

Estimación del Consumo Bimestral de Electricidad por tamaño de Establecimiento para la ZMVM

Nota Metodológica

Contenido

1.1	Los Datos	3
1.2	Coeficiente de Correlación, diagramas de dispersión e histogramas de frecuencia	5
1.3	Los modelos de estimación	8
1.4	Criterio de información de Akaike	10
1.5	Los resultados.....	11

Se estimaron modelos econométricos para cada tamaño de establecimiento en los censos económicos de la CDMX y EDOMEX (Tizayuca, Hgo. incluido). En total fueron estimados 76 modelos. Esto con el fin de encontrar el que mejor se ajustara a los datos del Censo Económico 2014 (CE 2014) y poder hacer la mejor estimación posible del gasto anual en electricidad para las clases del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) por tamaño de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM).

Para esto se hicieron pruebas de correlación resultando las siguientes variables del CE 2014 las más adecuadas para tal efecto:

Tabla 1 Variables seleccionadas para la estimación de un modelo del consumo eléctrico anual de las unidades económicas de la ZMVM

Nombre Modelo	Descripción	Nombre CE2014	Fuente
CAE	Consumo de energía eléctrica. Es el valor a costo de adquisición que la unidad económica gastó por la utilización de la energía eléctrica, así como el costo de la energía eléctrica comprada a otras empresas del sector eléctrico y permisionarios, para la reventa.	K041A	CE 2014
HTPOT	Horas trabajadas por personal ocupado total. Es el total de horas trabajadas en el año de referencia por el personal ocupado total, comprende las horas normales y extraordinarias dedicadas a las actividades. Incluye: tiempo de espera, preparación de labores, mantenimiento y limpieza. Excluye: el tiempo de suspensión de labores por huelgas, paros, vacaciones, licencias temporales por incapacidad y fenómenos naturales.	H001D	CE 2014
CA	Consumo de agua. Es el importe por el consumo de agua suministrada por la red municipal o por pipas, ya sea para el consumo humano o empleada en el proceso productivo.	K976A	CE 2014
RRMC	Reparaciones y refacciones para mantenimiento corriente. Comprende los gastos por servicios de terceros por la reparación y mantenimiento corriente de los activos fijos de la unidad económica, así como por el consumo de refacciones y partes empleadas en aquellas reparaciones realizadas por el propio establecimiento en los activos fijos de su propiedad. Excluye: las partes y refacciones empleadas en la producción o reparaciones mayores de los activos fijos propios.	K950A	CE 2014

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

1 Los Datos

Se analizaron las bases de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2014 (DENUE) y los del Censo Económico 2014 (CE). Los censos económicos pretenden sondear a la totalidad de los negocios de la República Mexicana y se levantan con una periodicidad quinquenal. El universo de unidades económicas del censo económico se formó a partir del total de establecimientos visitados y se le restó todas aquellas unidades económicas que hayan iniciado sus operaciones en 2014, ya que no corresponden al año de referencia censal. Asimismo, se restan los establecimientos religiosos y del sector público dedicado a la prestación de servicios médicos, educativos y de administración pública. (INEGI, 2014).

El DENUE 2014 es simplemente el directorio de todas y cada una de las unidades económicas visitadas durante el CE 2014. Esta base de datos contiene datos físicos y algunos de la operación de las unidades económicas como el tamaño y la actividad económica.

De esta forma, se utilizaron los datos del CE 2014 para estimar los ingresos anuales totales, los gastos anuales totales y el gasto anual y bimestral en energía eléctrica, todos promedio cada actividad económica (clave de seis dígitos que es la máxima desagregación del SCIAN).

Las tablas 2 y 3 describen la composición de las unidades económicas micro y pequeñas, respectivamente, para la ZMVM por número de personal ocupado. El universo contenido es de 834,352 unidades económicas micro y 26,310 unidades económicas pequeñas para nuestra área de interés (Sin incluir las unidades económicas del sector 22)

