DEL RANGO DE LA ECUACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO COMERCIAL. QADSC.

I	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z11	Z12	Z13	X14	X15	X16	X17
-b11	1	-b12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b13	-b14	-b15	-b16
-b21	-b22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b31	0	0	1	-b32	0	0	0	0	0	0	0	0	-b33	-b36	0
-b41	0	0	-b42	1	0	0	0	0	0	0	0	-b47	0	0	-b46
-b51	0	0	0	0	1	-b52	0	0	0	0	0	0	-b54	0	0
-b61	0	0	0	0	-b62	1	0	0	0	0	0	-b66	0	0	0
-b71	0	0	0	0	0	0	1	-b72	0	0	0	0	-b74	-b75	0
-b81	0	0	0	0	0	0	-b82	1	0	0	0	-b84	0	0	-b87
-b91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b96	-b95	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-0.5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	-1	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	1	0	0	0	0

X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X28	X29	X30	X32	X33	X34	X36
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-b24	-b25	-b26	-b27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	-b34	-b35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	-b43	0	0	0	-b44	0	0	0	0	0	0	0	0
-b53	-b57	0	0	-b56	0	0	-b55	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-b63	-b65	-b67	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b76	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-b83	-b85	0	0
0	0	0	0	-b94	0	0	0	0	0	0	0	-b93	-b97	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ORDEN: $12 * 31; |QADSC| \neq 0$

Anexo 2. El programa en SAS y forma estructural del modelo

5.5 El modelo en SAS

El programa en SAS para determinar las expresiones para la demanda de agua en los sectores residencial, agrícola, pecuario, comercial e industrial de los Municipios: Ahome, Choix y El Fuerte, Estado de Sinaloa.

16 AGOSTO DEL 2011

```
DATA AGUA; MERGE INDICES PRECIOS SP SA SR SI SC DT; BY T;
PROC PRINT;
PROC MEANS;
PROC CORR;
VAR PRARG2 QADRG PRASP QADSP PRAR2 QADSR PRAUI QADI PRAUC2 QADSC;
RUN;
PROC SYSLIN 2SLS DATA = AGUA FIRST OUTEST=B OUT=AQUA REDUCED;
ENDOGENOUS PRARG2 QADRG PRASP QADSP PRAR2 QADSR PRAUI QADI PRAUC2
QADSC QADP QASUBD QTADNS;
/*CANTIDAD ANUAL DE AGUA DEMANDADA DE LAS PRESAS*/
IDENTITY QADP= QADSR + QADRG + QADI + QADSC + QADSP-QASUBD;
/*CANTIDAD ANUAL DE AGUA DEMANDADA DEL SUBSUELO*/
IDENTITY QASUBD = 0.5*QADSP-0.5*DEAGPNS;
/*DEMANDA TOTAL ANUAL DE AGUA EN LA REGION NORTE DE SINALOA*/
IDENTITY QTADNS= QADSP + QADRG +QADSR + QADI + QADSC;
INSTRUMENTS PRAR2L PRARGL PIBPCRS CAP1 TEMP PRER CPCAR PIBPCRS
PEREM PPLUV QADRGL PREUA PRARGL NHRG PRASPL PRPGBP PRAUIL PRAUC2L
PREUC3 DEAGPNS;
MODEL PRARG2 = QADRG PRARG2L PIBPCRS QADSRL PPLUV; OUTPUT
R=PRARG2R P=PRARG2PRE;
MODEL QADRG = PRARG2 PIBPCRS PRAR2L NHRG PREUA PPRG; OUTPUT
R=QADRGR P=QADRGP;
MODEL PRASP= QADSP PIBPCRS QADRGL PREUAL QADSRL; OUTPUT R=PRASPR
P=PRASPRE;
MODEL QADSP= PRASP PREUA PRPGBP PIBPCRS PPLUV PRARG2L; OUTPUT
R=QADSPR P=QADSPRE;
MODEL PRAR2 = QADSR PRAR2L PIBPCRS CPCAR QADRGL NHRG TEMP; OUTPUT
R=PRAR2R P=PRAR2PRE;
MODEL QADSR = PRAR2 PRER PIBPCRS PEREMP PRARG2L CAP1; OUTPUT R=
QADSR R=P=QADSRPRE;
MODEL PRAUI= QADI PRAUIL PIBPCRS QADSRL CAP1 TEMP; OUTPUT R=PRAUIR
P=PRAUIPRE;
MODEL QADI= PRAUI PREUIL PRARG2L PRAUC2L PIBPCRS TEMP PPLUV;OUTPUT
R= QADIR P=QADIPRE;
MODEL PRAUC2= QADSC PRAUC2L QADRGL QADSRL PIBPCRS PPLUVL; OUTPUT
R=PRAUC2R P=PRAUC2PRE;
MODEL QADSC = PRAUC2 PREUC3 PRAUIL PIBPCRS TEMP; OUTPUT R= QADSCR
P=QADSCPRE;
```

```
PROC CORR;  
VAR PRARG2PRE QADRGPRES PRASPRE QADSPRE PRAR2PRE QADSRPRE PRAUIPRE  
QADIPRE PRAUC2PRE QADSCPRE;  
RUN;  
PROC UNIVARIATE DATA=AQUA NORMAL; VAR QADRGR QADSPR QADSRR  
QADIR QADSCR;  
RUN;  
PROC PRINT;
```

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model PRARG2
Dependent Variable PRARG2

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	5	2.541576	0.508315	36.30	<.0001
Error	14	0.196054	0.014004		
Corrected Total	19	2.737630			

Root MSE 0.11834 R-Square 0.92839
Dependent Mean 0.96610 Adj R-Sq 0.90281
Coeff Var 12.24904

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.056571	0.244442	0.23	0.8203
QADRG	1	-0.00017	0.000106	-1.65	0.1219
PRARG2L	1	0.592355	0.207660	2.85	0.0128
PIBPCRS�	1	0.000134	0.000253	0.53	0.6032
QADSRL	1	0.027801	0.014250	1.95	0.0714
PPLUV	1	-0.00017	0.000276	-0.61	0.5530

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model QADRG
Dependent Variable QADRG

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	6	2140817	356802.9	15.71	<.0001
Error	13	295173.0	22705.61		
Corrected Total	19	2435990			

Root MSE 150.68382 R-Square 0.87883
Dependent Mean 2084.21217 Adj R-Sq 0.82290
Coeff Var 7.22977

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	-1306.78	630.1537	-2.07	0.0585
PRARG2	1	-265.767	190.5446	-1.39	0.1865
PIBPCRS	1	0.447933	0.539844	0.83	0.4217
PRAR2L	1	-2041.01	6902.193	-0.30	0.7721
NHRG	1	0.010522	0.002205	4.77	0.0004
PREUA	1	10492.08	18326.55	0.57	0.5767
PPRAL	1	2.805357	7.584198	0.37	0.7174

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model PRASP
Dependent Variable PRASP

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	6	0.059684	0.009947	19.45	<.0001
Error	13	0.006650	0.000512		
Corrected Total	19	0.066334			

Root MSE 0.02262 R-Square 0.89976
Dependent Mean 0.16476 Adj R-Sq 0.85349
Coeff Var 13.72694

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.281560	0.454183	0.62	0.5460
QADSP	1	-0.00354	0.110735	-0.03	0.9750
PRASPL	1	0.202950	0.353810	0.57	0.5760
PIBPCRS	1	0.000123	0.000091	1.35	0.2014
QADRGL	1	-5.21E-6	0.000023	-0.23	0.8230
PREUAL	1	6.363283	6.892788	0.92	0.3727
QADSRL	1	-0.01013	0.009196	-1.10	0.2904

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model QADSP
Dependent Variable QADSP

