



CENTRO DE ENERGÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y  
MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE  
Dirección: Av. Tupper 2007,  
Santiago  
Contacto: Myriam Reyes  
Email: [mreyes@centroenergia.cl](mailto:mreyes@centroenergia.cl)  
Fono: +56 2 9784203.

# Estudio de actualización y complementación de herramientas de prospectivas de Largo Plazo asociadas a la demanda energética

Anexo Informe Final

Noviembre de 2019

## 1 Anexo: Manual de actualización y memoria de cálculo.

### 1.1 Sector transporte – Caminero

#### 1.1.1 Índices

t: año.

r: región.

i: modo de transporte.

j: tecnología

k: modos de transporte de carga (liviano, mediano, pesado)

#### 1.1.2 Datos de entrada

$PKM_{r,t}^{cam\text{inero urbano}}$ : Demanda de transporte de pasajeros urbana de la región r en el periodo t (pas-km)

$PKM_{r,t}^{cam\text{inero interurbano}}$ : Demanda de transporte de pasajeros interurbana de la región r en el periodo t (pas-km)

$TKM_{cam\text{inero},r,t}$ : Demanda de transporte de carga de la región r en el periodo t (ton-km)

Variable	Unidad	Tipo dato	Años											
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
5 PKM Caminero Interurbano	pas-km	Dato de entrada	11.009.218.487	10.898.005.900	11.305.048.418	12.492.860.871	14.075.515.875	13.404.430.838	13.731.405.379	14.107.985.605	14.500.187.510	14.912.431.449		
6 PKM Bicienda	pas-km	Parámetro derivado	267.267.871	273.152.855	278.914.755	304.703.933	330.550.712	356.406.492	402.251.647	408.443.257	414.539.710	420.715.907		
7 PKM Liviano Total	pas-km	Parámetro derivado	46.663.428.108	46.861.637.662	48.611.148.333	51.514.539.747	55.665.076.181	53.074.224.294	53.749.038.475	56.661.197.343	58.093.966.530	59.233.669.246		
8 PKM Ferrocarrilo Urbano	pas-km	Parámetro derivado	6.087.905.000	6.024.200.000	6.115.200.000	6.242.600.000	6.552.000.000	7.367.534.348	7.367.534.348	7.367.534.348	7.367.534.348	7.367.534.348		
9 PKM Ferrocarrilo Interurbano	pas-km	Dato de entrada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10 PKM Aéreo	Miles pas-km	Dato de entrada	4.869.603	5.130.288	5.800.066	6.229.742	7.022.778	7.338.243	7.688.459	8.090.751	8.532.718	9.015.832		
11 TKM Caminero	ton-km	Dato de entrada	16.777.212.848	16.192.219.158	16.861.694.628	18.021.200.299	22.001.854.212	20.811.494.279	21.227.727.224	21.912.510.592	22.615.842.532	23.239.390.912		
12 TKM Ferrocarrilo	ton-km	Dato de entrada	234.034.242	232.895.954	232.484.081	216.156.081	200.233.087	274.400.558	281.351.405	287.891.382	293.963.661	299.448.858		
13 TKM Marítimo	Miles ton-km	Dato de entrada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
14 P Potación	hab	Dato de entrada	7.202.260	7.279.754	7.369.532	7.508.690	7.702.891	7.915.199	8.125.072	8.242.439	8.310.884	8.367.790		

Figura 1 Datos de entrada para el consumo de energía del sector transporte caminero urbano e interurbano de pasajeros. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

#### 1.1.3 Cálculos auxiliares.

##### 1.1.3.1 Partición modal urbana

La actualización de la partición modal urbana considera los resultados de las publicaciones de las Encuestas de Origen Destino (EOD) para cada ciudad. En estas son publicadas los resultados de participación por modo de transporte considerando el número de viajes. Este resultado debe ser convertido a participación en pasajero-kilómetros de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M_{i,r,t}^{urbano} = \frac{N_{i,r} * d_{i,r} * TO_{i,r}}{\sum_i N_{viajes}_{i,r} * d_{i,r} * TO_{i,r}}$$

Donde  $M_{i,r,t}^{urbano}$  corresponde a la partición modal del modo i en relación a los pasajero-kilómetro (%);  $N_{viajes}_{i,r}$  número de viajes promedio del modo i (-) publicada en EOD;  $d_{i,r}$  corresponde a la distancia media de viaje del modo i (km) publicada en EOD; y  $TO_{i,r}$

corresponde a la tasa de ocupación promedio del modo i en el transporte urbano (pas), reportado en EOD. Para el cálculo de este porcentaje deben ponderarse los valores típicos de los días laborales y no laborales.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Partición modal Urbana</b>							
Auto	%	Parámetro derivado	52.7%	53.5%	54.1%	54.9%	56.2%
Bicicleta	%	Parámetro derivado	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%	1.4%
Bus	%	Parámetro derivado	28.8%	28.2%	27.9%	27.5%	26.6%
Motocicleta	%	Parámetro derivado	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%
Taxi	%	Parámetro derivado	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.7%
Metro	%	Parámetro derivado	13.0%	12.9%	12.6%	12.1%	11.8%

Figura 2 Partición modal regional en porcentaje de pasajeros-kilómetros. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.3.2 Estimación de la participación de motocicletas en partición modal

Si bien algunas de las encuestas origen destino-destino el modo motocicleta ha sido incluido, este generalmente ha sido incluido en la categoría otros modos, dada su baja participación. En la actualidad, la participación de este modo ha aumentado y esto no ha sido capturado aun por las EDOs.

A partir de la información de la cantidad de motos por región, su nivel de actividad y tasa de ocupación promedio, puede calcularse la demanda en pasajeros-kilómetros de este modo, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$M_{motocicleta,r,t}^{urbano} = \frac{PKM_{motocicleta,r,t}}{PKM_{urbanos,r,t}} = \frac{N_{motocicleta,r,t} * NA_{motocicleta,r,t} * TO_{motocicleta}}{\sum_i Nviajes_{i,r} * d_{i,r} * TO_{i,r}}$$

Donde  $M_{motocicleta,r,t}^{urbano}$  corresponde a la participación de uso del modo motocicleta en la región r en el periodo t (%);  $PKM_{motocicleta,r,t}$  corresponde a la demanda por uso de motocicletas (pas-km);  $PKM_{urbanos,r,t}$  corresponde a la demanda por transporte de pasajeros urbano (pas-km);  $N_{motocicleta,r,t}$  corresponde al número de motocicletas en cada región;  $NA_{motocicleta}$  corresponde a la distancia media recorrida por cada motocicleta en un año por región y  $TO_{motocicleta}$  la tasa de ocupación en pasajeros por vehículo.

### 1.1.3.3 Cálculo de los niveles de actividad urbanos

El nivel de actividad de cada modo es calculado a partir de los datos de entrada de PKM urbanos, y los parámetros de partición modal y tasas de ocupación urbano para cada modo i. La fórmula para el cálculo del nivel de actividad es descrita a continuación:

$$NA_{i,r,t}(veh - km) = \frac{PKM_{urbano,t}(pas - km) * M_{i,r,t}^{urbano}(\%)}{TO_{i,r,t}\left(\frac{pas}{veh}\right)}$$

Donde  $NA_{i,r,t}$  corresponde al nivel de actividad cada modo de transporte urbano de pasajeros  $i$  en la región  $r$  y  $l$  periodo  $t$  (veh-km);  $PKM_{urbano,t}$  corresponde a la demanda de pasajeros-kilómetros por transporte urbano para el modo  $i$  en la región  $r$  y el periodo  $t$  (pas-km);  $M_{i,r,t}$  corresponde a la partición modal del modo  $i$  en la región  $r$  y el periodo  $t$  (% de pas-km); y  $TO_{i,r,t}$  corresponde a la tasa de ocupación promedio de cada modo  $i$  en cada región  $r$  y cada periodo  $t$  (pas/veh).

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Nivel de actividad Urbano</b>								
Vehículos Livianos	veh-km	Parámetro derivado	12,990,705,031	13,373,416,649	14,081,457,365	15,295,252,517	17,256,697,210	16,856,000,000
Vehículos Medianos	veh-km	Parámetro derivado	3,746,489,126	3,653,681,503	4,173,077,604	4,496,616,671	4,899,214,802	4,889,000,000
Bicicleta	veh-km	Parámetro derivado	661,754,221	664,565,117	689,375,683	730,549,788	767,815,552	741,000,000
Bus	veh-km	Parámetro derivado	407,340,717	400,802,573	410,926,895	429,605,186	448,687,708	431,000,000
Motocicleta	veh-km	Parámetro derivado	577,344,606	579,796,959	601,442,830	637,365,000	692,706,000	691,000,000
Taxi	veh-km	Parámetro derivado	832,587,235	836,123,768	867,339,226	919,142,499	954,668,153	921,000,000
Metro	veh-km	Parámetro derivado	17,394,000	17,212,000	17,472,000	17,836,000	18,720,000	21,000,000

Figura 3 Niveles de actividad del transporte urbano. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

La partición modal no hace distinción entre vehículos livianos y medianos, por lo que fue necesario asignar un porcentaje de participación asociada a cada uno de estos modos.

El porcentaje de uso urbano entre livianos y medianos fue calculado a partir del stock de vehículos livianos y medianos reportados en el anuario del parque vehicular por región publicado por el INE. Para la contabilización fueron considerados como vehículos livianos únicamente la categoría Automóviles y Station Wagon utilizada en el anuario. En tanto, las categorías seleccionadas para vehículos medianos fueron: Furgón, Minibús, Camioneta y Todo Terreno.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Participación de vehículos Livianos/Medianos urbano</b>							
Vehículos Livianos	%	Parámetro derivado	77.6%	77.6%	77.1%	77.3%	77.9%
Vehículos Medianos	%	Parámetro derivado	22.4%	22.4%	22.9%	22.7%	22.1%

Figura 4 Participación de vehículos livianos y medianos en transporte urbano. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Stock de vehículos por tipo</b>							
Vehículos Livianos	veh	Dato de entrada	1,247,250	1,283,268	1,332,183	1,389,194	1,467,551
Vehículos Medianos	veh	Dato de entrada	359,704	369,792	394,796	408,406	416,641
Bus	veh	Dato de entrada	8,386	8,386	8,586	8,634	8,666
Bus Interurbano (interurbano+periférico)	veh	Dato de entrada	3,643	3,609	3,595	3,489	3,576
Motocicleta	veh	Dato de entrada	85,262	86,229	87,507	89,792	98,958
Taxi	veh	Dato de entrada	42,422	42,428	43,129	41,600	40,812
Camion	veh	Dato de entrada	46,593	47,026	47,568	47,441	48,672
Tractocamion	veh	Dato de entrada	11,676	12,473	12,615	13,049	13,095

Figura 5 Stock de vehículos reportados por el INE. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

El nivel de actividad de los vehículos livianos y medianos se calculará mediante:

$$NA_{veh\ liv,r,t}(veh - km) = \frac{PKM_{urbano,t}(pas - km) * M_{i,r,t}^{urbano}(\%)}{TO_{i,r,t}\left(\frac{pas}{veh}\right)} * P_{veh\ liv,t}(\%)$$

$$NA_{veh\ med,r,t}(veh - km) = \frac{PKM_{urbano,t}(pas - km) * M_{i,r,t}^{urbano}(\%)}{TO_{i,r,t}\left(\frac{pas}{veh}\right)} * P_{veh\ med,t}(\%)$$

#### 1.1.3.4 Cálculo de los niveles de actividad interurbanos

En términos generales se calculará mediante:

$$NA_{i,r,t}(veh - km) = \frac{PKM_{interurbano,t}(pas - km) * M_{i,r,t}^{interurbano}(\%)}{TO_{i,r,t}^{interurbano}\left(\frac{pas}{veh}\right)}$$

Los vehículos livianos y medianos requerirán, al igual que para el nivel de actividad urbano, un parámetro adicional.

$$NA_{veh\ liv,r,t} = \frac{PKM_{interurbano,t} * M_{i,r,t}^{interurbano}}{TO_{i,r,t}^{interurbano}} * P_{veh\ liv,t}$$

$$NA_{veh\ med,r,t} = \frac{PKM_{urbano,t} * M_{i,r,t}^{interurbano}}{TO_{i,r,t}^{interurbano}} * P_{veh\ med,t}$$

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018
Nivel de actividad Interurbano							
Vehículos Livianos	veh-km	Parámetro derivado	355,370,739	349,244,709	364,851,122	400,520,548	455,618,582
Vehículos Medianos	veh-km	Parámetro derivado	1,421,482,957	1,396,978,837	1,459,404,486	1,602,082,194	1,823,274,329
Bus	veh-km	Parámetro derivado	262,270,513	257,749,384	269,267,219	295,468,032	332,899,328

Figura 6 Niveles de actividad interurbanos. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

#### 1.1.3.5 Nivel de actividad promedio por vehículo

$$NA_{i,r,t}^{promedio} = \frac{NA_{i,r,t}^{urbano} + NA_{i,r,t}^{interurbano}}{S_{i,r,t}}$$

Donde  $NA_{i,r,t}^{promedio}$  corresponde al recorrido promedio anual de cada modo i para cada región r y cada periodo t (km/año);  $NA_{i,r,t}^{urbano}$  corresponde al nivel de actividad urbano del modo i para cada región r y cada periodo t (veh-km);  $NA_{i,r,t}^{interurbano}$  corresponde al nivel de actividad interurbano del modo i para cada región r y cada periodo t (veh-km);  $S_{i,r,t}$  corresponde al número de vehículos (veh).

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Stock de vehículos por tipo</b>											
98 Vehículos Livianos	veh	Dato de entrada	1,247,250	1,283,268	1,332,183	1,389,194	1,467,551				
99 Vehículos Medianos	veh	Dato de entrada	359,704	369,792	394,796	406,406	416,641				
100 Bus	veh	Dato de entrada	8,386	8,386	8,556	8,634	8,666				
101 Bus Interurbano (Interurbano-periférico)	veh	Dato de entrada	3,643	3,609	3,595	3,489	3,576				
102 Motocicleta	veh	Dato de entrada	85,262	86,229	87,507	89,792	98,958				
103 Taxi	veh	Dato de entrada	42,422	42,428	43,129	41,900	40,812				
104 Camion	veh	Dato de entrada	46,593	47,006	47,568	47,441	48,072				
105 Tractor/camion	veh	Dato de entrada	11,678	12,473	12,615	13,049	13,063				
<b>Nivel de Actividad promedio por Modo</b>											
106 Vehículos Livianos	km / año	Parámetro derivado	10,700	10,693	10,844	11,298	12,069				11,121
109 Vehículos Medianos	km / año	Parámetro derivado	14,367	14,199	14,267	14,933	16,135				14,790
110 Bus	km / año	Parámetro derivado	48,574	47,794	48,028	49,757	51,776				49,106
111 Bus Interurbano	km / año	Parámetro derivado	71,993	71,419	74,900	84,686	93,093				79,218
112 Motocicleta	km / año	Parámetro derivado	6,771	6,724	6,873	7,098	7,000				6,893
113 Taxi	km / año	Parámetro derivado	19,628	19,707	20,110	21,999	23,392				20,965
114 Camion	km / año	Parámetro derivado	19,004	18,173	18,819	21,161	23,858				20,203
115 Tractor/camion	km / año	Parámetro derivado	63,156	57,068	59,107	64,080	73,861				63,454

Figura 7 Nivel de actividad media anual por vehículo. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.3.6 Consumo de combustibles/energéticos del transporte caminero de pasajeros

El consumo de energéticos al transporte caminero de pasajeros se determinará mediante:

$$C_{i,r,t,j} = \frac{N A_{i,r,t}^{urbano} * X_{i,r,t,j}}{\eta_{i,r,t,j}^{urbano}} + \frac{N A_{i,r,t}^{interurbano} * X_{i,r,t,j}}{\eta_{i,r,t,j}^{interurbano}} \quad \forall r, t, j$$

Donde  $C_{i,r,t,j}$  corresponde al consumo del energético j del modo i en la región r y en cada periodo t;  $X_{i,r,t,j}$  composición tecnológica del parque del modo i que consumo el energético j en cada región r y para cada periodo t;  $\eta_{i,r,t,j}^{urbano}$  corresponde al rendimiento

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>VEHÍCULOS PARTICULARES LIVIANOS</b>												
<b>Categorías</b>												
120 Gasolina	%	Dato de entrada + tendencia	93.0%	93.0%	93.0%	93.3%	93.3%	93.3%	93.3%	93.3%	93.3%	93.2%
121 HVB Gasolina	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
122 PHEV G	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
123 Petróleo Diésel	%	Dato de entrada + tendencia	6.0%	6.0%	6.0%	6.7%	6.7%	6.6%	6.6%	6.6%	6.6%	6.6%
124 HVB Diésel	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
125 PHEV D	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
126 Electricidad	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
127 BioCetanol	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
128 Etanol	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
129 GLP	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
130 GNC	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
131 Hidrógeno	%	Dato de entrada + tendencia	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Figura 8 Composición tecnológica del modo vehículos livianos. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Consumo Urbano</b>															
134 Gasolina	km/l	Dato de entrada + tendencia	8.06	8.06	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.05	8.04	8.04	8.05
135 HVB Gasolina	km/l	Dato de entrada + tendencia	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52
136 HVB Gasolina	km/l	Dato de entrada + tendencia	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81
137 HVB Plagen D (Electricidad)	km/l kWh	Dato de entrada + tendencia	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
138 Petróleo Diésel	km/l	Dato de entrada + tendencia	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81
139 HVB Diésel	km/l	Dato de entrada + tendencia	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52
140 HVB Plagen D	km/l	Dato de entrada + tendencia	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60
141 HVB Plagen D (Electricidad)	km/l kWh	Dato de entrada + tendencia	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
142 Electricidad	km/l kWh	Dato de entrada + tendencia	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49
143 BioCetanol	km/l	Dato de entrada + tendencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
144 Etanol	km/l	Dato de entrada + tendencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145 GLP	km/l kg de GLP	Dato de entrada + tendencia	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
146 GNC	km/l kg de GNC	Dato de entrada + tendencia	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
147 Hidrógeno	km/l kg de H <sub>2</sub>	Dato de entrada + tendencia	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01
<b>Consumo Interurbano</b>															
150 Gasolina	km/l	Dato de entrada + tendencia	7.66	7.66	7.66	7.66	7.70	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.67
151 HVB Gasolina	km/l	Dato de entrada + tendencia	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52
152 HVB Gasolina	km/l	Dato de entrada + tendencia	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81
153 HVB Plagen D (Electricidad)	km/l kWh	Dato de entrada + tendencia	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
154 Petróleo Diésel	km/l	Dato de entrada + tendencia	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81	81.81
155 HVB Diésel	km/l	Dato de entrada + tendencia	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52	20.52
156 HVB Plagen D	km/l	Dato de entrada + tendencia	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60
157 HVB Plagen D (Electricidad)	km/l kWh	Dato de entrada + tendencia	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
158 Electricidad	km/l kWh	Dato de entrada + tendencia	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49
159 BioCetanol	km/l	Dato de entrada + tendencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160 Etanol	km/l	Dato de entrada + tendencia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
161 GLP	km/l kg de GLP	Dato de entrada + tendencia	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
162 GNC	km/l kg de GNC	Dato de entrada + tendencia	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
163 Hidrógeno	km/l kg de H <sub>2</sub>	Dato de entrada + tendencia	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01	41.01

Figura 9 Rendimiento urbano e interurbano por tecnología. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>CONSUMO ENERGÉTICOS</b>												
<b>Vehículos Livianos</b>												
Gasolina	m³	Salida Intermedia	1.543.288	1.587.417	1.644.959	1.687.409	1.672.104	1.819.015	1.883.349	1.959.483	2.032.036	2.117.117
Diesel	m³	Salida Intermedia	80.213	82.499	86.854	103.769	116.834	113.818	117.627	122.352	126.842	132.000
Electricidad	MWh	Salida Intermedia	173	178	188	600	213	898	1.646	2.460	6.426	10.200
Biodiésel	m³	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	m³	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLP	kg de GLP	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GNC	kg de GNC	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hidrógeno	kg de H <sub>2</sub>	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Vehículos Medianos</b>												
Gasolina	m³	Salida Intermedia	263.741	268.775	285.271	272.922	298.290	293.664	303.810	315.977	326.440	339.110
Diesel	m³	Salida Intermedia	266.396	271.250	291.474	333.171	379.463	373.491	385.483	401.808	414.860	430.200
Electricidad	MWh	Salida Intermedia	174	177	189	138	81	345	632	944	2.456	4.400
Biodiésel	m³	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	m³	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLP	kg de GLP	Salida Intermedia	7.592	7.714	8.275	2.598	2.864	2.831	2.944	3.075	3.192	3.300
GNC	kg de GNC	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hidrógeno	kg de H <sub>2</sub>	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Taxi</b>												
Gasolina	m³	Salida Intermedia	63.056	63.324	65.688	69.812	71.943	68.836	66.909	65.228	64.453	62.600
Diesel	m³	Salida Intermedia	15.599	15.665	16.250	17.221	17.790	17.029	16.489	15.948	15.570	14.500
Electricidad	MWh	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	1.065	2.155	3.196	4.242	7.400
Biodiésel	m³	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etanol	m³	Salida Intermedia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GLP	kg de GLP	Salida Intermedia	465.239	467.215	484.659	513.605	533.456	512.875	499.191	485.221	476.089	459.400

Figura 10 Consumos de energético por modo. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.3.7 Cálculo de niveles de actividad carga urbana e interurbana

$$NA_{k,r,t}^{urbana} = \frac{TKM_{r,t} * X_{urbana} * M_{k,r,t}^{urbana}}{TC_{k,r,t}}$$

$$NA_{k,r,t}^{interurbana} = \frac{TKM_{r,t} * (1 - X_{urbana}) * M_{k,r,t}^{interurbana}}{TC_{k,r,t}}$$

Donde  $NA_{k,r,t}^{urbana}$  corresponde al nivel de actividad urbano de cada modo de transporte caminero de carga k, para cada región r y cada periodo t (veh-km);  $TKM_{r,t}$  corresponde a la demanda de transporte de carga de cada región r y cada periodo t (ton-km);  $X_{urbana}$  corresponde a la distribución de la carga urbana (%);  $M_{k,r,t}^{urbana}$  corresponde a la distribución de carga por modo de transporte k para cada región r y cada periodo t (%); y  $TC_{k,r,t}$  corresponde a la tasa de carga de cada modo de transporte (ton/veh).

