



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
AÑO DE LA DEFENSA DE LA VIDA, LA LIBERTAD Y LA PROPIEDAD

**Nota**

**Número:**

**Referencia:** ref./NO-2024-15853846-APN-SE#MEC

**A:** Eduardo Javier Rodriguez Chirillo (SE#MEC),

**Con Copia A:**

---

**De mi mayor consideración:**

Me dirijo a Usted en respuesta a su Nota NO-2024-15853846-APN-SE#MEC en relación con la implementación del art. 177 del Decreto 70/2023.

Al respecto, cumpla en remitirle un informe técnico preliminar sobre los programas de subsidios vigentes para usuarios residenciales de gas natural, desde el punto de vista de su aplicación, para su consideración en el proceso de redeterminación de la estructura de subsidios vigentes.

Del informe adjunto (como archivo de trabajo) cabe concluir que existen en la actualidad diversos regímenes de subsidios para usuarios residenciales de gas natural, que presentan contradicciones tanto en sus respectivos criterios de inclusión y exclusión como en sus mecanismos y límites de aplicación y actualización

Asimismo, en muchos casos estos regímenes implican una superposición de beneficios que ha derivado -según se demuestra en estudios realizados por personal de este Ente Regulador y de expertos en eficiencia energética de la Universidad Nacional de San Martín- en consumos altamente ineficientes que deben ser corregidos a fin de procurar un uso racional y responsable del recurso.

Quedo a disposición para ampliar y/o aclarar lo que estime necesario y pertinente.

Sin otro particular saluda atte.

Digitally signed by CASARES Carlos Alberto Maria  
Date: 2024.02.15 18:18:02 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

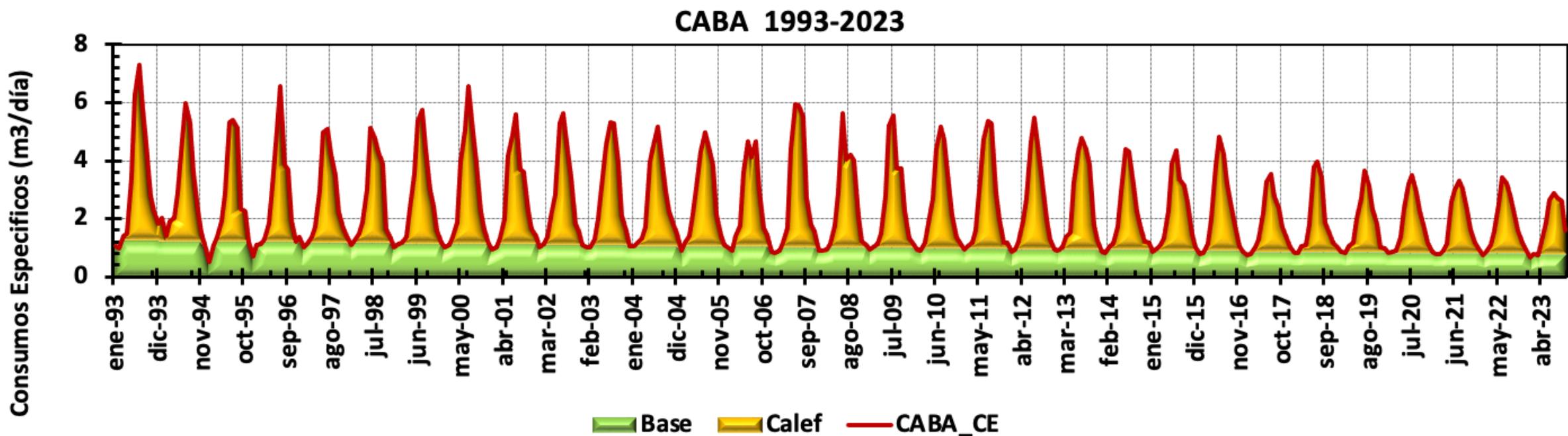
Digitally signed by GESTION DOCUMENTAL  
ELECTRÓNICA - GDE  
Date: 2024.02.15 18:18:10 -03:00

# Consumos de gas residencial por red

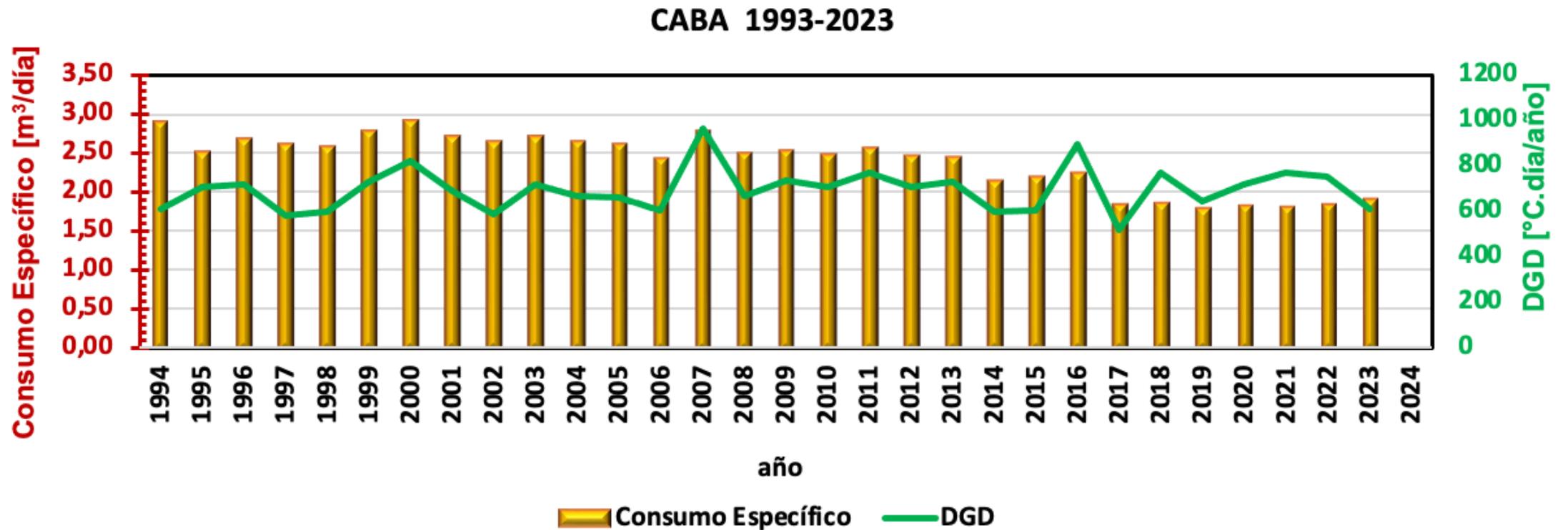
(1993 – 2023)

