



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Programa de Magíster en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente

VALOR ECONÓMICO DEL AGUA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA CHILENA: ENFOQUE DE PRODUCTIVIDAD MARGINAL DE FACTORES

LEONARDO JAVIER VARGAS OVANDO
CONCEPCIÓN - CHILE
2015

Tesis para optar al grado de Magíster en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente

Profesor Guía: Felipe Vásquez Lavín
Dpto. de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Universidad de Concepción

A mis padres.



AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología, por elegirme como becario de Magíster Nacional año académico 2012;

Al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC-Canadá), por el apoyo financiero al proyecto: “Evaluación del bienestar y los impactos económicos del cambio climático en el suministro y demanda de agua en Chile, Colombia y Bolivia”, del cual se desprende este estudio;

Al personal universitario de postgrado, profesor guía, comisión evaluadora, docentes y secretariado, por apoyar en cada etapa;

A mis compañeros, por brindar su amistad;

Todos hechos, tal que me permitieron realizar mis estudios de magíster en que esta investigación se enmarca.



ÍNDICE

Tabla de Contenido

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. Objetivos	5
1. Objetivo general	5
2. Objetivos específicos	5
III. REVISIÓN DE LITERATURA	6
IV. METODOLOGÍA	10
V. CASO DE ESTUDIO	12
1. Antecedentes Generales	12
2. Resultados y discusión	14
VI. CONCLUSIONES	19
VII. REFERENCIAS	20
VIII. ANEXOS	24
1. Anexo 1. Consumo de agua en Chile	24
2. Anexo 2. Evolución de la producción física manufacturera	25
3. Anexo 3. Interacción económica entre el uso agua, la sociedad y el medio	26
4. Anexo 4. Estudios sobre demanda de agua industrial	27
5. Anexo 5. Adjunto a metodología	30
6. Anexo 6. Comparación de datos ENIA con otras fuentes	32
7. Anexo 7. Consumo medio de agua (mil · m ³) por sector	34
8. Anexo 8. Errores	35
9. Anexo 9. Productividad total de factores	36
10. Anexo 10. Comparación de elasticidades insumo-precio del agua	37

Índice de Tablas

Tabla 1. Estudios sobre demanda de agua industrial	7
Tabla 2. Descripción de variables	13
Tabla 3. Regresión MCG de efectos aleatorios para panel	15
Tabla 4. Elasticidades y productividades	16
Tabla 5. Elasticidades y productividades del agua por sector	17

RESUMEN

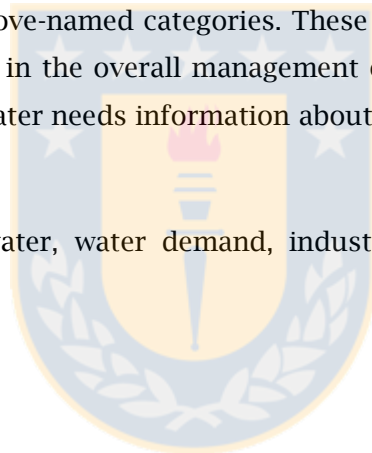
Esta investigación se centra en estimar el valor del agua para la industria manufacturera Chilena, definida de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Se utilizó un enfoque de productividad marginal de factores, aplicado a un panel de la Encuesta Nacional Industrial Anual para el periodo de 1995 a 2006, con un total de 51.449 observaciones; distribuido en 9.077 firmas. Se utilizaron las variables: cantidad de agua, capital, trabajo, energía, materiales intermedios y una serie de variables dicotómicas como regresores, y el valor bruto de la producción como variable dependiente; aplicados a una forma funcional Trans-Log. Estos insumos resultaron ser sustitutos entre sí, a excepción de la energía con el agua, y la energía con los materiales intermedios, que resultaron ser complementarios. El valor global para la elasticidad insumo-precio directa del agua es de -1,32, con un mínimo de -2,47 para el sector de textiles y con un máximo de -1,16 para los metales comunes. En términos de productividad, el valor global del agua es de 1,78 [mil · CLP_1995/m³] (4,47 [USD_1995/m³]), lo cual representa su precio implícito. Mientras que por tipo de industria la oscilación va de entre 0,68 [mil · CLP_1995/m³] (1,71 [USD_1995/m³]) y 4,33 [mil · CLP_1995/m³] (10,90 [USD_1995/m³]), para las mismas categorías antes nombradas. Estos resultados tienen implicaciones para la administración del agua, tanto en las firmas, como en la gestión general del agua, ya que cualquier análisis costo-beneficio para proyectos relacionados con el agua necesita información de su valor económico.

Palabras claves: valor económico del agua, demanda de agua, agua industrial, productividad marginal, precio implícito.

ABSTRACT

This research focuses on estimating the value of water for the Chilean manufacturing industry, defined according to the International Standard Industrial Classification of all economic activities. An approach of marginal productivity of factors was used, applied to a panel of the Annual National Industrial Survey for the period 1995-2006 with a total of 51,449 observations; distributed in 9,077 signatures. Variables were used: amount of water, capital, labor, energy, intermediate materials and a series of dichotomous variables as regressors, and gross value of production as the dependent variable; applied to a functional form Trans-Log. These inputs were found to be substitutes for each other, except for the energy to water, energy and intermediate materials, which proved complementary. The overall value for direct input-price elasticity of water is of -1.32, with a minimum of -2.47 for the textile sector and with a maximum of -1.16 for base metals. In terms of productivity, the overall value of water is of 1.78 [thousand · CLP₁₉₉₅/m³] (4.47 [USD₁₉₉₅/m³]), which represents its implicit price. While by industry will swing between 0.68 [thousand · CLP₁₉₉₅/m³] (1.71 [USD₁₉₉₅/m³]) and 4.33 [thousand · CLP₁₉₉₅/m³] (10.90 [USD₁₉₉₅/m³]), for the same above-named categories. These results have implications in water administration, in both firms, as in the overall management of water, because any cost-benefit analysis for projects related to water needs information about its economic value.

Keywords: economic value of water, water demand, industrial water, marginal productivity, implicit price.



I. INTRODUCCIÓN

A pesar de lo relevante del agua para las diversas actividades humanas, esta no siempre estará disponible, ya sea por condiciones naturales y antrópicas, como lo son el transporte de masas de agua, la pérdida de calidad por la contaminación o la desvinculación por temas político-administrativos (Dourojeanni 1994; UNESCO-WWAP 2006, 2009, 2012). Esto, sumado al uso múltiple del recurso, el problema de decisión social de a que orientar ese uso, y los conflictos que eso pueda conllevar (*ibid.*). En Chile, esto provoco un agotamiento relativo de la mayoría de los cuerpos de agua y en particular de los derechos de aprovechamiento (DGA 1999; Salazar 2003; UChile 2010); importantes variaciones en los niveles de algunos cuerpos de agua, como el Lago Chapo y la Laguna del Laja, productos de la generación hidroeléctrica (DGA 1999; UChile 2010); la inexistencia de otrora humedales en la zona norte; así como el riesgo sobre glaciares y el sustento hídrico de comunidades rurales e indígenas, además de contaminado ríos y lagos (Larraín *et al.* 2010).

En términos de consumo de agua, se ha experimentado un crecimiento del 107% entre 1995 y 2006, esto es, de 675 a 713 m³/s para los usos consuntivos y de 1.603 a 3.997 m³/s para los hidroeléctricos (datos de DGA 1996 y 2007; ver Anexo 1A). Por otro lado, si bien se evidencia un aumento, el cambio es diferenciado entre clases, lo que cambia su representación en el total. Cabe notar que, luego de los usos hidroeléctricos (149%), el sector industrial es quien más aumenta (58%) y según proyecciones a 2017 (DGA 1999) y 2030 (DGA 2007) esta tendencia se acentuaría aún más (ver Anexo 1B). Estas proyecciones del sector industrial (*i.e.* 2017 y 2030) se basan en gran medida al crecimiento socioeconómico que tiene el país (ver Anexo 2).

Analizando el uso del agua en términos geográficos, existe una amplia variación en las distintas regiones del país, sin embargo entre los años existe un patrón de uso característico. En el extremo norte y sur (*i.e.* regiones I-II, III y XI y XII) el uso principal es el minero, mientras que en la zona centro y sur (*i.e.* regiones IV a IX) el uso en agricultura es más importante (DGA 1996; UChile 2000, 2002, 2006, 2009, 2013)¹. Particularmente en el caso del uso industrial manufacturero, su localización está fuertemente asociado a los mayores centros urbanos; en consecuencia, las mayores demandas se generan en las regiones V, RM y VIII (DGA 1996; UChile 2010). Específicamente dentro de la industria manufacturera el uso del agua es variado, siendo usada como refrigerante, transporte, limpieza o dilución de otros insumo intermedios, así como reactivo y formando parte del producto final (Dupont & Renzetti 2001).

La información del valor del agua es útil para definir el manejo del recurso, por ejemplo en la regulación o fomento del uso eficiente del agua dentro de las industrias, también en el análisis de gestión de cuencas al contraponer los usos industriales con los silvícolas, agropecuarios o

¹ En Chile para el periodo de estudio existían 12 regiones ordenadas de norte a sur (I a XII) y una 13^a, la region metropolitana (RM), ubicada entre la V y VI región.

residenciales (Dourojeanni 1994; CONAF 1997). De igual manera, puede ser útil para el cálculo de la capacidad compensatoria de la industria en conflictos socio-ambientales, donde la competencia por el recurso enfrenta, por ejemplo, al sector industrial con la agricultura y ganadería (*ibid.*).

El objetivo de investigación consiste en establecer un marco conceptual por medio del cual estudiar el uso económico del agua en la industria y aportar evidencia empírica sobre su medida. Más concretamente, este trabajo estima el valor económico del agua del sector manufacturero en Chile. La literatura económica específica en esta materia contempla tres enfoques teóricos. Los dos primeros son la determinación directa de la demanda de agua y la determinación de la estructura de costos. Sin embargo estas metodologías utilizan, entre otras variables, precios marginales de los distintos factores productivos considerados, que no son observables directamente. Por esto, esta investigación utiliza un tercer enfoque, esto es, la determinación de la estructura productiva. Esta metodología recupera la productividad por factor productivo, en particular del agua, la cual corresponde al precio implícito de mercado por este recurso. Para esto, se utilizaron datos por empresa en panel para periodo de 1995 a 2006 de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) y una segregación de fines productivos de acuerdo a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de todas las actividades económicas.



II. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Establecer un marco conceptual por medio del cual estudiar el uso económico del agua industrial y aportar evidencia empírica sobre su medida en Chile.

2. Objetivos específicos

- Determinar una metodología y medidas de valor de acuerdo a los datos disponibles en Chile.
- Estimar el valor económico del agua del sector manufacturero en Chile.
- Estimar la significancia estadística de las medidas de valor y contrastar los resultados con los de otros estudios.



III. REVISIÓN DE LITERATURA

El concepto “valor económico” implica muchas dimensiones; valores directos e indirectos, de uso y no uso, económicos y no económicos (Marcouiller & Coggins 1999; Massarutto 2003; Turner & Postle 1994). A su vez, en la producción de cualquier bien se requiere de una combinación de recursos, como equipos, mano de obra, gestión, capital, espacio y materiales de consumo, que contribuye al valor total de la producción (Ku & Yoo 2012). En el caso del sector industrial, el valor que este otorga al agua es clasificada como valor de uso, con un uso directo y valorada por medio de los productos de mercado que están involucrados en el proceso industrial (Marcouiller & Coggins 1999). Por otro lado, se entiende a la industria manufacturera, que no incluye actividades de generación o extractivas, como un subsector del sector industrial en general (ver Anexo 3).

Como se observa en la Tabla 1, los estudios empíricos realizados en esta materia que van desde 1969 (Rees), hasta el 2012 (Ku & Yoo), van incrementando complejidad en el tiempo según diversidad de países, métodos de estimación, disponibilidad de datos y teoría económica. Estos estudios contemplan principalmente tres enfoques teóricos. Primero, los que determinan la demanda de agua; segundo, los que estudian la estructura de costos; y tercero, los que investigan la estructura de producción. Además, existen estudios particulares, que ocupan enfoques poco desarrollados, por ejemplo Kumar (2006) quien usa una función de distancia de factores (frontera de producción); o Liaw, Chen y Chan (2006) quienes aplican un enfoque ingenieril-económico, estimando una ecuación de costos totales, como la suma de costos de subprocesos.

Los métodos de estimación que determinan la demanda de agua en un comienzo consistieron en regresiones directas, con la cantidad de agua consumida como variable dependiente, y como independiente el precio medio del agua (*i.e.* Rees 1969; Turnovsky 1969; Oh 1973; De-Rooy 1974; Ziegler & Bell 1984; William 1986); además de otras variables, como la producción, el trabajo y de tipo ambientales. Este enfoque introduce sesgo por cuanto la cantidad de agua consumida esta en ambos lados de la regresión. Existen artículos más recientes que ocupan igual metodología (*i.e.* Schneider & Whitlach 1991; Malla & Gopalakrishnan 1999; Onjala 2001; Hussaina, Thrikawalaa & Barkera 2002), pero a diferencia de los primeros, asumen distintas formas funcionales y métodos econométricos más generales. Otros estudios corrigen la demanda de agua por sesgo de selección, estimando el sistema en 2 etapas; al estudiar primero alguna decisión dicotómica y agregando luego la razón de Mills para corregir el sesgo. Renzetti (1993) por ejemplo, estudia la elección de la fuente de abastecimiento (autónomo o público); mientras Féres, Reynaud y Thomas (2012), y Bruneau, Renzetti y Villeneuve (2010) estudian la decisión de reutilizar o no agua.