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Distribución carga</b>												
Urbana	%	Parámetro derivado + tendencia	41,6%	41,6%	41,6%	41,6%	41,6%	41,6%	41,6%	41,6%	41,6%	41,6%
Interurbana	%	Parámetro derivado + tendencia	58,2%	58,2%	58,2%	58,2%	58,2%	58,2%	58,2%	58,2%	58,2%	58,2%
<b>Partición modal carga urbana</b>												
Livianos	%	Parámetro	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%	34,0%
Mediano	%	Parámetro	58,0%	58,0%	58,0%	58,0%	58,0%	58,0%	58,0%	58,0%	58,0%	58,0%
Pesados	%	Parámetro	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
<b>Partición modal carga interurbana</b>												
Livianos	%	Parámetro	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mediano	%	Parámetro	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pesados	%	Parámetro	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Figura 11 Distribución de carga urbana/interurbana y partición modal de carga urbana e interurbana. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>TG Camiones</b>												
Camión Liviano	ton-veh	Parámetro	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Camión Mediano	ton-veh	Parámetro	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Camión Pesado	ton-veh	Parámetro	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00

Figura 12 tasas de carga del transporte de carga caminero. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
<b>Nivel de actividad Camiones Urbano</b>													
84													
85	Camión Liviano	veh-km	Parámetro derivado	432.626.780	418.408.537	438.280.851	491.970.400	569.520.901	532.670.085	648.524.474	666.228.624	694.372.777	653
86	Camión Mediano	veh-km	Parámetro derivado	451.843.557	436.858.085	456.843.250	512.381.060	592.683.758	555.227.855	671.627.801	691.275.857	698.888.071	629
87	Camión Pesado	veh-km	Parámetro derivado	40.073.051	38.676.511	40.514.739	45.433.734	52.553.240	49.232.027	59.703.943	62.038.740	54.017.621	55
88													
<b>Nivel de actividad Camiones Interurbano</b>													
89	Camión Liviano	veh-km	Parámetro derivado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	Camión Mediano	veh-km	Parámetro derivado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
91	Camión Pesado	veh-km	Parámetro derivado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	Camión Pesado	veh-km	Parámetro derivado	697.486.804	673.137.659	708.121.072	790.742.627	914.632.675	896.648.265	882.466.897	903.836.883	940.028.780	878

Figura 13 Niveles de actividad del transporte de carga caminero. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.3.8 Cálculo de niveles de actividad medio de los modos camión y tractocamión

Los modos livianos y medianos son agrupados en el modo camión. El cálculo del nivel de actividad promedio de cada camión se obtiene mediante:

$$NA_{k,r,t}^{promedio} = \frac{NA_{k,r,t}^{urbano} + NA_{k,r,t}^{interurbano}}{S_{k,r,t}}$$

Donde  $NA_{k,r,t}^{promedio}$  corresponde al recorrido promedio anual de cada modo k (camión y tractocamión) para cada región r y cada periodo t (km/año);  $NA_{k,r,t}^{urbano}$  corresponde al nivel de actividad urbano del modo k para cada región r y cada periodo t (veh-km);  $NA_{k,r,t}^{interurbano}$  corresponde al nivel de actividad interurbano del modo k para cada región r y cada periodo t (veh-km);  $S_{k,r,t}$  corresponde al número de vehículos (veh).

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Stock de vehículos por tipo</b>												
36												
37												
38	Vehículos Livianos	veh	Dato de entrada	1.247.250	1.262.289	1.332.851	1.269.094	1.467.551				
39	Vehículos Medianos	veh	Dato de entrada	359.734	359.735	354.736	408.406	416.641				
40	Bus	veh	Dato de entrada	6.306	6.306	6.556	6.634	6.696				
41	Bus Interurbano (interurbano-pañol)	veh	Dato de entrada	2.647	2.629	2.557	2.409	2.576				
42	Motocicleta	veh	Dato de entrada	456.261	462.239	475.519	489.762	500.869				
43	Taxi	veh	Dato de entrada	42.429	42.429	42.429	42.429	42.429				
44	Camión	veh	Dato de entrada	46.593	47.026	47.560	47.441	48.672				
45	Tractocamión	veh	Dato de entrada	71679	71471	71273	69469	69269				
46												
<b>Nivel de Actividad promedio por Modo</b>												
47	Vehículos Livianos	km l año	Parámetro derivado	81.780	81.659	81.044	81.269	82.069				81.871
48	Vehículos Medianos	km l año	Parámetro derivado	14.267	14.859	14.267	14.822	15.135				14.269
49	Bus	km l año	Parámetro derivado	48.574	47.794	48.029	48.757	51.776				48.695
50	Bus Interurbano	km l año	Parámetro derivado	71.889	71.429	74.909	64.686	69.089				73.728
51	Motocicleta	km l año	Parámetro derivado	6.771	6.724	6.872	7.089	7.089				6.889
52	Taxi	km l año	Parámetro derivado	26.628	26.701	26.789	27.889	28.262				28.262
53	Camión	km l año	Parámetro derivado	19.034	19.071	19.078	19.811	20.069				20.219
54	Tractocamión	km l año	Parámetro derivado	62.256	57.069	59.837	64.080	63.881				62.454

Figura 14 Stock de vehículos INE y niveles de actividad promedio. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.3.9 Consumo de combustibles/energéticos del transporte caminero de carga

El consumo de energéticos al transporte caminero de carga se determinará mediante:

$$C_{k,r,t,j} = \frac{NA_{k,r,t}^{urbano} * X_{k,r,t,j}}{\eta_{k,r,t,j}^{urbano}} + \frac{NA_{k,r,t}^{interurbano} * X_{k,r,t,j}}{\eta_{k,r,t,j}^{interurbano}} \quad \forall r, t, j$$

Donde  $C_{k,r,t,j}$  corresponde al consumo del energético j del modo k en la región r y en cada periodo t;  $X_{k,r,t,j}$  composición tecnológica del parque del modo k que consumo el energético j en cada región r y para cada periodo t;  $\eta_{k,r,t,j}^{urbano}$  corresponde al rendimiento

Figura 15 Composición tecnológica del modo tractocamión y rendimiento urbanos e interurbanos. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Figura 16 Consumos de energético por modo. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.3.10 Consumo de energía del transporte caminero

El consumo de energía de cada combustible del transporte caminero de pasajeros se calcula de acuerdo a:

$$CE_{j,r,t} = \left( \sum_k C_{k,r,t,j} + \sum_i C_{i,r,t,j} \right) * Y_j \quad \forall r, t, j$$

Donde  $CE_{j,r,t}$  corresponde al consumo de energía del energético j en cada región r t cada periodo t (Tcal);  $C_{k,r,t,j}$  corresponde al consumo de energía (en unidades físicas) de cada modo del transporte de carga k para cada región r y cada periodo t;  $C_{i,r,t,j}$  corresponde al consumo de energía (en unidades físicas) del energético j del modo de transporte de pasajeros i en cada región y r y en cada periodo t; y  $Y_j$  corresponde a un factor de conversión de unidades físicas a energéticas que dependerá de cada energético j.

Figura 17 consumo de energía por energético del modo caminero. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.3.11 Comparación de consumos de energía del modo caminero con BRE e informes SEC

Se comparan las diferencias porcentuales de consumo del modelo respecto a los valores reportados por el BER 2014-2017 e informes SEC para el periodo 2014-2017 mediante:

$$D_{j,r,t} = \frac{CE_{j,r,t} - CE_{BER,r,t}}{CE_{j,r,t}} * 100$$

$$D_{j,r,t} = \frac{CE_{j,r,t} - CE_{SEC,r,t}}{CE_{j,r,t}} * 100$$

Figura 18 Comparación de consumo de energéticos modo caminero con BER y SEC. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.4 Datos de entrada a LEAP

**Niveles de actividad:** Corresponde al número de kilómetros recorridos totales (veh-km) proyectado por modo, por región para cada año.

$$NA_{i,r,t}$$

$$NA_{k,r,t}$$

**Participación tecnológica por modo:** Calculo del porcentaje de participación de una tecnología en particular. Participación de la fuente en LEAP.

$$X_{i,r,t,j}$$

$$X_{k,r,t,j}$$

**Intensidad energética:** Corresponde al consumo energético unitario por kilómetro recorrido para cada región y para cada tecnología.

$$IE_{i,r,t,j} = 1/\eta_{i,r,t,j}$$

$$IE_{k,r,t,j} = 1/\eta_{k,r,t,j}$$

### 1.1.5 Cálculos en LEAP

**Demanda por energético:** Calculo de consumo total por modo, y por región proyectado en el tiempo.

$$CE_{j,r,t} = NA_{i,r,t} * X_{i,r,t,j} * IE_{i,r,t,j} + NA_{k,r,t} * X_{k,r,t,j} * IE_{k,r,t,j}$$

El cálculo de consumos energéticos por combustible, por usos finales y energéticos para cada una de las regiones también se realiza en la planilla Excel al final de cada hoja correspondiente a cada una de las regiones, la cual considera la demanda de todos los modos agregados (caminero, marítimo, aéreo y ferroviario).

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
528 Reservas por Energético															
540 Gasolina	Ton	Salida	85.429	85.629	85.429	85.562	85.499	87.089	86.591	89.289	88.972	20.763	21.550	22.242	22.781
541 Diesel	Ton	Salida	82.895	82.579	82.962	84.577	86.030	86.991	86.594	86.919	86.293	86.293	86.977	87.293	87.649
542 Electricidad	Ton	Salida	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
543 GLP	Ton	Salida	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
544 Gas	Ton	Salida	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
545 Gasoil	Ton	Salida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
546 Gasol	Ton	Salida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
547 Hidrogeno	Ton	Salida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
548 Petrolero Combustible	Ton	Salida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
549 Petrolero Aviacion	Ton	Salida	1.827	1.827	2.177	2.537	2.635	2.753	2.889	3.039	3.202	3.383	3.579	3.789	4.022
550 Combustible Aviacion	Ton	Salida	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

Figura 19 Cálculo del consumo total por energético a nivel regional del sector transporte. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.1.6 Proyección de datos de entrada

#### 1.1.6.1 Metodología de estimación de series de PKM y TKM histórico del modo caminero

La metodología considera como primer paso para la construcción de series históricas la desagregación del consumo de combustible por región. Para esto, se utiliza como información de base los informes estadísticos de combustibles publicados por la SEC.

En términos resumidos la metodología del estudio previo considera para la estimación de las series de PKM y TKM históricos para cada región de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$PKM_{t,r} = \sum_i^I CC_{t,r} * X_{i,t} * TO_{i,t} * FdC_{i,t} \quad \forall t, r$$

$$TKM_{t,r} = \sum_i^I CC_{t,r} * X_{i,t} * TC_{i,t} * FdC_{i,t} \quad \forall t, r$$

Donde:  $PKM_{t,r}$ : Demanda de transporte de pasajeros para cada categoría [pas-km];  $CC_t$  Consumo de combustible total para cada año t [m<sup>3</sup>];  $X_{i,t}$  Participación del modo i en el

consumo de combustibles;  $TO_{i,t}$ ; tasas de ocupación promedio del modo  $i$  [pas];  $FdC_{i,t}$  rendimiento promedio del modo  $i$  [km/m<sup>3</sup>] y  $TC_{i,t}$ : tasa de carga promedio del modo  $i$  [ton].

Para asignar el consumo de combustible correspondiente al modo caminero en cada año  $t$  ( $CC_t$ ), la metodología considera como criterios de asignación los consumos de los combustibles Petróleos Diésel y Gasolinas (todas sus categorías salvo gasolina de aviación) de los siguientes canales de distribución:

Tabla 1 Criterios de asignación de combustibles del informe estadístico de la SEC al modo caminero

Canal de Distribución	Combustibles
Empresas de Transporte	Todas las gasolinas y petróleos diésel
Canal Minorista	Todas las gasolinas y petróleos diésel
Ventas Directas ENAP	Todas las gasolina
Usuarios	Gasolinas sin plomo

A partir del año 2014 comenzaron a ser publicados los balances de energía con desagregación regional. Estos resultados permitieron contrastar la metodología de asignación de consumo de combustibles realizada en el estudio previo, con respecto a los valores publicados en los balances regionales de energía. A continuación, se presentan las diferencias observadas con desagregación nacional y regional.

#### 1.1.6.2 Metodología general de cuantificación de la participación en el consumo de combustible de los distintos modos de transporte caminero

La metodología considera la cuantificación de consumo de combustible por categoría de modo de estimar una matriz de peso porcentual para la asignación de consumos de combustible ( $X_{i,j}$ ). Para realizar este cálculo se utiliza la ecuación presentada a continuación para cada región.

$$CC_{i,j} = N_{i,j} * \frac{NA_{i,j}}{FdC_{i,j} * 1000} \quad \forall i, j$$

Donde:  $CC_{i,j}$ : representa el consumo de combustible de la categoría  $i$  para el combustible  $j$  (gasolina o diésel) [m<sup>3</sup>];  $N_{i,j}$  representa el número de vehículos de la categoría  $i$  del combustible  $j$  [-];  $NA_{i,j}$  representa el nivel de actividad promedio de la categoría  $i$  y combustible  $j$  [km/año] y  $FdC_{i,j}$  representa el rendimiento de combustible promedio del modo  $i$  y combustible  $j$  [km/l]. Esto es replicado para cada región.

Posteriormente, se calcula la participación porcentual por categoría y combustible de acuerdo a:

$$X_{i,j} = \frac{CC_{i,j}}{CC_j} \quad \forall i, j$$

Donde:  $X_{i,j}$ : representa la participación porcentual en el consumo de combustible para la categoría i y el combustible j [%];  $CC_{i,j}$ : representa el consumo de combustible de la categoría i para el combustible j (gasolina o diésel) [m<sup>3</sup>];  $CC_j$  representa el consumo total del combustible j para un año fijo asociado al modo caminero [m<sup>3</sup>].

### 1.1.6.3 Estimación de PKM urbano históricos

$$PKM_{t,r} = \sum_i \sum_j CC_{t,r,j} * X_{i,t,j} * TO_{i,t} * FdC_{i,t,j}$$

i = vehículos livianos, taxi, moto, buses urbanos

j = gasolina, diésel

r = I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, RM, XIV y XV (Región del Ñuble considerada dentro de la VIII)

t = 1998, 1999, 2000, 2001, ... , 2018

Variable	Unidad	Tipo dato	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Demanda de Transporte Urbano Regional - SEC</b>													
Región I	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.712.032.053	3.033.026.667	3.453.201.904	3.460.814.828	3.721.766.942	4.983.815.838	5.319.814.429	5.226.749.737	5.293.017.928	4.260.921.494	6.360.396.857
Región II	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	8.613.658.437	9.475.067.844	9.483.398.033	10.637.263.153	10.890.099.842	12.563.819.823	12.653.376.722	11.278.690.202	11.859.983.814	13.448.981.312	15.003.017.256
Región III	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	3.418.639.802	3.362.631.878	3.940.232.349	4.744.961.581	4.702.889.770	5.254.371.623	4.984.609.959	5.226.090.822	5.703.788.045	5.833.998.723	7.064.647.839
Región IV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	5.084.621.682	5.398.292.684	5.532.513.140	5.934.135.081	6.093.290.857	5.819.855.877	5.964.886.182	6.244.780.600	7.121.012.734	6.123.177.229	7.224.581.186
Región V	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	9.844.523.274	8.740.993.096	9.713.348.732	10.338.700.029	10.503.238.771	8.248.028.178	9.756.881.052	8.236.275.521	9.892.499.443	12.892.452.991	11.944.254.470
Región VI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	3.992.878.211	4.394.648.096	4.142.172.295	4.490.238.199	4.240.788.783	4.083.906.823	4.812.429.860	5.077.788.968	5.591.474.474	6.501.464.346	5.868.518.814
Región VII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	3.714.328.382	3.824.632.123	3.821.123.421	3.960.518.089	4.374.328.781	4.008.869.018	4.152.236.292	4.427.775.878	4.819.737.875	6.033.073.203	5.508.226.217
Región VIII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	10.635.426.637	10.539.333.160	11.265.966.154	11.654.600.236	11.756.760.967	9.509.269.029	9.495.019.221	10.327.542.395	11.450.351.724	15.278.333.640	13.911.780.798
Región IX	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	4.838.665.632	4.868.102.448	4.852.006.287	4.996.071.727	5.233.371.167	4.811.665.254	5.120.235.509	5.224.802.448	5.811.438.964	7.281.075.668	6.891.013.070
Región X	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	3.353.418.546	3.366.332.332	3.381.525.796	3.484.617.214	3.729.315.543	3.673.852.267	3.886.275.665	3.834.750.769	4.332.548.616	5.141.908.084	5.110.112.700
Región XI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	420.211.854	469.435.367	509.705.381	491.417.053	598.293.227	982.271.906	1.052.794.802	1.108.736.075	1.218.687.898	763.077.581	841.034.699
Región XII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	631.171.545	632.771.891	628.015.339	646.144.968	747.641.493	1.287.098.330	1.268.637.154	1.717.403.819	1.723.962.981	1.334.900.723	1.532.233.399
Región XIII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	36.123.280.405	35.829.205.197	38.201.296.639	38.890.823.715	39.868.820.941	40.008.020.231	40.084.254.707	41.817.033.548	44.687.225.815	48.522.523.209	47.990.233.484
Región XIV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1.120.402.131	1.181.181.859	1.239.636.035	1.280.871.825	1.344.302.742	2.527.221.068	2.775.908.145	3.318.714.481	3.147.671.293	2.278.179.128	2.442.271.834
Región XV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1.410.028.630	1.768.503.065	1.746.144.232	2.254.666.021	1.729.848.103	4.629.969.831	3.811.870.818	5.552.142.586	3.818.581.831	2.965.253.721	4.627.184.459
<b>Demanda de Transporte Urbano Nacional</b>	<b>pasajero-kilómetro</b>	<b>Parámetro derivado</b>	<b>83.771.684.120</b>	<b>88.417.858.605</b>	<b>101.883.271.242</b>	<b>107.228.159.758</b>	<b>110.141.280.198</b>	<b>112.131.533.317</b>	<b>116.149.348.477</b>	<b>119.828.372.719</b>	<b>128.332.808.995</b>	<b>140.822.104.156</b>	<b>140.647.524.443</b>
<b>Auxiliar Demanda de Transporte Urbano Regional</b>													
Demanda de Transporte Urbano - XIV (ex 15a Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	4.122.098.869	4.802.530.231	5.189.428.128	5.716.680.649	5.421.818.047	6.982.485.367	11.131.783.047	10.778.803.293	11.102.399.779	7.229.275.248	10.787.262.293
Demanda de Transporte Urbano - XV (ex 16ma Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	4.533.920.878	4.557.494.291	4.591.161.821	4.775.589.139	5.043.618.294	6.201.073.365	6.662.183.810	7.153.485.269	7.490.220.909	7.420.085.220	7.257.384.634
<b>Auxiliar Participación Regional</b>													
Demanda de Transporte Urbano Región I	%	Parámetro derivado	65.8%	63.2%	65.4%	63.5%	68.3%	51.7%	47.8%	48.5%	47.5%	58.9%	59.0%
Demanda de Transporte Urbano Región II	%	Parámetro derivado	34.2%	36.8%	33.6%	39.5%	31.7%	48.3%	52.2%	51.5%	52.4%	41.1%	41.0%
Demanda de Transporte Urbano Región III	%	Parámetro derivado	74.0%	73.9%	73.2%	73.2%	73.9%	59.2%	58.3%	53.8%	52.9%	69.3%	67.6%
Demanda de Transporte Urbano Región IV	%	Parámetro derivado	28.0%	28.1%	28.8%	28.8%	28.1%	40.8%	41.7%	46.4%	42.1%	30.7%	32.4%

Figura 20 Demanda de transporte urbano de pasajeros. Hoja PKM\_Urbano, modelo Transporte Esc Base

### 1.1.6.4 Proyecciones de PKM Urbano

Se utilizaron modelos econométricos para proyectar la demanda de transporte urbano en pasajeros-kilómetros, los cuales están basados en el PIB nacional o regional, y el precio de la gasolina. Se incluyeron variables *dummy* para representar potenciales errores o cambios estructurales en la forma de medición. Los modelos econométricos son de la forma:

$$\ln(PKM_{urbano,t,r}) = a_r + b_r * \ln(PIB_{t,r}) + c_r * \ln(P_{gasolina}) + d_r * Dummy_r + u_r$$

Todos los modelos econométricos son presentados en la siguiente hoja:

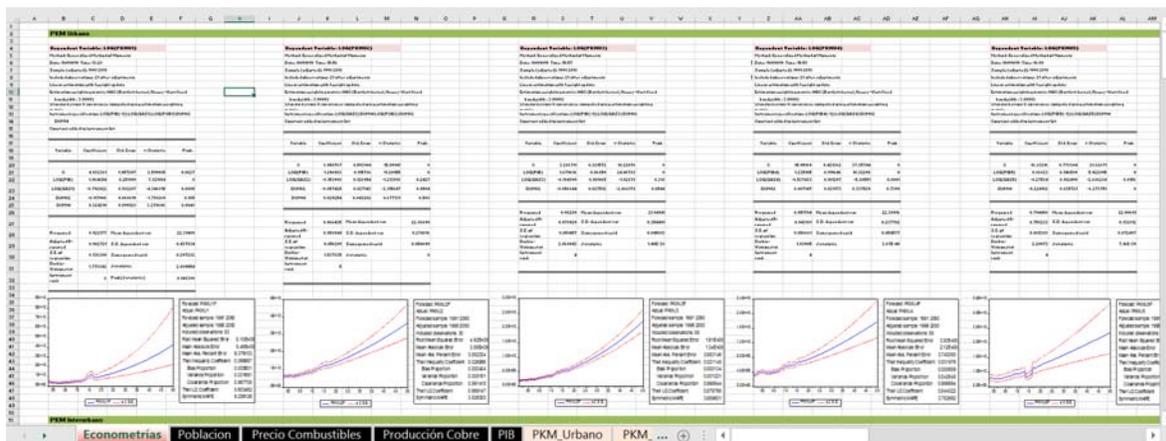


Figura 21 Modelos econométricos para proyección de demanda PKM urbanos - modo caminero. Hoja Econometrías, modelo Transporte Esc Base

Los modelos econométricos para la proyección de PKM urbanos a nivel regional son presentados en la siguiente tabla.