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	6	1.926845	0.321141	109.84	<.0001
Error	13	0.038008	0.002924		
Corrected Total	19	1.964853			

Root MSE	0.05407	R-Square	0.98066
Dependent Mean	5.26092	Adj R-Sq	0.97173
Coeff Var	1.02780		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	4.855770	0.179701	27.02	<.0001
PRASP	1	-1.66053	0.449997	-3.69	0.0027
PREUA	1	36.02241	7.949906	4.53	0.0006
PRPGBP	1	-0.23509	0.960680	-0.24	0.8105
PIBPCRS	1	0.000321	0.000256	1.25	0.2319
PPLUV	1	0.000098	0.000137	0.71	0.4897
PRARG2L	1	0.242587	0.092291	2.63	0.0208

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model PRAR2
Dependent Variable PRAR2

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	7	0.000848	0.000121	7.54	0.0013
Error	12	0.000193	0.000016		
Corrected Total	19	0.001040			

Root MSE 0.00401 R-Square 0.81484
Dependent Mean 0.03986 Adj R-Sq 0.70684
Coeff Var 10.05256

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.084609	0.070840	1.19	0.2554
QADSR	1	-0.00429	0.003170	-1.35	0.2014
PRAR2L	1	0.196415	0.216129	0.91	0.3814
PIBPCRS	1	0.000033	0.000013	2.63	0.0220
CPCAR	1	0.002832	0.002279	1.24	0.2377
QADRGL	1	-2.49E-6	3.829E-6	-0.65	0.5275
NHRG	1	-8.99E-8	4.932E-8	-1.82	0.0932
TEMP	1	-0.00332	0.001704	-1.95	0.0750

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model QADSR
Dependent Variable QADSR

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	6	569.5999	94.93331	259.12	<.0001
Error	13	4.762851	0.366373		
Corrected Total	19	574.3627			

Root MSE 0.60529 R-Square 0.99171
Dependent Mean 26.01716 Adj R-Sq 0.98788
Coeff Var 2.32649

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	-4.21276	3.499925	-1.20	0.2502
PRAR2	1	-52.1744	23.14801	-2.25	0.0421
PRER	1	-657.421	134.8184	-4.88	0.0003
PIBPCRS	1	0.000831	0.003031	0.27	0.7882
PEREMP	1	0.000112	0.000014	7.77	<.0001
PRARG2L	1	2.583079	0.951827	2.71	0.0177
CAP1	1	-0.00012	0.000133	-0.89	0.3920

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model PRAUI
Dependent Variable PRAUI

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	6	0.037301	0.006217	8.93	0.0005
Error	13	0.009047	0.000696		
Corrected Total	19	0.046347			

Root MSE	0.02638	R-Square	0.80481
Dependent Mean	0.13013	Adj R-Sq	0.71472
Coeff Var	20.27239		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.442101	0.312937	1.41	0.1812
QADI	1	-0.04782	0.105029	-0.46	0.6564
PRAUIL	1	0.931075	0.246100	3.78	0.0023
PIBPCRS	1	0.000047	0.000087	0.54	0.5973
QADSRL	1	0.002453	0.003002	0.82	0.4285
CAP1	1	-0.00001	5.701E-6	-1.81	0.0935
TEMP	1	-0.01767	0.011812	-1.50	0.1587

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model QADI
Dependent Variable QADI

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	7	0.362279	0.051754	39.96	<.0001
Error	12	0.015544	0.001295		
Corrected Total	19	0.377822			

Root MSE	0.03599	R-Square	0.95886
Dependent Mean	0.60904	Adj R-Sq	0.93486
Coeff Var	5.90936		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.232807	0.539506	0.43	0.6737
PRAUI	1	-0.35024	0.381850	-0.92	0.3771
PREUIL	1	-49.9115	9.215896	-5.42	0.0002
PRARG2L	1	0.138943	0.059400	2.34	0.0374
PRAUC2L	1	2.228582	0.559676	3.98	0.0018
PIBPCRS	1	0.000161	0.000123	1.31	0.2153
TEMP	1	0.020072	0.022278	0.90	0.3853
PPLUV	1	-0.00011	0.000085	-1.34	0.2038

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model PRAUC2
Dependent Variable PRAUC2

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	6	0.020018	0.003336	10.35	0.0003
Error	13	0.004190	0.000322		
Corrected Total	19	0.024208			

Root MSE 0.01795 R-Square 0.82691
Dependent Mean 0.09593 Adj R-Sq 0.74702
Coeff Var 18.71516

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	0.910848	0.400512	2.27	0.0406
QADSC	1	-0.57608	0.257695	-2.24	0.0436
PRAUC2L	1	1.063487	0.277815	3.83	0.0021
QADRGL	1	0.000028	0.000024	1.16	0.2663
QADSRL	1	0.009567	0.003979	2.40	0.0318
PIBPCRS�	1	0.000105	0.000056	1.87	0.0848
PPLUVL	1	-0.00004	0.000044	-0.93	0.3692

Sistema SAS

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Model QADSC
Dependent Variable QADSC

Análisis de varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Model	5	0.195932	0.039186	19.01	<.0001
Error	14	0.028864	0.002062		
Corrected Total	19	0.224796			

Root MSE	0.04541	R-Square	0.87160
Dependent Mean	2.21416	Adj R-Sq	0.82574
Coeff Var	2.05072		

Estimadores de parámetros

Variable	DF	Estimadores de parámetros	Error estándar	Valor t	Pr > t
Intercept	1	1.695990	0.511427	3.32	0.0051
PRAUC2	1	-0.12381	0.626359	-0.20	0.8461
PREUC3	1	-7.05195	3.113775	-2.26	0.0399
PRAUIL	1	0.025504	0.504317	0.05	0.9604
PIBPCRS	1	0.000731	0.000105	6.93	<.0001
TEMP	1	0.006498	0.019720	0.33	0.7466

Anexo 3. Matriz de variables endógenas, su inversa y forma reducida del modelo.

Sistema SAS
The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Endogenous Variables

	PRAR2	QADSR	PRARG2	QADRG	PRASP	QADSP	PRAUI
PRARG2	0	0	1	0.000174	0	0	0
QADRG	0	0	265.7669	1	0	0	0
PRASP	0	0	0	0	1	0.003542	0
QADSP	0	0	0	0	1.660527	1	0
PRAR2	1	0.004286	0	0	0	0	0
QADSR	52.17441	1	0	0	0	0	0
PRAUI	0	0	0	0	0	0	1
QADI	0	0	0	0	0	0	0.350243
PRAUC2	0	0	0	0	0	0	0
QADSC	0	0	0	0	0	0	0
—	0	-1	0	-1	0	-1	0
—	0	0	0	0	0	-0.5	0
—	0	-1	0	-1	0	-1	0

Sistema SAS 00:11 Monday, October 18, 2012 614

The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Endogenous Variables

	QADI	PRAUC2	QADSC	QADP	QASUBD	QTADNS
PRARG2	0	0	0	0	0	0
QADRG	0	0	0	0	0	0
PRASP	0	0	0	0	0	0
QADSP	0	0	0	0	0	0
PRAR2	0	0	0	0	0	0
QADSR	0	0	0	0	0	0
PRAUI	0.04782	0	0	0	0	0
QADI	1	0	0	0	0	0
PRAUC2	0	1	0.57608	0	0	0
QADSC	0	0.123814	1	0	0	0
—	-1	0	-1	1	1	0
—	0	0	0	0	1	0
—	-1	0	-1	0	0	1

Sistema SAS
The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Inverse Endogenous Variables