Tabla 2 Unidades económicas micro por personal ocupado en la ZMVM, DENUE 2014

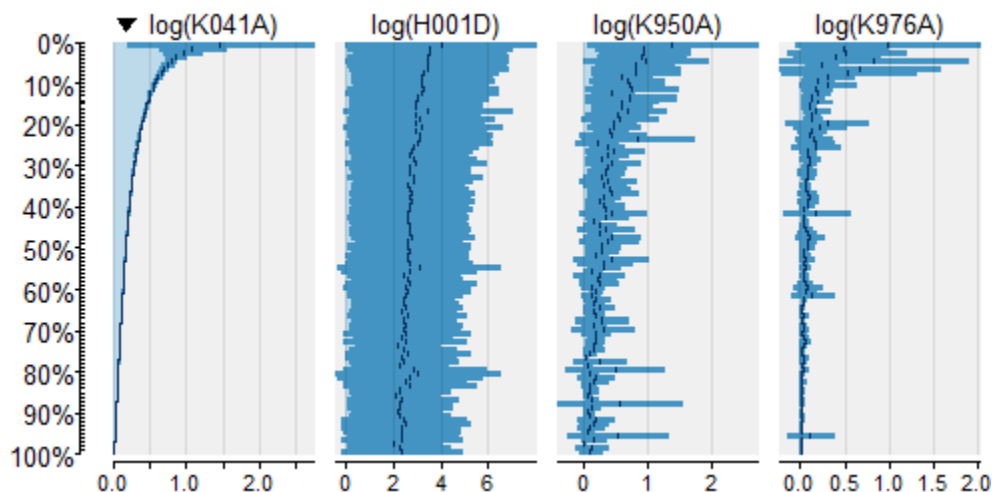
	CDMX		EDOMEX e HDGO	
Personal Ocupado	Unidades Económicas	%	Unidades Económicas	%
0 a 5 personas	384,298	93.7%	412,155	97.2%
6 a 10 personas	25,987	6.3%	11,912	2.8%
Total general	410,285	100%	424,067	100%

Tabla 3 Unidades económicas pequeñas por personal ocupado en la ZMVM, DENUE2014

	CDMX		EDOMEX e HDGO	
Personal Ocupado	Unidades Económicas	%	Unidades Económicas	%
11 a 30 personas	16,335	84.5%	5,331	89.2%
31 a 50 personas	3,001	15.5%	643	10.8%
Total general	19,336	100%	5,974	100%

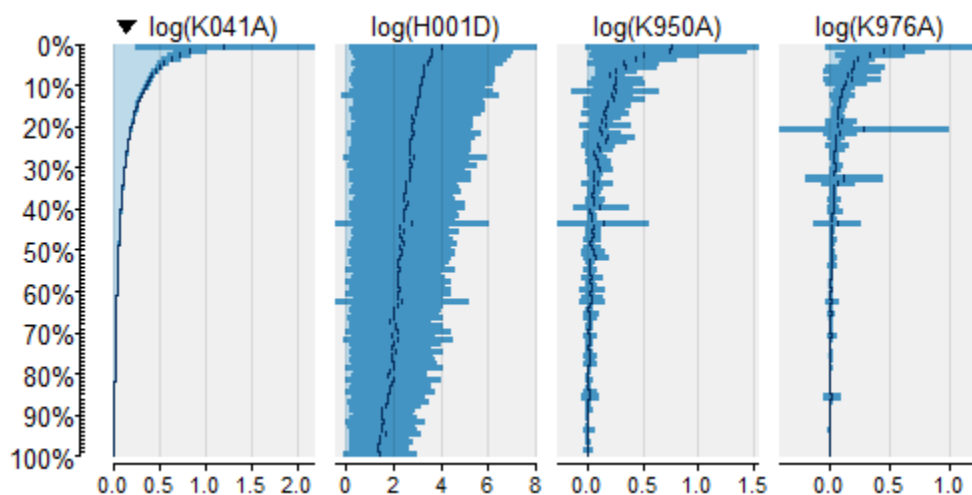
La gráfica 1, a continuación, nos muestra un histograma de frecuencias de las variables descritas en la tabla 1 para las UE pequeñas de la CDMX. En la gráfica cada barra agrupa doce clases del SCIAN y están ordenadas en forma descendente (eje X) acuerdo al gasto anual (millones de pesos) en electricidad. El eje Y muestra el porcentaje acumulado de clases SCIAN. Estas gráficas nos dan una muy buena idea de cómo, efectivamente, parece haber una relación directa y estrecha entre las variaciones de las variables seleccionadas. Lo mismo aplica para la gráfica 2 que representa a las UE micro de la CDMX.