Tabla 1. Estudios sobre demanda de agua industrial

Artículo: Año-1 ^{er} autor	Zona geográfica	Enfoque	Elasticidad insumo-precio directa de WI
1969-Rees	Reino Unido, Sudeste de Inglaterra	Demanda de agua	No informado
1969-Turnovsky	EE.UU., Massachusetts (19 localidades)	Demanda de agua	-0,63/-0,50
1970-Russell (de Frederick, VandenBerg & Hanson 1996)	EE.UU.	Costo marginal de recircular agua	VW) 48,68 ^{*1 *2 *3}
1972-Young (de Frederick <i>et al</i> 1996)	EE.UU.	a) industria química, b) industria papelera	VW a) 33,19 ^{*1 *2 *3} , VW b) 41,67 ^{*1 *2 *3}
1973-Elliot (de Schneider & Whitlach 1991)	EE.UU. (34 localidades)	2 ec. demanda de agua: a) ingreso de agua, b) descarga de agua	-0,73
1973-Oh	EE.UU., Hawái, Honolulu	Demanda de agua por localidad	-1,67/0,28
1974-De-Rooy	EE.UU., Nueva Jersey	Demanda de agua	-0,89/-0,74
1976-Kollar (de Frederick <i>et al</i> 1996)	EE.UU.	Costo de implementar un tratamiento de tintura por absorción	VW) 86,29 ^{*1 *2 *3}
1979-Grebenstein	EE.UU. (45 regiones)	Costos totales	-0,80/-0,33
1981-Kane (de Frederick <i>et al</i> 1996)	EE.UU.	Costo marginal de recircular el agua. 2 escenarios: a) baja recirculación, b) alta recirculación	VW a) 212,03 ^{*1 *2 *3} , VW b) 295,74 ^{*1 *2 *3}
1982-Babin	EE.UU.	Costos totales	-0,66/0,14
1984-Ziegler	EE.UU., Arkansas	2 ec. demanda de agua: a) con precio medio, b) con precio marginal	-0,08
1986-William	EE.UU. (120 localidades)	Demanda de agua por localidad	-0,97/-0,44
1987-Herrington (de Liaw <i>et al</i> 2006)	Reino Unido	No informado	-0,30
1988-Renzetti	Canadá, Columbia Británica	Sistema de ecuaciones de costos	-0,54/-0,12
1990-Renzetti	Canadá, Columbia Británica	Sistema de ecuaciones de costos	-1,91
1991-Schneider	EE.UU., Columbus (13 localid.)	Demanda de agua por localidad	-1,16
1992-Renzetti	Canadá	Costos de agua	-0,59/-0,15
1993-Renzetti	Canadá	2 etapas. 1) Decisión abastecimiento; 2) 2 ec. demanda de agua: a) abast. privado, b) abast. público	a)-1,14/-0,05 b)-2,17/-0,65
1997-ITRI (de Liaw <i>et al</i> 2006)	China, Taiwán, área industrial de Hsinchu	No informado	-1,37/-0,41
1998-Dupont	Canadá	Costos de agua	-0,38/-0,26
1999-Malla	EE.UU., Hawái	2 ec. demanda de agua: a) total, b) consumida por trabajadores	-0,37
2001-Dupont	Canadá	2 ec. costos totales: a) agua casi-fija, b) agua variable	-0,78
2001-Onjala	Kenia	Demanda de agua (ajuste dinámico)	-0,60/-0,37
2002-Hussaina	Sri Lanka	Demanda de agua	-1,34
2002-Wang	China	Producción total	-1,20/-0,57
2003-Feres	Brasil, Sao Paulo	Costos totales	-1,18/-1,06
2003-Goldar (de Kumar 2006)	India	Producción total	-0,64/-0,4
2003-Renzetti	Canadá	Costos totales	-0,13
2003-Reynaud	Francia, Gironde	Costos de agua	WA)-2,21/-0,90 ^{*1} WN)-0,79/-0,10 ^{*1}
2005-Feres	Brasil, Sao Paulo	Costos totales	-1,16/-1,02 ^{*2}
2006-Kumar	India	Distancia de factores	-0,94/-0,30
2006-Liaw	China, Taiwán	Costos totales (ingenieril). 3 escenarios: a), b), c).	a) -4,37/-1,00 b) -1,00/-0,02 c) -1,00/-0,10
2010-Bruneau	Canadá	2 etapas. 1) Decisión de tecnología; 2) Demanda de reusar agua	WR) 0,48 ^{*1}
2012-Feres	Brasil, Cuenca del río Paraíba do Sul	2 etapas. 1) Decisión de tecnología; 2) 2 ec. demanda de agua: a) reusa agua, b) no reusa agua	a)-0,53 b)-0,23
2012-Ku	Corea del Sur	Producción total	-1,44/3,97 ^{*2}

Fuente: según cita. Leyenda: WI, agua de ingreso; WR, agua de recirculación; WA, agua de abastecimiento autónomo; WN, agua de abastecimiento desde la red. Notas: ^{*1}, no es elasticidad respecto a WI; ^{*2}, el artículo no informa el valor, pero fue calculado en base a parámetros si informados; ^{*3}, corresponde al valor del agua (VW) en unidades [CLP_1995/m³]; resumen de la Tabla presentada en el Anexo 4.

La segunda metodología utilizada estudia la estructura de costos; de la cual los primeros estudios fueron por medio de un enfoque de costos totales como variable dependiente y los precios de distintos factores productivos, el agua y la producción, como regresores. La mayoría de ellos utilizan una forma funcional Trans-Log, sin embargo en su estimación existen dos tratamientos; uno donde se estima directamente esta ecuación de costos (*i.e.* Grebenstein & Field 1979; Renzetti 1988, 1990; Féres & Reynaud 2005); y otro donde utilizan un sistema de ecuaciones de demandas de los distintos factores por medio de regresiones aparentemente no relacionadas (*i.e.* Babin, Willis & Allen 1982; Dupont & Renzetti 2001; Féres & Reynaud 2003; Renzetti & Dupont 2003). Una variante metodológica de estas últimas, asume que la función de costos totales es separable en funciones de costos independientes; estimando así, solo una función de costos de agua (*i.e.* Renzetti 1992; Dupont & Renzetti 1998; Reynaud 2003). Estos estudios poseyeron datos de agua de ingreso (WI), agua tratada para el proceso (WT), agua recirculada (WR) y agua de desecho (WD); con lo cual pudieron estimar regresiones para cada demanda de agua en un sistema de ecuaciones mediante mínimos cuadrados en 3 etapas. Cabe notar que de estos artículos solo Reynaud (2003) testea la separabilidad de las funciones de costos.

El tercer enfoque metodológico utiliza una función de producción, la cual se estima directamente dependiente de distintos factores productivos (*i.e.* Wang & Lall 2002; Ku & Yoo 2012). Esta metodología recupera la productividad marginal por cada factor productivo, correspondiente a al precio implícito de mercado de este recurso.

Como se apreció en la Tabla 1, son las metodologías de una función de demanda y la de una función de costos las más ampliamente utilizadas, aplicándolas a distintas situaciones. Sin embargo, ellas requieren el establecimiento de un mercado de agua, lo cual se traduce en fijar una estructura tarifaria adecuada y con ella datos de costos y precios marginales (De Gispert 2004). No obstante, la disponibilidad de datos es en cantidad y gastos en stock, por lo cual son usados precios medios como proxys de los precios marginales. Esto se traduce en un sesgo deliberado (Dupont & Renzetti 2001), pues en competencia perfecta las firmas alcanzan su óptimo en los precios marginales (Beattie, Taylor & Watts 1985, p. 82-84). Por otro lado, el mercado del agua a la que se enfrentan las industrias depende de la fuente de origen del agua que ellas tengan. Así por ejemplo, cuando esta es por autoabastecimiento (WA) se tiene poco o ningún costo externo (Renzetti & Dupont 2003); y al contrario, cuando esta es suministrada desde la red pública (WN), las firmas se enfrentan a una estructura de precios en bloques crecientes. De esta última no encontraron ejemplos empíricos aplicados a la industria, por cuanto en la mayoría se desconocía la fuente de origen del agua.

Ahora bien, si una simplificación del mercado no es posible, es decir no se puede utilizar precios medios y se desconoce la estructura tarifaria, el enfoque de productividad marginal puede ser usado para evaluar el valor marginal del agua industrial; pues no necesita precios de los insumos.

Teóricamente, el enfoque de productividad marginal es dual al enfoque de función de costos, porque el costo marginal debe ser igual al valor marginal de producción cuando las firmas maximizan sus beneficios. Por otro lado, una función de demanda puede ser derivada desde la condición de primer orden del problema de maximización de beneficio. Aunque el resultado obtenido con estos tres enfoques debe ser consistente, inconsistencias pueden observarse cuando los precios son distorsionados o cuando las firmas no maximizan sus beneficios. En esta situación, la función de productividad marginal puede mejorar la estimación del valor de agua industrial porque esta refleja el precio máximo que una firma está dispuesta a pagar por agua (Wang & Lall 2002).

La mayoría de estudios citados en la Tabla 1 utilizan una forma funcional Trans-Log, la cual es más flexible al entregar una gama más amplia de patrones de sustitución o complementariedad entre insumos que aquellas funciones restringidas por una elasticidad constante (Wang & Lall 2002; Babin *et al* 1982). Al asumir que las firmas se comportan así, es decir, creer que es la “verdadera” forma en que opera la firma, se deben hacer supuestos adicionales en el valor de sus constantes estimadas, como restricciones de homogeneidad lineal y simetría de sus factores (*i.e.* De-Rooy 1974; Babin *et al* 1982; Renzetti 1992; Dupont & Renzetti 1998; Dupont & Renzetti 2001; Féres & Reynaud 2003; Renzetti & Dupont 2003; Kumar 2006). Sin embargo, existe otra interpretación de la función Trans-Log, asumiendo que ésta deriva de una expansión de Taylor de segundo orden de una función Cobb-Douglas (Babin *et al* 1982; Féres & Reynaud 2003). Al ser así, reconocemos no conocer la “verdadera” forma en que opera la firma, pero nos aproximamos a esta mediante el teorema de Taylor. Esta aproximación a una tecnología linealmente homogénea puede ser una función de producción que no necesita ser linealmente homogénea ni homotética (Babin *et al* 1982). Adicionalmente, los artículos que estudiaron la estructura de la firma, tanto del enfoque de costos, como de producción, utilizaron los insumos capital, trabajo, energía, materiales intermedios (KLEM) y el consumo de agua como regresores, además de corregir por zonas geográficas, tamaño de firma y tendencia temporal (ver Anexo 4).

IV. METODOLOGÍA

Esta investigación utiliza el enfoque de productividad marginal de factores, por medio de una función de producción. Un enfoque para homogenizar los múltiples productos, en las empresas y entre ellas, es manejar la producción como ingreso, aprovechando además, que bajo competencia perfecta se llegan a conclusiones análogas en cuanto al equilibrio de los precios de mercado (Beattie *et al* 1985, p. 205-209; ver Anexo 5A). Una función típica de ingreso (Q), para una firma k dada, se puede ver como sigue:

$$Q_k = g(Z_k, F_{1k}, \dots, F_{ik}, \dots, F_{vk}) \quad (1)$$

, donde Z_k es el factor total de productividad y F_{ik} (con $i=1\dots v$) es el i 'ésimo factor de los v factores de la firma k . La decisión de las empresas, considerando la teoría económica, es maximizar su beneficio, definido como sus ingresos totales menos sus costos totales (Beattie *et al* 1985, p. 82-84). Bajo esta situación, los precios de los factores productivos y los productos serán fijos y dados por el mercado y la maximización del beneficio se da cuando se cumple la siguiente condición:

$$\rho_{F_{ik}} = \frac{\partial Q_k}{\partial F_{ik}} = P_{F_i} \quad (2)$$

, donde $\rho_{F_{ik}}$ es la productividad marginal y P_{F_i} es el precio de mercado para cada factor i , de la firma k . De esta manera la productividad equivale al precio que la firma enfrentaría bajo competencia perfecta. A este precio se le llama precio implícito o precio sombra y es nuestra medida de valor para cada insumo.

Nuestro modelo econométrico se desarrolló en base a la función Trans-Log (Christensen, Jorgenson & Lau 1973):

$$\ln Q = h(Z, F_1, \dots, F_i, \dots, F_v) = Z + \sum_{i=1}^v \beta_i \ln F_i + \sum_{i=1}^v \delta_i (\ln F_i)^2 + \sum_{i=1}^v \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^v \varepsilon_{ij} (\ln F_i)(\ln F_j) \quad (3)$$

Derivando (3) respecto a cada F_i obtenemos las elasticidades producto-insumo (σ_{F_i}):

$$\sigma_{F_i} = \frac{\partial \ln Q}{\partial \ln F_i} = \beta_i + 2\delta_i \ln F_i + \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^v \varepsilon_{ij} \ln F_j \quad (4)$$

Del lado izquierdo de la ecuación (4) y (2) obtenemos las productividades marginales de los insumos (ρ_{F_i}):

$$\sigma_{F_i} = \frac{\partial \ln Q}{\partial \ln F_i} = \frac{\partial Q}{\partial F_i} \frac{F_i}{Q} = \rho_{F_i} \frac{F_i}{Q} \Rightarrow \rho_{F_i} = \sigma_{F_i} \frac{Q}{F_i} \quad (5)$$

Linealizando (5) mediante logaritmo natural, derivando respecto a cada F_i y asumiendo la condición de mercado (2), obtenemos las elasticidades insumo-precio directas (γ_{F_i}) y cruzadas ($\gamma_{F_i F_j}$) (ver Anexo 5B):

$$\gamma_{F_i} = \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln P_{F_i}} = \frac{\sigma_{F_i}}{2\delta_i + \sigma_{F_i}^2 - \sigma_{F_i}} \quad (6)$$

$$\gamma_{F_i F_j} = \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln P_{F_j}} = \frac{\sigma_{F_j}}{\varepsilon_{ij} + \sigma_{F_i} \cdot \sigma_{F_j}} \quad (7)$$

En este trabajo se utilizaron como variables de entrada independientes, el consumo de agua (W) en unidades de metros cúbicos, contemplándose solamente el agua de ingreso (WI=W de ahora en adelante); el capital (K) tomado como stock al final del periodo, incluyendo el activo fijo de terrenos, maquinaria, edificios y vehículos; el trabajo (L) tomado como número de personas; la energía (E), en términos de gasto de los distintos combustibles y la electricidad; y los materiales intermedios (M) en términos de gasto, calculados a partir de los costos intermedios menos los costos de agua y energía que son utilizados como factores productivos en forma separada. Particularmente en Z, se agregaron una serie de variables dicotómicas, esto es: la forma de propiedad, es decir si los capitales son 100% nacionales o no; la región a que pertenece (*i.e.* de I a XII y RM); el año de la encuesta; y el tamaño de la empresa, calculado como si es sobre o bajo 150 personas. Por otro lado para la variable dependiente se usó el valor bruto de la producción en términos de ingresos (Q). Las variables monetarias se encuentran en miles de pesos Chilenos sin IVA, corrección monetaria, ni depreciación, pero deflactadas por la metodología incluida en la ENIA (INE 2009) con base del índice el año 1995.

Se realizaron pruebas de estimación para panel con efectos aleatorios (ver Baltagi 2008, p. 13-21; Wooldridge 2009 p. 489-493) con estimadores de varianza robustos con el método de Swamy-Arora para paneles desbalanceados (ver Baltagi & Chang 1994). El modelo de efectos aleatorios, o de Mínimos Cuadrado Generalizados (MCG) para panel, es una especificación apropiada si contamos con individuos (firmas) al azar de una gran población; ya que en el caso de efectos fijos, los estimadores no son compatibles, pues el número de parámetros aumenta a medida que los individuos aumentan (Baltagi 2008, p. 13-21). También, cuando la cantidad de años es dada y la cantidad de individuos tiende a infinito, el vector de parámetros MCG tiende al vector de parámetros “*between*”. En esta situación, dado que el estimador MCG es una combinación lineal de los estimadores “*between*” y “*within*”, hay un desmedro de peso de los estimadores “*within*” a favor de los “*between*” en el estimador total (*ibid.*).