	PRARG2	QADRG	PRASP	QADSP	PRAR2	QADSR	PRAUI
PRAR2	0	0	0	0	1.287986	-0.00552	0
QADSR	0	0	0	0	-67.1999	1.287986	0
PRARG2	1.048455	-0.00018	0	3.86E-20	1.03E-18	3.33E-21	-965E-23
QADRG	-278.645	1.048455	0	-222E-18	-59E-16	-191E-19	5.55E-17
PRASP	0	0	1.005916	-0.00356	0	0	0
QADSP	0	0	-1.67035	1.005916	0	0	0
PRAUI	0	0	0	0	0	0	1.017034
QADI	0	0	0	0	0	0	-0.35621
PRAUC2	0	0	0	0	0	0	0
QADSC	0	0	0	0	0	0	0
QADP	-278.645	1.048455	-0.83518	0.502958	-67.1999	1.287986	-0.35621
QASUBD	0	0	-0.83518	0.502958	0	0	0
QTADNS	-278.645	1.048455	-1.67035	1.005916	-67.1999	1.287986	-0.35621

Inverse Endogenous Variables

	QADI	PRAUC2	QADSC	—	—	—
PRAR2	0	0	0	0	0	0
QADSR	0	0	0	0	0	0
PRARG2	0	0	0	0	0	0
QADRG	0	0	0	0	0	0
PRASP	0	0	0	0	0	0
QADSP	0	0	0	0	0	0
PRAUI	-0.04863	0	0	0	0	0
QADI	1.017034	0	0	0	0	0
PRAUC2	0	1.076805	-0.62033	0	0	0
QADSC	0	-0.13332	1.076805	0	0	0
QADP	1.017034	-0.13332	1.076805	1	-1	0
QASUBD	0	0	0	0	1	0
QTADNS	1.017034	-0.13332	1.076805	-359E-19	0	1

Sistema SAS
The SYSLIN Procedure
Two-Stage Least Squares Estimation

Reduced Form

	Intercept	PRARG2L	PIBPCRSL	QADSRL	PPLUV	PIBPCRS	PRAR2L	NHRG
PRAR2	0.132228	-0.01426	0.000043	0	0	-4.59E-6	0.25298	-1.16E-7
QADSR	-11.1117	3.326971	-0.00222	0	0	0.001071	-13.1991	6.044E-6
PRARG2	0.297564	0.621057	0.000141	0.029148	-0.00018	-0.00008	0.372116	-1.92E-6
QADRG	-1385.86	-165.057	-0.03743	-7.74659	0.046786	0.469637	-2139.9	0.011031
PRASP	0.265926	-0.00086	0.000123	-0.01019	-3.48E-7	-1.14E-6	0	0
QADSP	4.414193	0.244022	-0.00021	0.016928	0.000098	0.000322	0	0
PRAUI	0.438309	-0.00676	0.000048	0.002495	5.562E-6	-7.82E-6	0	0
QADI	0.079292	0.14131	-0.00002	-0.00087	-0.00012	0.000163	0	0
PRAUC2	-0.07126	0	0.000113	0.010302	0	-0.00045	0	0
QADSC	1.704814	0	-0.00001	-0.00128	0	0.000787	0	0
QADP	-1392.98	-161.466	-0.03978	-7.74028	0.046719	0.471819	-2153.1	0.011037
QASUBD	2.207096	0.122011	-0.0001	0.008464	0.000049	0.000161	0	0
QTADNS	-1390.78	-161.344	-0.03989	-7.73182	0.046768	0.471981	-2153.1	0.011037

	PREUA	PPRAL	PRASPL	QADRGL	PREUAL	PRPGBP	CPCAR	TEMP	PRER
PRAR2	0	0	0	-3.21E-6	0	0	0.003647	-0.00428	3.628754
QADSR	0	0	0	0.000167	0	0	-0.19028	0.223288	-846.749
PRARG2	-1.91292	-0.00051	0	-256E-26	0	-908E-23	2.91E-21	-324E-23	-219E-20
QADRG	11000.47	2.941289	0	1.47E-20	0	5.22E-17	-167E-19	1.86E-17	1.26E-14
PRASP	-0.12833	0	0.20415	-5.24E-6	6.400927	0.000838	0	0	0
QADSP	36.23551	0	-0.339	8.699E-6	-10.6289	-0.23648	0	0	0
PRAUI	0	0	0	0	0	0	0	-0.01894	0
QADI	0	0	0	0	0	0	0	0.026706	0
PRAUC2	0	0	0	0.00003	0	0	0	-0.00403	0
QADSC	0	0	0	-3.67E-6	0	0	0	0.006997	0
QADP	11018.59	2.941289	-0.1695	0.000168	-5.31446	-0.11824	-0.19028	0.256991	-846.749
QASUBD	18.11775	0	-0.1695	4.35E-6	-5.31446	-0.11824	0	0	0
QTADNS	11036.7	2.941289	-0.339	0.000172	-10.6289	-0.23648	-0.19028	0.256991	-846.749

	PEREMP	CAP1	PRAUIL	PREUIL	PRAUC2L	PPLUVL	PREUC3	DEAGPNS
PRAR2	-6.19E-7	6.497E-7	0	0	0	0	0	0
QADSR	0.000145	-0.00015	0	0	0	0	0	0
PRARG2	3.73E-25	-292E-27	-899E-23	0	0	0	0	0
QADRG	-215E-23	1.68E-21	5.17E-17	0	0	0	0	0
PRASP	0	0	0	0	0	0	0	0
QADSP	0	0	0	0	0	0	0	0
PRAUI	0	-0.00001	0.946935	2.427437	-0.10839	0	0	0
QADI	0	3.675E-6	-0.33166	-50.7617	2.266544	0	0	0
PRAUC2	0	0	-0.01582	0	1.145168	-0.00004	4.37451	0
QADSC	0	0	0.027462	0	-0.14179	5.399E-6	-7.59358	0
QADP	0.000145	-0.00015	-0.3042	-50.7617	2.124756	5.399E-6	-7.59358	0.5
QASUBD	0	0	0	0	0	0	0	-0.5
QTADNS	0.000145	-0.00015	-0.3042	-50.7617	2.124756	5.399E-6	-7.59358	0

Anexo 4. Información utilizada para la solución del modelo

Obs	T	IRPC	INPC	INPCPRIM	INPCSEC	INPCTER	INPCELEC	INPPA	INPPRISP	INPPRICP	INPPSECP
1	1990	10.7174	9.9018	15.9445	12.9171	13.6431	11.4330	17.279	18.376	18.681	17.299
2	1991	13.2914	12.1958	15.9445	12.9171	13.6431	11.4330	21.016	22.352	22.941	21.026
3	1992	15.1974	14.2166	16.9820	14.6531	16.2680	13.5465	23.608	27.040	28.116	23.171
4	1993	16.6486	15.4252	17.4159	15.9366	18.3609	14.2881	25.358	28.381	29.630	25.026
5	1994	17.6899	16.5619	18.1355	16.8199	19.9824	15.1071	26.908	29.702	30.727	26.640
6	1995	23.7902	23.3500	24.6971	24.0315	24.9748	18.5888	37.304	37.774	37.180	37.739
7	1996	32.3305	32.4680	35.0363	34.3659	32.0887	23.5578	49.944	53.052	52.654	50.261
8	1997	39.2759	39.7435	41.1645	41.9290	39.0778	28.3564	58.707	60.327	60.286	59.282
9	1998	45.9745	45.8901	48.4330	49.1753	45.4325	32.6007	68.085	71.278	71.595	68.652
10	1999	53.6442	54.1406	52.4002	57.8207	53.4978	36.8717	77.778	79.362	80.035	78.639
11	2000	58.7690	59.3322	52.5923	63.4107	59.3319	41.3560	83.876	77.722	78.190	85.459
12	2001	62.4748	63.1215	54.9186	66.7672	63.2963	45.2287	88.086	84.531	85.965	89.381
13	2002	65.3437	66.0941	56.9780	68.8460	67.8592	49.8050	91.312	88.865	90.170	92.021
14	2003	69.0083	69.1422	61.3343	71.1578	71.8070	51.5705	97.075	94.124	94.662	97.695
15	2004	72.8596	73.4195	67.2635	73.9968	75.0371	55.0487	105.406	106.536	106.305	105.519
16	2005	75.8261	76.5215	68.6565	77.3990	78.1977	56.6404	109.160	116.030	116.383	108.778
17	2006	78.5074	79.5984	74.8418	79.7397	80.9960	59.4355	115.844	124.764	122.627	115.310
18	2007	81.8550	83.1013	79.6465	83.1656	83.8267	61.4876	120.769	133.040	128.794	119.955
19	2008	86.7962	88.3408	85.8694	87.7396	87.8154	64.2625	129.686	143.775	140.298	128.584
20	2009	92.0566	93.6704	95.2461	93.7805	90.8315	65.5783	137.344	158.701	154.967	135.894
21	2010	96.1791	97.5938	94.9196	97.8983	94.2659	69.2019	141.808	168.733	162.502	139.708