**CABA (Metrogas)**

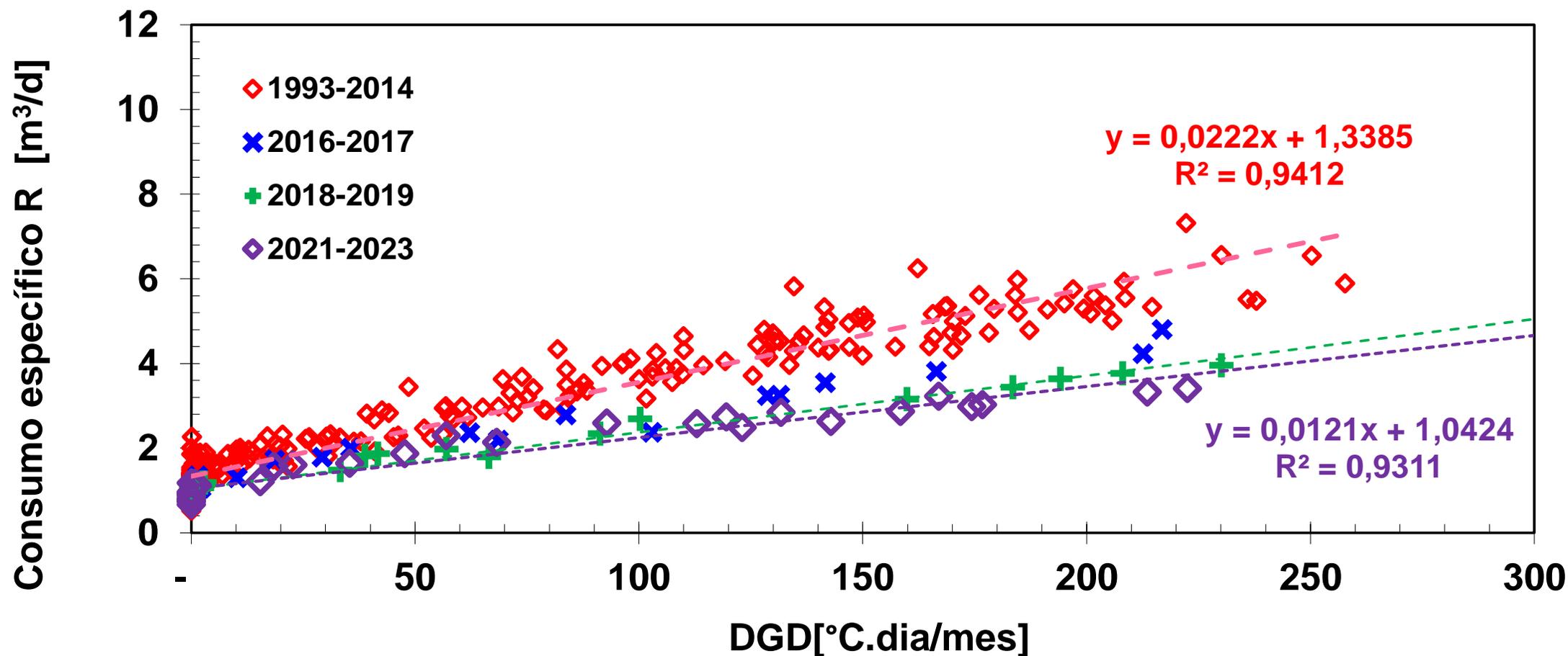
# Consumos específicos en CABA (1993-2023)



# Consumos específicos y DGD en CABA (1993-2023)

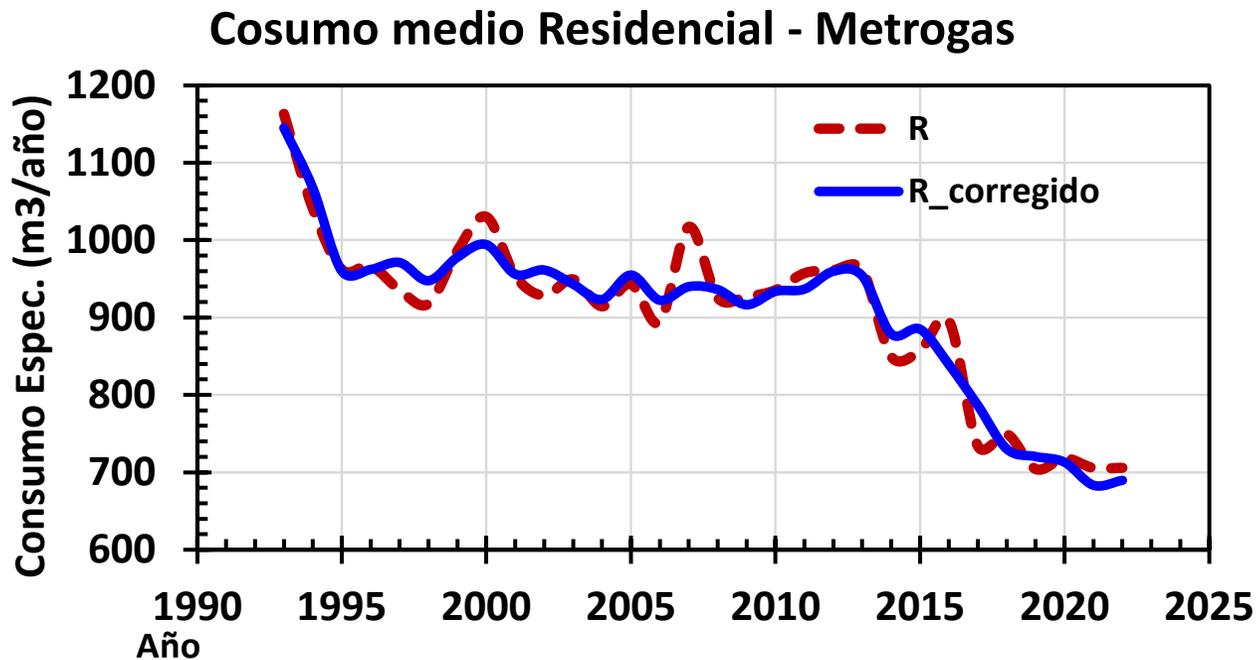
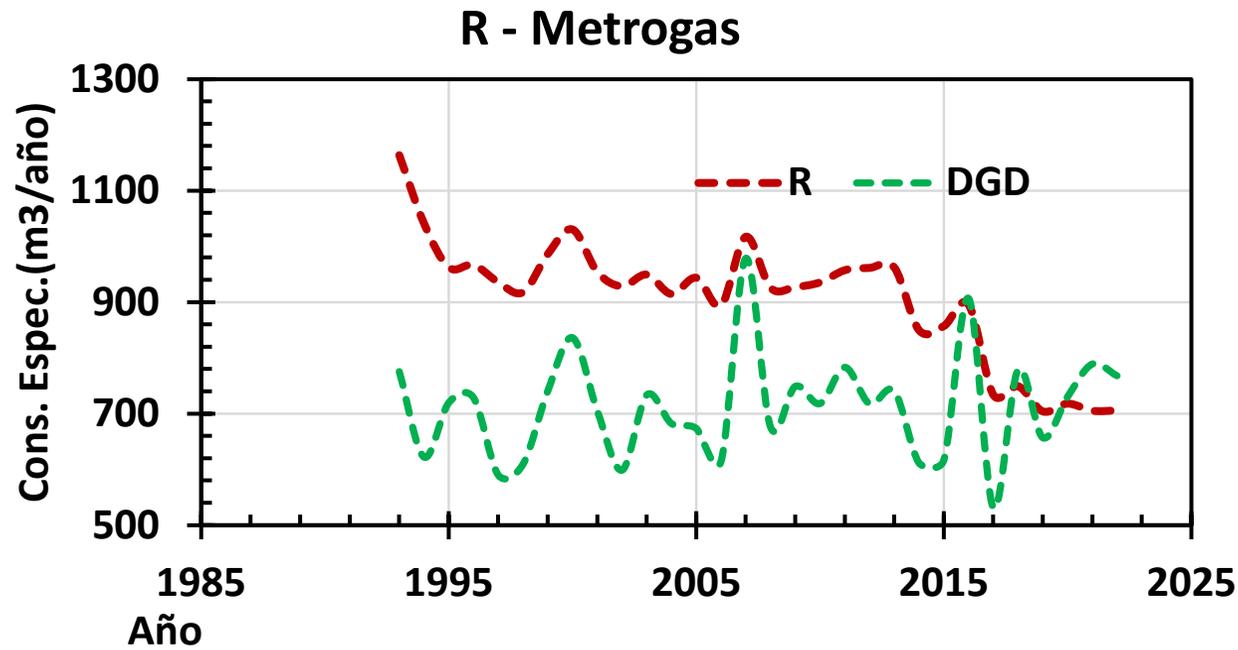