Las ecuaciones de la (4) a la (7) fueron evaluadas por los parámetro estimados, mientras que se utilizó el método Delta (Klein 1953, p. 258) para determinar sus varianzas. Finalmente se usó una formulación del estadístico de Wald para restricciones no lineales (Phillips & Park 1988) contrastado con una distribución χ^2 para ver su significancia.

V. CASO DE ESTUDIO

1. Antecedentes Generales

Se utilizó la ENIA desde los años 1995 a 2006 (INE 1997-2008), con un total de 51.449 muestras, distribuidos en 12 años y 13 regiones en Chile. La ENIA es buena fuente de información del sector manufacturero (ver Anexo 6). Esta encuesta es realizada de manera censal a los establecimientos industriales de más de 10 trabajadores en todo el territorio Chileno, a los cuales se les asigna un número único identificador. Con ese identificador se pudo construir un panel para el periodo de estudio y utilizando el código de la CIIU se conectó con el fin productivo de las firmas. Esto se traduce en 9.077 firmas con observaciones desde un año hasta los 12 del periodo. Estas fueron agregadas según la CIIU como sigue: 151-carnes, verduras y grasas; 152-155-bebidas y lácteos; 153-molinería y alimentos de animales; 154-otros alimentos; 17-textiles; 18-prendas de vestir; 19-productos de cuero; 20-productos de madera; 21-papel; 22-edición y reproducción; 24-químicos; 25-caucho y plástico; 26-minerales no metálicos; 27-metales comunes; 28-otros metales; 29-maquinaria y equipo; 31-32-33-equipos de comunicación y precisión; 34-35-equipos de transporte; y 36-muebles².

En la Tabla 2 vemos la descripción de las variables utilizadas en el modelo. Por nombrar algunas, el 11% de los establecimientos se puede considerar de gran tamaño (sobre 150 trabajadores). Con respecto al número de establecimientos y sector productivo, se observa que un 29% están relacionadas con alimentos (15), sin embargo esto se relaciona con el bajo tamaño, en términos de producción, que poseen. Por el contrario, sectores de alta producción, como los metales comunes (27), tienen menos representación en el número de empresas (2%). De los establecimientos al menos el 10% está asociado a capitales extranjeros en el periodo de estudio. La media de consumo de agua por establecimiento es de 29 mil m³ al año, sin embargo esta medida varía a lo largo del periodo, manifestándose un aumento desde los primeros a los últimos años (ver Anexo 7). Esta medida es diversa en cuanto a los distintos sectores productivos. De estos, por su alto consumo, destaca en primer lugar la producción de metales comunes (27), seguido de las bebidas y lácteos (152-155), los químicos (24), la industria del papel (21), y el procesamiento de carne, verduras y grasas (151); todos con consumos medios superiores a la media global de consumo de agua.

² Dado el número de observaciones, la categoría de alimentos (15) fue desagregada en 3 cifras, otras fueron agrupadas y las divisiones asociadas a los códigos 16, 23, 30 y 37 fueron eliminadas.

Tabla 2. Descripción de variables

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Q (miles de CLP)	2.940.524	2,5E+07	1469	2,2E+9
W (cantidad de m³)	28.542	4,4E+05	1	3,6E+7
Costo de W (miles de CLP)	8.040	2,0E+05	0	2,5E+7
K (miles de CLP)	1.961.823	3,0E+07	0,7	4,0E+9
L (número de personas)	74	158,2	1	4.432
Costo de L (miles de CLP)	283.265	9,7E+05	0	4,1E+7
E (miles de CLP)	97.467	1,1E+06	0,7	1,1E+8
M (miles de CLP)	2.182.848	1,9E+07	0,1	9,5E+8
Año	2001	3,5	1995	2006
Regiones I-XII & RM (1: RM)	4	3,6	1	13
Propiedad (1: extranjero)	10%	0,3	0	1
Tamaño de firma (1: L>=150)	11%	0,3	0	1
CIU 151 (1: CIU=151)	7%	0,3	0	1
CIU 152-155 (1: CIU=152-155)	3%	0,2	0	1
CIU 153 (1: CIU=153)	2%	0,2	0	1
CIU 154 (1: CIU=154)	17%	0,4	0	1
CIU 17 (1: CIU=17)	6%	0,2	0	1
CIU 18 (1: CIU=18)	6%	0,2	0	1
CIU 19 (1: CIU=19)	3%	0,2	0	1
CIU 20 (1: CIU=20)	5%	0,2	0	1
CIU 21 (1: CIU=21)	3%	0,2	0	1
CIU 22 (1: CIU=22)	5%	0,2	0	1
CIU 24 (1: CIU=24)	6%	0,2	0	1
CIU 25 (1: CIU=25)	6%	0,2	0	1
CIU 26 (1: CIU=26)	4%	0,2	0	1
CIU 27 (1: CIU=27)	2%	0,1	0	1
CIU 28 (1: CIU=28)	8%	0,3	0	1
CIU 29 (1: CIU=29)	6%	0,2	0	1
CIU 31-32-33 (1: CIU=31-32-33)	3%	0,2	0	1
CIU 34-35 (1: CIU=34-35)	3%	0,2	0	1
CIU 36 (1: CIU=36)	5%	0,2	0	1

Fuente: elaboración propia.

2. Resultados y discusión

En la Tabla 3 podemos ver que los parámetros estimados son en su mayoría significativos sobre un 95%, a excepción de la dicotómica de la VI región ($p=0,06$) y la interacción L · W ($p=0,08$) que lo son en un 90%. En el caso K · E ($p=0,29$), que no es significativo, fue mantenido en la regresión como forma de corrección respecto al modelo teórico y considerando además que no es el foco principal de este estudio. Cabe destacar, que la interacción W · CIIU 18 no fue agregada, al igual que no todas las interacciones de K · W · CIIU, L · W · CIIU y E · W · CIIU, que no fueron significativas, y que empeoraban la significancia global y de los demás regresores; principalmente por problemas de correlación entre variables. Por la misma razón el tamaño de la firma fue integrado como interacción con K · W y E · W.

El estadístico de ajuste global, Wald χ^2 , es significativo en un 99,9%; mientras que el R^2 total indica que el modelo explica un 96% la variación de la muestra. Se observa un R^2 total cercano al R^2 “between”, acorde a una cantidad de año fija (12 años), y una cantidad de individuos grande (9.077 firmas). El estadístico “rho” es del 54%, lo que muestra un balance entre ambas posibles fuentes de error; entre el generado por los individuos, y el por efectos desconocidos. Los errores tienen problemas de normalidad (ver Anexo 8), sin embargo esto fue corregido por el modelo general y la estimación robusta.

De la función de producción Trans-log podemos interpretar directamente los factores de productividad total. De estos, la forma de propiedad, con valor positivo, nos indica que las empresas que tienen capitales extranjeros tienen una mayor productividad general.

En el caso de las regiones se tomó como base de comparación la RM (ver Anexo 9A); tomando esto en cuenta destacan la II, III y VI regiones, quienes tienen una productividad mayor a la RM. Esto se debe principalmente a la fuerte presencia en términos de ingreso, de manufactureras de metales comunes (27). En forma contraria, el resto de regiones tienen una productividad más baja que la RM, destacando entre ellas la IX, quien tiene el factor más bajo. En esta última, en términos de ingreso destacan las bebidas y lácteos (152-155).

En la Tabla 4 se presentan las elasticidades y productividades para los insumos KLEM y W. Estas tienen signos acordes a lo esperado: 1) tanto las σ_{F_i} , como las ρ_{F_i} son positivas; 2) las γ_{F_i} tienen signos negativos, por cuanto al aumentar el precio, disminuye la cantidad transada del insumo; 3) al comparar la matriz los signos de las $\gamma_{F_i F_j}$ son simétricos. Con respecto a las interacciones entre los insumos, vemos que en su mayoría tienen signo positivo, esto se traduce en que son sustitutos; por cuanto, al aumentar el precio de un insumo y por ende disminuir su cantidad transada, vemos que la cantidad transada del insumo cruzado, aumenta. De manera contraria, tenemos insumos complementarios, estos, “energía y agua”, y “energía y materiales intermedios”. Estas medidas fueron significativas sobre un 95%, a excepción de las $\gamma_{F_i F_j}$ de “energía y materiales

intermedios” (γ_{EM} y γ_{ME}) que lo fueron en un 80% ($p=0,19$ y $p=0,20$) y “energía y trabajo” (γ_{EL} y γ_{LE}) que no son significativas ($p=0,59$ y $p=0,59$).

Tabla 3. Regresión MCG de efectos aleatorios para panel

Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro	Variable	Parámetro
W · CIU 151	0,0576*** (0,0147)	W · W	0,0019* (0,0008)	K · W · CIU 154	0,0020*** (0,0006)	Año 1996	0,0131** (0,0049)
W · CIU 152-155	0,0506*** (0,0133)	K · K	0,0056*** (0,0007)	K · W · CIU 18	0,0037*** (0,0009)	Año 1997	-0,0594*** (0,005)
W · CIU 153	0,0510*** (0,0132)	L · L	0,0525*** (0,0054)	K · W · CIU 22	0,0021* (0,0009)	Año 1998	-0,0652*** (0,0056)
W · CIU 154	0,0809*** (0,0143)	E · E	0,0234*** (0,0023)	K · W · CIU 24	0,0030** (0,001)	Año 1999	-0,1132*** (0,0063)
W · CIU 17	0,0372** (0,0142)	M · M	0,0733*** (0,0022)	K · W · CIU 27	-0,0060*** (0,0012)	Año 2000	-0,1564*** (0,0066)
W · CIU 19	0,0464*** (0,0142)	K · L	0,0178*** (0,0033)	K · W · CIU 28	-0,0022*** (0,0007)	Año 2001	-0,1637*** (0,0065)
W · CIU 20	0,0672*** (0,0179)	K · E	0,0019 (0,0017)	K · W · Tamaño de firma	-0,0017** (0,0007)	Año 2002	-0,1710*** (0,0066)
W · CIU 21	0,0587*** (0,0148)	K · M	-0,0194*** (0,0023)	L · W	0,0053 (0,003)	Año 2003	-0,2016*** (0,0066)
W · CIU 22	0,0604*** (0,0159)	L · E	-0,0149** (0,0052)	L · W · CIU 154	0,0041* (0,0017)	Año 2004	-0,1959*** (0,0067)
W · CIU 24	0,0523*** (0,0158)	L · M	-0,1034*** (0,007)	L · W · CIU 24	-0,0064*** (0,0019)	Año 2005	-0,2017*** (0,0068)
W · CIU 25	0,0486*** (0,0139)	E · M	-0,0425*** (0,0045)	L · W · CIU 34-35	0,0117*** (0,0034)	Año 2006	-0,2378*** (0,0072)
W · CIU 26	0,0513*** (0,013)	Propiedad	0,0361*** (0,0065)	E · W · CIU 154	-0,0082*** (0,0011)	CIU 151	-0,1285* (0,0578)
W · CIU 27	0,1460*** (0,0209)	I región	-0,0575** (0,0189)	E · W · CIU 22	-0,0045*** (0,0013)	CIU 154	-0,0980** (0,0324)
W · CIU 28	0,0822*** (0,0147)	II región	0,0727** (0,0266)	E · W · CIU 34-35	-0,0110*** (0,0034)	CIU 17	-0,1008* (0,0483)
W · CIU 29	0,0559*** (0,0129)	III región	0,1302*** (0,0358)	E · W · Tamaño de firma	0,0022** (0,0008)	CIU 18	-0,1255* (0,0491)
W · CIU 31-32-33	0,0519*** (0,0129)	IV región	-0,0679** (0,0251)	M · W	-0,0067*** (0,0017)	CIU 19	-0,1623** (0,0549)
W · CIU 34-35	0,1085*** (0,0262)	V región	-0,0354** (0,0122)	Constante	5,5497*** (0,2159)	CIU 20	-0,3135*** (0,0822)
W · CIU 36	0,0378** (0,013)	VI región	0,0448 (0,0235)	Observaciones	51.449	CIU 21	-0,1197* (0,0541)
K	0,0755*** (0,0186)	VII región	-0,0543*** (0,017)	Grupos	9.077	CIU 25	-0,1045* (0,0415)
L	1,0870*** (0,0566)	VIII región	-0,0500*** (0,0111)	Observaciones por grupo	Min=1	Wald chi2(79)	237.262***
E	0,2099*** (0,0317)	IX región	-0,0948*** (0,0203)		Media=5,7	R ² “within”	66,93%
M	-0,1746*** (0,0381)	X, XI y XI regiones	-0,0518*** (0,015)		Max=12	R ² “between”	96,89%
sigma_u	0,2448	sigma_e	0,2255	rho	54,09%	R ² total (MCG)	96,33%

Fuente: elaboración propia. Notas: las variables KLEM, W y sus interacciones se encuentran en logaritmos; *, significancia al 5%; **, significancia al 1%; ***, significancia al 0,1%; entre paréntesis se encuentran la desviación estándar; sigma_u, desviación estándar del error causado por las firmas; sigma_e, desviación estándar del error causado por efectos desconocidos; rho=sigma_u²/(sigma_u²+sigma_e²), fracción del error explicado por las firmas del total de error.

En la Tabla 5 se presentan las elasticidades y productividades del agua por sector. Con respecto a ellos, el rango de valores reportados en literatura es amplio; y particularmente para las γ_w , los

valores van de -4,37 a 3,97. Sin embargo algunas medidas no son confiables, en particular los valores extremos (*e.g.* en Liaw *et al* 2006, escenario a), y en Ku & Yoo 2012, sector equipos de precisión) y las con valor positivo (*i.e.* un sector en Ku & Yoo 2012, Babin *et al* 1982 y Oh 1973). Tras eliminar estos valores el rango de γ_w va de -2,21 a -0,02, coincidiendo con nuestros resultados en el límite inferior; siendo elasticidades elásticas.

Tabla 4. Elasticidades y productividades

Medida	W	K	L	E	M
σ	0,0172*** (0,0019)	0,0483*** (0,0026)	0,2959*** (0,0059)	0,0600*** (0,0033)	0,6160*** (0,0046)
ρ [mil · CLP/m ³]	1,7752*** (0,1982)	0,0724*** (0,0039)	11,764*** (232,92)	1,8116*** (0,0985)	0,8298*** (0,0063)
γ_w	-1,3191*** (0,1535)	40,600*** (7,4151)	26,819*** (7,1376)	-94,421* (42,104)	156,13* (77,335)
γ_k	14,488*** (2,4039)	-1,3933*** (0,0435)	9,2314*** (0,9892)	12,631** (4,5896)	59,755*** (13,979)
γ_L	1,5615*** (0,4411)	1,5061*** (0,1642)	-2,8606*** (0,2959)	21,007 (38,801)	7,8053*** (0,7083)
γ_E	-27,093* (13,539)	10,156** (3,8242)	103,53 (192,02)	-6,2767* (2,9931)	-111,39 (85,523)
γ_M	4,3674* (1,9582)	4,6838*** (1,0022)	3,7499*** (0,3227)	-10,859 (8,4013)	-6,8482*** (0,3855)

Fuente: elaboración propia. Notas: * significancia al 5%; ** significancia al 1%; *** significancia al 0,1%; entre paréntesis se encuentran la desviación estándar.