Obs	INPPTERP	INPPELEP	PIBSINOM	PIBPCNOM	PIBPCNL	PIBSINR	PIBSINR2	PIBPCRS	PIBPCRSL
1	.	10.944	25673791455	11648.44	.	2395534416.0	2592835436.4	1086.88	.
2	.	14.312	26070056311	11603.73	11648.44	1961418271.1	2137632436.6	873.02	1086.88
3	.	17.189	26472437359	11559.20	11603.73	1741909891.9	1862078242.5	760.61	873.02
4	.	19.020	26891848000	11519.46	11559.20	1615261406.5	1743367350.2	691.92	760.61
5	.	20.633	28640405000	12035.63	11519.46	1619029583.3	1729294289.2	680.37	691.92
6	.	26.051	34711327000	14309.97	12035.63	1459058583.6	1486568722.5	601.51	680.37
7	45.050	34.002	48155203000	19675.16	14309.97	1489467272.7	1483160966.6	608.56	601.51
8	54.949	39.761	57338340000	23218.17	19675.16	1459884643.3	1442708300.5	591.16	608.56
9	63.741	45.464	69588077000	27927.08	23218.17	1513622910.7	1516406024.2	607.45	591.16
10	74.884	51.509	80786268000	32131.87	27927.08	1505964149.6	1492158042.9	598.98	607.45
11	83.002	58.138	96569985000	38066.98	32131.87	1643213035.0	1627615017.8	647.74	598.98
12	88.930	63.360	99888549000	39156.55	38066.98	1598860231.1	1582481002.7	626.76	647.74
13	94.506	79.026	109461390000	42670.94	39156.55	1675162650.4	1656144668.0	653.02	626.76
14	98.229	88.340	119362180000	46272.24	42670.94	1729679450.2	1726329980.8	670.53	653.02
15	102.951	100.110	138472005000	53382.42	46272.24	1900531028.5	1886038530.6	732.67	670.53
16	107.883	103.887	177699035000	68124.59	53382.42	2343506249.4	2322211838.6	898.43	732.67
17	112.501	109.954	192556533000	72950.39	68124.59	2452719576.1	2419101905.8	929.22	898.43
18	116.418	114.670	218443784000	81782.36	72950.39	2668667893.5	2628645623.0	999.11	929.22
19	121.682	126.898	241338448000	89288.80	81782.36	2780517712.4	2731903965.6	1028.72	999.11
20	127.424	127.552	243011649000	88848.10	89288.80	2639807096.6	2594327013.2	965.15	1028.72
21	132.474	136.294	246705426065	89135.38	88848.10	2565062962.6	2527879514.1	926.76	965.15

Obs	PIBPCRS2	PIBPCRS2L	PEREMP	PEREMPL	TASAEMP	TASAEMPL	PNAR	PRAR	PRARL	PRAR2	PRAR2L
1	1176.39	.	271228.97	.	0.9675	.	0.805	0.0751	.	0.0590	.
2	951.46	1176.39	275611.18	271228.97	0.9657	0.9675	0.805	0.0606	0.0751	0.0590	0.0590
3	813.08	951.46	280064.20	275611.18	0.9567	0.9657	0.805	0.0530	0.0606	0.0495	0.0590
4	746.79	813.08	284589.17	280064.20	0.9645	0.9567	0.805	0.0484	0.0530	0.0438	0.0495
5	726.71	746.79	289187.25	284589.17	0.9563	0.9645	0.805	0.0455	0.0484	0.0403	0.0438
6	612.85	726.71	284745.17	289187.25	0.9754	0.9563	0.805	0.0338	0.0455	0.0322	0.0403
7	605.99	612.85	270114.83	284745.17	0.9655	0.9754	0.805	0.0249	0.0338	0.0251	0.0322
8	584.20	605.99	276071.42	270114.83	0.9602	0.9655	0.967	0.0246	0.0249	0.0247	0.0251
9	608.56	584.20	286471.17	276071.42	0.9578	0.9602	2.000	0.0435	0.0246	0.0440	0.0247
10	593.49	608.56	299213.17	286471.17	0.9490	0.9578	2.250	0.0419	0.0435	0.0421	0.0440
11	641.59	593.49	302874.00	299213.17	0.9534	0.9490	2.250	0.0383	0.0419	0.0379	0.0421
12	620.34	641.59	308096.25	302874.00	0.9589	0.9534	2.250	0.0360	0.0383	0.0355	0.0379
13	645.61	620.34	310857.17	308096.25	0.9639	0.9589	2.600	0.0398	0.0360	0.0383	0.0355
14	669.23	645.61	316379.42	310857.17	0.9649	0.9639	3.050	0.0442	0.0398	0.0425	0.0383
15	727.09	669.23	324469.33	316379.42	0.9547	0.9649	3.130	0.0430	0.0442	0.0417	0.0425
16	890.27	727.09	336372.92	324469.33	0.9678	0.9547	3.130	0.0413	0.0430	0.0400	0.0417
17	916.48	890.27	351553.08	336372.92	0.9688	0.9678	3.210	0.0409	0.0413	0.0396	0.0400
18	984.13	916.48	365810.75	351553.08	0.9725	0.9688	3.360	0.0410	0.0409	0.0401	0.0396
19	1010.73	984.13	362050.17	365810.75	0.9646	0.9725	3.490	0.0402	0.0410	0.0397	0.0401
20	948.52	1010.73	371703.67	362050.17	0.9542	0.9646	3.670	0.0399	0.0402	0.0404	0.0397
21	913.33	948.52	375711.50	371703.67	0.9554	0.9542	3.840	0.0399	0.0399	0.0407	0.0404