Gráfica 1 Histograma de Frecuencias de Variables seleccionadas para la estimación de un modelo del consumo eléctrico anual de las unidades económicas pequeñas de la CDMX



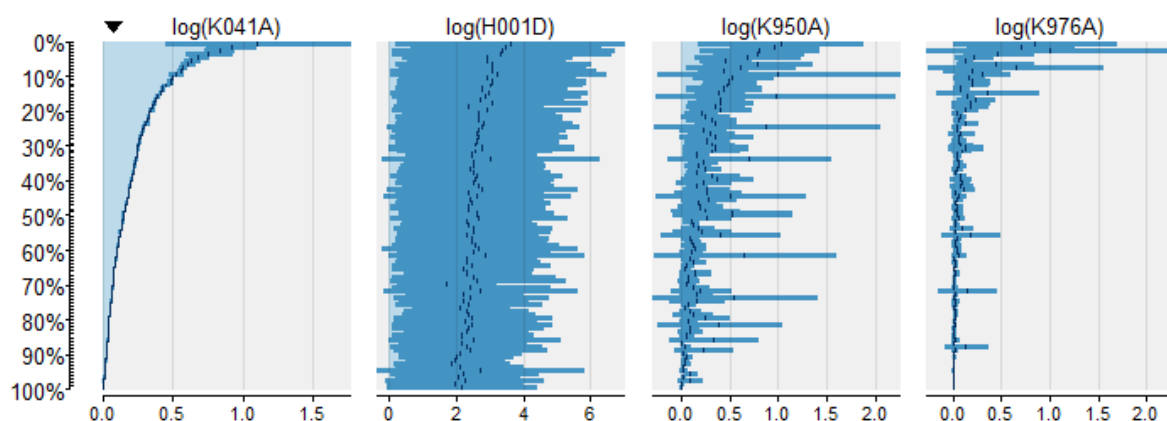
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Gráfica 2 Histograma de Frecuencias de Variables seleccionadas para la estimación de un modelo del consumo eléctrico anual de las unidades económicas micro de la CDMX



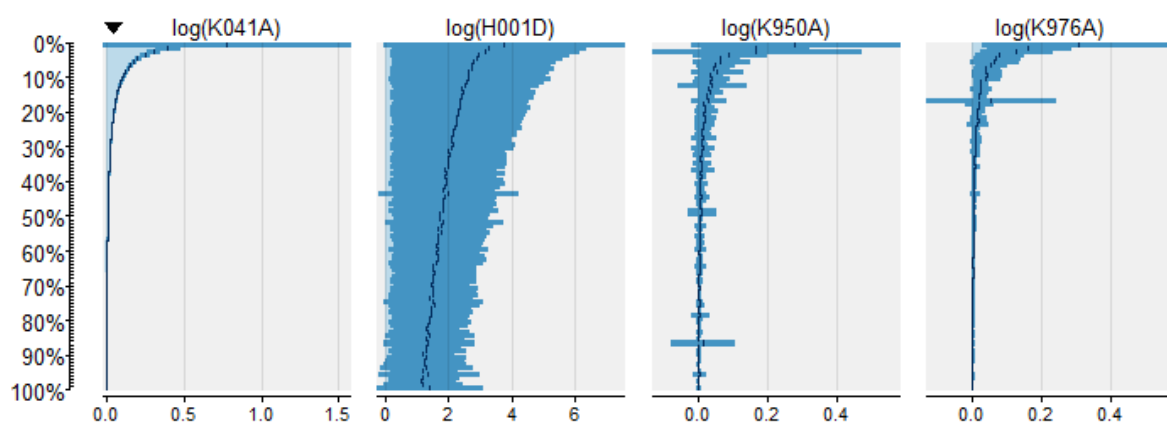
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Gráfica 3 Histograma de Frecuencias de Variables seleccionadas para la estimación de un modelo del consumo eléctrico anual de las unidades económicas pequeñas del Edomex



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Gráfica 4 Histograma de Frecuencias de Variables seleccionadas para la estimación de un modelo del consumo eléctrico anual de las unidades económicas micro de la CDMX