El resultado global en nuestro estudio de la γ_w es -1,32, con un rango que va de un mínimo de -2,47 para el sector de textiles (17) a un máximo de -1,15 para los metales comunes (27). De la misma manera, esta relación se cumple para las σ_w y ρ_w . Así, en términos de productividad, el valor global del agua es de 1,78 [mil · CLP_1995/m³] (4,47 [USD_1995/m³]), lo cual representa su precio implícito; mientras que su rango va desde 0,68 [mil · CLP_1995/m³] (1,71 [USD_1995/m³]) a 4,33 [mil · CLP_1995/m³] (10,90 [USD_1995/m³]). En el caso de los textiles (17) se llegó a una medida de σ_w no significativa (p=0,28), derivando en que su γ_w tampoco lo sea (p=0,5). Si no pudiéramos tomar este sector como un mínimo en el rango, le seguirían la fabricación de muebles (36), con una ρ_w de 0,74 [mil · CLP_1995/m³] (1,87 [USD_1995/m³]) y una γ_w de -2,20, significativos en 95% y 85% (p=0,12); y la fabricación de prendas de vestir (18) con una ρ_w de 1,01 [mil · CLP_1995/m³] (2,54 [USD_1995/m³]) y una γ_w de -1,68, significativos 85% (p=0,11) y 95%.

Cabe notar que la fabricación de metales comunes (27) destaca en dos criterios analizados; ser el sector que posee un mayor consumo medio de agua a lo largo de los años (ver Anexo 7), y además ser el sector que presenta las más altas medidas de productividad y sensibilidad de cambio.

Tabla 5. Elasticidades y productividades del agua por sector

Medida	σ_w	ρ_w [mil · CLP/m ³]	ρ_w [USD/m ³]	γ_w	Costo medio [mil · CLP/m ³]	Costo medio [USD/m ³]
General	0,0172*** (0,0019)	1,7752*** (0,1982)	4,47*** (0,50)	-1,3191*** (0,1535)	0,6783 (46,970)	1,71 (118)
151- carnes, verduras y grasas	0,0234*** (0,0061)	2,4124*** (0,6248)	6,08*** (1,57)	-1,2327*** (0,1084)	0,4370 (7,8411)	1,10 (19,8)
152-155- bebidas y lácteos	0,0165*** (0,0036)	1,6960*** (0,3720)	4,27*** (0,94)	-1,3362*** (0,1666)	4,1440 (141,56)	10,44 (357)
153- molinería y alimentos de animales	0,0168*** (0,0038)	1,7312*** (0,3924)	4,36*** (0,99)	-1,3283*** (0,1593)	0,4425 (4,4874)	1,12 (11,3)
154- otros alimentos	0,0110*** (0,0032)	1,1305*** (0,3311)	2,85*** (0,83)	-1,5718*** (0,3991)	0,4342 (6,4277)	1,09 (16,2)
17- textiles	0,0066 (0,0061)	0,6776 (0,6300)	1,71 (1,59)	-2,4704 (3,674)	0,3067 (1,1915)	0,77 (3,00)
18- prendas de vestir	0,0098 (0,0062)	1,0063 (0,6343)	2,54 (1,60)	-1,6838* (0,7444)	0,3035 (1,1775)	0,76 (2,97)
19- productos de cuero	0,0122 (0,0062)	1,2600 (0,6438)	3,18 (1,62)	-1,4898*** (0,4007)	0,3030 (1,3337)	0,76 (3,36)
20- productos de madera	0,0330** (0,0106)	3,4038** (1,0929)	8,58** (2,75)	-1,1768*** (0,0836)	0,4047 (2,5676)	1,02 (6,47)
21- papel	0,0245*** (0,0062)	2,5276*** (0,6369)	6,37*** (1,61)	-1,223*** (0,0989)	0,3082 (1,3626)	0,78 (3,43)
22- edición e impresión	0,0104*** (0,0030)	1,0732*** (0,3045)	2,70*** (0,77)	-1,6182*** (0,3791)	0,2953 (0,4489)	0,74 (1,13)
24- químicos	0,0300*** (0,0033)	3,0950*** (0,3363)	7,80*** (0,85)	-1,1889*** (0,0713)	0,5036 (6,4213)	1,27 (16,2)
25- caucho y plástico	0,0145** (0,0046)	1,4915** (0,4690)	3,76** (1,18)	-1,3925*** (0,2366)	0,3467 (1,8827)	0,87 (4,74)
26- minerales no metálicos	0,0171*** (0,0031)	1,7631*** (0,3202)	4,44*** (0,81)	-1,3216*** (0,1544)	4,5350 (194,25)	11,43 (490)
27- metales comunes	0,0420*** (0,0056)	4,3254*** (0,5794)	10,90*** (1,46)	-1,155*** (0,0486)	0,6408 (6,1697)	1,61 (15,6)
28- otros metales	0,0230*** (0,0029)	2,3670*** (0,2988)	5,97*** (0,75)	-1,2368*** (0,0982)	0,3234 (2,6023)	0,81 (6,56)
29- maquinaria y equipo	0,0217*** (0,0030)	2,2399*** (0,3116)	5,65*** (0,79)	-1,2497*** (0,1061)	0,3988 (5,0442)	1,01 (12,7)
31-32-33- equipos de comunicación y precisión	0,0178*** (0,0032)	1,8318*** (0,3331)	4,62*** (0,84)	-1,3081*** (0,1439)	0,4972 (6,5951)	1,25 (16,6)
34-35- equipos de transporte	0,0172*** (0,0039)	1,7769*** (0,4041)	4,48*** (1,02)	-1,3187*** (0,1569)	0,6740 (12,797)	1,70 (32,3)
36- muebles	0,0072* (0,0034)	0,7423* (0,3530)	1,87* (0,89)	-2,1955 (1,4174)	0,2871 (0,6903)	0,72 (1,74)

Fuente: elaboración propia. Notas: * significancia al 5%; ** significancia al 1%; * significancia al 0,1%; entre paréntesis se encuentran la desviación estándar; USD 1 fue aproximadamente igual a CLP 396,8 durante 1995.

Al comparar las productividades con los costos medios del agua, notamos que en la mayoría de sectores la productividad es mayor, a excepción de las bebidas y lácteos (152-155) y los minerales no metálicos (26). El tener una mayor productividad puede ser interpretado como una capacidad de pago superior a los gastos reales incurridos por la empresa; mientras que al contrario, significaría tener gastos reales superiores a lo productivo del agua. En el caso particular de las bebidas y lácteos (152-155), puede existir un mayor coste de agua por exigencias en la calidad de esta. En este sector, el agua cumple una importante función formando parte del producto final.

En el caso de los minerales no metálicos, una posible explicación es que el 59% de las empresas se encuentran entre las I, II y III región del país. Zona desértica y donde los costos por el agua pueden ser elevados.

Si bien la mayoría de estudios tiene valores inelásticos, y existen otros con valores elásticos que no coincidan con nuestros resultados, si existen ejemplos que concuerdan; sobreponiéndose los rangos de valores (ver Anexo 10). Las diferencias con los resultados de la literatura se deben en gran medida a la disponibilidad de datos, más que a una metodología o sector de aplicación; disponiendo datos de agua en forma segregada. Primero: los estudios con valores de γ_w inelásticos y un enfoque de demanda tienen información de agua segregada variada; esto es: De-Rooy (1974) con datos de refrigeración, del proceso y de poder de vapor; Féres *et al* (2012) separan a las empresas entre quienes reúsan y no reúsan agua; Malla y Gopalakrishnan (1999) diferencian entre el agua consumida total y la consumida por los trabajadores; Onjala (2001) usa un ajuste dinámico con consumo de agua de varios periodos; y William (1986), y Ziegler y Bell (1984) disponen de precios marginales. Los estudios con valores de γ_w inelásticos y un enfoque de costos (*i.e.* Dupont & Renzetti 1998; Dupont & Renzetti 2001; Elliott-1973 desde Schneider & Whitlach 1991; Renzetti 1988, 1992; Renzetti & Dupont 2003; y a excepción de Babin *et al* 1982 y Grebenstein & Field 1979) disponen de WI, WT, WR y WD. De los estudios Goldar-2003 (desde Kumar 2006) y Herrington-1987 (desde Liaw *et al* 2006) no se maneja información; mientras Kumar (2006) profundiza en un modelo de distancia de factores, poco aplicado. Segundo: los estudios con valores de γ_w elásticos que no coincidan; Schneider y Whitlach (1991) tienen precios de abastecimiento y desecho de agua; y Féres y Reynaud (2005) segregan los productos entre producción directa y producción de residuos (incluido el WD).

Hussaina *et al* (2002) es quien entrega el valor de γ_w global más cercano (-1,34), seguido de Ku y Yoo 2012 (-1,25). Existen estudios coincidentes en los rangos de valores, sobreponiéndose en los valores menos elásticos de los resultados (*i.e.* Féres & Reynaud 2003; ITRI-1997, desde Liaw *et al* 2006; Renzetti 1990; Wang & Lall 2002). Por otro lado, respecto a los resultados con valores más elásticos, Reynaud (2003), con estimaciones de WA, es quien más se solapa (-2,21/-1,16), a diferencia de sus mismas estimaciones para WN que toman valores inelásticos. Le sigue Renzetti (1993), con estimaciones con abastecimiento público, sobreponiéndose (-2,17/-1,16); a diferencia de sus mismas estimaciones con abastecimiento privado (elásticas, pero no coincidentes con nuestros resultado). Si bien Oh (1973) utiliza igual metodología que Turnovsky (1969), en un enfoque de demanda, comparando la cantidad de agua planeada y cantidad real consumida en distintos periodos, el primero se sobrepone (-1,67/-1,16), mientras el segundo tiene valores de γ_w inelásticos. Estos últimos tres estudios (*i.e.* Reynaud 2003, con WA; Renzetti 1993, con abastecimiento público; Oh 1973) nos ayudan a contrastar y dar validez a los resultados de los sectores más elásticos, y según nuestros resultados menos significativos estadísticamente.

VI. CONCLUSIONES

El nivel de desarrollo en Chile, permite señalar que la actividad manufacturera irá en aumento en el futuro, y con ella, la demanda de los distintos insumos involucrados; entre estos el agua. Los recursos hídricos son insumos relevantes para la industria, dado su diversidad de propósitos, y por tanto el valor económico de este insumo es fundamental para una gestión racional. La metodología utilizada en este estudio es la adecuada cuando la estructura de precios de los insumos es compleja; otra ventaja es que no utiliza precios como regresores. Los insumos más utilizados como regresores en los modelos económicos de producción son el capital, el trabajo, la energía y los materiales intermedios, y particularmente en estudios económicos del agua en la industria, también lo es la cantidad de agua consumida.

Según los resultados expuestos, se determinó que los insumos son sustitutos entre sí, a excepción de la energía con el agua, y la energía con los materiales intermedios, que son complementarios. El valor global para la elasticidad insumo-precio directa del agua es de -1,32, con un mínimo de -2,47 para el sector de textiles y con un máximo de -1,16 para los metales comunes. Por otro lado, la medida de valor utilizada (productividad marginal), indica que el valor global del agua es de 1,78 [mil · CLP_1995/m³] (4,47 [USD_1995/m³]). En general, la evidencia aquí presentada indica que las empresas tienen una capacidad compensatoria respecto al agua, por cuanto su productividad es superior a sus costo medio; sin embargo en los sectores bebidas y lácteos y minerales no metálicos ocurre al contrario. Una posible explicación es que sean sectores que incurren en gastos superiores para adquirir el agua en la calidad y cantidad que necesitan.

Estos resultados tienen implicaciones para la gestión del recurso, tanto en las firmas, como en su gestión general, ya que cualquier análisis costo-beneficio, para proyectos relacionados con el agua, necesita información de su valor económico. Además, en un contexto más amplio, el conocer el valor del agua para el sector industrial, permite ordenar su uso dentro de una cuenca, donde existen diversos sectores económicos compitiendo por un recurso que se espera sea cada vez más escaso.

No obstante la relevancia de los resultados aquí presentados, existe un margen de mejora. Así, futuras investigaciones necesitarán indagar en cómo la calidad del agua afecta las medidas de valor; cómo el origen del agua afecta su valor, así como también la implicancia de las variables territoriales y dotación natural de agua, ligado al efecto estacional de temperatura y precipitaciones.

VII. REFERENCIAS

- Babin, F.G., Willis, C.E. & Allen, P.G. (1982). Estimation of substitution possibilities between water and other production inputs. *American Journal of Agricultural Economics* 64(1): 148-151.
- Baltagi, B.H. & Chang, Y.J. (1994). Incomplete panels: A comparative study of alternative estimators for the unbalanced one-way error component regression model. *Journal of Econometrics* 62: 67-89.
- Baltagi, B.H. (2008). *Econometric analysis of panel data*. 4a ed. New York: Wiley.
- Beattie, B.R., Taylor, C.R. & Watts, M.J. (1985). *The economics of production*. New York: Wiley.
- Bruneau, J., Renzetti, S.J. & Villeneuve, M. (2010). Manufacturing firms' demand for water recirculation. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie* 58(4): 515-530.
- Christensen, L., Jorgenson, D. & Lau, L. (1973). Transcendental logarithmic production function frontiers. *Review of Economics and Statistics* 55: 29-45.
- CONAF (1997). *Economía ambiental y su aplicación a la gestión de cuencas hidrográficas*. Comisión Nacional Forestal, Ministerio de agricultura, ERM (Environmental Resources Management), DFID (Department For International Development) (S. Francke C., C. Huepe (eds.)). Santiago, Chile.
- De Gispert, C. (2004). The economic analysis of industrial water demand: A review. *Environment and Planning C* 22(1): 15-30.
- De-Rooy, J. (1974). Price responsiveness of the industrial demand for water. *Water Resources Research* 10(3): 403-406.
- DGA (1996). *Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile: Informe final*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- DGA (2007). *Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras, zona I norte, regiones I a IV; zona II sur, regiones V a XII y RM*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- DGA (1999). *Política nacional de recursos hídricos 1999*. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- Dourojeanni, A. (1994). La gestión del agua y las cuencas en América Latina. *Revista de la CEPAL* 53: 111-127.
- Dupont, D.P. & Renzetti, S.J. (1998). Water use in the Canadian food processing industry. *Canadian Journal of Agricultural Economics* 46: 1-10.