Obs	PNASP	PRASP	PRASPL	PRASP2	PRASP2L	PNARG	PRARG	PRARGL	PRARG2	PRARG2L	PNAUI	PRAUI	PRAUIL
1	4.0	0.3732	.	0.2509	.	8.52	0.4933	.	0.5346	.	2.26	0.22777	.
2	4.0	0.3009	0.3732	0.2509	0.2509	8.52	0.4056	0.4933	0.5346	0.5346	2.26	0.18492	0.22777
3	4.0	0.2632	0.3009	0.2355	0.2509	9.25	0.3918	0.4056	0.5447	0.5346	2.26	0.15864	0.18492
4	4.0	0.2403	0.2632	0.2297	0.2355	9.25	0.3648	0.3918	0.5311	0.5447	2.26	0.14621	0.15864
5	5.0	0.2826	0.2403	0.2757	0.2297	14.77	0.5487	0.3648	0.8142	0.5311	2.26	0.13617	0.14621
6	5.0	0.2102	0.2826	0.2025	0.2757	14.77	0.3958	0.5487	0.5978	0.8142	2.26	0.09659	0.13617
7	5.0	0.1547	0.2102	0.1427	0.2025	16.33	0.3270	0.3958	0.4661	0.5978	2.26	0.06961	0.09659
8	6.0	0.1528	0.1547	0.1458	0.1427	22.25	0.3790	0.3270	0.5405	0.4661	3.10	0.07800	0.06961
9	6.0	0.1305	0.1528	0.1239	0.1458	27.14	0.3986	0.3790	0.5604	0.5405	3.10	0.06755	0.07800
10	7.0	0.1305	0.1305	0.1336	0.1239	36.12	0.4645	0.3986	0.6894	0.5604	3.10	0.05726	0.06755
11	7.0	0.1191	0.1305	0.1331	0.1336	43.30	0.5162	0.4645	0.8232	0.6894	3.10	0.05225	0.05726
12	8.0	0.1281	0.1191	0.1457	0.1331	62.37	0.7081	0.5162	1.1357	0.8232	3.10	0.04911	0.05225
13	8.0	0.1224	0.1281	0.1404	0.1457	71.59	0.7841	0.7081	1.2565	1.1357	10.67	0.16144	0.04911
14	9.0	0.1304	0.1224	0.1467	0.1404	77.90	0.8024	0.7841	1.2700	1.2565	12.56	0.18165	0.16144
15	9.0	0.1235	0.1304	0.1338	0.1467	86.42	0.8199	0.8024	1.2848	1.2700	12.91	0.17584	0.18165
16	10.0	0.1319	0.1235	0.1457	0.1338	93.96	0.8608	0.8199	1.3686	1.2848	12.91	0.16871	0.17584
17	11.0	0.1401	0.1319	0.1470	0.1457	102.53	0.8851	0.8608	1.3699	1.3686	13.22	0.16608	0.16871
18	11.5	0.1405	0.1401	0.1444	0.1470	106.99	0.8859	0.8851	1.3433	1.3699	13.83	0.16642	0.16608
19	12.0	0.1383	0.1405	0.1397	0.1444	120.96	0.9327	0.8859	1.4086	1.3433	14.37	0.16267	0.16642
20	12.0	0.1304	0.1383	0.1260	0.1397	129.96	0.9462	0.9327	1.3644	1.4086	15.12	0.16142	0.16267
21	12.0	0.1248	0.1304	0.1264	0.1260	134.62	0.9493	0.9462	1.4182	1.3644	15.81	0.16200	0.16142

Obs	PRAUI2	PRAUI2L	PRAUI3	PRAUI3L	PNAUC	PRAUC	PRAUCL	PRAUC2	PRAUC2L	PNER	PRER	PRERL
1	0.17460	.	0.21043	.	1.7507	0.1768	.	0.1283	.	0.1212	0.0113	.
2	0.17460	0.17460	0.16968	0.21043	1.7507	0.1435	0.1768	0.1283	0.1283	0.1385	0.0104	0.0113
3	0.15391	0.17460	0.14840	0.16968	1.7507	0.1231	0.1435	0.1076	0.1283	0.1586	0.0104	0.0104
4	0.14152	0.15391	0.13546	0.14840	1.7507	0.1135	0.1231	0.0953	0.1076	0.1776	0.0107	0.0104
5	0.13408	0.14152	0.12749	0.13546	1.7507	0.1057	0.1135	0.0876	0.0953	0.1947	0.0110	0.0107
6	0.09385	0.13408	0.09480	0.12749	1.7507	0.0750	0.1057	0.0701	0.0876	0.2337	0.0098	0.0110
7	0.06576	0.09385	0.06990	0.09480	1.7507	0.0539	0.0750	0.0546	0.0701	0.2495	0.0077	0.0098
8	0.07393	0.06576	0.07893	0.06990	2.4000	0.0604	0.0539	0.0614	0.0546	0.2555	0.0065	0.0077
9	0.06304	0.07393	0.06743	0.07893	2.4000	0.0523	0.0604	0.0528	0.0614	0.2920	0.0064	0.0065
10	0.05361	0.06304	0.05779	0.06743	2.4000	0.0443	0.0523	0.0449	0.0528	0.3345	0.0062	0.0064
11	0.04889	0.05361	0.05275	0.05779	2.4000	0.0405	0.0443	0.0405	0.0449	0.3745	0.0064	0.0062
12	0.04643	0.04889	0.04962	0.05275	2.4000	0.0380	0.0405	0.0379	0.0405	0.4105	0.0066	0.0064
13	0.15498	0.04643	0.16329	0.04962	8.1100	0.1227	0.0380	0.1195	0.0379	0.4928	0.0075	0.0066
14	0.17651	0.15498	0.18201	0.16329	9.5700	0.1384	0.1227	0.1333	0.1195	0.5260	0.0076	0.0075
15	0.17447	0.17651	0.17719	0.18201	9.8200	0.1338	0.1384	0.1309	0.1333	0.5388	0.0074	0.0076
16	0.16680	0.17447	0.17026	0.17719	9.8200	0.1283	0.1338	0.1256	0.1309	0.5625	0.0074	0.0074
17	0.16579	0.16680	0.16839	0.17026	10.0600	0.1264	0.1283	0.1242	0.1256	0.5838	0.0074	0.0074
18	0.16629	0.16579	0.16896	0.16839	10.5200	0.1266	0.1264	0.1255	0.1242	0.6003	0.0073	0.0074
19	0.16378	0.16629	0.16556	0.16896	10.9300	0.1237	0.1266	0.1245	0.1255	0.6165	0.0071	0.0073
20	0.16123	0.16378	0.16425	0.16556	11.5000	0.1228	0.1237	0.1266	0.1245	0.6375	0.0069	0.0071
21	0.16149	0.16123	0.16438	0.16425	12.0200	0.1232	0.1228	0.1275	0.1266	0.6585	0.0068	0.0069

Obs	PRER2	PRER2L	PRER3	PRER3L	PNEUC	PREUC	PREUCL	PREUC2	PREUC2L	PREUC3	PREUC3L	PNEUI
1	0.0106	.	0.0122	.	0.4689	0.0474	.	0.0410	.	0.0344	.	0.13956
2	0.0121	0.0106	0.0114	0.0122	0.5258	0.0431	0.0474	0.0460	0.0410	0.0385	0.0344	0.15614
3	0.0117	0.0121	0.0112	0.0114	0.6052	0.0426	0.0431	0.0447	0.0460	0.0372	0.0385	0.18682
4	0.0124	0.0117	0.0115	0.0112	0.6485	0.0420	0.0426	0.0454	0.0447	0.0353	0.0372	0.19613
5	0.0129	0.0124	0.0118	0.0115	0.6745	0.0407	0.0420	0.0446	0.0454	0.0337	0.0353	0.19886
6	0.0126	0.0129	0.0100	0.0118	0.6745	0.0289	0.0407	0.0363	0.0446	0.0270	0.0337	0.24221
7	0.0106	0.0126	0.0077	0.0100	0.7877	0.0243	0.0289	0.0334	0.0363	0.0245	0.0270	0.27925
8	0.0090	0.0106	0.0064	0.0077	0.9090	0.0229	0.0243	0.0321	0.0334	0.0233	0.0245	0.30430
9	0.0090	0.0090	0.0064	0.0064	1.0193	0.0222	0.0229	0.0313	0.0321	0.0224	0.0233	0.33160
10	0.0091	0.0090	0.0062	0.0064	1.1732	0.0217	0.0222	0.0318	0.0313	0.0219	0.0224	0.37100
11	0.0091	0.0091	0.0063	0.0062	1.2571	0.0212	0.0217	0.0304	0.0318	0.0212	0.0219	0.44390
12	0.0091	0.0091	0.0065	0.0063	1.3070	0.0207	0.0212	0.0289	0.0304	0.0206	0.0212	0.46600
13	0.0099	0.0091	0.0075	0.0065	1.3075	0.0198	0.0207	0.0263	0.0289	0.0193	0.0206	0.47250
14	0.0102	0.0099	0.0076	0.0075	1.5270	0.0221	0.0198	0.0296	0.0263	0.0213	0.0193	0.57550
15	0.0098	0.0102	0.0073	0.0076	1.7620	0.0240	0.0221	0.0320	0.0296	0.0235	0.0213	0.66350
16	0.0099	0.0098	0.0074	0.0073	2.0010	0.0261	0.0240	0.0353	0.0320	0.0256	0.0235	0.75650
17	0.0098	0.0099	0.0073	0.0074	2.2465	0.0282	0.0261	0.0378	0.0353	0.0277	0.0256	0.84800
18	0.0098	0.0098	0.0072	0.0073	2.3100	0.0278	0.0282	0.0376	0.0378	0.0276	0.0277	0.85550
19	0.0096	0.0098	0.0070	0.0072	2.4710	0.0280	0.0278	0.0385	0.0376	0.0281	0.0276	1.05200
20	0.0097	0.0096	0.0068	0.0070	2.3185	0.0248	0.0280	0.0354	0.0385	0.0255	0.0281	0.93250
21	0.0095	0.0097	0.0067	0.0068	2.5200	0.0258	0.0248	0.0364	0.0354	0.0267	0.0255	1.07050