# Consumos específicos vs. DGD en CABA



Se observan cambios entre 2016-2017, 2018-2019, 2021-2023 y antes de 2014  
Posterior a 2016 hay una tenencia a reducir los consumos

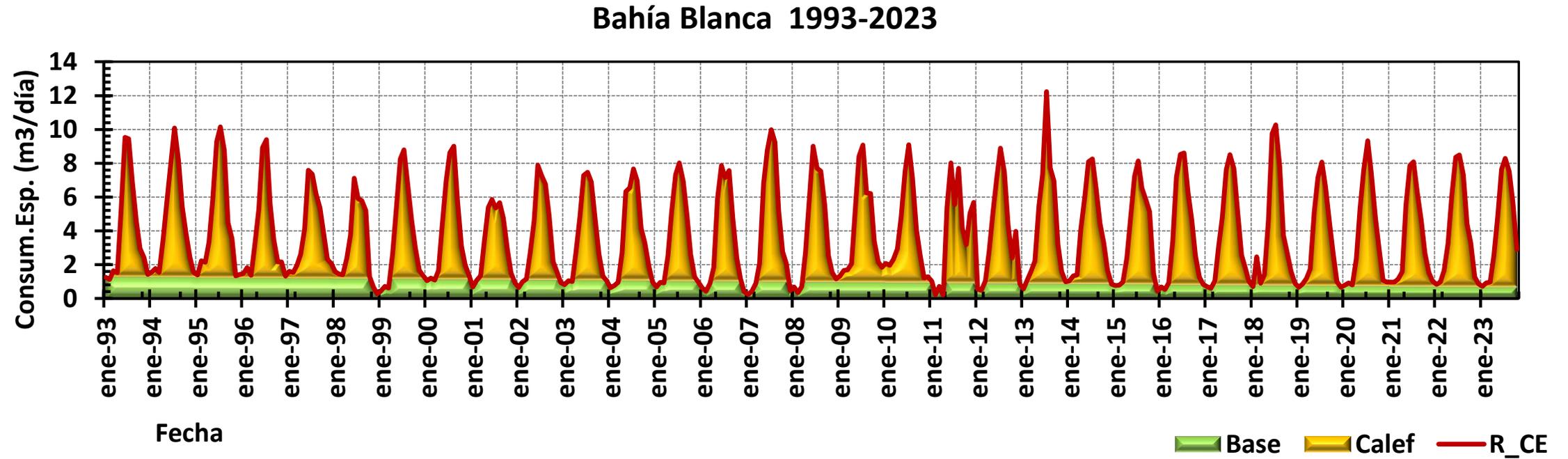
# Consumo Específico Metrogas



- Reducción del consumo específico del 25%. (Período 2005 a 2011 respecto 2021-2022)