- Dupont, D.P. & Renzetti, S.J. (2001). The role of water in manufacturing. *Environmental and Resource Economics* 18(4): 411-432.
- Féres, J. & Reynaud, A. (2003). Industrial water use, cost structure and environmental policy in Brazil. In <http://www.sbe.org.br/dated/ebe25/056.pdf>.
- Féres, J. & Reynaud, A. (2005). Assessing the impact of environmental regulation on industrial water use: Evidence from Brazil. *Land Economics* 81(3): 396-411.
- Féres, J., Reynaud, A. & Thomas, A. (2012). Water reuse in Brazilian manufacturing firms. *Applied Economics* 44(11): 1417-1427.
- Frederick, K.D., VandenBerg, T. & Hanson, J. (1996). Economic values of freshwater in the United States. *Resources for the Future, Discussion Paper* 97-03.
- Grebenstein, C.R. & Field, B.C. (1979). Substituting for water inputs in U.S. manufacturing. *Water Resources Research* 15(2): 228-232.
- Hussaina, I., Thrikawalaa, S. & Barkera, R. (2002). Economic analysis of residential, commercial, and industrial uses of water in Sri Lanka. *Water International* 27(2): 183-193.
- INE (1997-2008). BASE: Encuesta Nacional de la Industria Manufacturera Anual-Años 1995-2006. Instituto Nacional de Estadísticas, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Santiago, Chile.
- INE (2009). Metodología de construcción de deflatores, ENIA, 1995-2006. Instituto Nacional de Estadísticas, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Santiago, Chile.
- Klein, L.R. (1953). *A textbook of econometrics*. New York: Row, Petersen and Co.
- Ku, S.J. & Yoo, S.H. (2012). Economic value of water in the Korean manufacturing industry. *Water Resources Management* 26(1): 81-88.
- Kumar, S. (2006). Analyzing industrial water demand in India: An input distance function approach. *Water Policy* 8(1): 15-29.
- Larraín, S., Armijo, T., Belmar, A., Carvajal, L., Castro, H., Cortez, M., *et al* (2010). Conflicts over water in Chile: Between human rights and market rules. *Programa Chile Sustentable* (S. Larraín & C. Schaeffer (eds.)). Santiago, Chile.
- Liaw, C.H., Chen, L.C. & Chan, L.M. (2006). Industrial water demand with water reuse. *Journal of the American Water Resources Association* 42(3): 593-601.
- Malla, P.B. & Gopalakrishnan, C. (1999). The economics of urban water demand: The case of industrial and commercial water use in Hawaii. *Water Resources Development* 15(3): 367-374.
- Marcouiller, D. & Coggins, S. (1999). The economic value of water: An introduction. Prepared by the Water Issues Team of the University of Wisconsin-Extension, 6. Wisconsin, USA.

- Massarutto, A. (2003). El precio del agua: ¿Herramienta básica para una política sostenible del agua? *Ingeniería del agua* 10(3): 293-326.
- Oh, H.S. (1973). Economics of urban water demand: A case study of the Honolulu board of water supply. Doctoral thesis, University of Hawaii in Manoa.
- Onjala, J. (2001). Industrial water demand in Kenya: Industry behaviour when tariffs are not binding. Doctoral thesis, Department of Environment, Technology and Social Studies, Roskilde University Centre.
- Phillips, P.C.B. & Park, J.Y. (1988). On the formulation of Wald tests of nonlinear restrictions. *Econometrica* 56: 1065-1083.
- Rees, J.A. (1969). Industrial demand of water: A study of South East England. London: Weidenfeld & Nicolson 160.
- Renzetti, S.J. (1988). An econometric study of industrial water demands in British Columbia, Canada. *Water Resources Research* 24(10): 1569-1573.
- Renzetti, S.J. (1990). The economics of seemingly abundant resources: Efficient water pricing in Vancouver, Canada. Doctoral thesis, University of British Columbia.
- Renzetti, S.J. (1992). Estimating the structure of industrial water demands: The case of Canadian manufacturing. *Land Economics* 68(4) 396-404.
- Renzetti, S.J. (1993). Examining the differences in self and publicly supplied firm's water demands. *Land Economics* 69(2): 181-188.
- Renzetti, S.J. & Dupont, D.P. (2003). The value of water in manufacturing. Centre for Social Economic Research on the Global Environment, Working Paper ECM 03-03.
- Reynaud, A. (2003). An econometric estimation of industrial water demand in France. *Environmental and Resource Economics* 25(2): 213-232.
- Salazar, C. (2003). Situación de los recursos hídricos en Chile. Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua, A. C. México.
- Schneider, M.L. & Whitlach, E.E. (1991). User specific water demand elasticities. *Journal of Water Resources Planning and Management* 117(1): 52-73.
- Turner, R.K. & Postle, M. (1994). Valuing the water environment: An economic perspective. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, University of East Anglia. Norwich, United Kingdom.
- Turnovsky, S.J. (1969). The demand for water: Some empirical evidence on consumers' response to a commodity uncertain in supply. *Water Resources Research* 5(2): 350-361.

- UChile (2000). Informe país. Estado del medio ambiente en Chile 1999. Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Asuntos Públicos. Santiago, Chile.
- UChile (2002). Informe país. Estado del medio ambiente en Chile 2002. Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Asuntos Públicos. Santiago, Chile.
- UChile (2006). Informe país. Estado del medio ambiente en Chile 2005. Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Asuntos Públicos. Santiago, Chile.
- UChile (2009). Informe país. Estado del medio ambiente en Chile 2008. Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Asuntos Públicos. Santiago, Chile.
- UChile (2010). Informe final: Estudio “Gestión integrada de los recursos hídricos en Chile”. Universidad de Chile, Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables. Santiago, Chile.
- UChile (2013). Informe país. Estado del medio ambiente en Chile 2012. Universidad de Chile, Instituto de Asuntos Públicos, Centro de Asuntos Públicos. Santiago, Chile.
- UNESCO-WWAP (2006). Water a shared responsibility. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-World Water Assessment Programme, UN-Water (the United Nations world water development report 2), UN. New York, USA.
- UNESCO-WWAP (2009). Water in a changing world. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization -World Water Assessment Programme, UN-Water (the United Nations world water development report 3), UN. New York, USA.
- UNESCO-WWAP (2012). Managing water under uncertainty and risk. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization -World Water Assessment Programme, UN-Water (the United Nations world water development report 4), UN. New York, USA.
- Wang, H. & Lall, S. (2002). Valuing water for Chinese industries: A marginal productivity analysis. *Applied Economics* 34(6): 759-765.
- William, S. (1986). The demand for water by customer class. *Applied Economics* 18(12): 1275-1289.
- Wooldridge, J.M. (2009). *Introductory econometrics: A modern approach*. 4a ed. Cincinnati, OH: South-Western.
- Ziegler, J.A. & Bell, S.E. (1984). Estimating demand by self-supplying firms. *Water Resources Research* 20(1): 4-8.

VIII. ANEXOS

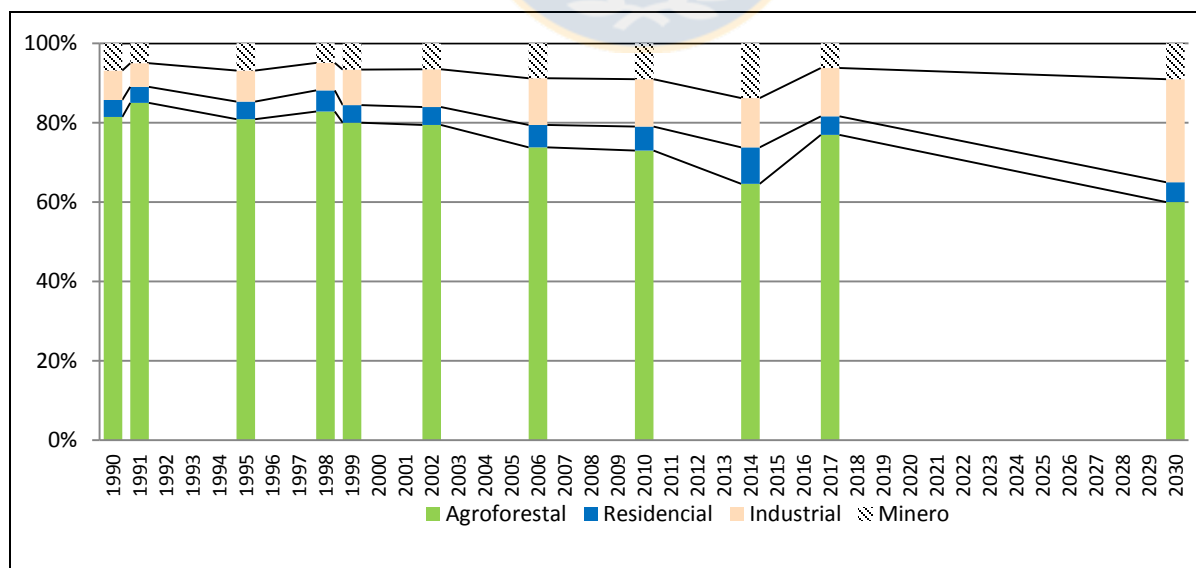
1. Anexo 1. Consumo de agua en Chile

Anexo 1A. Consumo de agua en Chile según uso (m³/s)

Uso/Año-%	Consuntivo				No Consuntivo	Fuente
	Agroforestal	Residencial	Industrial	Minería	Eléctrico	
1990	515,8	27,4	47,1	43,2	1189	UChile 2013
%	81,4	4,3	7,4	6,8	100	
1991	-	-	-	-	-	UChile 2002
%	85	4	6	5	100	
1995	546,0	30,0	53,0	46,0	1603	DGA 1996
%	80,9	4,4	7,9	6,8	100	
1998	546,0	35,0	45,5	32,5	1387,6	DGA 1999
%	82,9	5,3	6,9	4,9	100,0	
1999	611,4	34,1	68,2	50,5	2914	UChile 2013
%	80,0	4,5	8,9	6,6	100	
2002	647,0	36,7	77,2	53,2	3929	UChile 2013
%	79,5	4,5	9,5	6,5	100	
2006	526,7	40,1	83,8	62,8	3997,2	DGA 2007
%	73,8	5,6	11,8	8,8	100,0	
2010	-	-	-	-	-	UChile 2013
%	73	6	12	9	100	
2014	-	-	-	-	-	3
%	64,6*	9,2*	12,4*	13,8*	100	
2017	-	-	-	-	-	DGA 1996
%	76,9	4,7	12,2	6,2	100	
2030	-	-	-	-	-	DGA 2007
%	60	5	26	9	100	

Fuente: según cita. Notas: calculados con distintas metodologías, por lo que su comparación debe ser con precaución, particularmente *; los porcentajes son respecto a las categorías Consuntivo o No consuntivo.

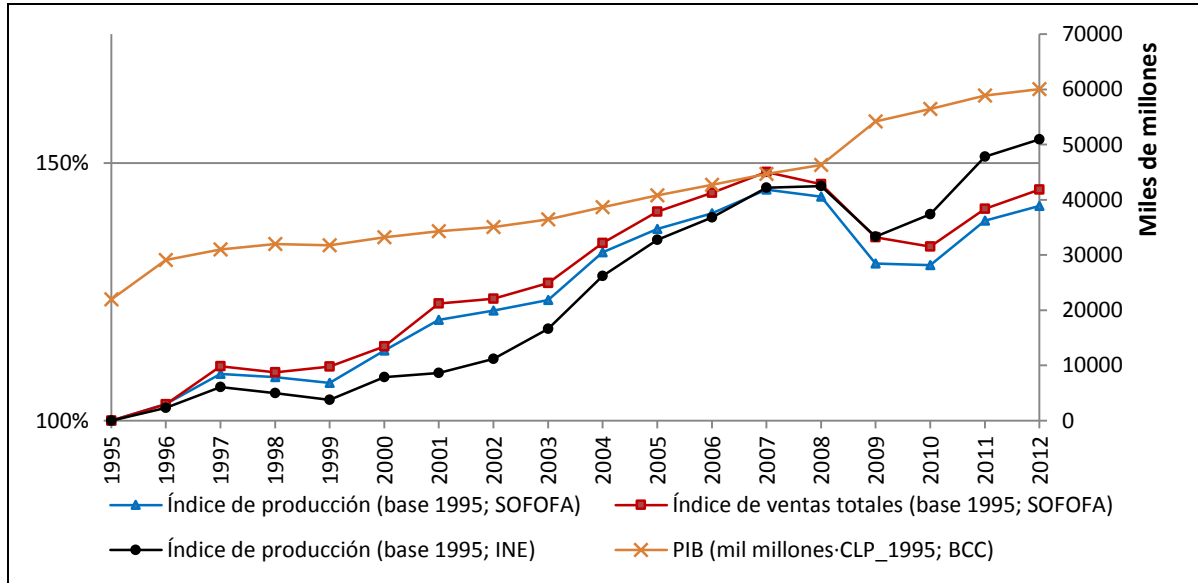
Anexo 1B. Proporción de usos consuntivos en el tiempo



Fuente: elaboración propia con datos desde Anexo 1A.

³ DGA (2015). BASE: Inventario público de extracciones autorizadas de aguas. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.

2. Anexo 2. Evolución de la producción física manufacturera



Fuente: elaboración propia en base a datos de SOFOFA 2012⁴, INE 2014⁵ y BCC 2013⁶.

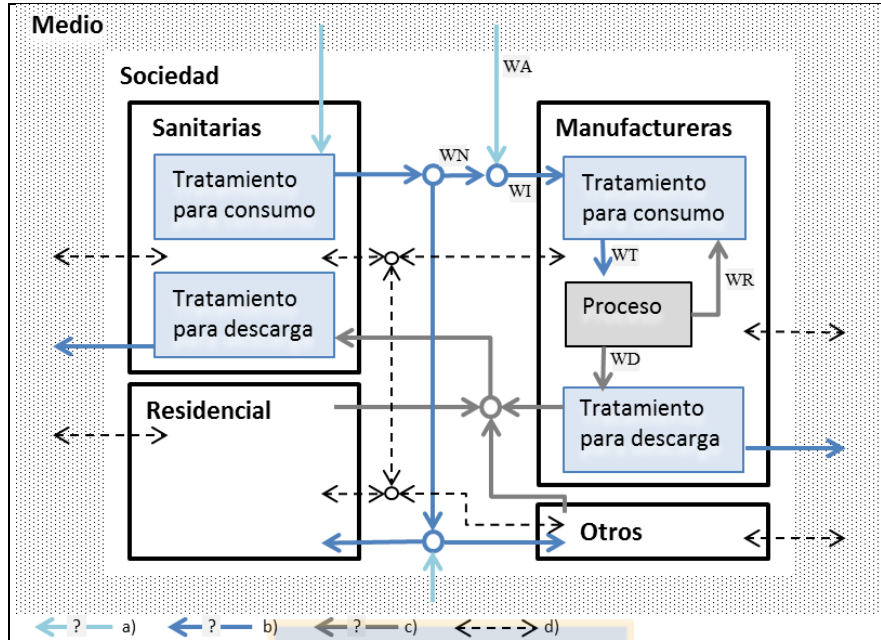
El crecimiento de la producción física manufacturera entre el año 1995 y 2012 se ha incrementado en cerca de un 50%; y por lo menos en términos gráficos, los índices de producción manufacturera tienen una pendiente media mayor que la del Producto Interno Bruto (PIB). Esto nos indica un aumento del aporte de la industria manufacturera al PIB nacional.