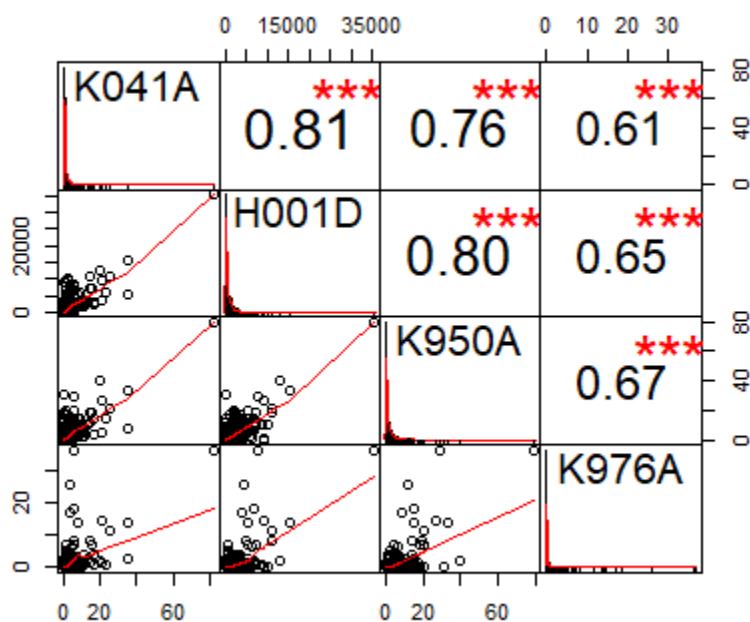
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

2 Coeficiente de Correlación, diagramas de dispersión e histogramas de frecuencia

Se estimó el coeficiente de correlación para las variables seleccionadas para cada tamaño de establecimiento para las distintas clases del SCIAN en la CDMX.

La tabla 2, debajo, muestra la matriz de correlaciones de las variables seleccionadas para los establecimientos pequeños de la CDMX. En ella se puede ver que las horas trabajadas por el personal ocupado total tiene un coeficiente de correlación positivo del 81% con el consumo de energía eléctrica anual de los establecimientos pequeños, el gasto en reparaciones y refacciones del activo fijo tuvo uno del 76%, mientras que el consumo de agua tiene uno del 61%. Estos datos nos dan confianza para seguir adelante con la estimación del consumo eléctrico anual ya que las correlaciones son altas y es posible que nos permitan tener un modelo con buen ajuste.

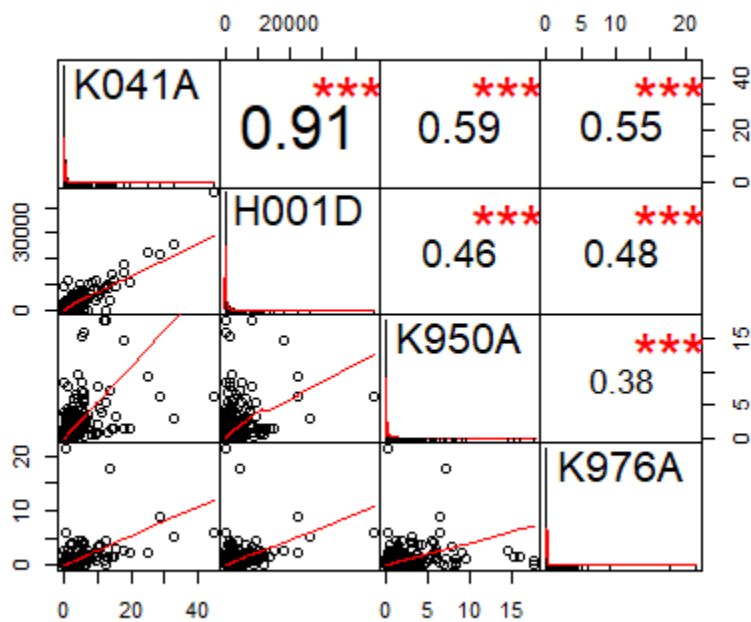
Tabla 2. Matriz de Correlaciones Variables Seleccionadas para las Unidades Económicas de Tamaño Pequeño CDMX