Obs	PREUI	PREUIL	PREUI2	PREUI2L	PREUI3	PREUI3L	PNEUA	PREUA	PREUAL	PREUA2	PREUA2L	QADSR
1	0.0141	.	0.0122	.	0.0108	.	0.0569	0.0036	.	0.0050	.	17.2991
2	0.0128	0.0141	0.0137	0.0150	0.0121	0.0108	0.0657	0.0041	0.0036	0.0057	0.0050	17.9958
3	0.0131	0.0128	0.0138	0.0153	0.0127	0.0121	0.0752	0.0044	0.0041	0.0056	0.0057	18.7236
4	0.0127	0.0131	0.0137	0.0139	0.0123	0.0127	0.0842	0.0048	0.0044	0.0059	0.0056	19.4841
5	0.0120	0.0127	0.0132	0.0141	0.0118	0.0123	0.0913	0.0050	0.0048	0.0060	0.0059	20.2791
6	0.0104	0.0120	0.0130	0.0127	0.0101	0.0118	0.0958	0.0039	0.0050	0.0052	0.0060	21.1104
7	0.0086	0.0104	0.0119	0.0113	0.0081	0.0101	0.1127	0.0032	0.0039	0.0048	0.0052	21.8179
8	0.0077	0.0086	0.0107	0.0092	0.0073	0.0081	0.1514	0.0037	0.0032	0.0053	0.0048	22.5540
9	0.0072	0.0077	0.0102	0.0078	0.0067	0.0073	0.1747	0.0036	0.0037	0.0054	0.0053	23.3195
10	0.0069	0.0072	0.0101	0.0073	0.0064	0.0067	0.2002	0.0038	0.0036	0.0054	0.0054	24.1156
11	0.0075	0.0069	0.0107	0.0076	0.0070	0.0064	0.2241	0.0043	0.0038	0.0054	0.0054	24.9435
12	0.0074	0.0075	0.0103	0.0089	0.0070	0.0070	0.2430	0.0044	0.0043	0.0054	0.0054	25.9049
13	0.0071	0.0074	0.0095	0.0067	0.0069	0.0070	0.2550	0.0045	0.0044	0.0051	0.0054	26.9037
14	0.0083	0.0071	0.0112	0.0079	0.0081	0.0069	0.3000	0.0049	0.0045	0.0058	0.0051	27.9413
15	0.0090	0.0083	0.0121	0.0086	0.0090	0.0081	0.4030	0.0060	0.0049	0.0073	0.0058	28.0740
16	0.0099	0.0090	0.0134	0.0095	0.0098	0.0090	0.5115	0.0075	0.0060	0.0090	0.0073	29.8027
17	0.0107	0.0099	0.0143	0.0105	0.0106	0.0098	0.6490	0.0087	0.0075	0.0109	0.0090	31.4300
18	0.0103	0.0107	0.0139	0.0098	0.0103	0.0106	0.8225	0.0103	0.0087	0.0134	0.0109	32.2876
19	0.0119	0.0103	0.0164	0.0122	0.0120	0.0103	1.0420	0.0121	0.0103	0.0162	0.0134	32.8652
20	0.0100	0.0119	0.0142	0.0105	0.0099	0.0120	1.3210	0.0139	0.0121	0.0201	0.0162	34.6885
21	0.0110	0.0100	0.0155	0.0136	0.0109	0.0099	1.6755	0.0177	0.0139	0.0242	0.0201	36.1019

Obs	QADSR	CPCAR	CPCARL	POB	TEMP	QADSP	QADSPL	NCGBNS	NCGBNSL	CPCABNS	NCGPNS	DEAGPNS
1	.	41.6039	.	415804	24.4	4.82260	.	198027	.	22	63836	0.46600
2	17.2991	42.2972	41.6039	425460	25.2	4.87932	4.3566	200102	198027	22	65353	0.47708
3	17.9958	43.0021	42.2972	435411	24.9	4.94665	4.4022	202647	200102	22	66907	0.48842
4	18.7236	43.7187	43.0021	445671	24.4	4.85794	4.4582	198087	202647	22	68497	0.50003
5	19.4841	44.4473	43.7187	456251	25.7	4.93058	4.3579	200848	198087	22	70125	0.51191
6	20.2791	45.1880	44.4473	467168	26.3	5.04980	4.4187	204306	200848	22	76035	0.55506
7	21.1104	46.5073	45.1880	469129	26.0	4.92013	4.4947	196286	204306	22	82444	0.60184
8	21.8179	47.8652	46.5073	471197	24.8	5.07049	4.3183	200815	196286	22	89393	0.65257
9	22.5540	49.2627	47.8652	473369	24.4	5.07277	4.4179	198418	200815	22	96927	0.70757
10	23.3195	50.7010	49.2627	475643	25.6	5.11221	4.3652	197501	198418	22	105096	0.76720
11	24.1156	52.1814	50.7010	478016	24.7	5.15868	4.3450	196673	197501	22	113954	0.83187
12	24.9435	53.4401	52.1814	484747	25.7	5.16682	4.3268	195000	196673	22	120111	0.87681
13	25.9049	54.7292	53.4401	491578	25.0	5.31756	4.2900	199699	195000	22	126600	0.92418
14	26.9037	56.0494	54.7292	498512	24.7	5.30777	4.3934	196984	199699	22	133440	0.97411
15	27.9413	55.5318	56.0494	505549	24.2	5.38259	4.3337	197993	196984	22	140649	1.02674
16	28.0740	58.1299	55.5318	512692	24.5	5.51102	4.3559	201310	197993	22	148248	1.08221
17	29.8027	60.5189	58.1299	519342	24.6	5.51964	4.4288	199044	201310	22	156257	1.14068
18	31.4300	61.3740	60.5189	526079	24.9	5.57069	4.3790	196994	199044	22	169427	1.23682
19	32.2876	61.6717	61.3740	532906	24.6	5.74916	4.3339	203770	196994	22	173454	1.26621
20	32.8652	64.2590	61.6717	539824	25.5	5.80531	4.4829	201472	203770	22	188073	1.37294
21	34.6885	66.0199	64.2590	546833	24.4	5.88922	4.4324	200026	201472	22	203925	1.48865