Tabla 2 Ecuaciones y parámetros para proyección de PKM urbanos

Región	Ecuación	a	b	c
I y XV	$\ln(PKM_{urbano,I y XV}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{gasolina,I})$	4.932	1.9646	-0.7920
II	$\ln(PKM_{urbano,II}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{gasolina,II})$	8.950	1.2969	-0.1539
III	$\ln(PKM_{urbano,III}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{gasolina,I})$	3.286	1.6796	-0.1048
IV	$\ln(PKM_{urbano,IV}) = a + b * \ln(PIB_{IV}) + c * \ln(P_{gasolina,IV})$	15.951	1.2351	-0.5374
V	$\ln(PKM_{urbano,V}) = a + b * \ln(PIB_V) + c * \ln(P_{gasolina,V})$	16.832	0.8682	-0.2753
VI	$\ln(PKM_{urbano,VI}) = a + b * \ln(PIB_{VI}) + c * \ln(P_{gasolina,VI})$	14.639	1.3239	-0.5691
VII	$\ln(PKM_{urbano,VII}) = a + b * \ln(PIB_{VII}) + c * \ln(P_{gasolina,VII})$	13.213	1.4781	-0.5033
VIII	$\ln(PKM_{urbano,VIII}) = a + b * \ln(PIB_{VIII}) + c * \ln(P_{gasolina,VIII})$	15.663	0.9577	-0.1856
IX	$\ln(PKM_{urbano,IX}) = a + b * \ln(PIB_{IX}) + c * \ln(P_{gasolina,IX})$	17.364	0.7457	-0.1514
X y XIV	$\ln(PKM_{urbano,X y XIV}) = a + b * \ln(PIB_{X y XIV}) + c * \ln(P_{gasolina,X y XIV})$	14.739	1.3176	-0.5365
XI	$\ln(PKM_{urbano,XI}) = a + b * \ln(PIB_{XI}) + c * \ln(P_{gasolina,XI})$	18.184	1.4672	-1.1053
XII	$\ln(PKM_{urbano,XII}) = a + b * \ln(PIB_{XII}) + c * \ln(P_{gasolina,XII})$	-1.9379	3.8622	-0.8204
RM	$\ln(PKM_{urbano,RM}) = a + b * \ln(PIB_{RM}) + c * \ln(P_{gasolina,RM})$	17.252	0.7861	-0.2104

En el caso de las regiones que fueron creadas en el año 2008 (XIV y XV) la proyección de PKM se realizó conjuntamente a las regiones I y X respectivamente. La estimación para cada una de estas es calculada mediante:

$$PKM_{t,XV} = PKM_{t,I y XV} * X_{XV}$$

$$PKM_{t,I} = PKM_{t,I y XV} * (1 - X_{XV})$$

Donde  $PKM_{t,XV}$  representa la proyección de PKM urbano de la Región de Arica y Parinacota durante el periodo 2019 – 2050;  $PKM_{t,I y XV}$  representa la proyección de PKM urbano de las Regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá conjuntas durante el periodo 2019 – 2050;  $X_{XV}$  representa la participación porcentual promedio del periodo 2008 – 2018 de los PKM urbanos de la Región XV respecto a la suma de ambas regiones. Los cálculos son análogos para la proyección de PKM de las regiones X y XIV.

Variable	A	B	C	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI
		Unidad	Tipo dato	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<b>Demanda de Transporte Urbano Regional - SEC</b>														
Región I	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	6.360.396.857	6.507.147.996	6.760.610.369	7.022.889.960	7.360.090.779	7.708.514.422	8.005.528.131	8.314.833.475	8.697.728.785	9.152.554.391	9.561.417.094	
Región II	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	15.003.012.567	15.524.091.729	16.139.863.730	16.720.518.971	17.351.624.704	17.886.568.370	18.617.872.560	19.252.673.517	19.936.668.115	20.668.962.003	21.378.658.524	
Región III	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	7.065.647.839	7.421.268.743	7.832.178.234	8.220.384.713	8.637.902.897	9.063.277.485	9.499.176.939	9.942.248.291	10.416.003.009	10.920.823.640	11.423.239.149	
Región IV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	7.224.561.198	7.305.215.026	7.472.364.158	7.674.223.219	7.924.527.631	8.192.121.129	8.385.551.467	8.618.110.900	8.884.999.994	9.184.722.760	9.472.861.000	
Región V	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	11.844.254.470	12.119.025.570	12.349.506.094	12.579.487.977	12.830.402.003	13.123.026.811	13.361.598.619	13.603.821.505	13.864.120.671	14.199.731.599	14.494.608.993	
Región VI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	5.985.518.818	6.049.754.726	6.160.203.164	6.313.714.863	6.497.529.970	6.687.117.711	6.837.020.726	6.990.044.795	7.160.638.990	7.422.088.279	7.606.868.596	
Región VII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	5.505.256.217	5.622.761.129	5.774.685.507	5.951.045.530	6.165.698.700	6.384.885.240	6.576.505.497	6.773.630.788	7.008.061.727	7.276.263.549	7.523.428.634	
Región VIII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	13.911.790.798	14.099.487.584	14.363.630.963	14.716.690.294	15.073.690.321	15.435.246.933	15.771.675.287	16.113.869.334	16.497.736.708	16.893.373.524	17.278.269.557	
Región IX	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	6.091.013.070	6.190.828.262	6.298.683.008	6.376.852.451	6.512.883.847	6.648.249.656	6.774.264.523	6.901.601.068	7.038.428.720	7.187.542.173	7.337.576.484	
Región X	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	5.110.112.700	5.100.418.663	5.179.791.883	5.301.625.540	5.468.478.496	5.647.298.004	5.799.623.684	5.961.113.644	6.154.798.320	6.379.215.503	6.583.210.639	
Región XI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	941.034.699	956.203.808	951.661.747	977.855.008	1.017.531.050	1.060.181.606	1.091.138.382	1.124.990.430	1.170.476.628	1.227.082.409	1.276.590.610	
Región XII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1.527.223.389	1.483.984.192	1.491.960.711	1.511.358.872	1.564.705.960	1.608.902.628	1.658.642.249	1.711.683.797	1.786.241.933	1.879.728.973	1.966.964.499	
Región XIII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	47.090.223.464	47.759.023.081	48.665.217.738	49.670.647.731	50.804.305.190	51.958.709.263	52.999.741.887	54.064.248.514	55.233.928.379	56.509.832.460	57.733.949.169	
Región XIV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.447.371.824	2.442.629.396	2.480.254.492	2.538.988.893	2.618.996.048	2.704.534.072	2.777.484.098	2.854.820.775	2.947.579.885	3.055.054.942	3.152.749.769	
Región XV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	4.427.198.439	4.529.361.844	4.702.767.709	4.888.598.765	5.123.040.038	5.365.962.816	5.576.300.890	5.787.768.917	6.054.111.038	6.370.666.212	6.652.267.817	
<b>Demanda de Transporte Urbano Nacional</b>	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	140.647.524.445	143.043.485.447	146.627.009.293	150.466.911.740	154.961.657.777	159.363.872.136	163.735.134.228	168.020.190.817	172.894.530.341	178.338.793.417	183.414.480.365	
<b>Auxiliar Demanda de Transporte Urbano Regional</b>														
Demanda de Transporte Urbano IXV (ex. IX Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	10.787.383.293	11.036.491.540	11.466.378.077	11.911.388.225	12.482.130.807	13.074.077.038	13.577.828.111	14.102.428.492	14.751.841.622	15.523.250.283	16.216.704.812	
Demanda de Transporte Urbano XXCV (ex. Ochoa Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	7.557.384.634	7.543.048.049	7.638.548.364	7.840.814.433	8.087.274.542	8.351.832.076	8.577.107.682	8.815.936.419	9.102.375.205	9.434.270.448	9.735.960.408	
<b>Auxiliar Participación Regional</b>														
Demanda de Transporte Urbano Región I	%	Parámetro derivado	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	82.0%	
Demanda de Transporte Urbano Región II	%	Parámetro derivado	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	41.0%	
Demanda de Transporte Urbano Región III	%	Parámetro derivado	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	87.6%	
Demanda de Transporte Urbano Región IV	%	Parámetro derivado	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	

Figura 22 Proyección de PKM urbanos basada en modelos econométricos. Hoja PKM\_Urbano, modelo Transporte Esc Base

### 1.1.6.5 Estimación de PKM interurbano históricos

$$PKM_{t,r} = \sum_i \sum_j CC_{t,r,j} * X_{i,t,j} * TO_{i,t} * FdC_{i,t,j}$$

i = vehículos medianos, buses interurbanos

j = gasolina, diésel

r = I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, RM, XIV y XV (Región del Ñuble considerada dentro de la VIII)

t = 1998, 1999, 2000, 2001, ... , 2018

A	B	C	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
Variable	Unidad	Tipo dato	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
3	<b>Demanda de Transporte Interurbano Regional - SEC</b>											
4	Región I	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	422,329,192	414,606,892	411,794,434	588,193,435	595,600,673	635,783,668	669,552,759	605,101,019	727,168,543
5	Región II	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1,367,787,276	1,338,709,264	1,588,440,934	1,815,895,631	1,833,040,869	1,620,677,910	1,718,264,722	1,444,227,963	2,159,156,857
6	Región III	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1,025,708,129	1,240,224,785	1,223,529,115	1,361,726,816	1,284,553,928	1,345,128,961	1,475,491,557	1,484,072,766	1,834,260,590
7	Región IV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2,024,322,902	2,161,583,691	2,183,135,713	2,041,154,674	2,124,076,143	2,218,593,200	2,607,356,718	3,058,108,244	3,397,683,640
8	Región V	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1,989,764,829	2,134,627,260	2,171,216,134	1,708,114,010	1,805,174,738	1,927,326,178	2,130,292,880	2,767,862,391	2,542,246,332
9	Región VI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1,486,076,191	1,651,616,955	1,792,892,309	1,567,466,800	1,736,348,771	1,926,327,672	2,198,358,215	2,469,691,473	2,332,181,118
10	Región VII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1,867,349,623	2,017,434,541	2,172,792,693	1,976,721,059	2,031,261,382	2,175,839,669	2,342,415,445	3,257,219,887	2,809,172,449
11	Región VIII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	3,631,627,966	3,748,020,563	3,759,178,607	3,018,741,179	3,001,061,270	3,278,797,781	3,671,503,487	4,953,603,246	4,447,021,286
12	Región IX	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1,748,474,510	1,795,705,843	1,877,866,272	1,738,587,387	1,828,243,882	1,900,823,702	2,092,926,500	2,744,112,105	2,329,081,807
13	Región X	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1,519,162,753	1,569,204,743	1,629,469,739	1,643,662,539	1,704,627,026	1,654,639,841	1,919,212,316	2,352,031,567	2,323,330,350
14	Región XI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	204,427,739	195,730,732	238,352,280	371,426,563	395,801,068	411,000,565	443,356,043	298,916,886	367,650,462
15	Región XII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	184,060,691	168,507,128	242,130,669	384,096,589	356,279,770	473,971,477	466,497,663	400,474,910	446,892,969
16	Región RM	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	10,768,335,921	10,826,082,277	11,001,627,197	11,009,216,487	10,898,055,920	11,385,048,418	12,492,860,671	14,075,515,675	13,404,430,838
17	Región XIV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	541,480,776	566,131,152	566,320,740	1,086,650,105	1,117,350,910	1,314,266,835	1,243,008,869	992,441,981	1,066,474,180
18	Región XV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	143,129,430	174,744,819	131,303,389	406,689,828	460,496,463	460,013,900	470,045,403	299,343,030	300,809,833
19	<b>Demanda de Transporte Interurbano Nacional</b>	<b>pasajero-kilómetro</b>	<b>Parámetro derivado</b>	<b>29,086,040,270</b>	<b>30,221,450,774</b>	<b>31,010,100,796</b>	<b>30,800,568,190</b>	<b>31,172,092,634</b>	<b>32,740,945,346</b>	<b>35,969,647,297</b>	<b>41,659,723,201</b>	<b>40,527,821,556</b>
20												
21												
22	<b>Auxiliar Demanda de Transporte Interurbano Regional</b>											
23	Demanda de Transporte Interurbano I-XV (ex 1ra Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	567,458,641	569,351,741	563,157,823	997,083,263	1,056,097,136	1,100,799,028	1,146,101,212	874,444,075	1,078,038,477
24	Demanda de Transporte Interurbano X-XIV (ex 10ma Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2,060,663,529	2,135,655,945	2,195,790,480	2,730,335,644	2,821,977,836	2,968,906,676	3,164,221,185	3,334,473,549	3,379,805,130
25												
26												
27	<b>Auxiliar Participación Regional</b>											
28	Demanda de Transporte Interurbano Región I	%	Parámetro derivado	74.4%	70.3%	73.1%	59.0%	56.4%	57.8%	58.4%	69.2%	67.5%
29	Demanda de Transporte Interurbano Región II	%	Parámetro derivado	25.6%	29.7%	26.9%	41.0%	43.6%	42.2%	41.6%	30.8%	32.5%
30	Demanda de Transporte Interurbano Región III	%	Parámetro derivado	73.7%	73.5%	74.2%	60.2%	55.7%	60.7%	60.7%	70.5%	68.7%
31	Demanda de Transporte Interurbano Región IV	%	Parámetro derivado	26.3%	26.5%	25.8%	39.8%	39.6%	44.3%	39.3%	29.5%	31.3%
32												
33												
34												

Figura 23 Demanda de transporte interurbano de pasajeros. Hoja PKM\_Interurbano, modelo Transporte Esc Base

### 1.1.6.6 Proyecciones de PKM interurbano

Se utilizaron modelos econométricos para proyectar la demanda de transporte de pasajeros entre ciudades en pasajeros-kilómetros, los cuales están basados en el PIB nacional o regional, y el precio del diésel. Todos los modelos econométricos son presentados en la siguiente hoja:

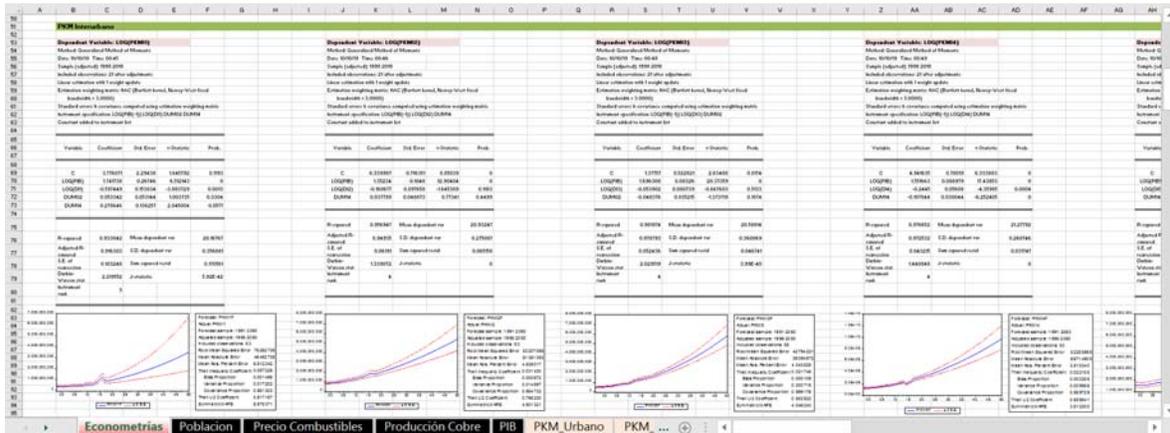


Figura 24 Modelos econométricos para proyección de demanda PKM interurbanos - modo caminero. Hoja Econometrias, modelo Transporte Esc Base

Los modelos econométricos para la proyección de PKM interurbanos a nivel regional son presentados en la siguiente tabla.

Tabla 3 Ecuaciones y parámetros para proyección de PKM urbanos

Región	Ecuación	a	b	c
I y XV	$\ln(PKM_{interurbano,I y XV}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,I})$	3.776	1.7417	-0.5974
II	$\ln(PKM_{interurbano,II}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,II})$	6.339987	1.35234	-0.160677
III	$\ln(PKM_{interurbano,III}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,I})$	1.37757	1.696308	-0.053902
IV	$\ln(PKM_{interurbano,IV}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,IV})$	4.941635	1.551663	-0.2445
V	$\ln(PKM_{interurbano,V}) = a + b * \ln(PIB_V) + c * \ln(P_{diésel,V})$	13.81098	0.951972	-0.183537
VI	$\ln(PKM_{interurbano,VI}) = a + b * \ln(PIB_{VI}) + c * \ln(P_{diésel,VI})$	10.2485	1.5716	-0.401993
VII	$\ln(PKM_{interurbano,VII}) = a + b * \ln(PIB_{VII}) + c * \ln(P_{diésel,VII})$	10.91918	1.449702	-0.236447
VIII	$\ln(PKM_{interurbano,VIII}) = a + b * \ln(PIB_{VIII}) + c * \ln(P_{diésel,VIII})$	13.71569	0.997391	-0.126849
IX	$\ln(PKM_{interurbano,IX}) = a + b * \ln(PIB_{IX}) + c * \ln(P_{diésel,IX})$	15.07332	0.899606	-0.150532
X y XIV	$\ln(PKM_{interurbano,X y XIV}) = a + b * \ln(PIB_{X y XIV}) + c * \ln(P_{diésel,X y XIV})$	11.01247	1.377351	-0.190233
XI	$\ln(PKM_{interurbano,XI}) = a + b * \ln(PIB_{XI}) + c * \ln(P_{diésel,XI})$	13.42784	1.482689	-0.586118
XII	$\ln(PKM_{interurbano,XII}) = a + b * \ln(PIB_{XII}) + c * \ln(P_{diésel,XII})$	-7.314502	3.798321	-0.142862
RM	$\ln(PKM_{interurbano,RM}) = a + b * \ln(PIB_{RM}) + c * \ln(P_{diésel,RM})$	13.98498	0.885119	-0.078114

Al igual que los PKM urbanos, en el caso de las regiones que fueron creadas en el año 2008 (XIV y XV) la proyección de PKM se realizó conjuntamente a las regiones I y X respectivamente. La estimación para cada una de estas es calculada mediante:

$$PKM_{t,XV} = PKM_{t,I y XV} * X_{XV}$$

$$PKM_{t,I} = PKM_{t,I y XV} * (1 - X_{XV})$$

Donde  $PKM_{t,XV}$  representa la proyección de PKM interurbano de la Región de Arica y Parinacota durante el periodo 2019 – 2050;  $PKM_{t,I y XV}$  representa la proyección de PKM interurbano de las Regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá conjuntas durante el periodo 2019 – 2050;  $X_{XV}$  representa la participación porcentual promedio del periodo 2008 – 2018

de los PKM interurbanos de la Región XV respecto a la suma de ambas regiones. Los cálculos son análogos para la proyección de PKM de las regiones X y XIV.

Variable	Unidad	Tipo dato	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
<b>Demanda de Transporte Interurbano Regional - SEC</b>											
Región I	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	727.168.843	746.053.870	774.763.277	803.698.199	839.246.084	875.742.152	906.021.512	941.325.549	981.100.494
Región II	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.159.156.957	2.237.393.765	2.330.015.293	2.417.456.406	2.512.670.729	2.608.882.423	2.704.140.568	2.800.339.282	2.904.147.377
Región III	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1.834.260.390	1.932.717.428	2.044.765.825	2.150.240.166	2.262.510.879	2.376.934.520	2.495.709.974	2.618.464.466	2.744.389.665
Región IV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	3.397.883.640	3.528.530.114	3.668.399.574	3.841.266.031	4.011.359.581	4.184.330.769	4.353.394.550	4.525.275.224	4.714.281.055
Región V	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.542.246.332	2.698.927.519	2.864.843.303	2.728.220.772	2.798.180.560	2.868.398.600	2.934.498.529	3.001.653.763	3.074.039.350
Región VI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.332.181.118	2.394.185.576	2.475.143.717	2.563.688.414	2.664.700.227	2.768.373.960	2.882.166.527	2.999.462.708	3.069.742.021
Región VII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.809.172.149	2.896.258.646	3.012.133.194	3.124.306.107	3.249.581.906	3.374.786.178	3.496.077.492	3.621.154.019	3.757.601.799
Región VIII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	4.447.021.286	4.525.035.271	4.635.586.536	4.751.936.613	4.877.402.326	5.004.235.245	5.126.607.369	5.250.463.051	5.380.487.601
Región IX	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.329.081.807	2.360.536.871	2.413.532.783	2.471.790.246	2.535.878.402	2.600.842.832	2.662.619.097	2.725.131.749	2.792.175.923
Región X	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	2.323.330.350	2.363.612.422	2.435.027.299	2.520.937.793	2.619.938.135	2.724.587.060	2.828.149.070	2.935.489.399	3.051.131.291
Región XI	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	387.650.482	376.069.092	389.799.150	406.587.066	426.971.457	448.599.924	468.154.313	488.778.401	512.565.817
Región XII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	446.992.969	450.306.356	460.309.617	474.846.738	493.629.801	515.514.844	539.428.945	565.978.492	598.754.439
Región XIII	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	13.404.430.638	13.721.405.378	14.107.985.605	14.500.167.510	14.912.451.448	15.330.163.135	15.740.978.463	16.166.466.172	16.588.283.992
Región XIV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1.056.474.780	1.074.792.017	1.107.266.097	1.146.331.687	1.191.349.549	1.238.935.958	1.286.028.122	1.334.638.378	1.387.423.557
Región XV	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	300.689.833	339.882.393	373.833.121	387.790.873	404.949.947	422.258.971	434.258.256	454.283.693	473.395.882
<b>Demanda de Transporte Interurbano Nacional</b>	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	40.527.821.856	41.875.807.719	42.913.386.392	44.289.237.621	45.799.820.191	47.342.906.771	48.845.009.785	50.376.426.617	52.028.520.652
<b>Auxiliar Demanda de Transporte Interurbano Regional</b>											
Demanda de Transporte Interurbano IX+XV (ex. Ima Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	1.078.036.477	1.106.036.283	1.148.598.398	1.191.477.072	1.244.195.101	1.298.301.123	1.346.155.768	1.395.529.512	1.454.496.476
Demanda de Transporte Interurbano X+XIV (ex. Ima Región)	pasajero-kilómetro	Parámetro derivado	3.379.805.130	3.436.404.439	3.542.293.396	3.687.269.480	3.811.287.684	3.953.523.018	4.114.177.192	4.270.327.776	4.438.554.849
<b>Auxiliar Participación Regional</b>											
Demanda de Transporte Interurbano Región I	%	Parámetro derivado	67.5%	67.5%	67.5%	67.5%	67.5%	67.5%	67.5%	67.5%	67.5%
Demanda de Transporte Interurbano Región II	%	Parámetro derivado	32.5%	32.5%	32.5%	32.5%	32.5%	32.5%	32.5%	32.5%	32.5%
Demanda de Transporte Interurbano Región III	%	Parámetro derivado	68.7%	68.7%	68.7%	68.7%	68.7%	68.7%	68.7%	68.7%	68.7%
Demanda de Transporte Interurbano Región IV	%	Parámetro derivado	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%
Demanda de Transporte Interurbano Región V	%	Parámetro derivado	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%	31.3%

Figura 25 Proyección de PKM interurbanos basada en modelos econométricos. Hoja PKM\_Interurbano, modelo Transporte Esc Base