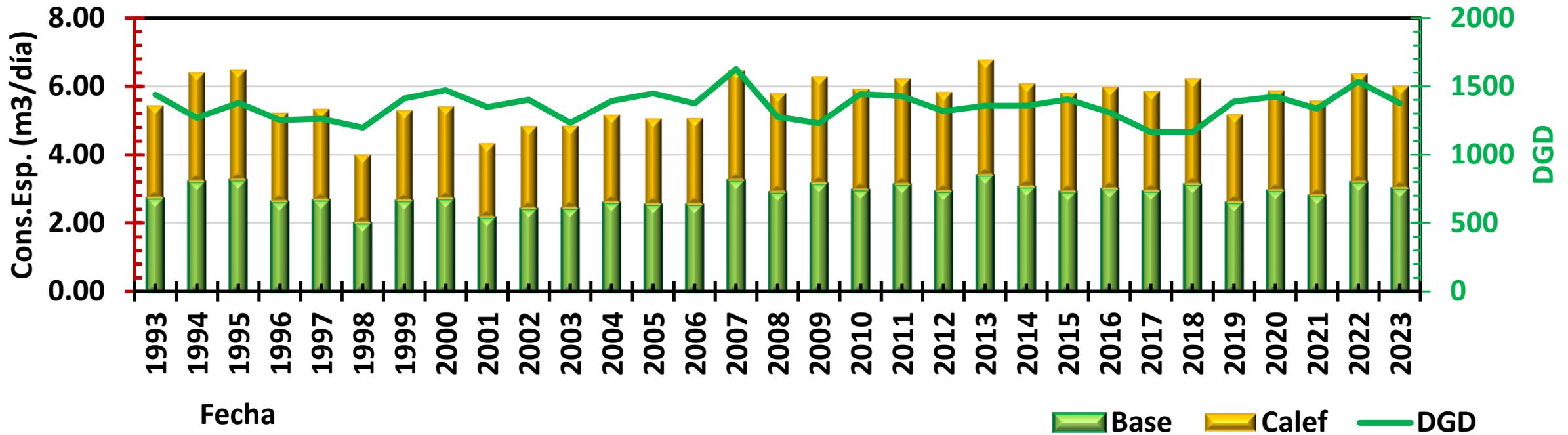
**Bahía Blanca**

# Consumos específicos en Bahía Blanca(1993-2023)

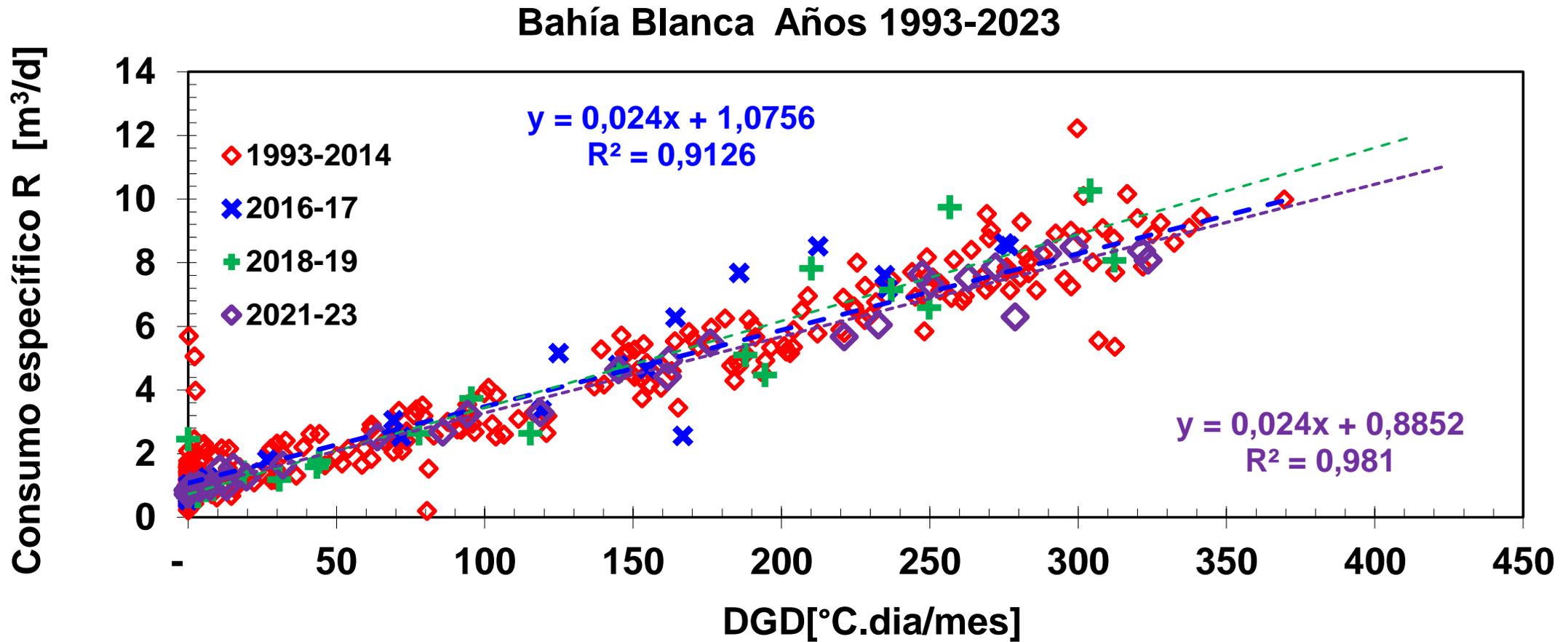


# Consumos específicos vs. DGD en Bahía Blanca

Bahía Blanca 1993-2023

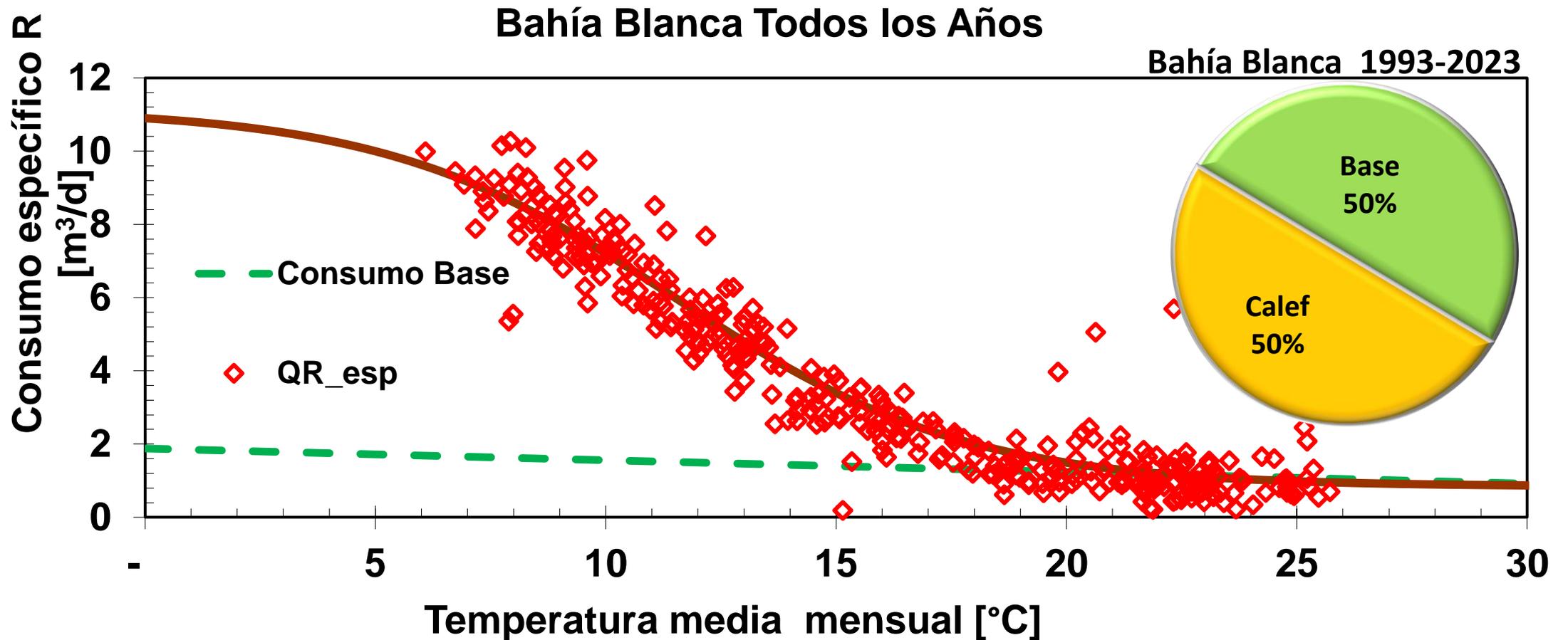


# Consumos específicos vs. DGD en Bahía Blanca



**No se observan cambios significativos entre 2016-2017, 2018-2019, 2021-2023 y antes de 2014**

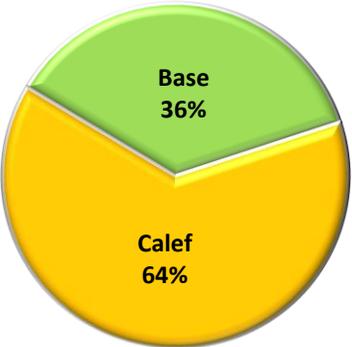
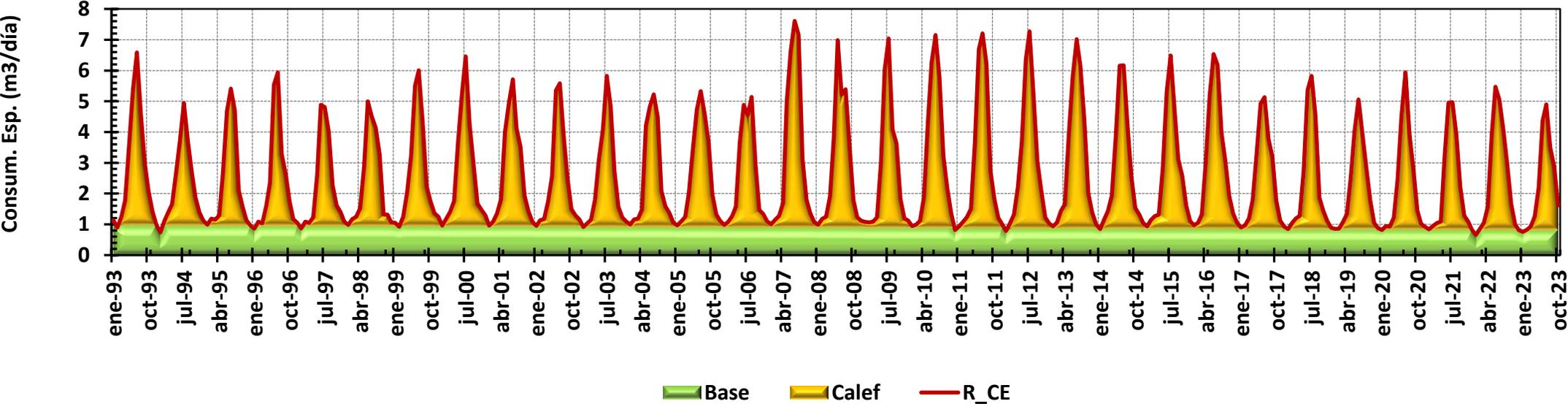
# Consumos específicos vs. DGD en Bahía Blanca