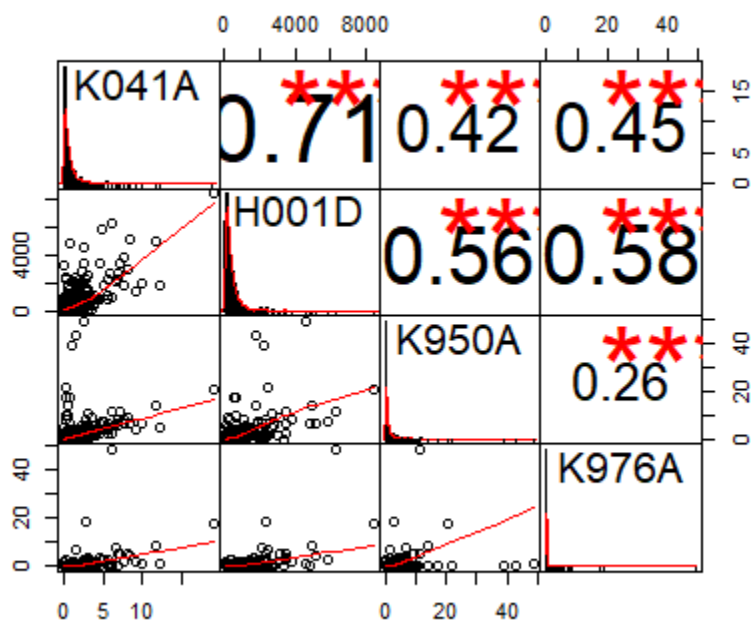
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

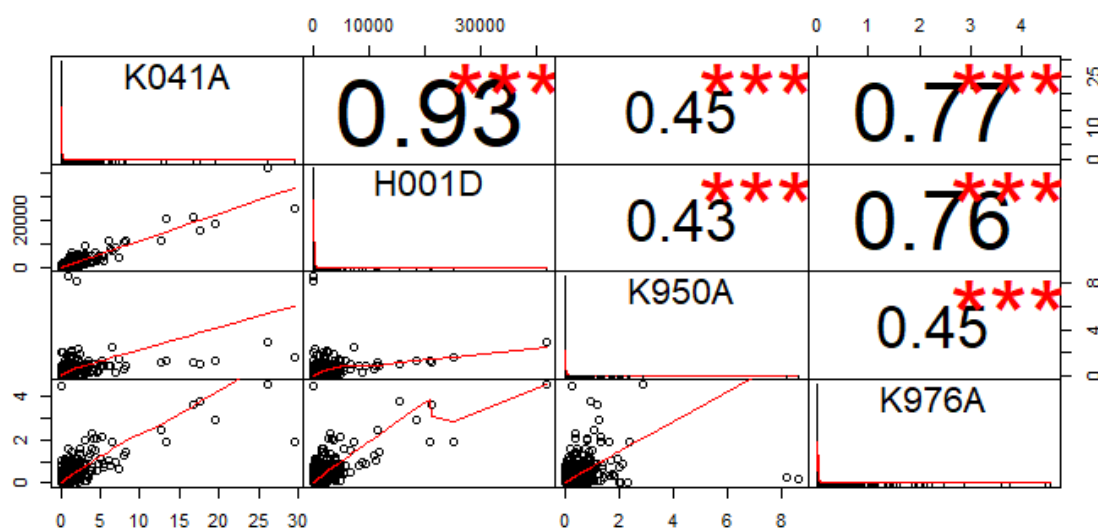
La tabla 3 nos muestra la matriz de correlación para los establecimientos micro de la CDMX. En ella se puede ver que las horas trabajadas por el personal ocupado total tiene un coeficiente de correlación positivo del 91% con el consumo de energía eléctrica anual de los establecimientos pequeños, el gasto en reparaciones y refacciones del activo fijo tuvo uno del 59%, mientras que el consumo de agua tiene uno del 55%. Estos datos nos dan confianza para seguir adelante con la estimación del consumo eléctrico anual ya que la correlación con las horas trabajadas es alta y las dos restantes son aceptables para permitir un modelo con buen ajuste.

Tabla 3. Matriz de Correlaciones Variables Seleccionadas para las Unidades Económicas de Tamaño Micro CDMX



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI





Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

3 Los modelos de estimación

Una vez exploradas las correlaciones generales, se repitió el mismo ejercicio en un nivel de agregación menor. Esto se hizo con el fin de determinar si las variables seleccionadas tenían interacciones distintas de acuerdo con su actividad económica. El supuesto subyacente es que, las particularidades correspondientes a cada quehacer económico determinan la intensidad en el uso relativo del agua, el trabajo y las refacciones. Como era de esperarse, el análisis exploratorio arrojó que efectivamente había actividades económicas que tenían usos relativos distintos de los insumos seleccionados. La división elegida para estimar cada modelo fue la de la categoría sector del SCIAN, que es la división más general que el sistema de clasificación considera para clasificar a las unidades económicas. La tabla 4 detalla los sectores económicos y sus claves, tal como se pueden encontrar en el catálogo del SCIAN 2013