1.1.6.7 Estimación de TKM históricos

$$TKM_{t,r} = \sum_i CC_{t,r} * X_{i,t} * TC_{i,t} * FdC_{i,t}$$

i = camiones, tractocamiones

r = I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, RM, XIV y XV (Región del Ñuble considerada dentro de la VIII)

t = 1998, 1999, 2000, 2001, ..., 2018

Variable	Unidad	Tipo dato	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Demanda de Transporte Carga Caminero Regional - SEC</b>										
Región I	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	1.871.641.179	1.981.815.432	2.358.543.882	2.305.054.795	2.585.605.420	2.783.950.969	2.858.337.100	3.080.521.739
Región II	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	5.494.200.634	5.979.155.448	6.398.477.891	6.317.680.229	6.375.804.997	6.869.553.936	7.131.311.629	7.987.424.191
Región III	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	3.970.669.298	3.891.763.009	3.991.991.316	3.603.631.532	3.726.385.066	4.265.066.780	4.596.318.388	5.486.954.550
Región IV	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	2.758.533.317	2.711.292.505	2.592.634.326	2.610.879.656	3.354.996.686	4.106.151.888	4.512.974.884	5.157.074.884
Región V	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	6.654.614.342	6.785.688.759	5.360.688.040	5.604.944.632	6.154.865.711	7.293.324.720	9.399.930.477	8.641.760.244
Región VI	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	4.348.387.605	4.839.487.781	4.328.871.140	4.661.345.755	5.230.523.140	6.201.880.586	6.701.217.037	6.421.821.926
Región VII	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	5.222.699.500	5.489.010.336	4.933.674.895	5.022.996.914	5.407.440.868	6.033.577.254	6.949.328.050	7.233.862.348
Región VIII	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	8.382.916.829	8.250.181.602	6.465.466.261	6.330.949.757	6.972.957.058	8.132.703.003	11.371.288.069	9.850.743.573
Región IX	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	2.872.219.213	2.765.668.070	2.604.710.169	2.613.609.489	2.712.982.985	3.144.930.996	4.222.615.220	3.476.337.056
Región X	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	3.557.853.391	3.592.773.347	3.711.968.412	3.773.510.340	3.800.521.147	4.291.400.008	5.426.639.791	5.935.667.690
Región XI	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	466.210.035	570.154.556	842.537.296	859.988.747	869.995.433	906.147.822	676.303.402	802.632.512
Región XII	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	762.351.748	1.061.912.705	1.603.090.842	1.283.378.842	1.823.543.496	1.860.500.942	1.657.991.594	1.909.139.432
Región RM	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	16.434.521.198	16.577.627.318	16.777.313.848	16.162.319.158	16.961.694.528	19.021.300.299	22.001.954.372	20.611.494.379
Región XIV	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	1.084.988.064	1.038.943.177	2.943.419.300	2.780.420.123	3.193.397.632	3.021.628.942	2.072.317.700	2.843.889.833
Región XV	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	722.436.841	732.927.250	2.000.742.891	1.965.298.982	2.137.603.973	2.128.846.293	3.356.901.490	1.692.779.436
<b>Demanda de Transporte Carga Caminero Nacional</b>	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	84.604.061.369	85.748.777.295	66.914.026.086	66.036.301.829	69.481.382.088	78.314.021.296	92.928.505.204	89.935.132.819
<b>Auxiliar Demanda de Transporte Carga Caminero Regional</b>										
Demanda de Transporte Carga Caminero IX+XV (ex. Ima Región)	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	2.394.680.016	2.314.542.702	4.357.985.973	4.371.391.777	4.723.211.393	4.912.799.262	4.015.138.580	4.773.301.175
Demanda de Transporte Carga Caminero X+XIV (ex. Ima Región)	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	5.142.451.455	5.121.718.523	6.657.387.777	6.553.936.463	6.795.918.779	7.313.027.960	8.098.857.491	8.165.557.542
<b>Auxiliar Participación Regional</b>										
Demanda de Transporte Urbano Región I	%	Parámetro derivado	69.8%	68.3%	54.1%	54.0%	54.7%	56.7%	66.2%	64.5%
Demanda de Transporte Urbano Región II	%	Parámetro derivado	30.2%	31.7%	45.9%	46.0%	45.3%	43.3%	33.8%	35.5%
Demanda de Transporte Urbano Región III	%	Parámetro derivado	69.2%	70.0%	55.6%	57.6%	53.0%	58.7%	67.0%	65.2%
Demanda de Transporte Urbano Región IV	%	Parámetro derivado	30.8%	30.0%	44.2%	42.4%	47.0%	41.3%	33.0%	34.8%

Figura 26 Demanda de transporte de carga caminero Hoja TKM\_Caminero, modelo Transporte Esc Base

1.1.6.8 Proyecciones de TKM caminero

Se utilizaron modelos econométricos para proyectar la demanda de transporte de carga entre ciudades en pasajeros-kilómetros, los cuales están basados en el PIB nacional o regional, y el precio del diésel. Todos los modelos econométricos son presentados en la siguiente hoja:

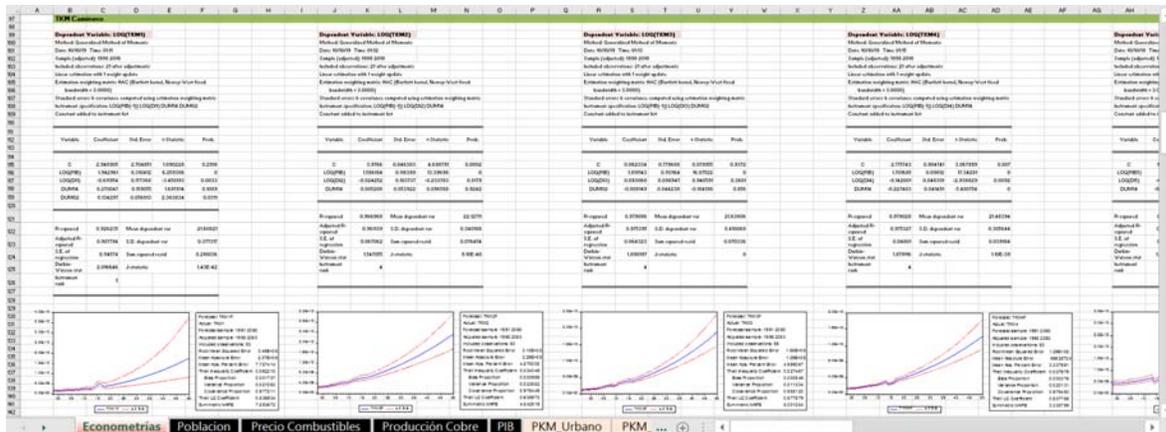


Figura 27 Modelos econométricos para proyección de demanda de carga del modo caminero. Hoja Econometrías, modelo Transporte Esc Base

Los modelos econométricos para la proyección de TKM camineros a nivel regional son presentados en la siguiente tabla.

Tabla 4 Ecuaciones y parámetros para proyección de TKM caminero

Región	Ecuación	a	b	c
I y XV	$\ln(TKM_{I y XV}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,I})$	2.9489	1.9429	-0.6119
II	$\ln(TKM_{II}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,II})$	3.9766	1.5861	-0.0242
III	$\ln(TKM_{III}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,I})$	0.0623	1.8191	0.0930
IV	$\ln(TKM_{IV}) = a + b * \ln(PIB_{nacional}) + c * \ln(P_{diésel,IV})$	2.7757	1.7016	-0.1420
V	$\ln(TKM_V) = a + b * \ln(PIB_V) + c * \ln(P_{diésel,V})$	12.823	1.1855	-0.4090
VI	$\ln(TKM_{VI}) = a + b * \ln(PIB_{VI}) + c * \ln(P_{diésel,VI})$	8.7806	1.8571	-0.4019
VII	$\ln(TKM_{VII}) = a + b * \ln(PIB_{VII}) + c * \ln(P_{diésel,VII})$	11.299	1.4772	-0.1808
VIII	$\ln(TKM_{VIII}) = a + b * \ln(PIB_{VIII}) + c * \ln(P_{diésel,VIII})$	14.2179	0.9657	-0.0332
IX	$\ln(TKM_{IX}) = a + b * \ln(PIB_{IX}) + c * \ln(P_{diésel,IX})$	14.6424	0.8948	-0.0149
X y XIV	$\ln(TKM_{X y XIV}) = a + b * \ln(PIB_{X y XIV}) + c * \ln(P_{diésel,X y XIV})$	8.9791	1.5680	0.0023
XI	$\ln(TKM_{XI}) = a + b * \ln(PIB_{XI}) + c * \ln(P_{diésel,XI})$	10.7494	1.6503	-0.2167
XII	$\ln(TKM_{XII}) = a + b * \ln(PIB_{XII}) + c * \ln(P_{diésel,XII})$	-10.5560	4.1732	0.1554
RM	$\ln(TKM_{RM}) = a + b * \ln(PIB_{RM}) + c * \ln(P_{diésel,RM})$	13.2002	0.9625	-0.0220

En el caso de las regiones que fueron creadas en el año 2008 (XIV y XV) la proyección de TKM se realizó conjuntamente a las regiones I y X respectivamente. La estimación para cada una de estas es calculada mediante:

$$TKM_{t,XV} = TKM_{t,I y XV} * X_{XV}$$

$$TKM_{t,I} = TKM_{t,I y XV} * (1 - X_{XV})$$

Donde  $TKM_{t,XV}$  representa la proyección de TKM caminero de la Región de Arica y Parinacota durante el periodo 2019 – 2050;  $TKM_{t,I y XV}$  representa la proyección de TKM caminero de las Regiones de Arica y Parinacota y Tarapacá conjuntas durante el periodo 2019 – 2050;  $X_{XV}$  representa la participación porcentual promedio del periodo 2008 – 2018 de los TKM caminero de la Región XV respecto a la suma de ambas regiones. Los cálculos son análogos para la proyección de TKM de las regiones X y XIV.

Variable	Unidad	Tipo dato	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Demanda de Transporte Carga Caminero Regional - SEC</b>										
Región I	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	3.080.521,739	3.178.855,460	3.322.326,619	3.466.199,424	3.640.995,399	3.821.168,704	3.984.171,758	4.152.740,770
Región II	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	7.987.424,191	8.398.999,209	8.862.067,388	9.295.536,342	9.752.837,329	10.217.296,603	10.701.106,816	11.191.260,348
Región III	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	4.486.954,559	4.848.883,768	5.248.139,320	5.627.980,576	6.010.930,124	6.408.531,927	6.808.435,141	7.222.476,091
Región IV	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	4.513.974,884	4.735.467,410	4.994.584,417	5.240.297,367	5.506.787,080	5.779.693,184	6.054.660,387	6.335.711,276
Región V	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	8.441.769,244	8.695.430,719	8.984.731,481	9.262.223,686	9.565.485,407	9.871.434,211	10.166.297,489	10.664.300,145
Región VI	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	6.421.821,926	6.640.711,835	6.930.053,747	7.237.152,400	7.583.583,332	7.941.284,343	8.274.152,883	8.620.652,563
Región VII	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	7.323.982,348	7.578.923,559	7.905.611,641	8.219.385,250	8.561.139,658	8.908.157,278	9.291.144.144	9.599.283,806
Región VIII	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	9.950.743,873	10.166.713,343	10.441.698,619	10.721.938,200	11.012.221,573	11.304.530,918	11.598.589,377	11.894.350,044
Región IX	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	3.476.337,056	3.547.693,404	3.645.093,034	3.746.545,215	3.851.736,633	3.957.832,357	4.065.332,732	4.173.210,898
Región X	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	5.336.667,690	5.507.207,809	5.743.475,768	6.011.004,764	6.303.244,430	6.612.225,046	6.937.851,172	7.275.023,728
Región XI	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	852.632,512	894.325,144	945.904,348	1.003.319,899	1.067.183,964	1.134.879,636	1.205.417,459	1.275.315,192
Región XII	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	3.909.139,432	4.056.538,553	4.227.704,484	4.416.378,337	4.619.972,884	4.839.224,000	5.074.456,966	5.321.680,175
Región XIII	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	20.611.494,379	21.227.727,326	21.912.570,992	22.615.045,533	23.339.390,913	24.073.747,275	24.815.975,157	25.566.102,390
Región XIV	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	2.816.889,853	2.938.163,936	3.061.107,988	3.203.693,274	3.369.418,611	3.524.126,489	3.697.675,818	3.871.379,167
Región XV	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	1.662.779,438	1.746.814,881	1.825.653,788	1.904.713,423	2.000.755,669	2.099.772,815	2.199.344,726	2.281.975,190
<b>Demanda de Transporte Carga Caminero Nacional</b>	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	89.935.132,819	93.065.476,332	96.850.723,232	100.665.383,717	104.778.722,436	108.992.805,341	113.254.620,094	117.611.391,771
<b>Auxiliar Demanda de Transporte Carga Caminero Regional</b>										
Demanda de Transporte Carga Caminero XXV (ex Tra Región)	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	4.773.301,175	4.925.670,201	5.147.880,407	5.370.912,848	5.641.761,068	5.920.941,519	6.173.516,483	6.434.715,959
Demanda de Transporte LCarga Caminero XXV (ex 10ma Región)	tonelada-kilómetro	Parámetro derivado	8.185.557,542	8.442.391,743	8.804.583,754	9.214.698,038	9.662.693,072	10.136.351,513	10.635.527,019	11.152.402,686
<b>Auxiliar Participación Regional</b>										
Demanda de Transporte Urbano Región I	%	Parámetro derivado	64.0%	64.0%	64.0%	64.0%	64.0%	64.0%	64.0%	64.0%
Demanda de Transporte Urbano Región XV	%	Parámetro derivado	35.0%	35.0%	35.0%	35.0%	35.0%	35.0%	35.0%	35.0%
Demanda de Transporte Urbano Región X	%	Parámetro derivado	65.2%	65.2%	65.2%	65.2%	65.2%	65.2%	65.2%	65.2%
Demanda de Transporte Urbano Región XIV	%	Parámetro derivado	34.8%	34.8%	34.8%	34.8%	34.8%	34.8%	34.8%	34.8%

Figura 28 Proyección regional de TKM camineros basada en modelos econométricos. Hoja TKM\_Caminero, modelo Transporte Esc Base

## 1.2 Sector transporte – Marítimo

### 1.2.1 Índices

t: año.

r: región.

j: tecnología/energético

### 1.2.2 Datos de entrada

$TKM_{marítimo,r,t}$ : Demanda de transporte marítimo cabotaje de la región r en el periodo t (ton-km)

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Revisión de Actividad</b>											
PKM Caminero Urbano	044-6%	Dato de entrada	9.509.369,029	9.495.018,221	10.337.548,398	11.450.501,724	12.279.533,640	13.811.780,788	14.099.407,584	14.385.830,883	14.716.680,2
PKM Caminero Interurbano	044-6%	Dato de entrada	3.016.741,179	3.001.061,270	3.275.787,781	3.671.503,487	4.953.603,246	4.447.021,286	4.325.036,271	4.835.568,536	4.751.836,6
PKM Bicicleta	044-6%	Parámetro derivado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PKM Urbano Total	044-6%	Parámetro derivado	9.509.400,499	9.516.114,221	10.383.535,399	11.519.338,724	15.945.071,056	13.868.316,214	14.185.945,010	14.482.368,379	14.803,217,2
PKM Ferrovial Urbano	044-6%	Parámetro derivado	19.031.468	21.093,000	55.967,000	68.837,000	86.537,416	86.537,416	86.537,416	86.537,416	86.537,416
PKM Ferrovial Interurbano	044-6%	Dato de entrada	0	6.239.659	5.870,306	7.213,477	6.329,973	0	0	0	0
PKM Navío	Miles ton-km	Dato de entrada	232.729	200.387	207.476	273.086	372.720	416.779	408.670	450.919	484,4
TKM Caminero	ton-km	Dato de entrada	6.485.486,261	6.530.945,787	6.972.957,655	8.132.703,003	11.371.286,069	8.850.743,573	10.166.713,343	10.441.686,619	10.721.838,0
TKM Ferrovial	ton-km	Dato de entrada	727.459,479	724.232,121	722.641,043	671.887,863	684.560,709	682.105,748	812.501,510	835.040,784	856.767,2
TKM Marítimo	Miles ton-km	Dato de entrada	2.120.364	2.075.811	2.111.092	1.268.890	2.059.180	1.650.443	1.631.953	1.630.969	1.588,6
Proyección	ton	Dato de entrada	2.097.188	2.110.592	2.133.590	2.136.726	2.148.708	2.162.703	2.175.247	2.183.089	2.193,3

Figura 29 Datos de entrada para el consumo de energía del sector transporte marítimo cabotaje. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.2.3 Cálculos auxiliares.

#### 1.2.3.1 Consumo de energía del transporte marítimo de carga cabotaje

El consumo de energía de cada combustible del marítimo cabotaje se calcula de acuerdo a:

$$CE_{j,r,t} = TKM_{marítimo,r,t} * IE_{marítimo,r,t} * X_{j,r,t} * Y_j \quad \forall r, t, j$$

Donde  $CE_{j,r,t}$  corresponde al consumo de energía del energético j en cada región r t cada periodo t asociado al cabotaje de carga (Tcal);  $TKM_{marítimo,r,t}$  corresponde a la demanda de transporte marítimo cabotaje de la región r en el periodo t (ton-km);  $IE_{marítimo,r,t}$  corresponde a la intensidad energética del modo marítimo (Mcal/ton-km);  $X_{j,r,t}$  corresponde a la participación del combustible j de la región r en el periodo (%); y  $Y_j$  corresponde a un factor de conversión propio para cada combustible j.

Variable	Unidad	Tipología	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
391	MARÍTIMO										
392	Intensidad energética	Mcal/Ton-km	Dato de entrada + tendencial	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139
393	Distribución de combustibles										
395	Participación Diesel	%	Dato de entrada + tendencial	54,0%	54,0%	54,0%	54,0%	54,0%	54,0%	54,0%	54,0%
396	Participación Combustible	%	Dato de entrada + tendencial	48,0%	48,0%	48,0%	48,0%	48,0%	48,0%	48,0%	48,0%

Figura 30 Intensidad energética y participación de combustible del modo marítimo. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipología	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
474	Marítimo										
475	Participación Diesel	Mcal	Salida Intermedia	156.156.029	155.017.099	156.458.530	95.250.386	154.562.450	123.882.267	122.494.404	120.844.194
476	Participación Combustible	Mcal	Salida Intermedia	130.577.357	132.733.765	134.983.192	81.139.217	131.664.309	105.529.339	104.347.085	102.841.351

Figura 31 Consumo de energía modo marítimo. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.2.4 Datos de entrada a LEAP

**Nivel de actividad:** Corresponde la demanda por transporte marítima de carga nacional (cabotaje), por región para cada año.

$$TKM_{marítimo,r,t}$$

**Participación tecnológica por combustible:** Calculo del porcentaje de participación por combustible. Participación de la fuente en LEAP.

$$X_{j,r,t}$$

**Intensidad energética:** Corresponde al consumo energético unitario por kilómetro recorrido para cada región y para cada tecnología.

$$IE_{marítimo,r,t}$$

### 1.2.5 Cálculos en LEAP

**Demanda por energético:** Calculo de consumo total por modo, y por región proyectado en el tiempo.

$$CE_{j,r,t} = TKM_{maritimo,r,t} * IE_{maritimo,r,t} * X_{j,r,t} * Y_j \quad \forall r, t, j$$

### 1.2.6 Proyección de datos de entrada

#### 1.2.6.1 Estimación de TKM marítimos cabotaje

La estimación de TKM marítimos regionales históricos es determinada por la multiplicación de las cargas entre puertos (medidas en toneladas), publicadas en las tablas de origen y destino del tráfico marítimo de cabotaje por tipo de carga para cada puerto, publicado en los boletines estadísticos de DIRECTEMAR y la distancia entre puertos (en kilómetros). La estimación de TKM marítimos regionales es calculado de la siguiente forma:

$$TKM_{t,r} = \sum_x C_{x-y} * d_{x-y} \quad \forall t, r, x$$

Donde  $TKM_{t,r}$  corresponde a la demanda regional por cabotaje en cada periodo t;  $C_{x-y}$  corresponde a la carga entre puertos de origen x y destino y (en toneladas); y  $d_{x-y}$  corresponde a la distancia entre puertos x e y. Se requiere identificar que puertos x corresponden a cada región r. Como criterio de asignación de la demanda, las toneladas-kilómetro son imputadas a la región a la cual pertenece el puerto de origen de la carga.

Figura 32 Cálculo de series históricas de TKM cabotaje. Hoja TKM\_Cabotaje, Transporte Esc Base

#### 1.2.6.2 Proyección de TKM cabotaje regional

La proyección de demanda de carga por cabotaje regional se hace mediante modelos econométricos.

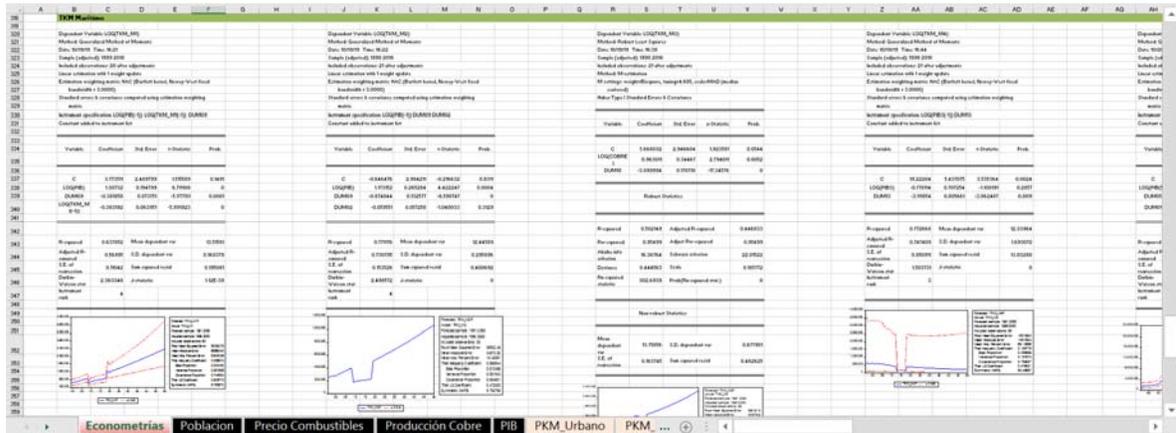


Figura 33 Proyecciones econométricas regionales cabotaje. Hoja Econometrías, Transporte Esc Base

Tabla 5 Modelos de proyección de TKM cabotaje

Región	Ecuación	a	b	c
I y XV	$\ln(TKM_{IyXV,t}) = a + b * \ln(PIB_{nacional,t}) + c * \ln(TKM_{IyXV,t-1})$	3.773511	1.30732	-0.383192
II	$\ln(TKM_{II,t}) = a + b * \ln(PIB_{nacional,t})$	-0.646476	1.173152	
III	$\ln(TKM_{III,t}) = a + b * \ln(Producción Cu_t)$	5.668032	0.963011	
IV	$\ln(TKM_{IV,t}) = a + b * \ln(PIB_{IV,t})$	19.22204	-0.778114	
V	$\ln(TKM_{V,t}) = a + b * \ln(PIB_{V,t})$	-1.505908	1.406912	
VIII	$\ln(TKM_{VIII,t}) = a + b * \ln(PIB_{VIII,t})$	18.69591	-0.469108	
X y XIV	$\ln(TKM_{XyXIV,t}) = a + b * \ln(PIB_{XyXIV,t})$	0.355844	1.444069	
XI	$\ln(TKM_{XI,t}) = a + b * \ln(PIB_{XI,t})$	7.151869	0.731239	
XII	$\ln(TKM_{XII,t}) = a + b * \ln(PIB_{XII,t}) + c * \ln(P_{diésel,XII,t})$	11.47374	1.406731	-0.984287



Figura 34 Proyección de TKM cabotaje. Hoja TKM\_Cabotaje, Transporte Esc Base

### 1.3 Sector transporte – Aéreo Nacional

#### 1.3.1 Índices

t: año.

r: región.