⁴ SOFOFA (2012). BASE: Indicadores económicos y antecedentes de SOFOFA. Sociedad de Fomento Fabril. Santiago, Chile.

⁵ INE (2014). BASE: Índice de producción y venta física de la industria manufacturera. Instituto Nacional de Estadísticas, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Santiago, Chile.

⁶ BCC (2013). BASE: Producto Interno Bruto regional 1995-2012. Banco Central de Chile. Santiago, Chile.

3. Anexo 3. Interacción económica entre el uso agua, la sociedad y el medio



Fuente: elaboración propia. Leyenda: Otros, agroforestal, minero, plantas de energía, construcción y demás actividades económicas; a) agua desde el medio; b) flujo de agua con contenido tratado; c) flujo de aguas grises o de desecho; d) intercambio de bienes y servicios.

La sociedad y el medio⁷ transforman e intercambian agua y otros bienes o servicios, deseados o no deseados. La industria manufacturera utiliza agua desde dos fuentes posibles, las propias o autónomas (WA) y desde la red (WN). Ambas fuentes de abastecimiento forman en conjunto el agua de ingreso total (WI). Dentro del sistema manufacturero, previo al proceso de transformación del agua, existe un flujo de agua tratada (WT). Después del proceso existen dos flujos de salida, el agua de purga o recirculación (WR), y el agua de desecho (WD). Dependiendo de la tecnología, además de aspectos legales y los costos involucrados, las empresas pueden tener una fuente de abastecimiento única o mixta; y distinto grado de tratamiento previo al proceso, de recirculación y de tratamiento de agua de desecho. WD puede ser vertida al sistema de alcantarillados o al medio; y WA, de origen el medio, puede ser de fuentes superficiales o subterráneas.

En Chile el sector sanitario es un mercado imperfecto, por cuanto la licitación de contratos para la distribución en la red tiene un componente público, además de ser un mercado tendiente al monopolio y existir trabas de ingreso a nuevas empresas. Por esto existe un organismo regulador, que en un proceso junto con las sanitarias fijan la estructura tarifaria. La CIU toma estas consideraciones, diferenciando al sector manufacturero de, por nombrar algunos, el sector sanitario, la industria minera o la generación eléctrica⁸.

⁷ Medio, entendido como ambiente, hogar, hábitat, tierra.

⁸ ONU (1992). CIU revisión 3, Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas, Chile: Censo 1992. Organización de Naciones Unidas. Santiago, Chile.

4. Anexo 4. Estudios sobre demanda de agua industrial

Artículo Año-1er autor	Zona geográfica	Años de datos	Área económica	Función Enfoque	Forma	Dependientes	Variables Independientes	Dicotómicas	Elasticidad insumo- precio de WI
1969-Rees	Reino Unido, Sureste de Inglaterra	N.I.	Industrial	Demanda de agua	Lineal (MCO)	WI (cant.)	WI (p.), otros factores	S.V.	N.I.
1969-Turnovsky	EE.UU., Massachusetts (19 localidades)	1950/1965 - 1962/1965	Residencial, industrial	Demanda de agua (bajo incerteza de suministro)	Lineal (MCO)	WI (cant. planeada)	WI (p.), p. otros factores, varianza suministro, Q	S.V.	-0,63/-0,50
1970-Russell (de Frederick <i>et al</i> 1996)	EE.UU.	N.I.	Azúcar de remolacha	Costo marginal de recircular agua	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	VW) 48,68 ^{*1 *2 *3}
1972-Young (de Frederick <i>et al</i> 1996)	EE.UU.	N.I.	Industrial (minería, química y papel)	a) industria química, b) industria papelera	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	VW) a) 33,19 ^{*1 *2 *3} , VW) b) 41,67 ^{*1 *2 *3}
1973-Elliot (de Schneider & Whitlach 1991)	EE.UU. (34 localidades)	N.I.	Residencial, industrial	2 ec. demanda: a) ingreso de agua, b) descarga de agua	Lineal (MCO)	a) WI; b) WD	P: WI, WD, DBQO ^{*4} , solido en suspensión	S.V.	-0,73
1973-Oh	EE.UU., Hawái, Honolulu	1960 - 1971	Residencial, comercial, manufacturera (5 sectores/23 firmas), otros industrial	Demanda de agua por localidad	Lineal	WI (cant. planeada)	WI (p.), varianza suministro, Q	S.V.	-1,67/0,28(-0,05) ^{*10} (-0,45)
1974-De-Rooy	EE.UU., Nueva Jersey	1965	Química (refrigeración, proceso, poder de vapor) (30 firmas)	Demanda de agua	Cobb- Douglas (MCO) ^{*5}	WI (cant.)	P.: WI, L, T, Q	S.V.	-0,89/-0,74
1976-Kollar (de Frederick <i>et al</i> 1996)	EE.UU.	N.I.	Textiles de algodón	Costo de implementar un tratamiento de tinte por absorción	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	VW) 86,29 ^{*1 *2 *3}
1979-Grebenstein	EE.UU. (45 regiones)	1973	Manufacturera	Costos totales	Trans-Log	C	P.: WI, K, L	S.V.	-0,80/-0,33
1981-Kane (de Frederick <i>et al</i> 1996)	EE.UU.	N.I.	Empacado de carne	Costo marginal de recircular agua. 2 escenarios: a) baja recirculación, b) alta recirculación.	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	VW) a) 212,03 ^{*1 *2 *3} , VW) b) 295,74 ^{*1 *2 *3}
1982-Babin	EE.UU.	1973	Manufacturera (7 sectores)	Costos totales	Trans-Log (SUR) ^{*5}	C	P.: WI, K, L1, L2, Q	Modelos por sector	-0,66/0,14
1984-Ziegler	EE.UU., Arkansas	N.I.	Papel, química (23-26 firmas)	2 ec. demanda de agua: a) con precio medio, b) con precio marginal	Cobb- Douglas (MCO)	WN	a) P.: WI(WA), b) P.: WM(WA)	S.V.	-0,08
1986-William (120 localidades)	EE.UU.	1976	Residencial, comercial, industrial (25 firmas)	Demanda de agua por localidad	Log-Log, Log-lineal; (MCO)	WI (cant.)	Q, conexión firmas; WI(p.), WM(p.)	S.V.	-0,97/-0,44
1987-Herrington (de Liaw <i>et al</i> 2006)	Reino Unido	N.I.	Residencial, industrial (411 firmas)	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	-0,30
1988-Renzetti	Canadá, Columbia Británica	1981	Petroquímica, pesada, forestal, liviana (372 firmas)	Sistema de ecuaciones de costos	Cobb- Douglas	C	Q(L); P.: WI, WT, WR, WD,	S.V.	-0,54/-0,12
1990-Renzetti	Canadá, Columbia Británica	1981	Industrial	Sistema de ecuaciones de costos	Trans-Log	C	WI (p.), Q, K, L, E, M, T, % abast. público	S.V.	-1,91
1991-Schneider	EE.UU., Columbus (13 localidades)	1956 - 1987	Residencial, comercial, industrial, gobierno, escuela	Demanda de agua por localidad	Lineal (9 tipos de MCG)	WI	WI (p. abastecimiento y disposición)	Sector	-1,16
1992-Renzetti	Canadá	1985	Manufacturera (7 sectores /2000 firmas)	Costos de agua	Trans-Log (MC3E) ^{*5}	CW	P.: WI, WT, WR, WD, Q	S.V.	-0,59/-0,15 (-0,38)
1993-Renzetti	Canadá	1985	Manufacturera (6 sectores /1068 firmas)	2 etapas. 1) Decisión abastecimiento; 2) 2 ec. demanda de agua: a) abastecimiento privado, b) abastecimiento público	1) Log-Lineal (Probit) 2) Lineal (MV)	1) Dicotómico (1: privado, 0: público); 2) WI (cant.)	WI (p.), WM ^{*6} , pago incorporación, Q, razón Mills	S.V.	a) -1,14/-0,05 (-0,31) b) -2,17/-0,65 (-0,76)
1997-ITRI (de Liaw <i>et al</i> 2006)	China, Taiwán, área industrial de Hsinchu	1997	Manufacturera (Refrigeración/6 sectores)	N.I.	Cobb- Douglas	N.I.	N.I.	N.I.	-1,37/-0,41

1998-Dupont	Canadá	1991	Agrícola y manufacturero alimenticio	Costos de agua	Trans-Log (MC3E) ^{*5}	CW	P.: WI, WT, WR, WD, Q	Modelos por sector	-0,38/-0,26 (-0,34)
1999-Malla	EE.UU., Hawái	1985 - 1998 (aprox.)	Manufacturera alimenticia, comercial, otros industrial	2 ec. demanda de agua: a) total, b) consumida por L	Lineal (MCG)	WI	WI (p.), L	S.V.	-0,37
2001-Dupont	Canadá	1981 - 1991	Manufacturera (refrigeración, proceso)	2 ec. costos totales: a) W cuasi-fija, b) W variable	Trans-Log (SUR) ^{*5}	C	P.: WR, K, L, E, M, T, Q; a) WI (p.), b) WI (cant.)	Uso	-0,78
2001-Onjala	Kenia	1996 - 2000	Manufacturera (5 sectores /1717 firmas)	Demanda de agua (ajuste dinámico)	Log-Log; (MC2E)	WI (cant.)	p. de entradas y producción	Sector, propiedad	-0,60/-0,37
2002-Hussaina	Sri Lanka	1994 - 1998 (mensual)	Residencial, comercial, industrial	Demanda de agua	Lineal, Log-Log; (MCO, MCG)	WI (cant.)	WI (p.), conexión firmas, lluvia, temperatura, Q	S.V.	-1,34
2002-Wang	China	1993	Manufacturera (16 sectores /2000 firmas)	Producción total	Cobb-Douglas, Trans-Log	Q	K, L, M ^{*7}	WI por sector, región, tamaño, propiedad	-1,20/-0,57 (-1,03)
2003-Feres	Brasil, Sao Paulo	1999	Industrial (5 sectores /404 firmas)	Costos totales	Trans-Log (SUR) ^{*5}	C	WI, K, L, E, M, Q1, Q2	Regulación, sector, ISO1400	-1,18/-1,06 (-1,08)
2003-Goldar (de Kumar 2006)	India	N.I.	N.I.	Producción total	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	-0,64/-0,4
2003-Renzetti	Canadá	1981, 1986, 1991	Manufacturera (4 sectores /58 firmas)	Costos totales	Trans-Log (SUR) ^{*5}	C	WI (cant.), WT, WR, K, L, E, M, T, Q, Uso (%W proceso)	Sector, región árida, región	-0,13
2003-Reynaud	Francia, Gironde	1994 - 1996	Industrial (6 sectores), comercial; (51 firmas)	Costos de agua ^{**}	Trans-Log	CW	P.N.I.: WN, WA, WT, Q1, Q2	S.V.	WA) ^{*1} -2,21/-0,90 WN) ^{*1} -0,79/-0,10 -1,16/-1,02 (-1,09) ^{*2}
2005-Feres	Brasil, Sao Paulo	1999	Industrial (5 sectores /404 firmas)	Costos totales	Trans-Log	C	P.: WI, K, L, E, M, Q1, Q2	Sector, regulación	-0,94/-0,30 (-0,90)
2006-Kumar	India	1996 - 1998	Manufacturera (8 sectores /92 firmas)	Distancia de factores (frontera de posibilidades de producción)	Trans-Log ^{*5}	D	WI (cant.), K, L (p.), M, Q	Sector, año 1, año 2	-0,94/-0,30 (-0,90)
2006-Liaw	China, Taiwán	2000	Manufacturera (6 sectores /192 firmas)	Costos totales (modelo ingenieril para el proceso). 3 escenarios: a), b), c).	Suma costos parciales (complejo)	C	P., cant., eficiencia, normativa: WI, WT ^{*9} , WR ^{*9} , WD ^{*9} , K, T	S.V.	a) -4,37/-1,00 b) -1,00/-0,02 c) -1,00/-0,10
2010-Bruneau	Canadá	1996	Manufacturera (13 sectores /5532 firmas)	2 etapas. 1) Decisión tecnología; 2) Demanda de reusar agua	Lineal (Heckman 2 etapas)	1) Dicotómico (1: reusa agua, 0: no reusa agua); 2) WR (cant.)	1) L; 2) WI (p.), WR (p.), WD (p.), L, razón Mills	Sector; 1) T, región; 2)	WR) 0,48 ^{*1}
2012-Feres	Brasil, Cuenca del río Paraíba do Sul	2002	Manufacturera (6 sectores /487 firmas)	2 etapas. 1) Decisión tecnología; 2) 2 ec. demanda de agua: a) reusa agua, b) no reusa agua	1) Lineal (Probit); 2) Log-Log (MCO)	1) Dicotómico (1: reusa agua, 0: no reusa agua); 2) WI (cant.)	WI (p.), Q; 1) P: K, E; 2) WR (p.), T, razón Mills	Sector, uso; 1) ISO14000; 2)	a) -0,53 b) -0,23
2012-Ku	Corea del Sur	2003	Manufacturera (11 sectores /53912 firmas)	Producción total	Cobb-Douglas, Trans-Log	Q	K, L, M	WI por sector	-1,44/3,97(-1,1) ^{*10} (1,25) ^{*2}

Fuente: según cita. Leyenda: Q, producción total; Q1, producto directo; Q2, producto indirecto (desechos); C, costos totales; CW, costo del agua; WI, agua de ingreso; WT, agua tratada; WR, agua de recirculación, WD, agua de descarga; WN, agua suministrada por la red; WA, agua de suministro autónomo; WM, precio marginal de agua; K, capital; L, trabajo; L1, trabajo directo a la producción; L2, trabajo indirecto a la producción; E, energía; M, materiales intermedios; T, tendencia temporal. Abreviaciones: localidades, pudiendo ser ciudad, comuna, comunidad, pueblo u otro; región, pudiendo ser, estado, provincia, distrito, u otro; p., precio; u otro; p., precio; MCO, mínimos cuadrados ordinarios; SUR, "seemingly unrelated regressions", modelo Zellner de regresiones aparentemente no relacionadas; MCG, mínimos cuadrados generalizados; MC3E, mínimos cuadrados en 3 etapas; MV: máxima verosimilitud; N.I., No informado; S.V., Sin Variable. Notas: ^{*1}, no es elasticidades respecto a p. WI; ^{*2}, el artículo no informa el valor, pero fue calculado en base a parámetros si informados; ^{*3}, corresponde al valor del agua (VW) en unidades [CLP.1995/m³]; ^{*4}, demanda bioquímica de oxígeno; ^{*5}, homogeneidad lineal y simetría de precios; ^{*6}, WM compuesto de WT, WR, WD; ^{*7}, M=constante · R (residuos-demanda química de oxígeno) - propone agregar E, pero no tiene datos; ^{*8}, testea la separabilidad de W de otros factores (K, L, E, M, Q), otros modelos lo asumen; ^{*9}, no se miden directamente, sino que son función de WI y la tecnología del proceso; ^{*10}, es el siguiente valor en el rango, tal que el informado original no es significativo; entre paréntesis valor general.