Tabla 4. Sectores Económicos definidos por el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2013

Clave SCIAN	Sector
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
21	Minería
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final
23	Construcción
31	Industrias manufactureras
32	Industrias manufactureras
33	Industrias manufactureras
43	Comercio al por mayor
46	Comercio al por menor
48	Transportes, correos y almacenamiento
49	Transportes, correos y almacenamiento
51	Información en medios masivos

Clave SCIAN	Sector
52	<i>Servicios financieros y de seguros</i>
53	<i>Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles</i>
54	<i>Servicios profesionales, científicos y técnicos</i>
55	<i>Corporativos</i>
56	<i>Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación</i>
61	<i>Servicios educativos</i>
62	<i>Servicios de salud y de asistencia social</i>
71	<i>Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos</i>
72	<i>Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas</i>
81	<i>Otros servicios excepto actividades gubernamentales</i>
93	<i>Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales</i>

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

Ecuación 1

$$CAE_{T0} = \beta_1 CA_{T0} + \varepsilon_{T0}$$

CAE es la variable independiente que corresponde al consumo anual en electricidad, T es el tamaño de la UE, 0 es el numeral que identifica al modelo inicial, β_1 es el coeficiente que identifica la relación que existe entre la variable independiente y la variable explicativa: el consumo anual de agua (CA) tiene sobre CAE, y ε representa las diferencias que existen entre los valores reportados de CAE y las estimaciones del modelo. El objetivo de este modelo es estimar los valores de CAE faltantes, basándose en el supuesto de que la relación subyacente entre estas variables puede ser generalizada a todos los casos y de que todas las UE tienen un consumo mayor a cero en todas y cada una de las variables. Es por esta razón que se decidió estimar los modelos sin intercepto.

Ecuación 2

$$CAE_{T1} = \beta_1 CA_{T1} + \beta_2 RRM C_{T1} + \varepsilon_{T1}$$

En la ecuación 2 se incluyó a la variable Reparaciones y refacciones para mantenimiento corriente y se agregó al modelo de la ecuación 1. Este modelo se corrió para todos los sectores económicos para cada jurisdicción por tamaño de unidad económica.

Ecuación 3

$$CAE_{T2} = \beta_1 CA_{T2} + \beta_2 HTPOT_{T2} + \varepsilon_{T2}$$

En la ecuación 3 se incluyó a la variable Horas trabajadas por personal ocupado total y se agregó al modelo de la ecuación 1. Este modelo se corrió para todos los sectores económicos para cada jurisdicción por tamaño de unidad económica.

Ecuación 4

$$CAE_{T3} = \beta_1 CA_{T3} + \beta_2 RRM C_{T3} + \beta_3 HTPOT_{T3} + \varepsilon_{T3}$$

La ecuación 4 es la combinación de la ecuación 1 con las ecuaciones 2 y 3. Al igual que el resto de los modelos, este se corrió para todas las observaciones de todas las jurisdicciones y tamaños. Haciendo una corrida para CDMX y UE micro, otra para CDMX y UE pequeñas, una más para EDOMEX y Tizayuca con UE micro y la última para EDOMEX y Tizayuca con UE pequeñas con los datos del censo económico 2014.

4 Criterio de información de Akaike

El criterio de información de Akaike (AIC) es un estadístico que nos ayuda a abordar la tensión que existe entre la complejidad y la capacidad de ajuste de un modelo. Esto quiere decir que cuanto más complejo sea un modelo, su capacidad para explicar y/o predecir fenómenos generales es menor. Mientras que cuanto más sencillo sea, los valores predichos tenderán a estar más lejos de los observados, es decir el modelo tendrá un error de precisión.

El criterio de Akaike nos brinda información en este sentido ya que nos brinda información acerca del ajuste y el error ya que mide la capacidad explicativa del modelo y lo penaliza por su complejidad. En su forma más simple este tipo de estadístico estará representado de la siguiente forma:

Ecuación 5

$$xIC = \text{complejidad} - \text{bondad de ajuste}$$

El criterio de información de Akaike es un estadístico de máxima verosimilitud. Es decir que es un estimador que predice la probabilidad de ocurrencia de un evento, basándose en una distribución conocida, es decir que se deriva de eventos sucedidos en el pasado. En otras palabras, los estimadores de máxima verosimilitud son estimadores *a posteriori*. De forma específica, el AIC se obtiene de la siguiente manera:

Ecuación 6

$$AIC = 2k - 2\ln(L)$$

Donde k es el número de parámetros del modelo (estimadores de las variables predictivas) y L es el valor máximo en la función de verosimilitud (distribución probabilística conocida del fenómeno). Es así que el mejor modelo será el que alcance un equilibrio entre máxima verosimilitud (parte decreciente de la ecuación 6) y precisión y esto sucede cuando el criterio de Akaike es mínimo.