Córdoba

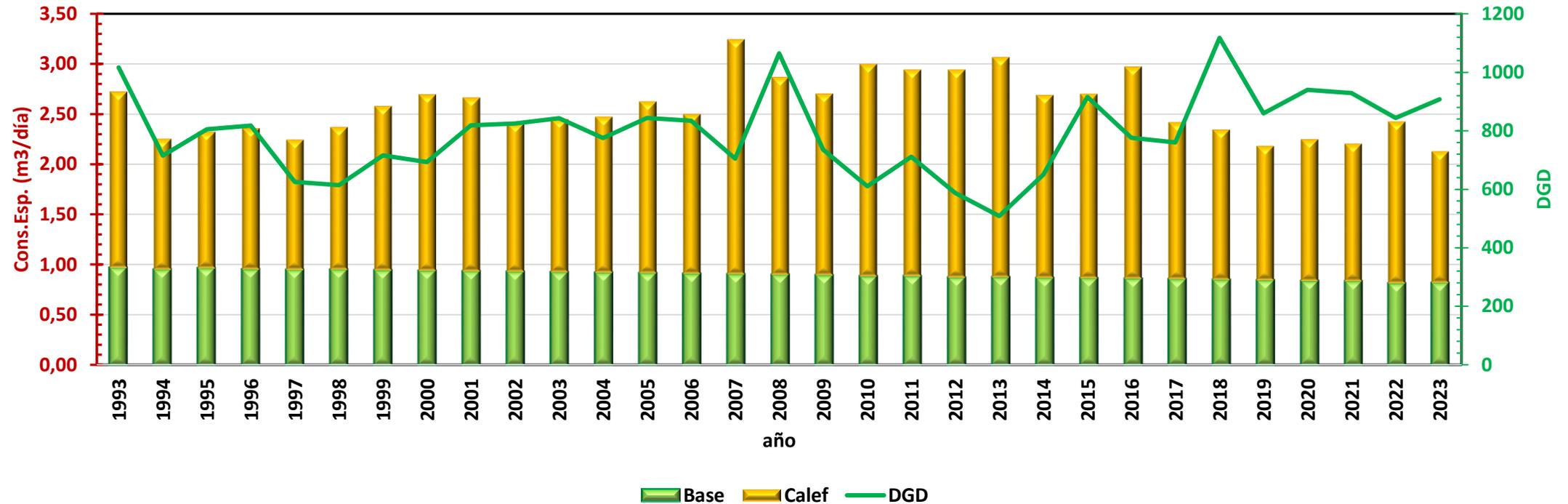
# Consumos específicos en Córdoba(1993-2023)

Córdoba 1993-2023

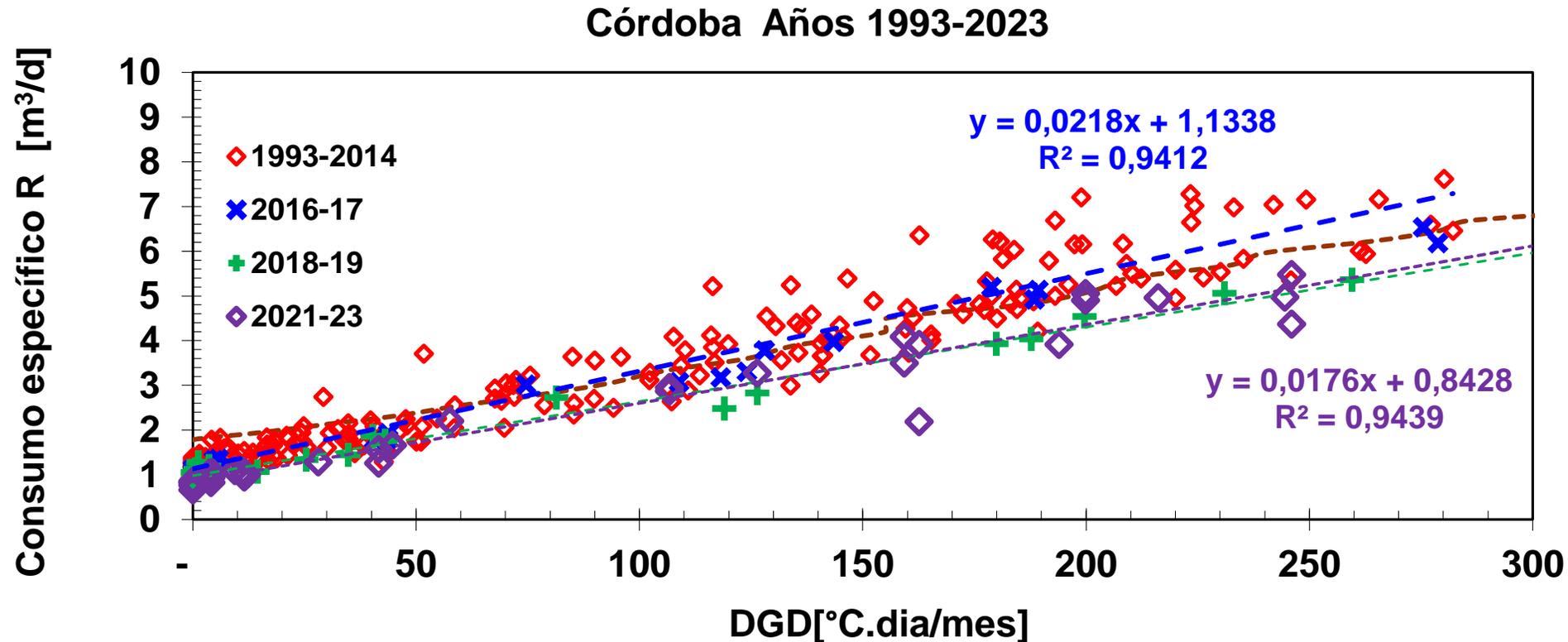


# Consumos específicos vs. DGD en Córdoba

Córdoba 1993-2023



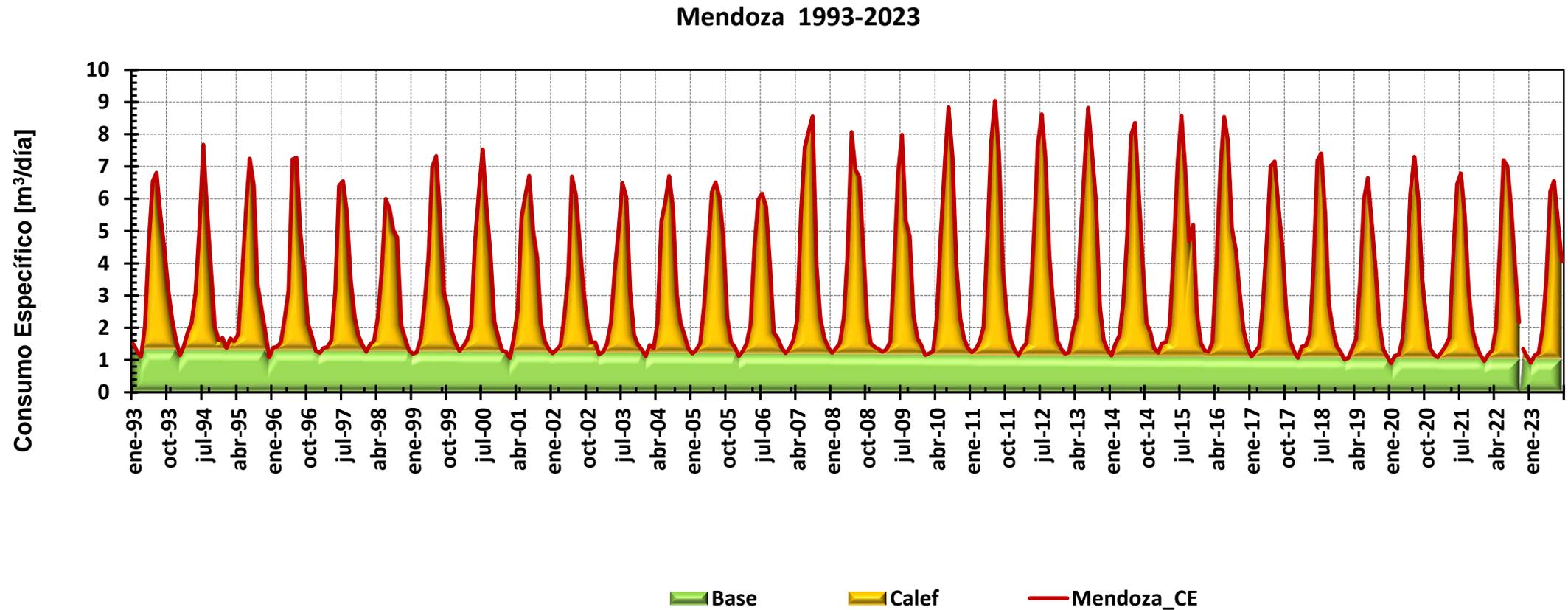
# Consumos específicos vs. DGD en Córdoba