Se puede diferenciar a los primeros artículos citados, correspondiente a países de habla inglesa (*i.e.* Reino Unido, EE.UU. y Canadá), de los posteriores; y no hasta después de 1997, estimaciones para otros países, incluyendo en 2003 al primer país latinoamericano (*i.e.* Brasil). Esto manifiesta un traslado de estas preocupaciones desde países tradicionalmente industriales, a países en vías de industrialización o líderes en esta materia en sus respectivas regiones, como lo son Brasil, China, Corea del Sur, India, Kenia y Sri Lanka.



5. Anexo 5. Adjunto a metodología

Anexo 5A. Función de producción e ingreso

Una función de producción, es una expresión matemática que describe una técnica de fabricación de una firma en particular, entregando el máximo producto (en términos físicos) para cada nivel de factores utilizados (en términos físicos). Una función típica, para una firma k dada, se puede ver como sigue:

$$q_k = f(Z_k, F_{1k}, \dots, F_{ik}, \dots, F_{vk}) \quad (*)$$

, donde q_k corresponde a la producción, Z_k es el factor de escala o factor total de productividad, y F_{ik} 's (con $i=1\dots v$), los v factores productivos, de la firma k .

La decisión de las empresas, considerando la teoría económica, es maximizan su beneficio (B), definido como sus ingresos totales (Q) menos sus costos totales (C) (Beattie *et al* 1985, p. 82-84).

Para una firma k , entonces:

$$B_k = \underbrace{\left(\sum_{l=1}^n P_{lk} q_{lk} \right)}_{\text{Ingresos (Q)}} - \underbrace{\left(\sum_{i=1}^v P_{F_{ik}} F_{ik} + b_k \right)}_{\text{Costos (C)}} \quad (**)$$

, donde q_{lk} y P_{lk} , corresponden a la cantidad producida y al precio de venta, de una empresa k (multiproducto), del bien l (con $l=1\dots n$), de los n productos de la firma. $P_{F_{ik}}$ corresponde al precio de los factores productivos que está sujeta la firma k . Finalmente b_k es el costos fijo. Ahora bien, si consideramos al mercado perfectamente competitivo⁹, los precios de los factores productivos y los productos serán fijos y dados por el mercado ($P_{lk} = P_l$, $P_{F_{ik}} = P_{F_i}$). Bajo esta situación, la maximización del beneficio se da cuando se cumplen las siguientes condiciones:

$$\rho_{F_{ik}} = \sum_{l=1}^n P_l \frac{\partial q_{lk}}{\partial F_{ik}} = P_{F_i} \quad (***)$$

, donde $\rho_{F_{ik}}$ es la productividad marginal, de la firma k .

Redefinimos las ecuaciones anteriores respecto al ingreso total (Q):

$$Q_k = g(Z_k, F_{1k}, \dots, F_{ik}, \dots, F_{vk}) \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$\rho_{F_{ik}} = \frac{\partial Q_k}{\partial F_{ik}} = P_{F_i} \quad \text{Ecuación (2)}$$

⁹ Esta suposición no es tan válida para mercados pequeños o donde existen trabas de ingreso; que estén sujetos a regulaciones, como las superintendencias o clústeres empresariales; por ejemplo, las sanitarias e industrias mineras.

Anexo 5B. Elasticidades insumo-precio

Linealizando (5), en logaritmos:

$$\ln \rho_{F_i} = \ln \sigma_{F_i} + \ln Q - \ln F_i \quad (****)$$

Elasticidades insumo-precio directas (γ_{F_i}):

Derivando (****) respecto a F_j :

$$\frac{\partial \ln \rho_{F_i}}{\partial \ln F_i} = \frac{\partial \ln \sigma_{F_i}}{\partial \ln F_i} + \frac{\partial \ln Q}{\partial \ln F_i} - \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln F_i} = \frac{\partial \sigma_{F_i}}{\partial \ln F_i} \frac{1}{\sigma_{F_i}} + \sigma_{F_i} - 1$$

Reemplazando de (4):

$$\Rightarrow \frac{\partial \ln \rho_{F_i}}{\partial \ln F_i} = \frac{2\delta_i}{\sigma_{F_i}} + \sigma_{F_i} - 1 = \frac{2\delta_i + \sigma_{F_i}^2 - \sigma_{F_i}}{\sigma_{F_i}} \Rightarrow \left(\frac{\partial \ln \rho_{F_i}}{\partial \ln F_i} \right)^{-1} = \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln \rho_{F_i}} = \frac{\sigma_{F_i}}{2\delta_i + \sigma_{F_i}^2 - \sigma_{F_i}}$$

Reemplazando de (2), tenemos la Ecuación (6):

$$\Rightarrow \gamma_{F_i} = \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln P_{F_i}} = \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln \rho_{F_i}} = \frac{\sigma_{F_i}}{2\delta_i + \sigma_{F_i}^2 - \sigma_{F_i}}$$

Elasticidades insumo-precio cruzadas ($\gamma_{F_i F_j}$):

Derivando (****) respecto a F_j :

$$\Rightarrow \frac{\partial \ln \rho_{F_i}}{\partial \ln F_j} = \frac{\partial \ln \sigma_{F_i}}{\partial \ln F_j} + \frac{\partial \ln Q}{\partial \ln F_j} - \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln F_j} = \frac{\partial \sigma_{F_i}}{\partial \ln F_j} \frac{1}{\sigma_{F_i}} + \sigma_{F_j} - 0$$

Reemplazando de (4):

$$\Rightarrow \frac{\partial \ln \rho_{F_i}}{\partial \ln F_j} = \frac{\varepsilon_{ij}}{\sigma_{F_i}} + \sigma_{F_j} = \frac{\varepsilon_{ij} + \sigma_{F_i} \cdot \sigma_{F_j}}{\sigma_{F_i}} \Rightarrow \left(\frac{\partial \ln \rho_{F_i}}{\partial \ln F_j} \right)^{-1} = \frac{\partial \ln F_j}{\partial \ln \rho_{F_i}} = \frac{\sigma_{F_i}}{\varepsilon_{ij} + \sigma_{F_i} \cdot \sigma_{F_j}}$$

Reemplazando de (2):

$$\Rightarrow \gamma_{F_i F_j} = \frac{\partial \ln F_j}{\partial \ln P_{F_i}} = \frac{\partial \ln F_j}{\partial \ln \rho_{F_i}} = \frac{\sigma_{F_i}}{\varepsilon_{ij} + \sigma_{F_i} \cdot \sigma_{F_j}}$$

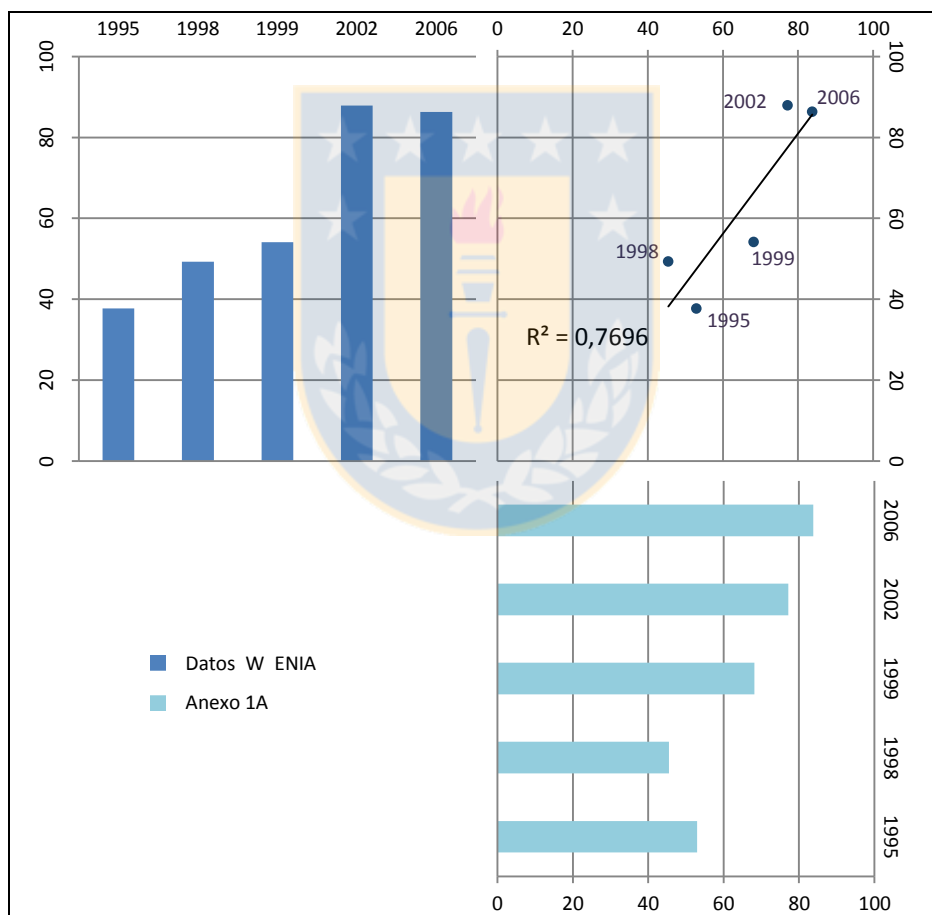
Intercambiando i y j , tenemos la Ecuación (7):

$$\Rightarrow \gamma_{F_i F_j} = \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln P_{F_j}} = \frac{\partial \ln F_i}{\partial \ln \rho_{F_j}} = \frac{\sigma_{F_j}}{\varepsilon_{ij} + \sigma_{F_i} \cdot \sigma_{F_j}}$$

6. Anexo 6. Comparación de datos ENIA con otras fuentes

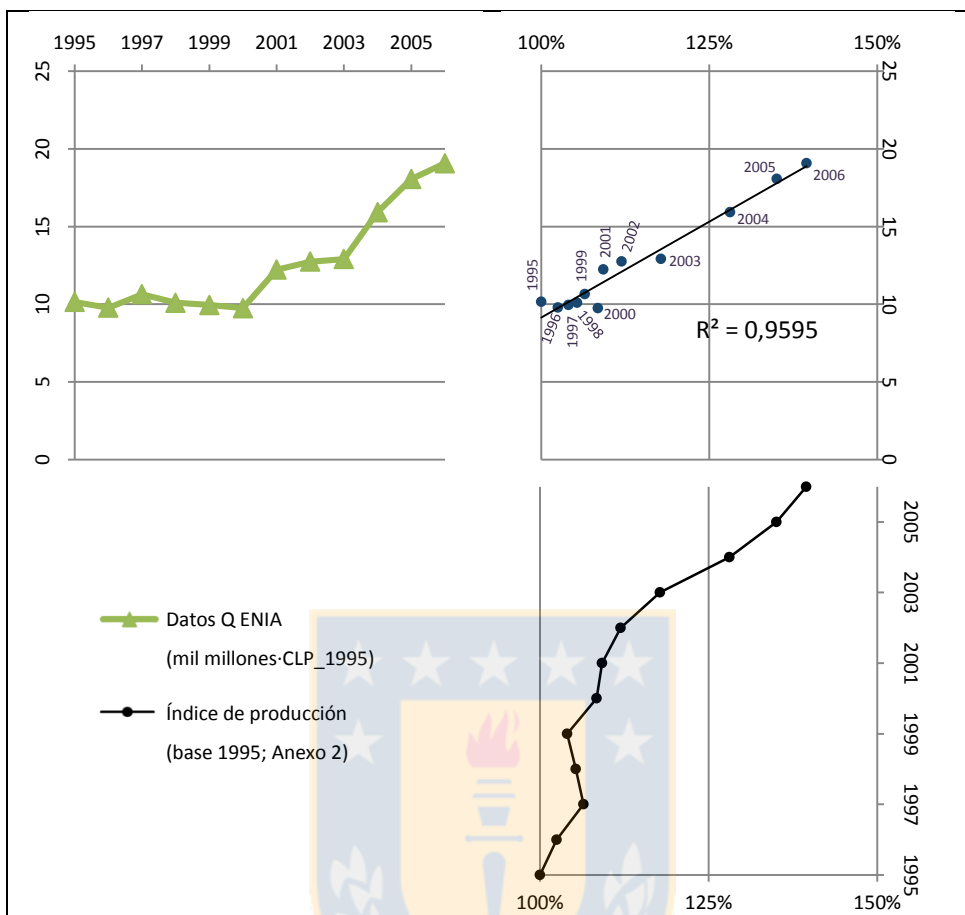
Suponemos existe una relación lineal entre las fuentes bibliográficas versus la muestra de datos de la ENIA. Si bien la transformación de los datos ENIA fue solo para escalar la información y poder tener una noción gráfica del problema, el factor de R^2 si nos ayuda a interpretar un ajuste entre las distintas fuentes de información. Al contrastar la información de consumo de agua del Anexo 1A con la base ENIA se identifica un ajuste del 77% entre ambas fuentes en el periodo de estudio (Anexo 6A). Por otro lado, al comparar la producción total con el índice de producción del INE mostrados en el Anexo 2 se ve un ajuste sobre el 96% (Anexo 6B). Estas diferencias entre fuentes se deben a que los datos depurados de la ENIA son una muestra dentro del total de empresas industriales consideradas en los otros estudios, además de diferencias metodológicas entre ellas.

Anexo 6A. Consumo industrial de agua en Chile



Fuente: elaboración propia. Notas: Los datos W ENIA corresponden a la suma de agua de todas las firmas en la muestra dividida por 1920 (1920=12 meses · 4 semanas · 5 días · 8 horas).

Anexo 6B. Producción manufacturera en el tiempo



Fuente: elaboración propia. Notas: Los datos Q ENIA corresponden a la suma de ingreso de todas las firmas en la muestra.