Como resultado en un buen modelo la verosimilitud ($2\ln(L)$) debe aumentar al mismo tiempo y más rápidamente que la complejidad del modelo ($2k$). En resumen, el criterio de Akaike nos ayuda a asegurarnos que el modelo elegido maximice el ajuste a los datos y el poder de predicción de nuestros estimadores.

5 Los resultados

Después de estimar los modelos descritos anteriormente para todos los sectores económicos en cada jurisdicción para cada tamaño de UE, se evaluó su bondad de ajuste y su precisión en base al AIC y se seleccionaron los mejores.

Es importante mencionar también que en nuestro ejercicio hubo sectores que no pudieron ser estimados de esta forma debido a información incompleta e imperfecta, por lo que se decidió seguir la estrategia de imputación de la media por sector para aquellos valores faltantes de las variables de interés. Adicionalmente se tomó la decisión de no considerar el sector de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final ya que no pueden ser considerados como clientes sino como competidores. La tabla siguiente indica cuales fueron los modelos elegidos para cada uno de los sectores económicos.}

Tabla 5 Modelos elegidos mediante el AIC para la estimación del gasto bimestral en energía eléctrica para las unidades económicas de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Modelo	UE Micro		UE Pequeñas	
	CDMX	EDOMEX e HDO	CDMX	EDOMEX e HDO
Agua y refacciones	53	11, 48	23, 62, 71	52, 48, 62
Agua y horas trabajadas	31, 51, 52, 55, 61	23, 46, 52, 53, 56, 61, 71	31, 32, 33, 43, 46	23, 31, 32, 33, 53
Agua, refacciones y horas trabajadas	23, 32, 33, 43, 46, 48, 54, 55, 56, 62, 71, 72, 81	21, 31, 32, 33, 54, 62, 72, 81	48, 51, 52, 54, 55, 56, 61, 72, 81	43, 46, 61, 72, 81
Imputación de la media por sector por falta de datos	11	43, 51	11, 53	11, 51, 54, 21, 56

11. Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, **21.** Minería, **23.** Construcción, **31.** Industrias manufactureras, **32.** Industrias manufactureras, **33.** Industrias manufactureras, **43.** Comercio al por mayor, **46.** Comercio al por menor, **48.** Transportes, correos y almacenamiento, **49.** Transportes, correos y almacenamiento, **51.** Información en medios masivos, **52.** Servicios financieros y de seguros, **53.** Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, **54.** Servicios profesionales, científicos y técnicos, **55.** Corporativos, **56.** Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación, **61.** Servicios educativos, **62.** Servicios de salud y de asistencia social, **71.** Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, **72.** Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, **81.** Otros servicios excepto actividades gubernamentales, **93.** Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la modelación se presentan a continuación en las tablas resumen 6 y 7. En ellas se puede observar el número de unidades económicas por sector económico, el porcentaje que estas representan del total que existe en la jurisdicción y el gasto promedio bimestral para las unidades económicas de dicho sector. Cabe mencionar que los resultados contenidos en la base de datos que acompaña a este documento fueron estimados a nivel actividad económica, por lo que estos son mucho más granulares. En este documento se decidió presentar los resultados a nivel sector ya que sólo se trata de un documento demostrativo.

La tabla 5 nos muestra la estadística descriptiva de las unidades económicas micro de la ZMVM. En ella se puede ver que el sector económico más común es el comercio al por menor, representando entre el 48.9% y el 52.7% del total de los establecimientos de la ZMVM, siguiéndole los servicios varios (alrededor del 14.8%) y los servicios de alojamiento temporal (entre 10 y 12%).

Tabla 6 Resumen de resultados de modelación y estadística descriptiva de los establecimientos micro en la ZMVM.