Se observan cambios entre 2016-2017, 2018-2019, 2021-2023 y antes de 2014  
Posterior a 2016 hay una tendencia a reducir los consumo

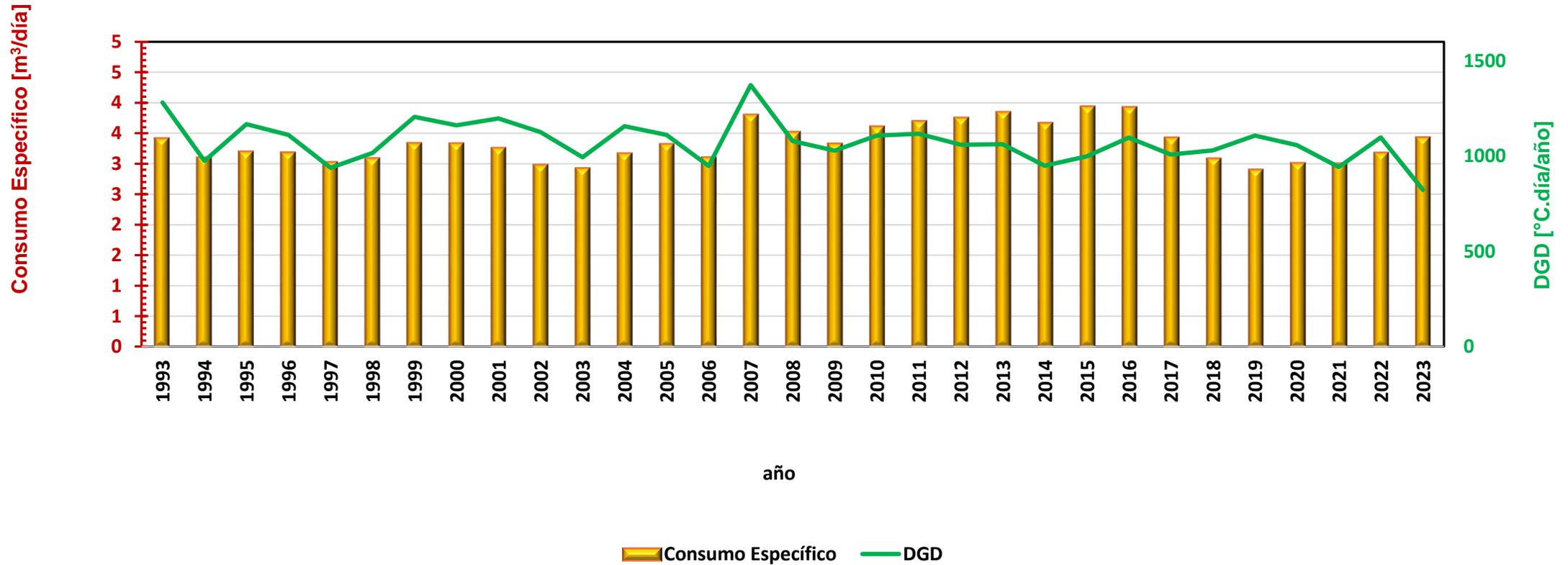
Mendoza

# Consumos específicos en Mendoza (1993-2023)

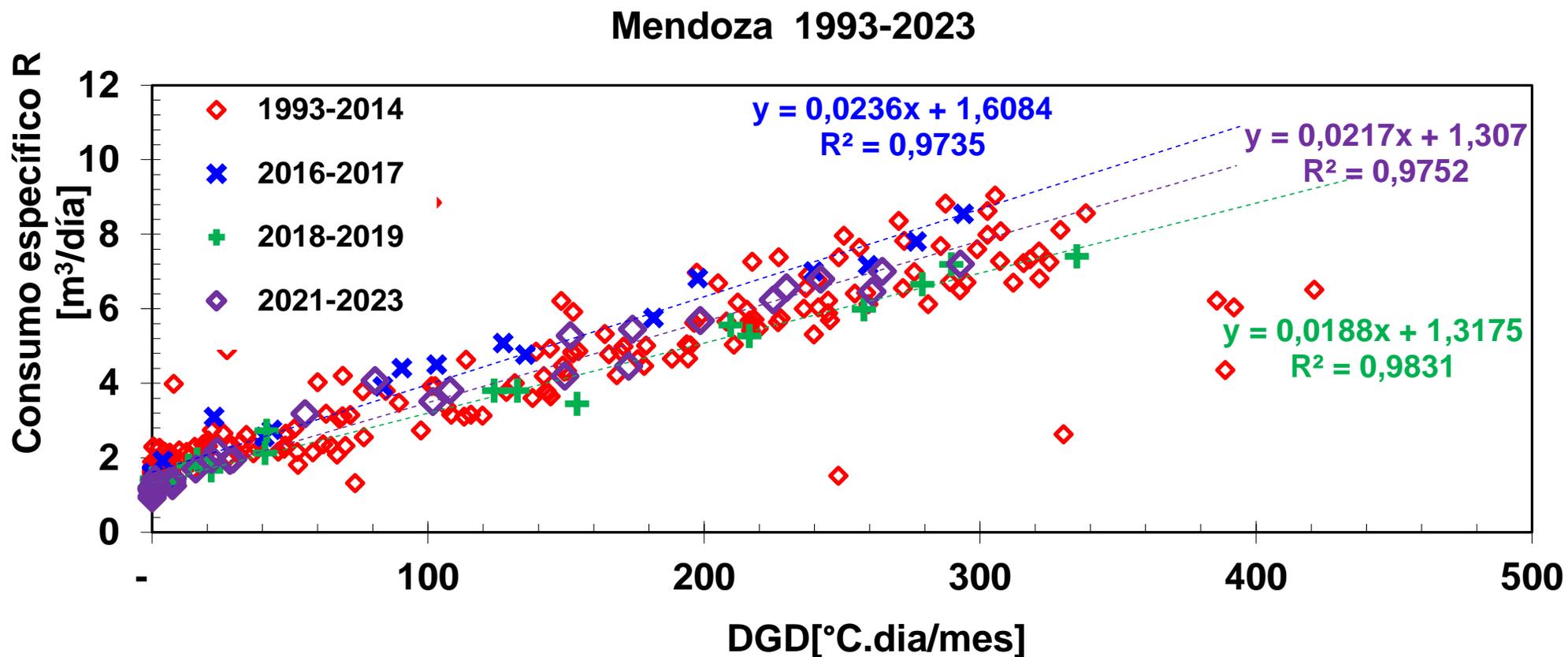