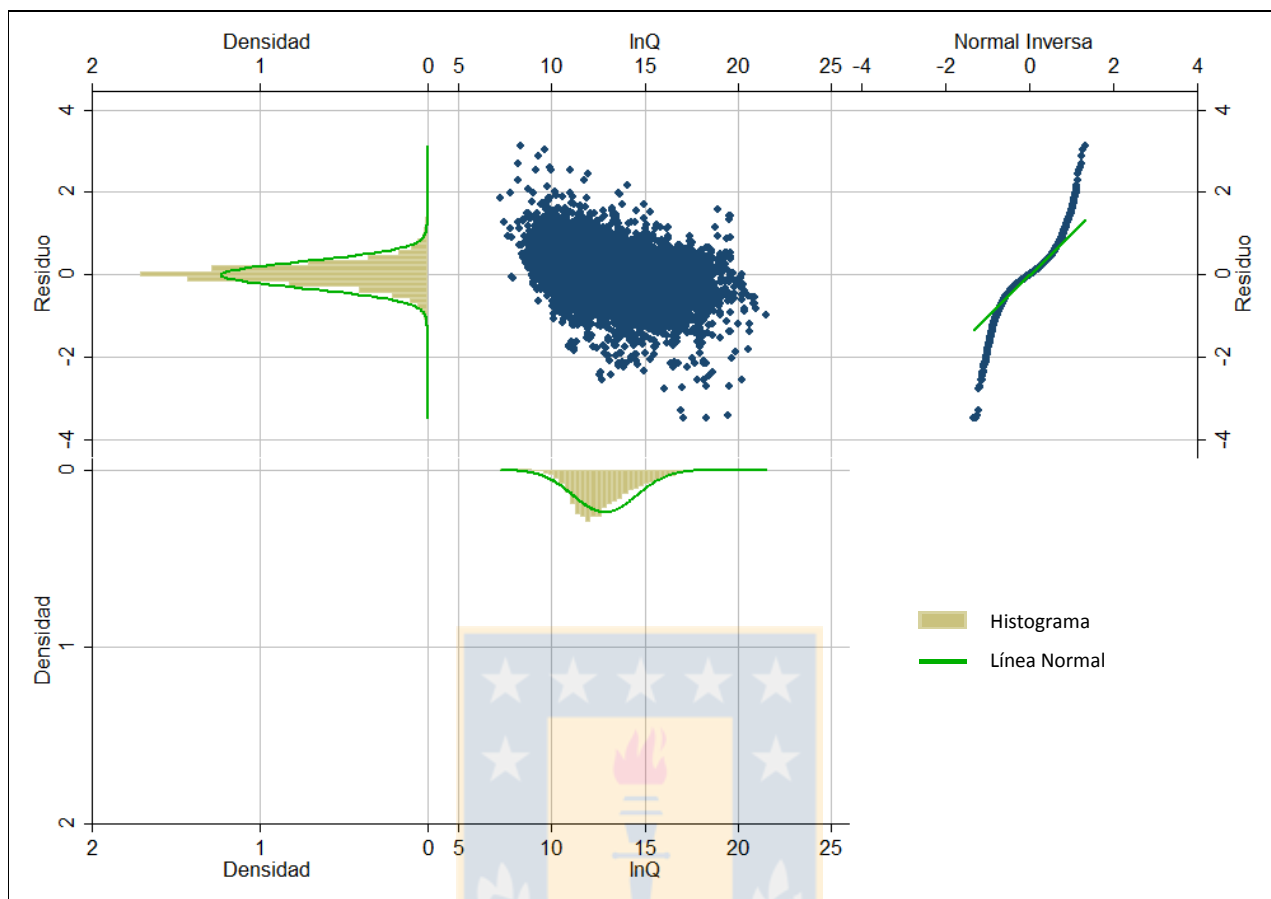
7. Anexo 7. Consumo medio de agua (mil · m³) por sector

CIU/Año	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	Media
151	37	40	38	37	42	33	67	63	59	56	51	52	48
152-155	47	44	47	49	36	23	58	67	71	91	78	96	62
153	14	11	10	9	5	6	9	9	19	20	8	7	11
154	5	5	4	5	5	3	7	8	6	7	6	5	6
17	13	11	12	14	13	10	22	26	23	22	17	17	16
18	3	3	3	4	2	3	5	6	5	5	4	5	4
19	6	5	4	6	5	4	13	18	16	15	9	8	9
20	4	5	5	4	4	5	5	6	6	6	5	4	5
21	93	52	13	21	90	78	64	38	72	30	66	18	52
22	11	5	5	5	3	3	6	6	5	5	5	5	5
24	36	36	46	47	66	22	81	75	69	48	57	67	54
25	11	11	8	25	5	15	15	15	10	11	10	9	12
26	12	12	24	16	39	10	16	19	17	18	19	21	19
27	163	161	118	473	502	485	645	758	776	680	659	736	544
28	8	6	5	6	4	4	7	8	6	9	7	6	6
29	8	6	5	5	4	6	12	17	10	10	11	9	9
31-32-33	7	6	5	7	4	5	8	7	6	6	6	5	6
34-35	11	12	17	31	32	11	12	16	12	11	8	9	15
36	7	4	4	5	4	4	7	7	5	4	5	3	5
Media	17	15	14	23	26	21	37	40	37	36	37	40	29

Fuente: elaboración propia.

En la ENIA solo se dispone de información de agua de ingreso consumida, sin tener claro las cantidades y calidades de extracción y devolución reales; tampoco la fuente de origen, ni, de ser de fuentes autónomas, la fuente natural (*e.g.* subterráneas, superficiales corrientes, superficiales no corrientes) y el régimen de aprovechamiento (*i.e.* consuntivo o no consuntivo).

8. Anexo 8. Errores



Fuente: elaboración propia. Nota: el gráfico central muestra la variable dependiente versus el residuo; el de la izquierda es el histograma del residuo; el de abajo es el histograma de la variable dependiente; el de la derecha es la distribución normal inversa del residuo versus el residuo.

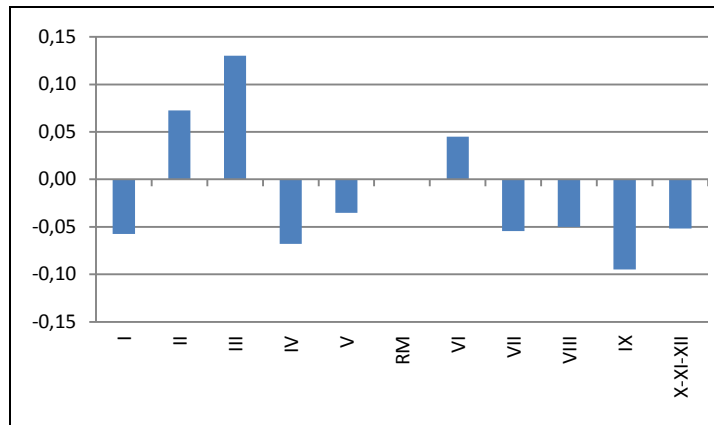
El residuo se calcula como la diferencia entre la variable dependiente estimada y la variable dependiente original ($res = \ln Q_{estimada} - \ln Q$). El gráfico central muestra una tendencia negativa, manifestando que el modelo tiene errores negativos para empresas grandes y positivos para empresas pequeñas (clasificándolas en términos de producción). El gráfico derecho sintetiza lo anterior, indicando una subestimación de la producción para empresas grandes y una sobrestimación de la producción para empresas pequeñas. El histograma del residuo comparado con la línea de distribución normal es leptocurtico; mientras que el de la variable dependiente es asimétrico con mayor densidad de observaciones en los valores bajos. El residuo se testeó con las pruebas de normalidad “Asimetría y Curtosis”¹⁰ y “Shapiro-Wilk”¹¹, cuyos estadísticos resultaron ser significativos al 99%; rechazándose la H_0 que el residuo es normal.

¹⁰ D'Agostino, R. B., Belanger, A. J., & D'Agostino, R. B. Jr. (1990). A suggestion for using powerful and informative tests of normality. *American Statistician* 44: 316-321.

¹¹ Royston, P. (1983) A simple method for evaluating the Shapiro-Francia W' test for non-normality. *Statistician* 32: 297-300.

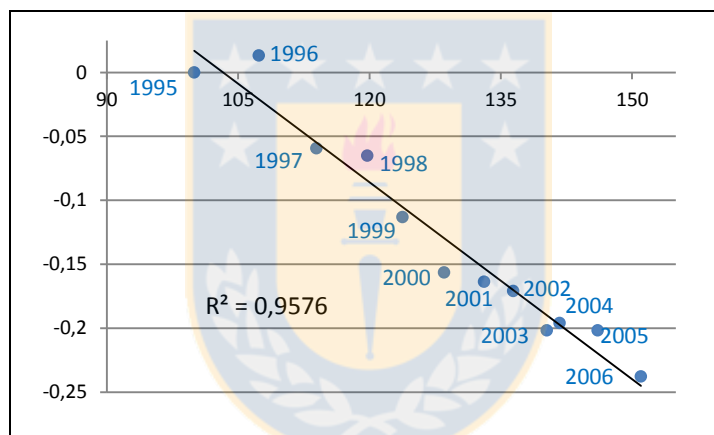
9. Anexo 9. Productividad total de factores

Anexo 9A. Productividad total de factores por región



Fuente: elaboración propia. Notas: parámetros estimado por región en Tabla 3; las regiones se encuentran ordenadas de izquierda a derecha, según orden territorial de norte a sur.

Anexo 9B. Productividad total de factores por año versus índice de precios



Fuente: elaboración propia. Notas: Índice de precios al consumidor (IPC) con base 1995 versus parámetros estimado por año en Tabla 3.

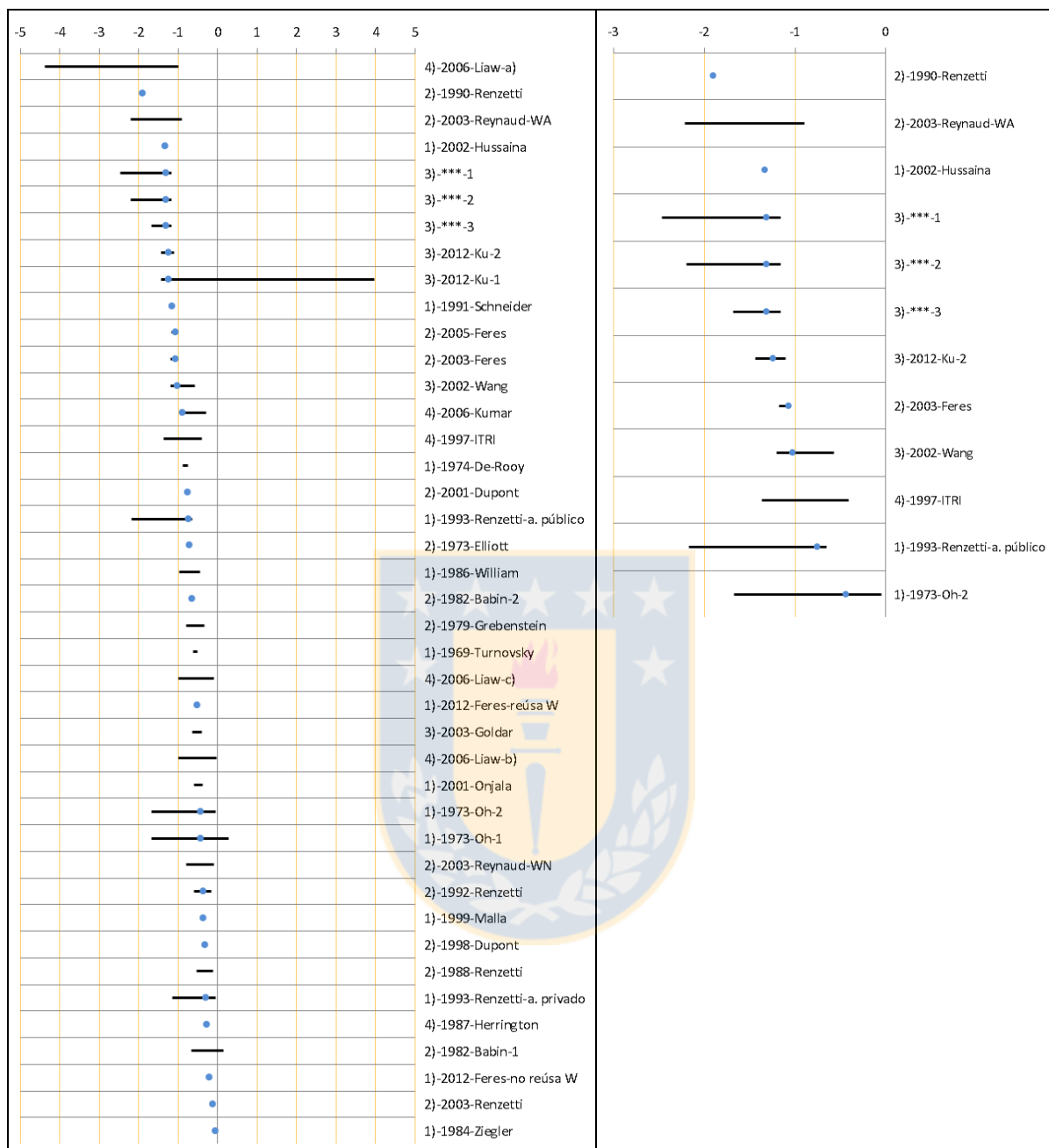
Macroeconómicamente la tasa de crecimiento de los países puede ser explicada por el crecimiento de la productividad total de los factores¹²; y el efecto moneda puede manifestarse empíricamente en una relación negativa entre inflación y crecimiento¹³. De hecho, nuestros parámetros estimados para la tendencia temporal y el índice de precios muestran una relación negativa ajustada a un 96%. Eso se puede explicar por el crecimiento en importancia del sector manufacturero en el PIB nacional (ver Anexo 2), y a su vez, el buen nivel predictivo de la ENIA del sector manufacturero (ver Anexo 6).

¹² Easterly, W. & Levine, R. (2002). It's not capital accumulation. Economic Growth: Sources, Trends and Cycles, Banco Central de Chile (N. Loayza y R. Soto (eds.)). Santiago, Chile.

¹³ De Gregorio, J. (1992). The effects of inflation on economic growth. European Economic Review 36 (2-3): 417-424.

Levine, R. & Renelt, D. (1992). A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. American Economic Review 82(4): 942-963.

10. Anexo 10. Comparación de elasticidades insumo-precio del agua



Fuente: elaboración propia en base a datos de la Tabla 1. Notas: los estudios están ordenados según el valor global o como la media del rango; 1), enfoque de demanda; 2), enfoque de costos; 3), enfoque de producción; 4), otros enfoques; 2012-Ku, 1982-Babin y 1973-Oh están repetidos, con el código "-1" el rango original de los datos y "-2" el rango tras eliminar un sector con valor positivo; ***, son los resultados de este estudio, con el código "-1" el rango original de los datos, y "-2" y "-3" los rangos tras eliminar un sector menos significativos, consecutivamente.

El resultado global de este estudio puede ser utilizado, por ejemplo, para calcular el beneficio de suministrar agua a un complejo industrial por un nuevo proyecto de captación. Asumiendo que se suministrarían 1.000 m³ de agua al día, el beneficio sería de 648 [millon · CLP₁₉₉₅/m³] (1,63 [millon · USD₁₉₉₅/m³]) por año. El mismo ejercicio se puede seguir para una empresa manufacturera de un sector en específico, sin embargo se debe notar la significancia estadística particular de los valores utilizados.