### 1.3.2 Datos de entrada

$PKM_{aéreo,r,t}$ : Demanda de transporte aéreo nacional de la región r en el periodo t (millones pas-km)

Variable	Unidad	Tipología	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
PKM Camión Urbano	pas-km	Dato de entrada	9.309.369.029	9.495.018.221	10.337.548.398	11.430.501.724	13.279.333.640	13.911.750.798	14.099.407.594	14.395.630.883	14.716.690.2
PKM Camión Interurbano	pas-km	Dato de entrada	3.018.741.179	3.001.061.270	3.275.797.781	3.671.503.487	4.953.803.248	4.447.021.296	4.325.036.271	4.635.968.536	4.721.936.6
PKM Bicicleta	pas-km	Parámetro derivado	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PKM Urbano Total	pas-km	Parámetro derivado	9.328.110.208	9.516.114.221	10.383.335.398	11.519.338.724	15.943.071.056	13.898.218.214	14.105.943.010	14.492.368.379	14.803.217.7
PKM Ferrocarril Urbano	pas-km	Parámetro derivado	19.631.468	21.095.000	55.987.000	68.837.000	86.537.416	86.537.416	86.537.416	86.537.416	86.537.416
PKM Ferrocarril Interurbano	pas-km	Dato de entrada	-	6.239.650	5.870.306	7.213.477	8.329.972	-	-	-	-
PKM Avión	Miles pas-km	Dato de entrada	232.729	200.387	207.676	273.096	372.729	416.779	436.670	450.510	454.4
TKM Camión	ton-km	Dato de entrada	6.485.486.261	6.330.949.737	6.972.807.055	8.132.703.003	11.371.286.069	8.850.743.573	10.166.713.343	10.441.698.619	10.721.828.2
TKM Ferrocarril	ton-km	Dato de entrada	727.459.479	724.232.121	722.641.043	671.897.863	684.560.709	692.105.748	812.501.510	935.040.794	956.767.7
TKM Marítimo	Miles ton-km	Dato de entrada	2.120.364	2.075.911	2.111.092	1.268.890	2.059.180	1.650.443	1.631.950	1.609.888	1.588.6
PKM Avión	pas	Dato de entrada	3.097.169	3.116.992	3.123.999	3.138.706	3.149.798	3.162.703	3.175.247	3.188.089	3.193.3

Figura 35 Demanda de transporte aéreo nacional de la región r en el periodo t (millones pas-km). En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.3.3 Cálculos auxiliares.

#### 1.3.3.1 Consumo de energía del transporte marítimo de carga cabotaje

El consumo de energía de cada combustible del marítimo cabotaje se calcula de acuerdo a:

$$CE_{r,t} = PKM_{aéreo,r,t} * IE_{aéreo,r,t} \quad \forall r, t$$

Donde  $CE_{r,t}$  corresponde al consumo de energía del energético aéreo nacional de cada región r y cada periodo t (Tcal);  $PKM_{aéreo,r,t}$  corresponde a la demanda de transporte aéreo nacional de la región r en el periodo t (millones pas-km);  $IE_{aéreo,r,t}$  corresponde a la intensidad energética del modo aéreo (Mcal/pas-km).

Variable	Unidad	Tipología	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
AIEREO	Mcal / pas-km	Dato de entrada - tendencial	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375	0,375
PKM Avión	pas	Dato de entrada	307	463	474	489	111	-	-	-	-

Figura 36 Intensidad energética modo aéreo. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipología	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ferrocarril Carga	pas	Estadística intermedia	6.229	6.200	6.188	6.152	5.980	7.637	7.812	8.005	8

Figura 37 Consumo de energía modo aéreo. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.3.4 Datos de entrada a LEAP

**Nivel de actividad:** Corresponde la demanda por transporte aéreo, por región para cada año.

$$PKM_{aéreo,r,t}$$

**Intensidad energética:** Corresponde al consumo energético unitario por pasajero-kilómetro recorrido para cada región y para cada tecnología.

$$IE_{aéreo,r,t}$$

### 1.3.5 Cálculos en LEAP

**Demanda por energético:** Calculo de consumo energético por región proyectado en el tiempo.

$$CE_{r,t} = PKM_{aéreo,r,t} * IE_{aéreo,r,t}$$

### 1.3.6 Proyección de datos de entrada

#### 1.3.6.1 Proyección de PKM aéreo nacional

La proyección de demanda de pasajeros-kilómetros en forma agregada se realiza mediante el modelo econométrico presentado a continuación:

$$\ln(pkm_{nacional,t}) = a + b * \ln(PIB_t) + c * \ln(pkm_{nacional,t-1})$$

Cuyos parámetros son:

a	b	c
-0.2040	0.36687	0.8234

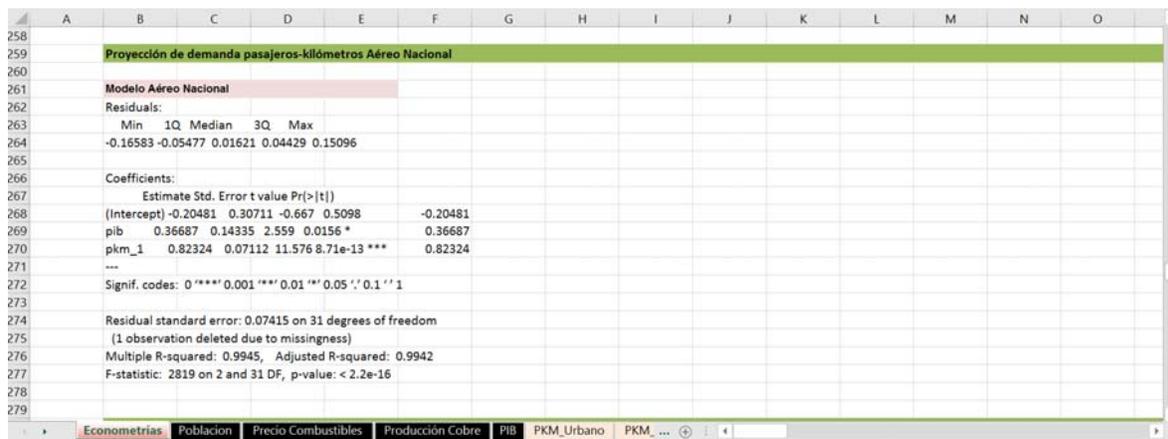


Figura 38 Proyecciones econométricas aéreo nacional. Hoja Econometrías, Transporte Esc Base

$$PKM_{aéreo,r,t} = PKM_{nacional,t} * X_r^{promedio}$$

Donde  $PKM_{aéreo,r,t}$  corresponde a la demanda de transporte de pasajeros-kilómetros de cada región r en cada periodo t;  $PKM_{nacional,t}$  corresponde a la demanda por transporte aéreo nacional (pasajeros-kilómetro); y  $X_r^{promedio}$  corresponde al promedio de participación regional el en el periodo 1998-2018 (%).

The table displays the projected PKM for national air transport. The main data is organized by region (Región I to XIV) and national totals, with columns for years from 2015 to 2030. The units are 'Miles pasajeros-kilómetro' and 'Parámetro Derivado'. A secondary section shows regional participation percentages for each region from 2015 to 2030.

Figura 39 Proyección de PKM aéreo. Hoja PKM\_Aéreo\_Nacional, Transporte Esc Base

## 1.4 Sector transporte – Ferroviario

### 1.4.1 Índices

t: año.

r: región.

### 1.4.2 Datos de entrada

$PKM_{ferroviario,r,t}^{urbano}$ : Demanda de transporte de pasajeros ferroviario urbano de la región r en el periodo t (pas-km)

$PKM_{ferroviario,r,t}^{interurbano}$ : Demanda de transporte de pasajeros ferroviario interurbano región r en el periodo t (pas-km)

$TKM_{ferroviario,r,t}$ : Demanda de transporte de carga ferroviario de la región r en el periodo t (ton-km)

The table shows the demand for rail transport in millions of passenger-kilometers (pas-km) from 2015 to 2020. It includes data for various modes: Bici/Motocicleta, PKM Caminero Urbano, PKM Caminero Interurbano, PKM Bici/Motocicleta, PKM Urbano Total, PKM Ferroviario Urbano, PKM Ferroviario Interurbano, PKM Aéreo, TKM Caminero, TKM Ferroviario, TKM Marino, and Población. The units are 'Millones de pasajeros-kilómetro' and 'Millones de toneladas-kilómetro'.

Figura 40 Demanda de transporte ferroviario de la región r en el periodo t (millones pas-km). En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

### 1.4.3 Cálculos auxiliares.

#### 1.4.3.1 Estimación de demanda por transporte ferroviario urbano (metro/tren)

Actualmente existen 3 regiones que cuentan con servicios de metro/tren urbano. Estas son: Santiago, Valparaíso y Concepción. La demanda anual histórica de cada uno de los servicios de transporte ferroviario urbano fue obtenida, directa o indirectamente de las memorias anuales de FESUR, Merval y METRO.

Para el cálculo de pasajeros-kilómetro derivados del flujo de pasajeros se estima de forma general mediante:

$$PKM_{ferroviario,r,t}^{urbano} := P_{transportados,t} * d_{media}$$

Donde  $PKM_{ferroviario,r,t}^{urbano}$  corresponde a la demanda de pasajeros-kilómetros cubierta por el sistema de transporte urbano de pasajeros [pas-km];  $P_{transportados,t}$  corresponde a la cantidad de pasajeros transportados anualmente [pas]; y  $d_{media}$  corresponde a la distancia media de viajes [km]

Para la proyección de demanda futura fue estimada considerando la entrada en vigencia de nuevos proyectos o extensiones de acuerdo a los respectivos cronogramas de entrada en operación de proyectos.

En términos generales se calculó la afluencia por kilómetro de cada línea en operación (en millones de pasajeros por kilómetro), se agregaron los kilómetros de las nuevas líneas proyectadas y se multiplicaron por los factores de afluencia por kilómetros, propios de cada línea en el caso de las extensiones, o los promedios en el caso de las líneas nuevas. La distancia promedio de viajes se mantuvo constante el tiempo, y los cronogramas de inversión sólo consideran hasta el año 2030, por lo que en adelante la demanda se mantiene constante.

#### 1.4.3.2 Consumo de energía del transporte ferroviario urbano

$$CE_{fero\ urbano,r,t} = \frac{PKM_{ferroviario,r,t}^{urbano}}{TO_{ferroviario\ urbano} * \eta_{ferroviario\ urbano,r,t}} \quad \forall r, t$$

Donde  $CE_{fero\ urbano,r,t}$  corresponde al consumo de energía del energético ferroviario urbano de cada región r y cada periodo t (Tcal);  $PKM_{ferroviario,r,t}^{urbano}$  corresponde a la demanda de transporte ferroviario urbano de la región r en el periodo t (pas-km);  $\eta_{ferroviario\ urbano,r,t}$  corresponde al consumo de energía del modo ferroviario urbano (veh-km/kWh); y  $TO_{ferroviario\ urbano}$  corresponde a la tasa de ocupación (pas/veh).

### 1.4.3.3 Consumo de energía del transporte ferroviario interurbano

$$CE_{ferro\ interurbano,r,t} = PKM_{ferroviario,r,t}^{interurbano} * IE_{ferro\_interurbano} \quad \forall r, t$$

### 1.4.3.4 Consumo de energía del transporte ferroviario de carga

$$CE_{ferro\ carga,r,t} = \frac{TKM_{ferroviario,r,t}}{TC_{ferro} * \eta_{ferroviario\ carga,r,t}} \quad \forall r, t$$

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
TD carga ferroviaria	tonn	Parámetro	<ACT>P												

Figura 41 Tasa de carga ferroviaria. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

Variable	Unidad	Tipo dato	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
TREN DE CARGA INTERURBANA	tonn	Dato de entrada + tendencia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Figura 42 Rendimiento ferrocarril de carga. En hojas regionales, archivo Transporte Esc Base.

## 1.4.4 Datos de entrada a LEAP

**Nivel de actividad:** Corresponde al nivel de actividad asociado al transporte ferroviario de pasajeros, por región para cada año.

$$NA_{ferroviario\ urbano,r,t}$$

$$PKM_{ferroviario,r,t}^{interurbano}$$

$$NA_{ferroviario\ carga,r,t}$$

**Intensidad energética:** Corresponde al consumo unitario de energía del transporte ferroviario de pasajeros (kWh/veh-km).

$$IE_{ferro\ urbana} = \frac{1}{\eta_{ferroviario\ urbano,r,t}}$$

$$IE_{ferro\_interurbano}$$

$$IE_{ferro-carga} = \frac{1}{\eta_{ferroviario\ carga,r,t}}$$

## 1.4.5 Cálculos en LEAP

**Demanda por energético:** Calculo de consumo energético por región proyectado en el tiempo.

$$CE_{ferro-urbana,r,t} = NA_{ferroviario\ urbano,r,t} * IE_{ferro}$$

$$CE_{ferro-interurbana,r,t} = PKM_{ferroviario,r,t}^{interurbano} * IE_{ferro\_interurbano}$$

$$CE_{ferro-carga,r,t} = NA_{ferroviario\ carga,r,t} * IE_{ferro}$$

### 1.4.6 Proyección de datos de entrada

#### 1.4.6.1 Proyección de TKM ferroviario nacional

Proyecciones econométricas

Región	Ecuación	a	b	c
II	$\ln(TKM_{II,t}) = a + b * \ln(P_{diésel,II,t}) + c * \ln(PIB_{II,t})$	14.32723	0.270779	0.508907
III	$\ln(TKM_{III,t}) = a + b * \ln \ln(PIB_{III,t}) + c * (P_{diésel,III,t})$	16.25482	0.216794	0.34477
IV	$\ln(TKM_{IV,t}) = a + b * \ln \ln(PIB_{IV,t}) + c * (P_{diésel,IV,t})$	15.99332	0.254122	0.294782
V	$\ln(TKM_{V,t}) = a + b * \ln \ln(PIB_{V,t}) + c * (P_{diésel,V,t})$	10.47005	0.959165	0.066637
VI	$\ln(TKM_{VI,t}) = a + b * \ln \ln(PIB_{VI,t}) + c * (P_{diésel,VI,t})$	15.78693	0.184974	0.205688
VII	$\ln(TKM_{VII,t}) = a + b * \ln(PIB_{VII,t}) + c * (P_{diésel,VII,t})$	2.906125	1.403422	-0.158148
VIII	$\ln(TKM_{VIII,t}) = a + b * \ln \ln(PIB_{VIII,t}) + c * (P_{diésel,VIII,t})$	13.35359	0.700694	0.11166
IX	$\ln(TKM_{IX,t}) = a + b * \ln \ln(PIB_{IX,t}) + c * (P_{diésel,IX,t})$	14.80908	0.186873	0.283629
RM	$\ln(TKM_{RM,t}) = a + b * \ln \ln(PIB_{RM,t}) + c * (P_{diésel,RM,t})$	13.06622	0.456731	0.202839

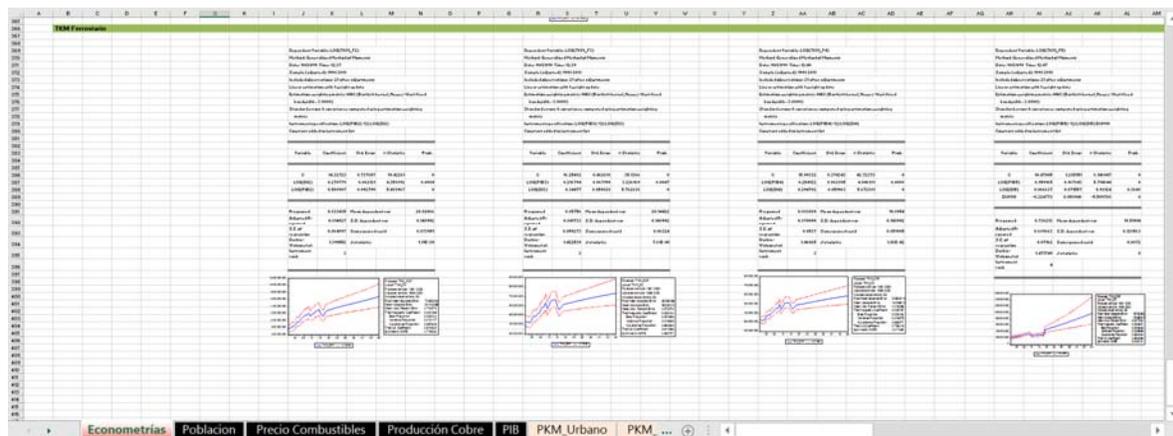


Figura 43 Proyección de PKM aéreo. Hoja Econometrías, Transporte Esc Base

Variable	Unidad	Tipo dato	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
<b>Demanda de Transporte Carga Ferroviario Regional</b>																	
Región I	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	1.721.876,422	1.719.338,258	1.728.342,620	1.747.361,338	1.767.226,689	1.787.042,778	1.806.809,629	1.826.527,250	1.846.195,650	1.865.814,820	1.885.384,760	1.904.905,470	1.924.376,950	1.943.799,200	1.963.173,220
Región II	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	877.823,529	878.887,890	879.952,251	881.016,612	882.080,973	883.145,334	884.209,695	885.274,056	886.338,417	887.402,778	888.467,139	889.531,500	890.595,861	891.660,222	892.724,583
Región III	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	655.704,636	655.862,734	656.020,832	656.178,930	656.337,028	656.495,126	656.653,224	656.811,322	656.969,420	657.127,518	657.285,616	657.443,714	657.601,812	657.759,910	657.918,008
Región IV	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	333.478,894	333.582,131	333.685,368	333.788,605	333.891,842	333.995,079	334.098,316	334.201,553	334.304,790	334.408,027	334.511,264	334.614,501	334.717,738	334.820,975	334.924,212
Región V	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	403.643,373	403.788,240	403.933,107	404.077,974	404.222,841	404.367,708	404.512,575	404.657,442	404.802,309	404.947,176	405.092,043	405.236,910	405.381,777	405.526,644	405.671,511
Región VI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	413.502,522	413.653,369	413.804,216	413.955,063	414.105,910	414.256,757	414.407,604	414.558,451	414.709,298	414.860,145	415.010,992	415.161,839	415.312,686	415.463,533	415.614,380
Región VII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	234.122,222	234.247,149	234.372,076	234.496,999	234.621,922	234.746,845	234.871,768	234.996,691	235.121,614	235.246,537	235.371,460	235.496,383	235.621,306	235.746,229	235.871,152
Región VIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	234.122,222	234.247,149	234.372,076	234.496,999	234.621,922	234.746,845	234.871,768	234.996,691	235.121,614	235.246,537	235.371,460	235.496,383	235.621,306	235.746,229	235.871,152
Región IX	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región X	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	242.288,254	242.444,491	242.600,728	242.756,965	242.913,202	243.069,439	243.225,676	243.381,913	243.538,150	243.694,387	243.850,624	244.006,861	244.163,098	244.319,335	244.475,572
Región XI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	202.987,222	203.148,459	203.309,696	203.470,933	203.632,170	203.793,407	203.954,644	204.115,881	204.277,118	204.438,355	204.599,592	204.760,829	204.922,066	205.083,303	205.244,540
Región XII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XIV	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XV	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XVI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XVII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XVIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XIX	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XX	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXIV	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXV	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXVI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXVII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXVIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXIX	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXX	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXIV	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXV	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXVI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXVII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXVIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XXXIX	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XL	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XLI	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XLII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783	82.251,092	82.312,401	82.373,710	82.435,019	82.496,328	82.557,637	82.618,946	82.680,255
Región XLIII	tonelada kilómetro	Parámetro derivado	81.821,929	81.883,238	81.944,547	82.005,856	82.067,165	82.128,474	82.189,783								

The screenshot shows the 'Econometrías' worksheet in Excel. It displays the results of a regression analysis for the 'Modelo Búnker Aéreo'. The results are organized into sections: 'Resúmenes', 'Coefficients', and 'Diagnosis'. The 'Resúmenes' section includes statistics like Min, Q1, Median, Q3, and Max. The 'Coefficients' section lists variables such as 'demanda\_y', 'PIB', and 'Tcal' with their respective estimates, standard errors, t-statistics, and p-values. The 'Diagnosis' section provides information on the F-statistic, R-squared, and other model fit indicators.

Figura 45 Econometría búnker aéreo. Hoja Econometrías, Transporte Esc Base

Variable	Unidad	Tipo dato	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Demanda Energética Búnker Aéreo												
Demanda Energética Búnker Aéreo Real	TJ	Dato de entrada	21,890	22,470	22,982	23,530	24,123	24,710	25,301	25,891	26,488	27,084
Proyección Demanda Energética Búnker Aéreo	Tcal	Parámetro intermedio	5,237	5,376	5,498	5,629	5,771	5,911	6,053	6,194	6,337	6,480

Figura 46 Proyección de demanda energética búnker aéreo. Hoja Búnker, Transporte Esc Base

### 1.5.4 Datos de entrada a LEAP

**Consumo de Energía:** consumo de energía búnker internacional

$$CE_{búnker\ aéreo,t} (Tcal)$$

### 1.5.5 Cálculos en LEAP

**Demanda por energético:** Calculo de consumo energético por región proyectado en el tiempo.

## 1.6 Sector residencial

### 1.6.1 Índices

t: año.

r: región.

u: uso final

c: combustible

### 1.6.2 Datos de entrada

#### 1.6.2.1 Transversales a todos los usos finales

$VIV_{r,t}$ : proyección de viviendas en el tiempo por región (viv).