# Consumos específicos y DGD en Mendoza (1993-2023)

Mendoza 1993-2023



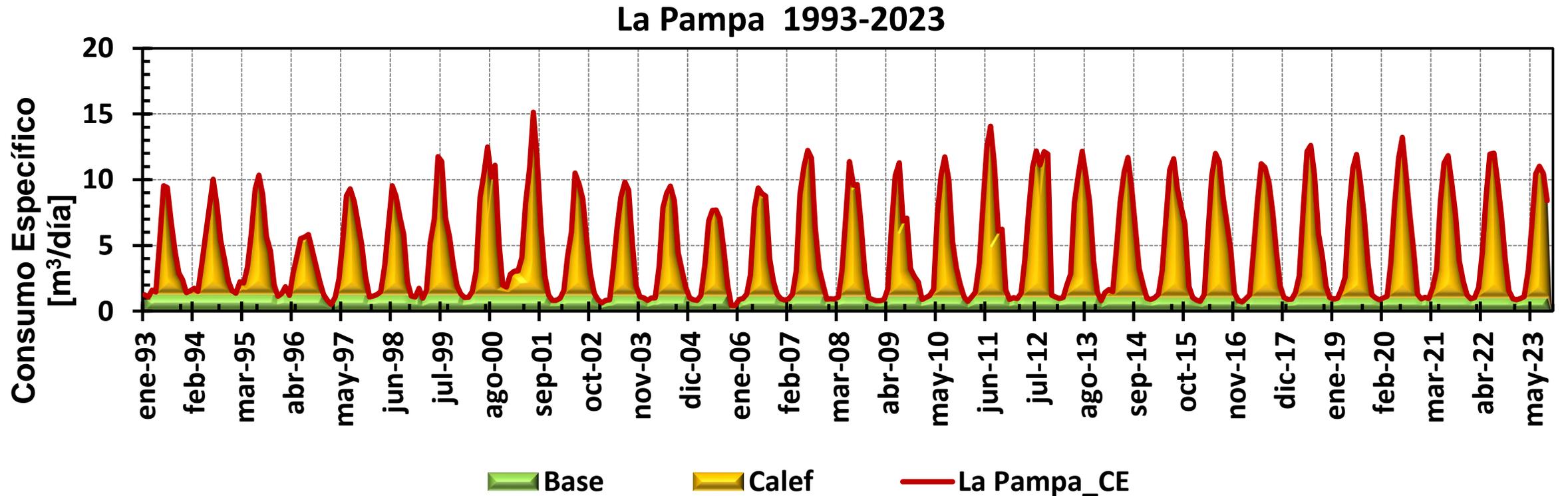
# Consumos específicos vs. DGD en Mendoza



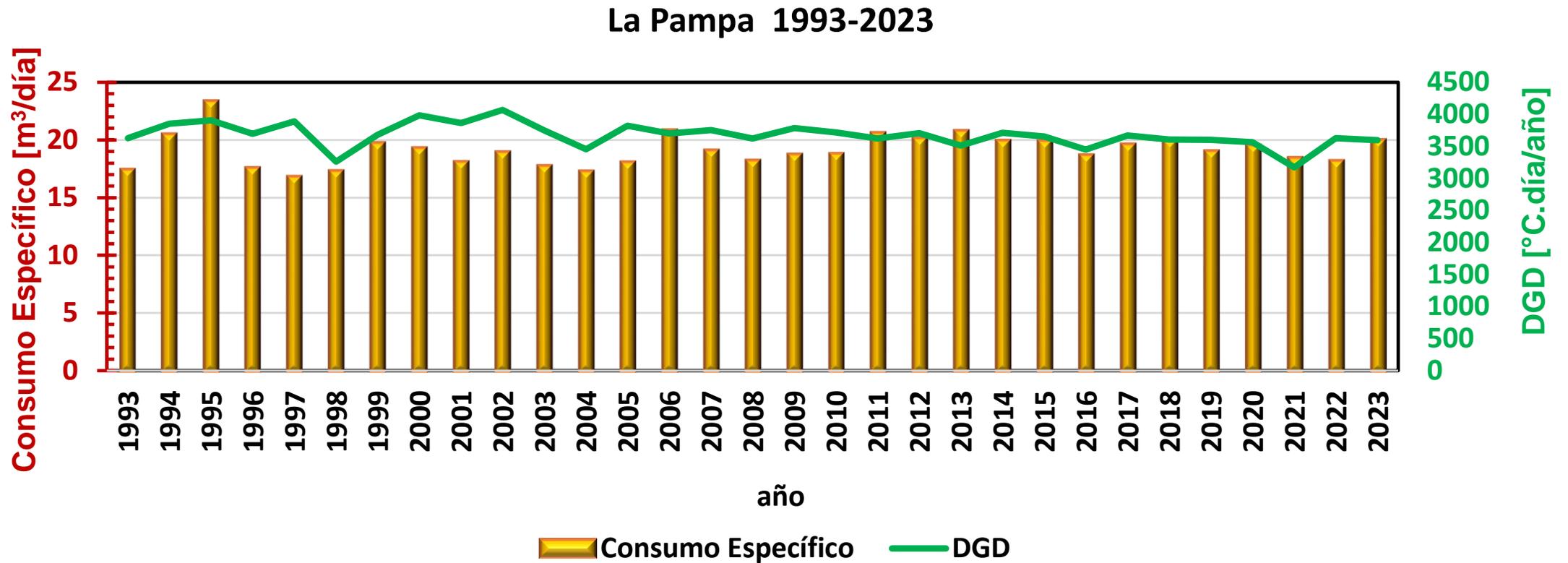
**Hay una reducción en 2018-2020, pero hay un incremento en 2021-2023**