Clave Sector	Sector	Unidades Económicas		% del total de UE		Gasto Bimestral en Electricidad Promedio	
		CDMX	EDOMEX e HDGO	CDMX	EDOMEX e HDGO	CDMX	EDOMEX e HDGO
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	-	27	-	0.006%	-	698
21	Minería	6	60	0.001%	0.014%	611	430
23	Construcción	1,227	382	0.3%	0.09%	649	290
31	Industrias manufactureras	14,966	22,368	3.6%	5.3%	1,384	984
32	Industrias manufactureras	5,925	4,624	1.4%	1.1%	2,495	1,051
33	Industrias manufactureras	7,440	8,883	1.8%	2.1%	1,633	812
43	Comercio al por mayor	13,095	9,381	3.2%	2.2%	1,468	943
46	Comercio al por menor	200,617	223,380	48.9%	52.7%	687	465
48	Transportes, correos y almacenamiento	1,126	348	0.27%	0.08%	1,684	6,966
49	Transportes, correos y almacenamiento	360		0.09%	-	7,908	-
51	Información en medios masivos	896	542	0.22%	0.13%	1,810	343
52	Servicios financieros y de seguros	1,532	738	0.37%	0.17%	2,090	2,273
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	4,865	4,476	1.2%	1.1%	3,235	1,084
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	11,027	6,191	2.7%	1.5%	1,404	580
55	Corporativos	99	-	0.02%	-	1,157	-
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	8,755	10,630	2.1%	2.5%	1,547	622
61	Servicios educativos	4,342	4,741	1.1%	1.1%	1,418	1,053
62	Servicios de salud y de asistencia social	19,787	13,545	4.8%	3.2%	751	579
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	4,702	6,117	1.1%	1.4%	1,150	626
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	49,787	44,438	12.1%	10.5%	968	456
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	59,731	63,196	14.6%	14.9%	740	385
Todos los sectores		410,285	424,067	100%	100%		

La tabla 7, a continuación, muestra los resultados del ejercicio de modelación para las unidades económicas pequeñas en la ZMVM. En este caso la CDMX y el resto de la zona metropolitana empiezan a divergir ya que la abundancia relativa de los distintos sectores económica es distinta. Así podemos ver que las unidades económicas más abundantes en la CDMX son los servicios de alojamiento temporal, mientras que en el resto de la metrópoli son los establecimientos de comercio al por menor. También podemos observar, que en general la industria de los servicios es más numerosa en la CDMX mientras que las manufacturas, en general son más abundantes en la zona conurbada.

Tabla 7 Resumen de resultados de la modelación y estadística descriptiva de los establecimientos pequeños en la ZMVM.

Clave Sector	Sector	Unidades Económicas		% del total de UE		Gasto Bimestral en Electricidad Promedio	
		CDMX	EDOMEX e HDGO	CDMX	EDOMEX e HDGO	CDMX	EDOMEX e HDGO
23	Construcción	377	69	1.9%	1.2%	6,439	5,621
31	Industrias manufactureras	572	250	3.0%	4.2%	24,337	15,794
32	Industrias manufactureras	643	90	3.3%	1.5%	35,929	28,608
33	Industrias manufactureras	501	229	2.6%	3.8%	24,962	20,345
43	Comercio al por mayor	2,005	730	10.4%	12.2%	9,937	9,431
46	Comercio al por menor	3,153	1,628	16.3%	27.3%	15,509	21,279
48	Transportes, correos y almacenamiento	441	181	2.3%	3.0%	15,806	7,910
49	Transportes, correos y almacenamiento	11	12	0.1%	0.2%	12,556	5,944
51	Información en medios masivos	267		1.4%	-	17,525	-
52	Servicios financieros y de seguros	245	42	1.3%	0.7%	10,705	13,658
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	514	135	2.7%	2.3%	14,436	9,534
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	2,671	150	13.8%	2.5%	9,783	8,867
55	Corporativos	43	-	0.2%	-	14,931	-
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos y desechos, y servicios de remediación	927	87	4.8%	1.5%	14,669	19,485
61	Servicios educativos	1,807	966	9.3%	16.2%	15,343	15,983
62	Servicios de salud y de asistencia social	705	248	3.6%	4.2%	17,320	17,236
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	165	-	0.9%	-	31,439	-
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	3,167	899	16.4%	15.0%	38,444	37,970
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1,122	258	5.8%	4.3%	15,654	12,120
Todos los sectores		19,336	5,974	100%	100%		