Proyección calculada de viviendas						
Región	Unidades	2017	2018	2019	2020	2021
I Tarapacá	Viviendas	117,450	123,278	129,064	135,210	139,591
II Antofagasta	Viviendas	195,173	204,165	213,161	222,719	228,870
III Atacama	Viviendas	120,645	123,365	125,668	128,269	130,419
IV Coquimbo	Viviendas	307,844	317,020	325,076	333,957	342,217
V Valparaíso	Viviendas	787,320	806,881	823,440	842,013	858,981
VI O'Higgins	Viviendas	353,734	362,463	369,788	378,013	385,702
VII Del Maule	Viviendas	410,434	420,251	428,380	437,541	446,352
VIII Biobío	Viviendas	766,969	780,685	791,140	803,417	815,331
IX Araucanía	Viviendas	380,373	387,364	392,743	399,047	405,207
X Los Lagos	Viviendas	331,886	338,529	343,767	349,826	355,738
XI Aysén	Viviendas	44,153	44,943	45,552	46,258	46,924
XII Magallanes	Viviendas	65,023	66,659	68,081	69,668	71,009
XIII Metropolitana	Viviendas	2,376,118	2,466,180	2,552,660	2,645,664	2,711,408
XIV Los Ríos	Viviendas	153,509	156,262	158,376	160,867	163,310
XV Arica y Parinacota	Viviendas	75,902	78,354	80,601	83,052	84,992
Total	Viviendas	6,486,533	6,676,399	6,847,497	7,035,521	7,186,051

Figura 47 Proyección de viviendas a nivel regional en hoja: Proyecciones demográficas, archivo Residencial Esc Base

$H_{r,t}$ : Numero de habitantes en la región r en el año t (Unidad).

**Población regional**

Región	Unidades	2017	2018	2019	2020
I Tarapacá	Habitantes	342,129	354,940	368,906	382,129
II Antofagasta	Habitantes	623,851	645,022	668,563	691,129
III Atacama	Habitantes	304,580	307,835	311,307	314,129
IV Coquimbo	Habitantes	793,049	807,213	821,726	836,129
V Valparaíso	Habitantes	1,885,948	1,910,385	1,935,455	1,960,129
VI O'Higgins	Habitantes	954,279	966,486	978,868	991,129
VII Del Maule	Habitantes	1,092,575	1,105,731	1,118,947	1,131,129
VIII Biobío	Habitantes	2,136,726	2,149,708	2,162,703	2,175,129
IX Araucanía	Habitantes	994,888	1,001,420	1,007,965	1,014,129
X Los Lagos	Habitantes	870,227	877,348	884,464	891,129
XI Aysén	Habitantes	105,382	106,023	106,680	107,129
XII Magallanes	Habitantes	171,293	173,567	175,984	178,129
XIII Metropolitana	Habitantes	7,508,690	7,702,891	7,915,199	8,125,129
XIV Los Ríos	Habitantes	398,493	400,935	403,413	405,129
XV Arica y Parinacota	Habitantes	237,082	241,901	247,036	252,129
<b>Total</b>	<b>Habitantes</b>	<b>18,419,192</b>	<b>18,751,405</b>	<b>19,107,216</b>	<b>19,458,129</b>

Figura 48 Proyección de número de habitantes a nivel regional en hoja: Proyecciones demográficas, archivo Residencial Esc Base

1.6.2.2 Calefacción

$CUCAL_{t=2017,c,r}$ : Consumo unitario por vivienda en el año base para la región R y el energético c (kWh/viv/año).

**Consumos Unitarios asociados a calefacción y tipo de energético**

Region	Unidades	LEÑA	GN	GLP	PARAFINA	ELECTRICIDAD
I Tarapacá	kWh/viv	2,023	-	37	88	346
II Antofagasta	kWh/viv	2,023	-	37	88	346
III Atacama	kWh/viv	2,023	-	37	88	346
IV Coquimbo	kWh/viv	2,023	-	37	88	346
V Valparaíso	kWh/viv	4,872	2,040	364	807	213
VI O'Higgins	kWh/viv	5,179	9,407	868	3,762	362
VII Del Maule	kWh/viv	5,754	9,407	868	3,762	362
VIII Biobío	kWh/viv	8,325	7,625	954	5,238	455
IX Araucanía	kWh/viv	12,206	-	724	622	277
X Los Lagos	kWh/viv	24,011	-	695	405	403
XI Aysén	kWh/viv	23,099	33,511	1,638	7,869	695
XII Magallanes	kWh/viv	30,063	33,511	1,638	7,869	695
XIII Metropolitana	kWh/viv	4,706	9,407	868	3,762	362
XIV Los Ríos	kWh/viv	21,759	-	724	622	277
XV Arica y Parinacota	kWh/viv	2,023	-	37	88	346

Figura 49 Consumos unitarios en calefacción. En hoja: Calefacción, archivo Residencial Esc Base.

$(\%Uso_{Cal})_{r,t}$ : Porcentaje de uso de calefacción en la región R para cada año.

Calefacción											
Region	Tipología de vivienda	Energético	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1		Total	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%
1	Casas	Leña	37%	37%	37%	36%	36%	36%	35%	35%	35%
1	Casas	GN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1	Casas	GLP	37%	37%	37%	37%	36%	36%	36%	36%	36%
1	Casas	Kerosene	24%	23%	23%	22%	22%	22%	21%	21%	20%
1	Casas	Electricidad	2%	3%	4%	5%	5%	6%	7%	8%	9%
1	Dptos	Leña	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1	Dptos	GN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1	Dptos	GLP	58%	57%	56%	55%	53%	52%	51%	49%	48%
1	Dptos	Kerosene	38%	37%	35%	34%	33%	32%	31%	30%	29%
1	Dptos	Electricidad	4%	6%	9%	11%	14%	16%	18%	21%	23%
2		Total	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%	23%
2	Casas	Leña	36%	36%	35%	35%	35%	35%	34%	34%	34%
2	Casas	GN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Casas	GLP	38%	37%	37%	37%	37%	37%	37%	37%	37%
2	Casas	Kerosene	24%	24%	23%	23%	22%	22%	22%	21%	21%
2	Casas	Electricidad	2%	3%	4%	5%	5%	6%	7%	8%	9%
2	Dptos	Leña	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Dptos	GN	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	Dptos	GLP	58%	57%	56%	55%	53%	52%	51%	49%	48%

Figura 50 Proyección de uso en calefacción y participación por combustibles. En hoja: Participación combustibles, archivo Residencial Esc Base.

$^{\circ}D_r$ : Grados días para el periodo de calefacción a la temperatura base ( $^{\circ}C$ ). Parámetro que determina la diferencia de grados en un año entre la temperatura externa y la temperatura de confort ( $21^{\circ}C$ ).

Estimación del consumo en condiciones de confort

Tin	T base	Días de calefacción a considerar (menos 1 mes o 2)	Variación de los GD	Elasticidad	Nuevos GD	Nuevo consumo	Factor de corrección
21.00	19.43	31	174	1.00	265	4,690	2.90
21.00	19.60	61	392	1.00	661	11,521	2.45
21.00	19.11	122	922	1.00	1,309	16,354	3.38
21.00	18.97	153	1,123	1.00	1,571	18,862	3.51
21.00	18.96	153	968	1.00	1,615	19,261	2.50
21.00	18.81	183	884	1.00	1,943	20,556	1.83
21.00	18.65	244	250	1.00	2,552	25,182	1.11
17.00	13.82	305	-151	1.00	2,637	21,175	0.95
21.00	17.81	305	546	1.00	3,921	31,395	1.16
21.00	19.16	122	947	1.00	1,310	16,790	3.61
21.00	18.89	183	271	1.00	2,089	23,888	1.15

Figura 51 Grados días a nivel regional en temperatura de confort. En hoja: GV, archivo Residencial Esc Base.

GV: Coeficiente de pérdidas térmicas dada por la envolvente del edificio ( $W/^{\circ}C$ ). Su valor depende de las características constructivas de la vivienda y esta desagregado por tipología y zona térmica. ( $W/^{\circ}C$ )

**Calculo del GV por vivienda y por zona térmica (vivienda Existente)**

Uventana	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Infiltraciones	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	1.1
	21	22	23	24	25	26	27
Aislada 1piso	519	473	373	367	323	278	237
Aislada 2 Pisos	646	583	453	445	410	339	285
Pareada 1 Piso	396	361	283	279	244	209	177
Pareada 1 Piso	519	474	375	370	320	277	236
Pareada 2 Pisos	467	421	327	321	294	243	204
Pareada 2 Pisos	547	495	387	381	348	289	244
Dpto 1	165	162	159	158	158	143	135
Dpto 2	249	241	232	231	230	209	197

Figura 52 Parámetro GV por tipología de vivienda para cada zona térmica. En hoja: GV, archivo Residencial Esc Base.

### 1.6.2.3 Artefactos eléctricos

$Tart_{u,t}$ : Tenencia de artefactos eléctricos (%)

**Tenencia de refrigeradores**

Region	Tipología	Unidades	Tenencia equipos
1	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.97
1	Casa	Nº equipos/vivienda	0.93
2	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.96
2	Casa	Nº equipos/vivienda	0.93
3	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.84
3	Casa	Nº equipos/vivienda	0.93
4	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.94
4	Casa	Nº equipos/vivienda	0.94
5	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.98
5	Casa	Nº equipos/vivienda	0.93
6	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.92
6	Casa	Nº equipos/vivienda	0.96
7	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.97
7	Casa	Nº equipos/vivienda	0.95
8	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.94
8	Casa	Nº equipos/vivienda	0.94
9	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.94
9	Casa	Nº equipos/vivienda	0.91
10	Departamento	Nº equipos/vivienda	0.96
10	Casa	Nº equipos/vivienda	0.94

Figura 53 Parámetro GV por tipología de vivienda para cada zona térmica. En hoja: GV, archivo Residencial Esc Base.

$Iart$ : Intensidad energética de cada tipo de artefacto(kWh/eq)

**Iluminación**

Region	Tipología	Unidades	Consumo por vivienda año base
1	Departamento	kWh/viv-año	283.21
1	Casa	kWh/viv-año	236.25
2	Departamento	kWh/viv-año	283.21
2	Casa	kWh/viv-año	236.25
3	Departamento	kWh/viv-año	283.21
3	Casa	kWh/viv-año	236.25
4	Departamento	kWh/viv-año	283.21
4	Casa	kWh/viv-año	236.25
5	Departamento	kWh/viv-año	283.21
5	Casa	kWh/viv-año	236.25
6	Departamento	kWh/viv-año	345.84
6	Casa	kWh/viv-año	297.05
7	Departamento	kWh/viv-año	345.84
7	Casa	kWh/viv-año	297.05
8	Departamento	kWh/viv-año	345.84
8	Casa	kWh/viv-año	297.05
9	Departamento	kWh/viv-año	345.84
9	Casa	kWh/viv-año	297.05
10	Departamento	kWh/viv-año	233.87

Figura 54 Intensidad energética por viviendas a nivel regional de artefactos eléctricos. En hoja: Artefactos Eléctricos, archivo Residencial Esc Base.

1.6.2.4 ACS y cocción

$CEacs_{t=2017,r}$ : consumo de ACS por vivienda en el año base.

Region	Unidades	Consumo unitario
1	kWh/viv-año	1880
2	kWh/viv-año	1880
3	kWh/viv-año	1880
4	kWh/viv-año	1880
5	kWh/viv-año	2059
6	kWh/viv-año	2336
7	kWh/viv-año	1502
8	kWh/viv-año	1786
9	kWh/viv-año	2294
10	kWh/viv-año	2384
11	kWh/viv-año	5438
12	kWh/viv-año	5438
13	kWh/viv-año	2336
14	kWh/viv-año	2294
15	kWh/viv-año	1880

Fuente: Usos finales. CDT 2015

Figura 55 Intensidad energética por viviendas a nivel regional de ACS. En hoja: ACS, archivo Residencial Esc Base.

$CECoc_{t=2017,r}$ : consumo de cocción por vivienda en el año base.

Consumos promedios por región para año base

Region	Unidades	kWh/viv
1	kWh/viv-año	736
2	kWh/viv-año	736
3	kWh/viv-año	736
4	kWh/viv-año	736
5	kWh/viv-año	739
6	kWh/viv-año	792
7	kWh/viv-año	792
8	kWh/viv-año	697
9	kWh/viv-año	741
10	kWh/viv-año	816
11	kWh/viv-año	1,829
12	kWh/viv-año	1,829
13	kWh/viv-año	792
14	kWh/viv-año	741
15	kWh/viv-año	736

Fuente: Usos finales. CDT 2015

Figura 56 Intensidad energética por viviendas a nivel regional de cocción. En hoja: Coccion, archivo Residencial Esc Base.

$(\%Usococ)_{t,r}$ : Porcentaje de uso de cocción en cada región para cada año.

Coccion				
Total	%	Parametro derivado a partir de segundo año	100%	100%
Leña	%	Parametro derivado a partir de segundo año	0%	0%
GN	%	Parametro derivado a partir de segundo año	34%	35%
GLP	%	Parametro derivado a partir de segundo año	65%	63%
Kerosene	%	Parametro derivado a partir de segundo año	0%	0%
Electricidad	%	Parametro derivado a partir de segundo año	1%	2%

Figura 57 Participación de cocción a nivel regional. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

$(\%USO_{ACS})_{t,r}$ : Porcentaje de uso de ACS en cada región para cada año.

ACS				
Total	%	Parametro derivado a partir de segundo año	86%	87%
Leña	%	Parametro derivado a partir de segundo año	0%	0%
GN	%	Parametro derivado a partir de segundo año	38%	39%
GLP	%	Parametro derivado a partir de segundo año	62%	61%
Kerosene	%	Parametro derivado a partir de segundo año	0%	0%
Electricidad	%	Parametro derivado a partir de segundo año	0%	1%
Energía Solar	%	Parametro derivado a partir de segundo año	0%	0%
Total	%	Parametro derivado a partir de segundo año	100%	100%

Figura 58 Participación de ACS a nivel regional. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

### 1.6.3 Cálculos auxiliares.

### 1.6.3.1 Calefacción

**Consumo real en calefacción del año base.** El cálculo del consumo real fue desagregado a nivel regional y por tipo de combustible utilizado para calefaccionar la vivienda. Esto puede ser descrito con la siguiente expresión.

$$CR_{t=2017,c,r} = CUCAL_{t=2017,c,r} \cdot (\%Usoc_{cal})_r \cdot (VIV)_r \cdot (\%USOC)$$

El cálculo se realiza para cada región y energético aplicando los siguientes supuestos para ajustar el valor del consumo unitario:

- No existe consumo de leña en departamentos.
- Se aplica criterio de regiones que no tienen disponibilidad de gas natural para desagregar uso de gas en calefacción.

Consumo total							
Región	Unidades	LEÑA	GN	GLP	PARAFINA	ELECTRICIDAD	Total
I Tarapacá	Tcal	13	-	0	1	0	15
II Antofagasta	Tcal	23	-	1	1	0	25
III Atacama	Tcal	15	-	0	1	0	16
IV Coquimbo	Tcal	37	-	1	1	1	40
V Valparaíso	Tcal	645	70	101	58	16	890
VI O'Higgins	Tcal	861	15	65	204	2	1,147
VII Del Maule	Tcal	1,253	-	77	171	1	1,501
VIII Biobío	Tcal	3,807	42	104	440	2	4,395
IX Araucanía	Tcal	3,458	-	15	14	-	3,486
X Los Lagos	Tcal	6,366	-	8	3	-	6,378
XI Aysén	Tcal	863	-	1	-	-	864
XII Magallanes	Tcal	186	1,631	1	-	0	1,818
XIII Metropolitana	Tcal	832	366	918	2,051	43	4,210
XIV Los Ríos	Tcal	2,628	-	4	3	0	2,635
XV Arica y Parinacota	Tcal	9	-	0	0	0	10

Figura 59 Consumo real en calefacción por región y energético. En hoja: GV, archivo Residencial Esc Base.

**Consumo teórico en calefacción.** El modelo utilizado se basa en el método de cálculo de grados días que corresponde a una simplificación del modelo de grados días de base variable, utilizado ampliamente a nivel global para este tipo de cálculos. El cálculo es realizado en cada una de las hojas regionales y se desagregan las viviendas en casa-dpto.

El consumo teórico (en confort térmico) de energía unitaria se calcula mediante al siguiente formula:

$$CT_{c,r,t} = \frac{0,024 \cdot {}^\circ D_r \cdot GV}{\eta}$$

Con

$CT_{c,r,t}$ : Consumo unitario teórico de energía por tipología de vivienda y por energético (kWh/viv-año).

$^{\circ}D_r$ : Grados días descrito en la sección anterior.

$\eta$ : Rendimiento térmico, por simplicidad se asume un valor constante igual a 0.7.

GV: GV equivalente por tipo de vivienda. El GV equivalente se calcula en cada hoja regional teniendo en cuenta las proyecciones de viviendas según año de construcción y reglamentación térmica aplicable.

RT pre 2007					
Aislada 1 piso	W/PC	Parámetro	373	373	373
Aislada 2 piso	W/PC	Parámetro	453	453	453
Pareada 1 piso 45 m2	W/PC	Parámetro	283	283	283
Pareada 1 piso 65 m2	W/PC	Parámetro	375	375	375
Pareada 2 piso 55 m2	W/PC	Parámetro	327	327	327
Pareada 2 piso 70 m2	W/PC	Parámetro	387	387	387
RT 2007					
Aislada 1 piso	W/PC	Parámetro	298	298	298
Aislada 2 piso	W/PC	Parámetro	390	390	390
Pareada 1 piso 45 m2	W/PC	Parámetro	223	223	223
Pareada 1 piso 65 m2	W/PC	Parámetro	289	289	289
Pareada 2 piso 55 m2	W/PC	Parámetro	279	279	279
Pareada 2 piso 70 m2	W/PC	Parámetro	328	328	328
Nuevas					
Aislada 1 piso	W/PC	Parámetro	298	298	298
Aislada 2 piso	W/PC	Parámetro	390	390	390
Pareada 1 piso 45 m2	W/PC	Parámetro	223	223	223
Pareada 1 piso 65 m2	W/PC	Parámetro	289	289	289
Pareada 2 piso 55 m2	W/PC	Parámetro	279	279	279
Pareada 2 piso 70 m2	W/PC	Parámetro	328	328	328

Figura 60 Calculo de GV equivalente. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

En la siguiente figura se muestra el cálculo del consumo teórico (ideal) en casas departamentos, teniendo en cuenta los grados días de la región y el GV equivalente para casas y departamentos.

Grados día	:°C	Dato entrada	1,310	1,310	1,310
GV casas	W/PC	Dato de entrada derivado	361	359	358
GV dptos	W/PC	Dato de entrada derivado	186	185	185
Consumo ideal casas	KWh/viv	Parámetro derivado	16,202	16,135	16,077
Consumo ideal dptos	KWh/viv	Parámetro derivado	8,357	8,323	8,292
Diferencia meta	USD/hab	Parámetro derivado	19,956	19,631	19,540

Figura 61 Calculo de consumo teórico. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

**Proyección de consumo de calefacción:** La proyección del consumo energético en calefacción se realiza proyectando el consumo unitario de las viviendas y el número de viviendas. El consumo unitario a su vez se proyecta de acuerdo con proyecciones socioeconómicas y conductuales de uso de combustibles.

Con la siguiente expresión se realiza la proyección a nivel regional:

$$CE_{t,r,c} = CE_{t=2017,c,r} \cdot VIV_{r,t} \cdot FP_c \cdot FC_r$$

**Factor de proyección:** Factor que modela la proyección de diversos factores que influyen en la evolución del consumo unitario de viviendas en el tiempo

$$F_{Cr}$$

El factor de corrección corresponde a un factor que se descompone en:

F1= factor que tiene en cuenta la mejora en la envolvente térmica de las viviendas. Se calcula un indicador que representa la disminución de las pérdidas térmicas por la mejora natural de la calidad constructiva de las viviendas. Se calcula mediante la evolución del GV equivalente.

Departamentos								
RT pre 2007								
Dpto 1	WPC	Parámetro derivado	33,417,496	33,417,496	33,417,496	33,417,496	33,417,496	33,417,496
Dpto 2	WPC	Parámetro derivado	48,907,964	48,907,964	48,907,964	48,907,964	48,907,964	48,907,964
RT 2007								
Dpto 1	WPC	Parámetro derivado	21,055,464	21,055,464	21,055,464	21,055,464	21,055,464	21,055,464
Dpto 2	WPC	Parámetro derivado	30,082,619	30,082,619	30,082,619	30,082,619	30,082,619	30,082,619
Nuevas								
Dpto 1	WPC	Parámetro derivado	0	3,069,811	3,072,794	3,301,560	2,752,421	
Dpto 2	WPC	Parámetro derivado	0	4,385,938	4,390,200	4,717,045	3,932,473	
Total								
Dpto 1	WPC	Parámetro derivado	54,472,960	57,542,771	60,615,565	63,917,125	66,669,546	
Dpto 2	WPC	Parámetro derivado	78,990,583	83,376,521	87,766,722	92,483,767	96,416,239	
GV casas								
GV dptos	WPC	Parámetro derivado	361	359	358	357	356	
Mejora de envolvente	%	Parámetro	0%					
Numero de casas con reacondicionamiento	viv	Parámetro derivado	0	0	0	0	0	
Numero de dptos con reacondicionamiento	viv	Parámetro derivado	0	0	0	0	0	
GV reducido casas	WPC	Parámetro derivado	361	359	358	357	356	
GV reducido dptos	WPC	Parámetro derivado	186	185	185	184	184	
GV equivalente casas	WPC	Parámetro derivado	361	359	358	357	356	
GV equivalente dptos	WPC	Parámetro derivado	186	185	185	184	184	
GV equivalente								
GV equivalente	WPC	Parámetro derivado	308	306	303	301	299	
Factor 1								
Factor 1		Parámetro derivado	1.00	0.99	0.98	0.98	0.97	

Figura 62 Calculo de factor de envolvente térmica. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

F2= factor que tiene en cuenta la mejora de la eficiencia del equipamiento de calefacción de biomasa. Se asume que existe una mejora paulatina de la eficiencia de calefactores de biomasa a partir de un 70% para calefactores existentes, siendo reemplazados progresivamente por calefactores más eficientes con una eficiencia de 74%. Adicionalmente este factor incorpora la medida de recambio por biomasa más eficiente.