Obs	PPLUV	PNPGBP	PRPGBP	PRPGBP1	PRPGBP2	PRPGBPL	PNCP	PRCP	PRCPL	PRCP1	PRCP1L	CPCBNS
1	591.0	7.68	0.4442	0.4177	0.4109	.	3.803	0.35485	.	0.20695	.	11.8
2	707.0	8.49	0.4042	0.3800	0.3703	0.4442	4.760	0.35813	0.35485	0.21296	0.20695	12.7
3	434.5	8.18	0.3464	0.3024	0.2908	0.4042	4.602	0.30282	0.35813	0.17019	0.21296	14.8
4	355.3	8.35	0.3293	0.2942	0.2818	0.3464	4.020	0.24146	0.30282	0.14164	0.17019	13.4
5	561.4	8.13	0.3021	0.2737	0.2646	0.3293	4.330	0.24477	0.24146	0.14578	0.14164	15.0
6	478.8	10.58	0.2836	0.2801	0.2846	0.3021	6.030	0.25347	0.24477	0.15963	0.14578	13.5
7	409.2	13.29	0.2661	0.2505	0.2524	0.2836	9.470	0.29291	0.25347	0.17850	0.15963	14.4
8	548.6	17.59	0.2996	0.2916	0.2918	0.2661	11.870	0.30222	0.29291	0.19676	0.17850	15.0
9	383.9	18.99	0.2789	0.2664	0.2652	0.2996	10.480	0.22795	0.30222	0.14703	0.19676	15.8
10	245.6	21.12	0.2715	0.2661	0.2639	0.2789	10.810	0.20151	0.22795	0.13621	0.14703	15.7
11	478.0	21.83	0.2603	0.2809	0.2792	0.2715	12.020	0.20453	0.20151	0.15465	0.13621	15.9
12	307.2	22.58	0.2563	0.2671	0.2627	0.2603	13.010	0.20824	0.20453	0.15391	0.15465	16.2
13	299.9	22.20	0.2431	0.2498	0.2462	0.2563	11.750	0.17982	0.20824	0.13222	0.15391	16.9
14	586.3	23.67	0.2438	0.2515	0.2500	0.2431	12.380	0.17940	0.17982	0.13153	0.13222	15.6
15	438.9	26.49	0.2513	0.2486	0.2492	0.2438	14.590	0.20025	0.17940	0.13695	0.13153	15.3
16	381.9	30.14	0.2761	0.2598	0.2590	0.2513	15.950	0.21035	0.20025	0.13746	0.13695	15.5
17	361.0	30.49	0.2632	0.2444	0.2486	0.2761	15.450	0.19680	0.21035	0.12383	0.13746	15.0
18	340.1	30.90	0.2559	0.2323	0.2399	0.2632	14.550	0.17775	0.19680	0.10937	0.12383	15.5
19	401.3	31.79	0.2451	0.2211	0.2266	0.2559	15.790	0.18192	0.17775	0.10982	0.10937	16.2
20	509.7	32.26	0.2349	0.2033	0.2082	0.2451	17.360	0.18858	0.18192	0.10939	0.10982	16.8
21	555.3	33.48	0.2361	0.1984	0.2060	0.2349	18.010	0.18729	0.18858	0.10676	0.10939	16.1

Obs	QADRQ	QADRGL	NHRG	NHRGL	PNM	PRM	PRML	PRM1	PRM1L	PPA	PPAL	PPRA
1	1978.02	.	310740.10	.	584.00	33.80	.	31.78	.	121.83	.	6.52
2	2150.88	1978.02	316988.45	310740.10	630.00	29.98	33.80	28.19	31.78	212.10	121.83	9.25
3	1991.01	2150.88	299484.85	316988.45	723.04	30.63	29.98	26.74	28.19	243.36	212.10	8.66
4	2328.24	1991.01	331611.77	299484.85	750.00	29.58	30.63	26.43	26.74	356.24	243.36	12.02
5	1773.93	2328.24	305980.80	331611.77	650.00	24.16	29.58	21.88	26.43	531.45	356.24	17.30
6	1966.33	1773.93	300683.84	305980.80	740.00	19.84	24.16	19.59	21.88	854.02	531.45	22.97
7	2517.78	1966.33	340961.25	300683.84	1737.76	34.79	19.84	32.76	19.59	1413.81	854.02	26.85
8	2288.00	2517.78	320668.78	340961.25	1322.81	22.53	34.79	21.93	32.76	1321.01	1413.81	21.91
9	1785.08	2288.00	292415.65	320668.78	1327.85	19.50	22.53	18.63	21.93	1081.30	1321.01	15.10
10	1925.52	1785.08	274967.88	292415.65	1350.00	17.36	19.50	17.01	18.63	1002.71	1081.30	12.53
11	2003.54	1925.52	298614.88	274967.88	1512.70	18.04	17.36	19.46	17.01	1507.03	1002.71	19.27
12	2128.77	2003.54	313425.12	298614.88	1100.00	12.49	18.04	13.01	19.46	1417.15	1507.03	16.49
13	1430.28	2128.77	259502.33	313425.12	1152.42	12.62	12.49	12.97	13.01	1543.23	1417.15	17.11
14	1259.85	1430.28	257731.28	259502.33	1392.12	14.34	12.62	14.79	12.97	2836.99	1543.23	29.97
15	1709.66	1259.85	301688.12	257731.28	1539.46	14.61	14.34	14.45	14.79	3368.54	2836.99	31.69
16	2302.97	1709.66	326880.94	301688.12	1300.57	11.91	14.61	11.21	14.45	3821.70	3368.54	32.84
17	2356.40	2302.97	324082.33	326880.94	1447.04	12.49	11.91	11.60	11.21	3607.90	3821.70	29.42
18	2384.67	2356.40	339279.01	324082.33	2346.04	19.43	12.49	17.63	11.60	3680.05	3607.90	28.57
19	2357.41	2384.67	311139.70	339279.01	2784.45	21.47	19.43	19.37	17.63	6179.14	3680.05	44.04
20	2521.90	2357.41	344958.87	311139.70	2692.95	19.61	21.47	16.97	19.37	3933.81	6179.14	25.38
21	2502.02	2521.90	343934.73	344958.87	2850.00	20.10	19.61	16.89	16.97	4758.52	3933.81	29.28