Factor 2: eficiencia calefactores								
Leña existente	%	Parámetro derivado	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Leña nuevo	%	Parámetro derivado	74%	74%	74%	75%	75%	75%
Leña total	viv	Parámetro derivado	294,682	306,581	318,087	330,458	339,472	346,2
Leña existente	viv	Parámetro derivado	294,682	294,682	294,682	294,682	294,682	294,6
Leña eficiente nueva	viv	Parámetro derivado	0	11,899	11,506	12,372	9,014	6,7
Leña eficiente recambio	viv	Parámetro derivado	0	25,548	26,507	27,538	28,289	28,8
Leña								
Eficiencia equivalente	%	Parámetro derivado	70%	71%	71%	71%	72%	72%
Recambio pellets								
Recambio pellets	%	Parámetro derivado	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0
Eficiencia pellets	%	Parámetro derivado	86%	86%	86%	86%	86%	86%
Equivalente	%	Parámetro derivado	70%	71%	71%	72%	73%	73%
Factor leña		Parámetro derivado	1.00	0.99	0.99	0.97	0.96	0.95

Figura 63 Cálculo de factor de mejora de eficiencia en equipos de calefacción de leña. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

F3=factor que tiene en cuenta la mejora del confort térmico por condiciones socioeconómicas. Este factor tiene en cuenta la mejora en las condiciones socioeconómicas de la población. El principal supuesto es que la población a medida que aumenta sus ingresos mejora las condiciones de calefacción

<b>Evolución CT casas</b>									
Leña	kWh/viv	Parámetro derivado	4,062	4,340	4,371	4,442	4,557	4,674	4,798
GLP	kWh/viv	Parámetro derivado	10,840	10,887	10,892	10,902	10,920	10,939	10,959
GN	kWh/viv	Parámetro derivado	881	1,158	1,189	1,260	1,375	1,492	1,616
Kerosene	kWh/viv	Parámetro derivado	1,400	1,664	1,694	1,762	1,872	1,984	2,103
Electricidad	kWh/viv	Parámetro derivado	362	539	559	605	679	753	833
<b>Evolución CT dptos</b>									
Leña	kWh/viv	Parámetro derivado	4,062	4,160	4,171	4,196	4,235	4,276	4,319
GLP	kWh/viv	Parámetro derivado	6,686	6,658	6,634	6,610	6,592	6,578	6,565
GN	kWh/viv	Parámetro derivado	881	1,014	1,029	1,063	1,118	1,174	1,233
Kerosene	kWh/viv	Parámetro derivado	1,400	1,520	1,534	1,565	1,615	1,666	1,719
Electricidad	kWh/viv	Parámetro derivado	362	449	459	482	518	555	594
<b>Factor casas</b>									
Leña		Parámetro derivado	1.00	1.07	1.08	1.09	1.12	1.15	1.18
GLP		Parámetro derivado	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01
GN		Parámetro derivado	1.00	1.31	1.35	1.43	1.56	1.69	1.83
Kerosene		Parámetro derivado	1.00	1.19	1.21	1.26	1.34	1.42	1.50
Electricidad		Parámetro derivado	1.00	1.49	1.55	1.67	1.87	2.08	2.30
<b>Factor dptos</b>									
Leña		Parámetro derivado	1.00	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06
GLP		Parámetro derivado	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98
GN		Parámetro derivado	1.00	1.15	1.17	1.21	1.27	1.33	1.40
Kerosene		Parámetro derivado	1.00	1.09	1.10	1.12	1.15	1.19	1.23
Electricidad		Parámetro derivado	1.00	1.24	1.27	1.33	1.43	1.53	1.64

Figura 64 Cálculo de factor de evolución de demanda energética por confort térmico. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

### 1.6.3.2 Artefactos eléctricos

**Proyección del consumo de artefactos.** La metodología utilizada para calcular el consumo de artefactos eléctricos a nivel residencial consiste en desagregar consumo en distintos artefactos. Para cada artefacto se proyecta tanto su tenencia como su intensidad energética por vivienda. Se asume que la tenencia aumenta en el tiempo hasta alcanzar niveles de un país desarrollado, mientras la intensidad disminuye en el tiempo por mejoras en la eficiencia energética de cada dispositivo. El consumo total de cada región se obtiene multiplicando intensidad por tenencia por número de viviendas.

$$CEart_t = Iart_{u,t} \cdot Tart_{u,t} \cdot VIV_{r,t}$$

Consumo artefactos eléctricos							
Casas							
Electricidad							
Refrigeradores	Tcal	Salida intermedia	710.87	727.19	741.70	757.34	764
Iluminación	Tcal	Salida intermedia	423.75	424.28	423.31	422.54	416
Stand by	Tcal	Salida intermedia	265.93	280.28	294.40	309.43	321
Televisores	Tcal	Salida intermedia	353.54	362.62	370.88	379.79	384
Computadores	Tcal	Salida intermedia	86.07	90.76	95.34	100.18	103
Aire acondicionado	Tcal	Salida intermedia	6.10	17.69	30.46	44.54	59
Secadora	Tcal	Salida intermedia	20.52	21.57	22.59	23.67	24
Lavavajillas	Tcal	Salida intermedia	18.94	25.36	31.88	38.60	44
Microondas	Tcal	Salida intermedia	60.88	63.27	65.56	67.98	69
Freezers	Tcal	Salida intermedia	34.83	38.02	41.19	44.51	47
HornoEléctrico	Tcal	Salida intermedia	22.54	24.15	25.75	27.43	28
Lavadoras	Tcal	Salida intermedia	95.54	97.46	99.14	100.96	101
Equipos de música	Tcal	Salida intermedia	52.38	54.06	55.63	57.33	58
Plancha	Tcal	Salida intermedia	39.73	40.88	41.94	43.07	43
DVD	Tcal	Salida intermedia	3.75	3.86	3.97	4.08	4

Figura 65 Cálculo del consumo total de artefactos eléctricos por región. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

### 1.6.3.3 ACS y cocción

#### Proyección ACS. Proyección del consumo de agua caliente en el tiempo

$$CEacs_{T,c,R} = CEacs_{t=0,c,R} \cdot (\%Usa_{ACS})_{r,t} \cdot (H)_{t,r} \cdot (\%USO_{ACS_c})_{r,t}$$

Coccion					
Leña	Tcal	Salida intermedia	-	-	
GN	Tcal	Salida intermedia	535	565	
GLP	Tcal	Salida intermedia	1,150	1,171	
Kerosene	Tcal	Salida intermedia	-	-	
Electricidad	Tcal	Salida intermedia	21	35	

Figura 66 Cálculo del consumo total de ACS por energético a nivel regional. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

#### Proyección cocción. Proyección del consumo de cocción en el tiempo

$$CEcoc_{T,c,R} = CEcoc_{t=0,c,R} \cdot (\%Usa_{coc})_{r,t} \cdot (VIV)_{r,t} \cdot (\%USOCOC_c)_{r,t}$$

ACS					
Leña	Tcal	Salida intermedia	-	-	-
GN	Tcal	Salida intermedia	2,019.14	2,126.49	2,242.33
GLP	Tcal	Salida intermedia	2,668.06	2,670.41	2,674.91
Kerosene	Tcal	Salida intermedia	-	-	-
Electricidad	Tcal	Salida intermedia	-	-	-
Solar	Tcal	Salida intermedia	-	0.92	1.58

Figura 67 Cálculo del consumo total de cocción por energético a nivel regional. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

### 1.6.3.4 Cálculos transversales

**Ajuste a BNE año base.** En la hoja se Ajuste BNE se realiza el cálculo energético de todos los usos finales consolidado. Este cálculo se compara con el balance nacional de energía y se obtienen los factores de ajuste para cada región y para cada energético.

Factor ajuste							
Region	Unidades	LEÑA	GN	GLP	PARAFINA	ELECTRICIDAD	Total
I Tarapacá	-	1.81	-	0.59	1.06	1.00	0.83
II Antofagasta	-	1.41	0.37	0.95	2.07	1.00	1.10
III Atacama	-	0.88	-	0.60	2.03	1.00	0.93
IV Coquimbo	-	0.80	-	0.77	4.49	0.95	0.85
V Valparaíso	-	0.84	0.37	0.87	0.91	0.98	0.80
VI O'Higgins	-	0.89	0.49	0.62	0.45	1.00	0.79
VII Del Maule	-	0.85	-	0.71	0.45	1.00	0.84
VIII Biobío	-	0.87	0.54	2.31	0.24	1.00	0.95
IX Araucanía	-	0.82	0.63	0.53	3.11	0.86	0.78
X Los Lagos	-	0.81	-	0.75	17.71	0.87	0.82
XI Aysén	-	0.66	-	0.39	-	0.77	0.64
XII Magallanes	-	0.82	1.03	5.08	-	1.00	1.03
XIII Metropolitana	-	0.86	1.15	1.02	0.37	1.00	1.04
XIV Los Ríos	-	0.79	-	0.72	6.34	0.77	0.79
XV Arica y Parinacota	-	4.18	-	0.62	0.41	1.00	0.95

Figura 68 Cálculo del factor de ajuste al BNE. En hoja Ajuste BNE, archivo Residencial Esc Base.

#### 1.6.4 Datos de entrada a LEAP

**Nivel de actividad:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$N_{s,r,t}$$

**Participación energética por usos finales:** Cálculo del porcentaje de participación de un energético en cada uso final. Participación de la fuente en LEAP.

$$\%Comb_{s,u,c}$$

**Participación de usos finales:** Corresponde a la tenencia de equipos por usos finales, proyectada en el tiempo.

$$\begin{aligned} &(\%USO_{Cal})_{r,t} \\ &(\%USO_{Coc})_{r,t} \\ &(\%USO_{ACS})_{r,t} \end{aligned}$$

**Intensidad energética:** Corresponde al consumo energético unitario por uso final para cada región y para cada combustible

$$CE_{t,r,c} = CE_{T=2017,c,r} \cdot FP_{c,t} \cdot FC_{t,r} \cdot Iart_{u,t} \cdot CE_{act,c,r}$$

#### 1.6.5 Cálculos en LEAP

**Consumo energético por combustible:** Calculo de consumo total por tipo de viviendas, usos finales, combustibles y región proyectado en el tiempo.

$$C_{c,s,u,r,t} = CE_{t,r,c} \cdot N_{s,r,t} \cdot \%USO_{u,r,t} \cdot \%Comb_{s,u,c}$$

El cálculo de consumos energéticos por combustible por uso final y energéticos para cada una de las regiones también se realiza en la planilla Excel al final de cada hoja correspondiente a cada una de las regiones.

Demanda total por combustible						
Leña	Tcal	Salida	718.65	832.81	864.67	921.65
GN	Tcal	Salida	2,975.92	3,129.08	3,287.95	3,453.35
GLP	Tcal	Salida	4,749.31	5,319.13	5,489.43	5,813.95
Kerosene	Tcal	Salida	762.94	1,040.03	1,121.92	1,281.76
Electricidad	Tcal	Salida	5,218.12	5,432.29	5,615.53	5,822.66
Solar	Tcal	Salida	-	0.92	1.58	2.65
Total	Tcal	Salida	14,425	15,753	16,379	17,293

Figura 69 Calculo del consumo total por energético a nivel regional. En hojas regionales, archivo Residencial Esc Base.

## 1.7 Sector público

### 1.7.1 Índices

s: segmento (hospitales, universidades, etc.)

t: año.

r: región.

u: uso final

c: combustible

### 1.7.2 Datos de entrada

$I_{s,r,t}$ : Numero de unidades del segmento per cápita s en la región r en el año base t (Unidad/hab).

$H_{r,t}$ : Numero de habitantes en la región r en el año t (Unidad).

$CE_{s,u,c}$ : Consumo específico por unidades de área por segmento. (kWh/m<sup>2</sup>)

$\%Comb_{s,u,c}$ : Participación de cada energético en el uso final para cada segmento (%).

$T_s$ : Tamaño de edificio del segmento s (m<sup>2</sup>)

### 1.7.3 Cálculos auxiliares.

**Numero de edificios:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$N_{s,r,t} = I_{s,r,t} \cdot H_{r,t}$$

**Consumo energético por segmento y uso final:** Demanda energética por uso final por segmento para cada región en cada año del horizonte de evaluación.

$$C_{s,u,r,t} = N_{s,r,t} \cdot CE_{s,u,c} \cdot T_s$$

**Consumo energético por combustible:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$C_{c,s,u,r,t} = C_{s,u,r,t} \cdot \%Comb_{s,u,c}$$

### 1.7.4 Datos de entrada a LEAP

**Nivel de actividad:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$N_{s,r,t}$$

**Participación energética por usos finales:** Calculo del porcentaje de participación de un energético en cada uso final. Participación de la fuente en LEAP.

$$\%Comb_{s,u,c}$$

**Intensidad energética:** Corresponde al consumo energético por uso final para cada segmento.

$$I_{s,u,r,t}$$

### 1.7.5 Cálculos en LEAP

**Consumo energético por combustible:** Calculo de consumos energéticos totales por segmento, región, usos finales en el tiempo.

$$C_{c,s,u,r,t} = C_{s,u,r,t} \cdot \%Comb_{s,u,c}$$

## 1.8 Sector comercial

### 1.8.1 Índices

s: segmento  
t: año.  
r: región.  
u: uso final  
c: combustible

### 1.8.2 Datos de entrada

$I_{s,r,t}$ : Numero de unidades del segmento per capita s en la región r en el año base t (Unidad/hab).

$H_{r,t}$ : Numero de habitantes en la región r en el año t (Unidad).

$CE_{s,u,c}$ : Consumo específico por unidades de área por segmento (kWh/m<sup>2</sup>).

$\%Comb_{s,u,c}$ : Participación de cada energético en el uso final para cada segmento (%).

$T_s$ : Tamaño de edificio del segmento s (m<sup>2</sup>)

### 1.8.3 Cálculos auxiliares.

**Numero de edificios:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$N_{s,r,t} = I_{s,r,t} \cdot H_{r,t}$$

**Consumo energético por segmento y uso final:** Demanda energética por uso final por segmento para cada región en cada año del horizonte de evaluación.

$$C_{s,u,r,t} = N_{s,r,t} \cdot CE_{s,u,c} \cdot T_s$$

**Consumo energético por combustible:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$C_{c,s,u,r,t} = C_{s,u,r,t} \cdot \%Comb_{s,u,c}$$

### 1.8.4 Datos de entrada a LEAP

**Nivel de actividad:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$N_{s,r,t}$$

**Participación energética por usos finales:** Calculo del porcentaje de participación de un energético en cada uso final. Participación de la fuente en LEAP.

$$\%Comb_{s,u,c}$$

**Intensidad energética:** Corresponde al consumo energético por uso final para cada segmento.

$$C_{s,u,r,t}$$

### 1.8.5 Cálculos en LEAP

**Consumo energético por combustible:** Corresponde al número de edificios proyectado por segmento, por región para cada año.

$$C_{c,s,u,r,t} = C_{s,u,r,t} \cdot \%Comb_{s,u,c}$$

## 1.9 Sector industria y minería sin incluir el sector cobre

### 1.9.1 Índices

s: sector económico.

t: año.

r: región.

u: uso final

c: combustible

### 1.9.2 Datos de entrada

$NA_{s,t}$ : Nivel de actividad nacional del sector s en el año t (Unidad).

$\%NA_{r,s,t}$ : Participación del nivel de actividad del sector s en la región r y el año t (%).

$\%Comb_{u,c,s}$ : Participación del combustible c en el uso final u en el sector s (%).

$CE_{s,c,r,t=2017}$ : Consumo energético regional (Tcal)

$\eta_{u,c,t}$ : Eficiencia del energético para cada uso final en el tiempo

### 1.9.3 Cálculos auxiliares.

**Intensidad energética por usos finales:** Corresponde al cálculo de la energía demandada para producir una unidad producida. El cálculo se realiza para cada sector, para cada región y para cada uso final para el año base.

$$IE_{s,r,u,t=2017} = \frac{\sum_c CE_{s,c,r,t=2017} \cdot \%Comb_{u,c,s}}{NA_{s,t} \cdot \%NA_{r,s,t}} \left( \frac{Mcal}{Unidad} \right)$$

### 1.9.4 Datos de entrada a LEAP

**Nivel de actividad regional:** Producción regional

$$NA_{s,r,t} = NA_{s,t} \cdot \%NA_{r,s,t}$$

**Intensidad energía útil:** Corresponde al cálculo de la energía efectivamente utilizada para producir una unidad producida. El cálculo se realiza para cada sector, para cada región y para cada uso final para cada año.

$$IE_{util,s,r,t,u} = IE_{s,r,u,t=2017} \cdot \sum_c \%Comb_{uso_{u,c,s}} \cdot \eta_{u,c,t} \left( \frac{Mcal}{Unidad} \right)$$

**Participación energética por usos finales:** Calculo del porcentaje de participación de un energético en cada uso final. Participación de la fuente en LEAP.

$$\%Comb_{uso_{u,c,s}} = \frac{CE_{s,c,r,t=2017} \cdot \%Comb_{u,c,s}}{\sum_c CE_{s,c,r,t=2017} \cdot \%Comb_{u,c,s}} (\%)$$

**Eficiencia:** Eficiencia del energético para cada uso final en el tiempo.

$$\eta_{u,c,t}$$

### 1.9.5 Cálculos en LEAP

**Energía Útil:** Calculo de la energía útil demandada por combustible, uso final y región.

$$EU_{s,r,u,c,t} = \frac{IE_{util,s,r,t,u} \cdot NA_{s,r,t}}{1000} (Tcal)$$

**Demanda real:** Calculo de la energía demandada para cada sector económico, región y uso final

$$CE_{s,c,r,t,u} = \frac{EU_{s,r,u,c,t}}{\eta_{u,c,t}}$$

La siguiente imagen muestra donde se realiza este calculo en Excel.

Variable	Unidad	Tipo dato	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Calculo Energia Util</b>										
Motriz	Tcal		80.77904	75.2863	75.2863	75.2863	75.2863	75.2863	174.6191	273.7518
Petróleo Diesel	Tcal		17.66477	16.46361	16.46361	16.46361	16.46361	16.46361	38.16384	59.86407
Gas Licuado	Tcal		0	0	0	0	0	0	0	0
Electricidad	Tcal		63.11427	58.82268	58.82268	58.82268	58.82268	58.82268	136.3552	213.8878
Gas Natural	Tcal		0	0	0	0	0	0	0	0
Biogás	Tcal		0	0	0	0	0	0	0	0
Hidrógeno	Tcal		0	0	0	0	0	0	0	0

### 1.9.6 Modelos de proyección utilizados

#### Cemento

Modelo econométrico

$$\log(P_t) = a \cdot \log(PIB_t) + b \cdot \log(P_{t-1}) + c \cdot \log(PIB_{t-1}) + d$$

$P_t$ : Producción de cemento en el año t en miles de toneladas.

$PIB_t$ : Producto interno bruto de Chile en el año t en miles de millones de CLP2013.

Parámetro	Valor
<b>a</b>	1.76
<b>b</b>	0.79
<b>c</b>	-1.70
<b>d</b>	1.05

#### Industrias Varias

Modelo econométrico

$$\log(E_t) = a \cdot \log(PIB_t) + b \cdot \log(E_{t-1}) + c$$

$E_t$ : Demanda energética del sector industrias varias

$PIB_t$ : Producto interno bruto de Chile en el año t en miles de millones de CLP2013.

Parámetro	Valor
<b>a</b>	0.26
<b>b</b>	0.45
<b>c</b>	2.59

#### Minas Varias

Modelo econométrico

$$\log(P_t) = a \cdot \log(PIB_t) + b$$

$P_t$ : Producción de minerales sector minas varias

$PIB_t$ : Producto interno bruto de Chile en el año t en miles de millones de CLP2013.

Parámetro	Valor
<b>a</b>	0.53
<b>b</b>	3.7

## 1.10 Sector industria y minería, sector cobre

Los procesos considerados en este sector corresponden a: Mina Rajo, Mina Subterránea, Concentrado, Lixiviación, Fundición, Refinería, Servicios y Desalinización.

Por otra parte, entre los energéticos considerados se encuentran: Petróleo Diésel, Gas Licuado, Electricidad, Gas Natural, Biogás, Hidrógeno, Energía Solar, Petróleos Combustibles, Coque de Petróleo, Carbón, Coque Mineral, Leña, Biomasa y Kerosene.

### 1.10.1 Índices

j: proceso productivo.

t: año.

r: región.

i: combustible

### 1.10.2 Datos de entrada

$I_u$ : Intensidad energética de los procesos de extracción de la minería subterránea

$I_o$ : Intensidad energética de los procesos de extracción de minas a cielo abierto

$\alpha_u$ : Porcentaje del material procesado de la minería subterránea

Mc: Material procesado a partir de sulfuros para producir cobre fino

Ms: Material procesado a partir de óxidos para producir cobre fino

$I_j$ : Intensidad energética del proceso para producir 1 tonelada de cobre

$\alpha_j$ : Porcentaje de producción enviado a proceso.

### 1.10.3 Cálculos auxiliares.

Para el cálculo de energía demandada según cada energético i se realiza cálculo de la Energía en base al total del Material Procesado (MP), considerando la Participación y Eficiencia del Energético i en cada Proceso j:

$$\circ \text{Consumo Energético}_{ir} = \sum_j^{\text{Procesos}} \left( MP_j \cdot I_j \cdot \frac{\text{Participación}_{ij}}{\text{Eficiencia}_{ij}} \right)$$

En el caso del sector de Servicios se realiza el cálculo respecto a la Producción de Cobre fino total por región:

$$\circ \text{Consumo Energético}_{ir} = \sum_j^{\text{Procesos}} \left( Prod_j \cdot I_j \cdot \frac{\text{Participación}_{ij}}{\text{Eficiencia}_{ij}} \right)$$

A continuación se describen los consumos de los subprocesos del sector:

Consumo de energía en extracción de minería subterránea o minería a cielo abierto:

$$E_u = I_u \times (M_c + M_s) \times \alpha_u$$

$$E_o = I_o \times (M_c + M_s) \times (1 - \alpha_u)$$

Consumo de energía en procesos (fundición, refinación, SX-EW):

$$E = I_j \times M_{c,s} \times \alpha_j$$

El consumo de energía de la producción del cátodo SX-EW depende del material procesado para producir cobre.

Por último, el proceso de desalinización es calculado considerando un factor de planta proporcional a las horas de servicio y ponderado por la suma de las potencias de desalinización más la de bombeo a una altura promedio de las faenas en la cordillera.

#### 1.10.4 Datos de entrada a LEAP

**Producción regional:** Producción regional de cobre fino

**Intensidad energía útil:** Corresponde al cálculo de la energía efectivamente utilizada para producir una unidad producida. El cálculo se realiza para cada sector, para cada región y para cada proceso para cada año.

**Participación energética por usos finales:** Cálculo del porcentaje de participación de un energético en cada proceso. Participación de la fuente en LEAP.

**Eficiencia:** Eficiencia del energético para cada proceso en el tiempo.

#### 1.10.5 Cálculos en LEAP

**Distribución de Energéticos por Usos/Procesos por región.** Estimación del consumo de energéticos por cada proceso del cobre y cada región.

**Intensidad de Energía Final por región.** Estimación del consumo final de energía por cada región.

**Energía Útil:** Calculo de la energía útil demandada por combustible, uso final y región.

**Demanda real:** Calculo de la energía demandada para cada sector económico, región y proceso

### 1.10.6 Modelos de proyección utilizados

#### Producción de cobre

##### Fuente Oficial

Considerar la serie del estudio “Proyección de la Producción de Cobre en Chile años 2018-2029”(COCHILCO, 2019b). En este caso se consideró la proyección hasta el año 2028 para evitar la caída en la producción.

##### Horizonte restante

La proyección al año 2050 considera que Chile participará con un 25% de la producción mundial estimada al 2050. Para aproximarse a dicho valor, se considera el promedio del crecimiento de la producción nacional de los últimos 10 años (1,9%) y el crecimiento esperado de demanda declarada por China al largo plazo (1,5%). A partir de ello, se determinan los valores de los escenarios base y alto. En el caso del escenario bajo se considera un crecimiento del 1,2% anual. De esta forma, se obtienen participaciones del 30% y 20% para los escenarios alternativos.

Nota: Para la proyección de la producción de cobre al año 2050 COCHILCO se encuentra trabajando en la Política Nacional de Minería 2050, la que debería proyectar estos escenarios de manera oficial.

#### Ley de cobre

La ley promedio de cobre en Chile (óxidos y sulfuros) se proyecta para estimar el mineral procesado durante este período. Se utiliza una regresión cuadrática calibrada a datos históricos de producción de cobre y leyes de minerales declaradas en estudios públicos:

- Datos históricos de leyes (periodo 2003-2018) del Anuario de Cochilco
- Proyecciones derivadas de la producción de Cochilco hasta el año 2029 (COCHILCO, 2019b)

- Según MAPS (2014) se supone que la producción de cobre en Chile se termina alrededor del año 2134<sup>1</sup>, es posible asumir una ley de corte de 0,1% después de dicho año

---

<sup>1</sup> Información perteneciente a un informe que envió Codelco a la SVS en 2003  
fcfm – Universidad de Chile – Centro de Energía

## 2 Anexo: Fuentes de información

## 2.1 Sector residencial

Tabla 6: Fuente de Información Residencial

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Población histórica	Nacional	Anual	INE	No existe periodicidad	Disponible a partir del año 1992	2019	<a href="https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales">https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales</a>	Público	Xlsx, pdf	
Proyección de la población	Nacional	Anual.	INE	No existe periodicidad		2019	<a href="https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales">https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales</a>	Público	Xlsx, pdf	
Serie de PIB histórico (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Proyección de PIB (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Número de viviendas	Comunal	Anual	Observatorio habitacional MINVIU.	Según años en que se desarrollan los censos	Disponible para los años 2017 y 2002	2017	<a href="https://www.observatoriourbano.cl/estadisticas-habitacionales/">https://www.observatoriourbano.cl/estadisticas-habitacionales/</a>	Público	xlsx	Incluye datos de 2002 y desagregación por casa y departamento
Participación de viviendas según tipología	Regional	Anual	Estudio leña CDT 2015					Público	pdf	
Características constructivas de viviendas	Nacional	Atemporal	Estudio leña CDT 2015					Público	pdf	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Grados días	Regional	Atemporal	Estudio leña CDT 2015					Público	Pdf	
Consumos unitarios artefactos	Regional	Año base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	Pdf	
Tenencia de artefactos eléctricos	Regional	Año base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	Pdf	
Tenencia de ACS	Regional	Año base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo energético de ACS por hogar	Regional	Año base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Tenencia de equipos de cocina	Regional	Año base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo energético en cocción por hogar	Regional	Año base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	

Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Sector comercial

Tabla 7: Fuente de Información Comercial

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Población histórica	Nacional	Anual	INE	No existe periodicidad	Disponibles a partir del año 1992	2019	<a href="https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales">https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales</a>	Público	Xlsx, pdf	
Proyección de la población	Nacional	Anual.	INE	No existe periodicidad		2019	<a href="https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales">https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales</a>	Público	Xlsx, pdf	
Serie de PIB histórico (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Proyección de PIB (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Número de Supermercados	Regional	Año Base	INE		Disponibles a partir del año 1991	2017	<a href="https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/comercio">https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/comercio</a>	Público	xlsx	
Número de Malls		Año Base	Cámara Chilena de Centros Comerciales				<a href="https://www.camaracentroscomerciales.cl/socios/">https://www.camaracentroscomerciales.cl/socios/</a>	Público		
Número de Clínicas		Año Base	Ministerio de Salud				<a href="https://reportesdeis.minsal.cl/ListaEstablecimientoWebSite/default.aspx">https://reportesdeis.minsal.cl/ListaEstablecimientoWebSite/default.aspx</a>	Público	xlsx	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Número de Bancos	Regional	Año Base	Comisión para el Mercado Financiero		2017	2017	<a href="https://www.sbif.cl/sbifweb3/internet/archivos/Info_Fin_10238_18419.xlsx">https://www.sbif.cl/sbifweb3/internet/archivos/Info_Fin_10238_18419.xlsx</a>	Público	xlsx	
Consumo Energético Supermercados	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo Energético Malls	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo Energético Clínicas	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo Energético Bancos	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Usos finales de la energía Supermercados	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Usos finales de la energía Malls	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Usos finales de la energía Clínicas	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Usos finales de la	Nacional	Año Base	Estudio usos					Público	pdf	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
energía Bancos			finales. CDT 2016							

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Sector público

Tabla 8: Fuente de Información Público

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Población histórica	Nacional	Anual	INE	No existe periodicidad	Disponibles a partir del año 1992	2019	<a href="https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales">https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales</a>	Público	Xlsx, pdf	
Proyección de la población	Nacional	Anual.	INE	No existe periodicidad		2019	<a href="https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales">https://ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales</a>	Público	Xlsx, pdf	
Serie de PIB histórico (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Proyección de PIB (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Número de Colegios	Comunal	Año Base	Ministerio de Educación		Disponibles a partir del año 1992	2017	<a href="http://datos.mineduc.cl/dashboards/19731/bases-de-datos-directorio-de-establecimientos-educacionales/">http://datos.mineduc.cl/dashboards/19731/bases-de-datos-directorio-de-establecimientos-educacionales/</a>	Público	xlsx	
Número de Universidades	Comunal	Año Base	Consejo Nacional de Educación		2007 - 2018	2018	<a href="https://www.cned.cl/indices/ficha-institucional-individual-anos-2007-2018">https://www.cned.cl/indices/ficha-institucional-individual-anos-2007-2018</a>	Público	Xlsx, Pdf	
Número de Hospitales	Comunal	Año Base	Ministerio de Salud				<a href="https://reportesdeis.minsal.cl/ListaEstablecimientoWebSite/default.aspx">https://reportesdeis.minsal.cl/ListaEstablecimientoWebSite/default.aspx</a>	Público	xlsx	
Número de Edificios Públicos	Comunal	Año Base	Agencia Chilena de Eficiencia		2017 – 2019			Público (entregado de forma	xlsx	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
			Energética					confidencial)		
Número de Luminarias Publicas	Regional	Año Base	Ministerio de Energía		2014			Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Consumo Energético Colegios	Nacional	Año Base	Estudios finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo Energético Universidades	Nacional	Año Base	Estudios finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo Energético Hospitales	Nacional	Año Base	Estudios finales. CDT 2016					Público	pdf	
Consumo Energético Edificios Públicos	Nacional	Año Base	Agencia Chilena de Eficiencia Energética					Público (entregado de forma confidencial)	pdf	
Consumo Energético Luminarias Públicas	Nacional	Año Base	Ministerio de Energía					Público (entregado de forma confidencial)	pdf	
Usos finales de la energía Colegios	Nacional	Año Base	Estudios finales. CDT 2016					Público	pdf	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Usos finales de la energía Universidades	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Usos finales de la energía Hospitales	Nacional	Año Base	Estudio usos finales. CDT 2016					Público	pdf	
Usos finales de la energía Edificios Públicos	Nacional	Año Base	Agencia Chilena de Eficiencia Energética					Público (entregado de forma confidencial)	pdf	
Usos finales de la energía Luminarias Públicas	Nacional	Año Base	Elaboración Propia							

Fuente: Elaboración propia

## 2.4 Sector industria y minería

Tabla 9: Fuente de información industria y minería

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Demanda energética del año base	Regional	Anual	Balace Nacional de Energía 2017. Ministerio de Energía	Anual	Disponibles a partir de 1992	2018	<a href="http://energiaabierta.cl/?s=balance&amp;t=api">http://energiaabierta.cl/?s=balance&amp;t=api</a>	Público	Xlsx, csv, json	
Producción de remolacha (sector azúcar)	Regional	Anual	Cultivos anuales regionales . ODEPA	Anual	Disponibles para año base	2019	<a href="https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas">https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas</a>	Público	Xlsx	
Producción de cemento	Nacional	Mensual	Índice de despacho de cemento. CChC			2018	<a href="http://www.cchc.cl">www.cchc.cl</a>	Público	Xlsx	
Producción de Hierro	Regional	Anual	Anuario estadístico de la Minería. Cochilco	Anual	A partir de 1998	2019	<a href="https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx">https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx</a>	Público	Xlsx	
Serie de PIB histórico (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Proyección de PIB	Nacional	Anual.	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Producción de minerales varios (Minas Varias)	Regional	Anual	Anuario estadístico de la Minería. Cochilco	Anual	A partir de 1998	2019	<a href="https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx">https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx</a>	Público		
Producción de celulosa	Nacional	Anual	INE, CICEPLA, INFOR, CORMA.		A partir de 1975	2018				
Producción de pescado	Nacional	Anual	Anuario estadístico de pesca. SERNAPECA	Anual	A partir de 2007	2018	<a href="http://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas">http://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas</a>	Público	xlsx	
Producción de etanol y metanol (petroquímica)	Nacional	Anual	Memoria ENAP	Anual	A partir de 2000	2018	<a href="https://www.enap.cl/pag/695/1709/memorias2018">https://www.enap.cl/pag/695/1709/memorias2018</a>	Público	pdf	
Producción de nitratos y sales (sector salitre)	Regional	Anual	Anuario estadístico de la Minería. Cochilco	Anual	A partir de 1998	2019	<a href="https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx">https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx</a>	Público		
Producción de acero	Nacional	Anual	América latina en cifras. ALACERO		A partir de 2014	2018		Público		

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Matriz de usos finales sectorial	Nacional	Anual	Estudio potencial EE. Centro de Energía		2017	No publicado a la fecha.		No público. Proyecto en desarrollo		

## 2.5 Sector industria y minería, cobre

Tabla 10: Fuente de Información Industria del Cobre

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Producción de cobre (TMF mineral)	Por empresas, regional	Anual y mensual	SERNAGEOMIN, COCHILCO y empresas mineras	Cada año	<a href="https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf">https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf</a> <a href="https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx">https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx</a> <a href="https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/produccion-minera/">https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/produccion-minera/</a>	Público	xls; csv; xml; json	
Producción de cobre proyectada	Nacional	Anual	Estudio Política Nacional de Minería 2050	2020	ND	Público	ND	En elaboración
Participación de la producción de cobre	Por empresas, regional	Anual y mensual	SERNAGEOMIN, COCHILCO y empresas mineras	Cada año	<a href="https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx">https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx</a>	Público	xls; pdf	% Rajo vs % Subterránea % Óxidos vs % Sulfuros
Leyes del cobre	Nacional	Anual	SERNAGEOMIN, COCHILCO y empresas mineras	Cada año	<a href="https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx">https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx</a>	Público	xls; pdf	Ley Óxidos y Ley Sulfuros
Parámetros de recuperación y saturación de procesos del cobre	Por empresa	Anual	Encuesta a empresas mineras de COCHILCO	No se publica	ND	No es público	ND	Saturación Fundición Saturación Refinería Recuperación Óxidos Recuperación Sulfuros
Consumo energético	Por proceso	Anual		Cada año	<a href="https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/energia-y-gei/">https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/energia-y-gei/</a> <a href="http://energiaabierta.cl/catalogo/balance-energetico/">http://energiaabierta.cl/catalogo/balance-energetico/</a>	Público	xls; csv; xml; json	
Consumo de energéticos por tonelada de material	Por proceso	Anual		Cada año	<a href="https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/energia-y-gei/">https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/energia-y-gei/</a>	Público	xls; csv; xml; json	Coefficientes Unitarios Promedio Ponderado

extraído y cobre fino								para la Industria Chilena del Cobre.
--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

## 2.6 Sector transporte

Tabla 11: Fuentes de información del sector transporte

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Serie de PIB histórica (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Proyección de PIB nacional (mil millones CLP2013)	Nacional	Anual	Ministerio de Hacienda					Público (entregado de forma confidencial)	xlsx	
Serie de PIB histórica regional (mil millones CLP2013)	Regional	Anual	Banco Central	Anual	1998 - 2018	2019	<a href="https://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx?idCuadro=CCNN2013_PIB_REGIONAL">https://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx?idCuadro=CCNN2013_PIB_REGIONAL</a>	Público en Banco Central	xlsx	Bases del Banco Central regionalizadas en pesos del año 1996, 2003 y 2013 encadenados. Se llevó a precios del 2013.
Precio histórico regional diésel canal minorista (en CL\$)	Regional	Anual	Comisión Nacional de Energía		1998 - 2018				xlsx	Información entregada por la CNE para el estudio.
Precio histórico regional gasolina canal minorista (en CL\$)	Regional	Anual	Comisión Nacional de Energía		1998 - 2018				xlsx	Información entregada por la CNE para el estudio.
Serie índice de precios al consumidor	Nacional	Anual	Banco Central			2019	<a href="https://ine.cl/estad%C3%ADsticas/precios/ipc">https://ine.cl/estad%C3%ADsticas/precios/ipc</a>	Público (INE)	xlsx	Serie histórica indexada al 2018

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Proyección de precio regional diésel canal minorista (en CL\$)	Regional	Anual	Comisión Nacional de Energía		1998 - 2018	2019				Metodología considera proyección a partir del precio en año base y proyección de precios de combustibles utilizados en PELP 2019
Proyección de precio regional gasolina canal minorista (en CL\$)	Regional	Anual	Comisión Nacional de Energía		1998 - 2018					Metodología considera proyección a partir del precio en año base y proyección de precios de combustibles utilizados en PELP 2019
Producción de cobre (TMF mineral)	Por empresas, regional	Anual y mensual	SERNAGEOMIN, COCHILCO y empresas mineras	Cada año			<a href="https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf">https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf</a> <a href="https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx">https://www.cochilco.cl/Paginas/Estadisticas/Publicaciones/Anuario.aspx</a> <a href="https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/produccion-minera/">https://www.mineriaabierta.cl/estadisticas/produccion-minera/</a>	Público	xls; csv; xml; json	Utilizada en modelo de transporte para modelo econométrico de demanda por cabotaje (III Región)
Producción de cobre proyectada	Nacional	Anual	Estudio Política Nacional de Minería 2050			2020	ND	Público	ND	Utilizada en modelo de transporte para modelo econométrico de demanda por cabotaje (III Región)
Consumo histórico regional de	Regional	Anual	Informe Estadístico de	Anual	1998 - 2018	2019	<a href="http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3429539&amp;_dad=portal&amp;_schema=PORTAL">http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3429539&amp;_dad=portal&amp;_schema=PORTAL</a>	Público	xlsx	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
gasolina caminero			Combustibles SEC							
Consumo histórico regional de diésel camerino	Regional	Anual	Informe Estadístico de Combustibles SEC	Anual	1998 - 2018	2019	<a href="http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3429539&amp;_dad=portal&amp;_schema=PORTAL">http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3429539&amp;_dad=portal&amp;_schema=PORTAL</a>	Público	xlsx	
Rendimiento gasolina por modo y región	Regional	1 estudio	Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)	Sin Información		2014		Público	pdf	Estudio Base "Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)" MTT 2014, actualizado
Rendimiento diésel por modo y región	Regional	1 estudio	Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)	Sin Información		2014		Público	pdf	Estudio Base "Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP)" MTT 2014, actualizado
Nivel de actividad medio por modo y región	Regional	1 estudio	Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP) - Análisis y	Sin Información		2010, 2015,		Público	pdf	Estudio Base "Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
			Desarrollo de Factores de Deterioro y Caracterización de las Emisiones de la Flota mediante el Sistema Remote Sensing Devices (RSD) (SECTRA)							(STEP) MTT 2014, actualizado
Nivel de actividad medio Tractocamiones	Agregados a nivel nacional	Anual	Información agregada "Programa Giro Limpio". Agencia de Sostenibilidad Energética	Sin Información	Solo 2019	2019	Información no publicada	Información No pública	Xlxs	
Rendimiento Agregado de modo Tractocamiión	Agregados a nivel nacional	Anual	Información agregada "Programa Giro Limpio". Agencia de Sostenibilidad Energética	Sin Información	Solo 2019	2019	Información no publicada	Información No pública	Xlxs	
Parque de vehículos gasolina por modo y región	Regional	Anual	Anuario del Parque Automotriz	Anual	2006- 2018	2019	<a href="https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones?categoria=Anuarios">https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones?categoria=Anuarios</a>	Información Pública	xls	Solo los años 2016 y 2017 se encuentran las bases de datos completas
Niveles de actividad buses RED y Metro	Regional	Anual	Informe de gestión 2018 - DTPM	Anual	2012 - 2018	2019	<a href="http://www.dtpm.gob.cl/index.php/documentos/informes-de-gestion">http://www.dtpm.gob.cl/index.php/documentos/informes-de-gestion</a>	Información Pública	pdf	
Niveles de Actividad y rendimiento del transporte urbano mayor (buses urbanos)	Regional, Ciudad	Anual	Estudios regionales DTPR	Estudios aislados / Sin periodicidad	2015-2017	2018	<a href="http://www.dtpm.gob.cl/estudios">http://www.dtpm.gob.cl/estudios</a>	Información Pública	pdf	Solo algunas regiones cuentan con información de relevancia

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
Número de buses urbanos por región	Regional	Anual	Registro Nacional de Servicios de Transporte de Pasajeros - Subsecretaría de Transportes	Anual - Mensual	2014-2019	2019	<a href="https://www.mtt.gob.cl/">https://www.mtt.gob.cl/</a>	Información Pública	xls	
Número de buses interurbanos por región	Regional	Anual	Registro Nacional de Servicios de Transporte de Pasajeros - Subsecretaría de Transportes	Anual - Mensual	2014-2019	2019	<a href="https://www.mtt.gob.cl/">https://www.mtt.gob.cl/</a>	Información Pública	xls	
Transporte de Pasajeros y carga Ferrocarriles	Nacional	Anual, mensual	INE	Mensual	2010-2019	2019	<a href="https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones">https://www.ine.cl/estadisticas/economicas/transporte-y-comunicaciones</a> <a href="https://www.observatoriologistico.cl/perfiles/transporte-ferroviario-de-carga/">https://www.observatoriologistico.cl/perfiles/transporte-ferroviario-de-carga/</a>	Público	xls	
Demanda histórica regional de pasajeros-kilómetros aéreo	Regional	Anual	Tráfico Nacional entre pares de ciudades - Junta de Aeronáutica Civil	Anual	1998 - 2018	2019	<a href="http://www.jac.gob.cl/estadisticas-2.html">http://www.jac.gob.cl/estadisticas-2.html</a>	Público	Xls	
Demanda histórica nacional de pasajeros-kilómetros aéreo internacional	Nacional	Anual	Tráfico por países - Junta de Aeronáutica Civil	Anual	2015-2019	2019	<a href="http://www.jac.gob.cl/estadisticas-2.html">http://www.jac.gob.cl/estadisticas-2.html</a>	Público	xls	
Transporte de carga entre puertos nacionales	Por puerto (asociable a cada región)	Anual	Boletín Estadístico Marítimo, BEM DIRECTEMAR	Anual	1998-2018	2019	<a href="https://www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas/boletin-estadistico-maritimo/historico/boletin-estadistico-maritimo-edicion-2018">https://www.directemar.cl/directemar/estadisticas-maritimas/boletin-estadistico-maritimo/historico/boletin-estadistico-maritimo-edicion-2018</a>	Público	pdf	
Distancia entre puertos	Regional (entre puertos)	No aplica	Tabla de Distancias entre puertos SHOA	1 estudio		1997	<a href="http://www.shoa.cl/s3/shoa-cl/descargas/descargas/pub_3010_4ta_1997.pdf">http://www.shoa.cl/s3/shoa-cl/descargas/descargas/pub_3010_4ta_1997.pdf</a>	Público	pdf	
Demanda energética de	Nacional	Anual	Inventario de emisiones de gases de efecto		1990-2016	2018		Información provista por	Xls	

Variable	Espacialidad (comuna, provincia, región, nacional)	Temporalidad	Fuente de la información	Periodicidad de actualización	Datos disponibles	Fecha de publicación	Ubicación de la información	Acceso	Formato	Comentario
búnker aéreo internacional			invernadero – Ministerio de Energía					Ministerio de Energía		
Demanda energética búnker marítimo internacional	Nacional	Anual	Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero – Ministerio de Energía		1990 - 2016	2018		Información provista por Ministerio de Energía	Xls	
Demanda transporte pasajeros ferroviario urbano Santiago	Regional	Anual	Informes de Gestión 2018 DTPM y Memorias anuales Metro	Anual	2000-2018	2019	<a href="https://www.metro.cl/documentos/memoria-anual-2018.pdf">https://www.metro.cl/documentos/memoria-anual-2018.pdf</a>	Público	pdf	
Demanda transporte pasajeros ferroviario urbano Valparaíso	Regional	Anual	Memorias anuales MERVAL	Anual	2013-2018	2019	<a href="https://www.metrovalparaiso.cl/wp-content/uploads/2018/04/Memoria-Anual-2017.pdf">https://www.metrovalparaiso.cl/wp-content/uploads/2018/04/Memoria-Anual-2017.pdf</a>	Público	pdf	
Demanda transporte pasajeros ferroviario urbano Concepción	Regional	Anual	Memorias anuales FESUR	Anual	2008-2018	2019	<a href="http://fesurdesarrollo.crecic.cl/transparencia_post/memorias-anuales/">http://fesurdesarrollo.crecic.cl/transparencia_post/memorias-anuales/</a>	Público	pdf	
Partición Modal	Regional	Derivadas de un 1 estudio	SECTRA a partir de EODs. Actualización de la Región del Bio Bio							Utilización de bases de estudio previo. Basada en pkm.
Tasa de ocupación	Regional	Derivadas de un 1 estudio	SECTRA a partir de plataforma SINTIA. Actualización de la Región del Bio Bio							Utilización de bases de estudio previo.

Fuente: Elaboración propia