Obs	PPRAL	CAPHRG	CAPHRGL	LPR	LPRL	PPLUVL	CAP1	CAP1L	CAP	CAPL	VERPA	VERPAL
1	.	3182.75	.	6.37	.	.	14242.46	.	2330	.	150151069.86	.
2	6.52	3392.67	3182.75	6.79	6.37	591.0	10295.54	14242.46	2513	2330	123909306.26	150151069.86
3	9.25	3324.06	3392.67	6.65	6.79	707.0	7146.24	10295.54	2135	2513	120094030.30	123909306.26
4	8.66	3510.49	3324.06	7.02	6.65	434.5	7264.85	7146.24	1426	2135	123240882.75	120094030.30
5	12.02	2898.75	3510.49	5.80	7.02	355.3	6465.15	7264.85	1848	1426	121943223.02	123240882.75
6	17.30	3269.77	2898.75	6.54	5.80	561.4	5956.20	6465.15	1437	1848	98413559.11	121943223.02
7	22.97	3692.17	3269.77	7.38	6.54	478.8	4756.82	5956.20	413	1437	86319736.32	98413559.11
8	26.85	3567.55	3692.17	7.14	7.38	409.2	4909.53	4756.82	942	413	78904048.26	86319736.32
9	21.91	3052.29	3567.55	6.10	7.14	548.6	4507.87	4909.53	533	942	58532412.45	78904048.26
10	15.10	3501.35	3052.29	7.00	6.10	383.9	2567.58	4507.87	444	533	78769693.23	58532412.45
11	12.53	3354.73	3501.35	6.71	7.00	245.6	4927.46	2567.58	920	444	72294728.39	78769693.23
12	19.27	3395.99	3354.73	6.79	6.71	478.0	3507.06	4927.46	1374	920	64976009.08	72294728.39
13	16.49	2755.81	3395.99	5.51	6.79	307.2	2245.90	3507.06	567	1374	67107326.06	64976009.08
14	17.11	2444.13	2755.81	4.89	5.51	299.9	2984.17	2245.90	311	567	64653169.68	67107326.06
15	29.97	2833.49	2444.13	5.67	4.89	586.3	7856.80	2984.17	855	311	64543807.75	64653169.68
16	31.69	3522.64	2833.49	7.05	5.67	438.9	6770.54	7856.80	2578	855	74732244.84	64543807.75
17	32.84	3635.49	3522.64	7.27	7.05	381.9	7232.89	6770.54	1757	2578	85809156.42	74732244.84
18	29.42	3514.32	3635.49	7.03	7.27	361.0	9563.37	7232.89	2324	1757	81008918.04	85809156.42
19	28.57	3788.35	3514.32	7.58	7.03	340.1	7874.92	9563.37	2414	2324	77402817.18	81008918.04
20	44.04	3655.36	3788.35	7.31	7.58	401.3	7693.71	7874.92	2277	2414	76070817.96	77402817.18
21	25.38	3637.35	3655.36	7.27	7.31	509.7	7248.15	7693.71	2143	2277	75068787.79	76070817.96

Obs	QADI	QADIL	NINS	QADSC	QADSCL	NCNS	QTADNS	QADP	QASUBD
1	0.41000	.	511	2.1382	.	5468	2002.22	2000.51	2.17830
2	0.41000	0.41000	617	2.1382	2.1382	5531	2175.82	2174.10	2.20112
3	0.41000	0.41000	704	2.1382	2.1382	5594	2016.74	2015.00	2.22912
4	0.41000	0.41000	781	2.1383	2.1382	5658	2354.63	2352.95	2.17896
5	0.41000	0.41000	849	2.1383	2.1383	5723	1801.17	1799.47	2.20933
6	0.50000	0.41000	912	2.1384	2.1383	5789	1994.58	1992.88	2.24737
7	0.50000	0.50000	970	2.1385	2.1384	5855	2546.55	2544.99	2.15914
8	0.50000	0.50000	1025	2.1388	2.1385	5922	2317.61	2316.06	2.20896
9	0.61100	0.50000	1170	2.1394	2.1388	5985	1815.51	1814.04	2.18260
10	0.61100	0.61100	1124	2.1405	2.1394	6059	1956.73	1955.33	2.17251
11	0.61100	0.61100	1170	2.1427	2.1405	6128	2035.57	2034.24	2.16340
12	0.61100	0.61100	1214	2.1472	2.1427	6198	2161.73	2160.46	2.14500
13	0.61100	0.61100	1257	2.1562	2.1472	6147	1464.34	1463.07	2.19669
14	0.79915	0.61100	1130	2.1741	2.1562	6139	2093.45	1293.91	2.16683
15	0.79706	0.79915	1337	2.2100	2.1741	6414	2541.36	1743.95	2.17793
16	0.79611	0.79706	1375	2.2686	2.2100	6487	3135.58	2339.13	2.21441
17	0.77573	0.79611	1411	2.3427	2.2686	6562	3170.28	2394.27	2.18948
18	0.74265	0.77573	1447	2.3603	2.3427	6637	3166.30	2423.46	2.16693
19	0.77720	0.74265	1541	2.3758	2.3603	6708	3174.34	2396.94	2.24147
20	0.65520	0.77720	1597	2.4183	2.3758	6790	3218.64	2563.25	2.21619
21	0.64269	0.65520	1655	2.4386	2.4183	6828	3187.65	2544.90	2.20029

Anexo 5. Valores de elasticidades de la demanda de agua.

ELASTICIDADES DE LA DEMANDA DE AGUA EN EL NORTE DE SINALOA. PERIODO:

1990-

SECTOR	VARIABLE	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM	PROM 1990-2010	CAMBIO PORCENTUAL EN EL PRECIO NECESARIO PARA UNA DISMINUCIÓN EN 1% EN LA DEMANDA.
	T	1992	1996	2000	2004	2008		
SECTOR RESIDENCIAL	QADSR							
	PRAR2	-0.0796	-0.0825	-0.0732	-0.0625	-0.0771	-0.0875	-0.129773095
	PRER	-0.2495	-0.1737	-0.1706	-0.14	-0.2222	-0.1912	-0.05229704
	PIBPCRS	0.0235	0.0208	0.0224	0.0241	0.0254	0.0232	0.430135635
	QADSP							
	PRASP	-0.1103	-0.0702	-0.0482	-0.0492	-0.0508	-0.0657	-0.152136595
SECTOR PECUARIO	PREUA	0.036	0.0318	0.0341	0.0518	0.1025	0.0512	0.195175148
	PRPGBP	-0.0195	-0.0153	-0.0142	-0.0137	-0.0132	-0.0152	-0.658946282
	PIBPCRS	0.0596	0.045	0.0462	0.0569	0.0706	0.0557	0.179675078
	PPLUV	0.0118	0.0106	0.0077	0.0092	0.0096	0.0098	1.023779776
	PRARG2L	0.0296	0.0325	0.0419	0.07	0.0755	0.0499	0.200457534
	QADRG							
	PRARG2	-0.0769	-0.0766	-0.128	-0.1922	-0.1514	-0.125	-0.079991019
SECTOR AGRICOLA	PIBPCRS	0.1793	0.1339	0.1514	0.192	0.1792	0.1672	0.059817526
	PRAR2L	-0.0527	-0.0328	-0.0406	-0.0446	-0.0337	-0.0409	-0.244592071
	NHRG	1.6107	1.5895	1.6326	1.7072	1.4437	1.5967	0.006262775
	PREUA	0.0226	0.0197	0.0233	0.0365	0.0542	0.0313	0.319968006
	PPRAL	0.0125	0.0274	0.0258	0.0397	0.0371	0.0285	0.350869033
	QADI							
	PRAUI	-0.1459	-0.0622	-0.0444	-0.0791	-0.0798	-0.0823	-0.121526635
SECTOR INDUSTRIAL	PREUIL	-1.6055	-1.0167	-0.5979	-0.5518	-0.7319	-0.9008	-0.011101623
	PRARG2L	0.1817	0.1626	0.1705	0.2322	0.265	0.2024	0.049403189
	PRAUC2L	0.6246	0.3262	0.1732	0.3227	0.3884	0.367	0.027245963
	PIBPCRS	0.3209	0.197	0.1649	0.1652	0.2169	0.213	0.046951954
	TEMP	1.22	1.0127	0.8239	0.6533	0.6926	0.8805	0.011357114
	PPLUV	-0.1478	-0.1081	-0.0642	-0.0626	-0.069	-0.0903	-0.110713263
	QADSC							
	PRAUC2	-0.0063	-0.0038	-0.0034	-0.007	-0.0065	-0.0054	-1.844420434
SECTOR COMERCI	PREUC3	-0.1182	-0.0864	-0.0693	-0.0742	-0.0802	-0.0856	-0.116760767
	PRAUIL	0.0022	0.0013	0.0007	0.0017	0.0018	0.0015	6.564986457
	PIBPCRS	0.2797	0.2111	0.2135	0.2545	0.2968	0.2511	0.039821499
	TEMP	0.0758	0.0774	0.076	0.0717	0.0676	0.0737	0.135665379

2010.