La Pampa

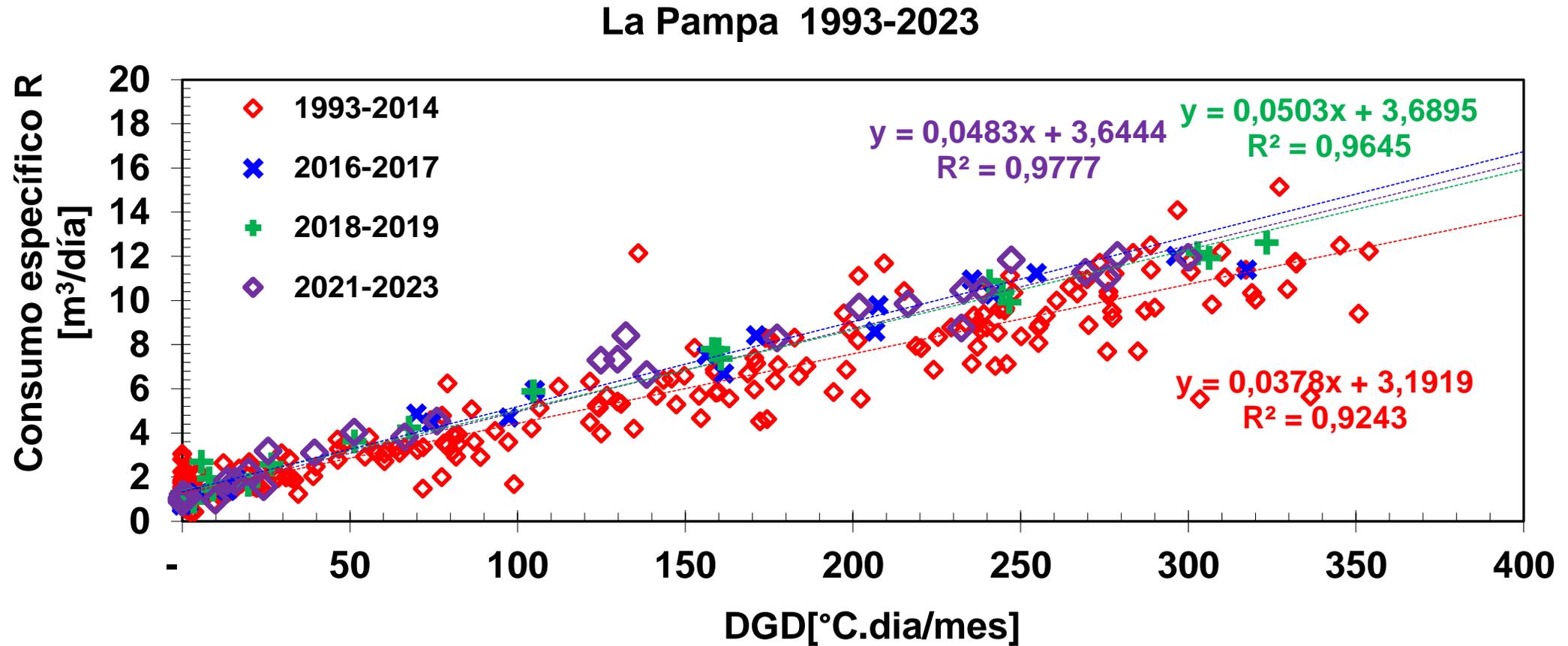
# Consumos específicos en La Pampa (1993-2023)



# Consumos específicos y DGD en La Pampa (1993-2023)

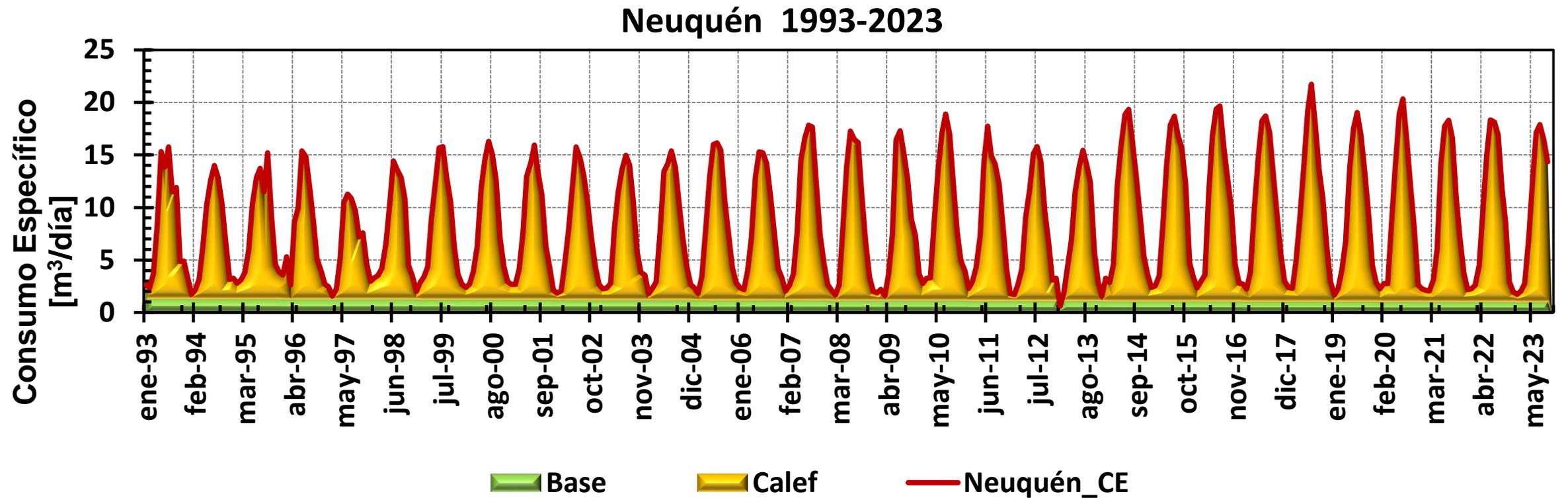


# Consumos específicos vs. DGD en La Pampa

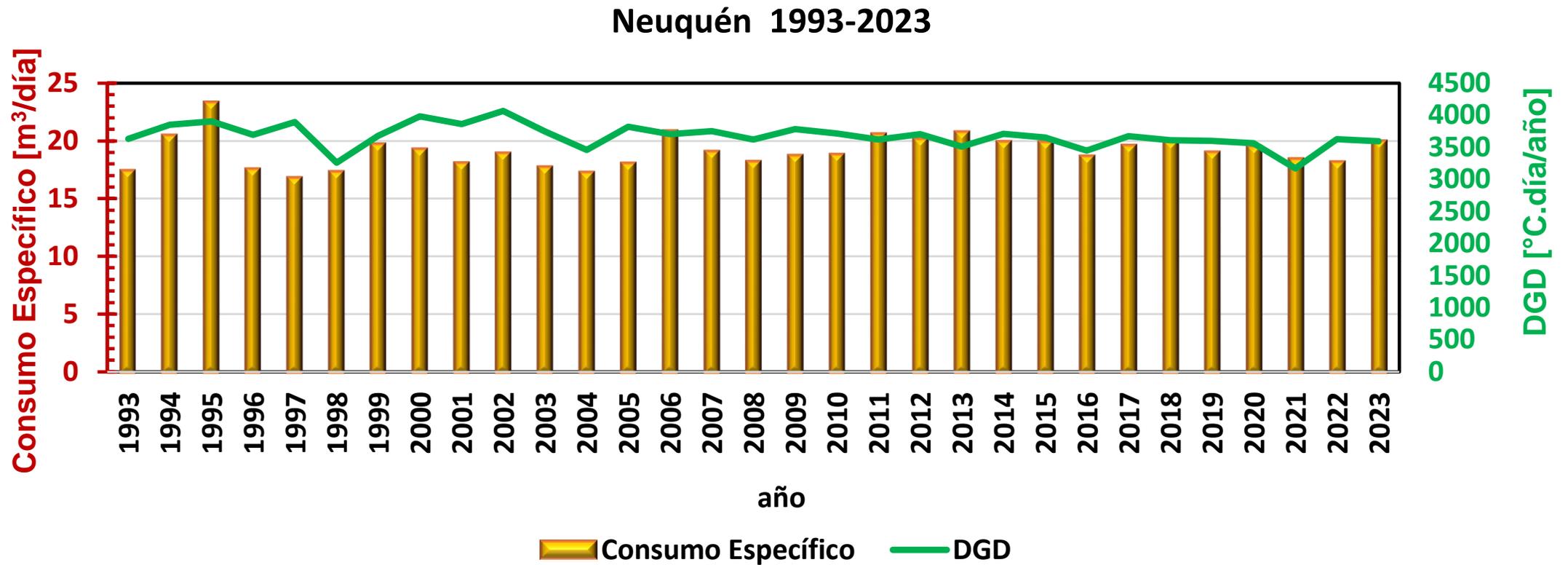


Neuquén

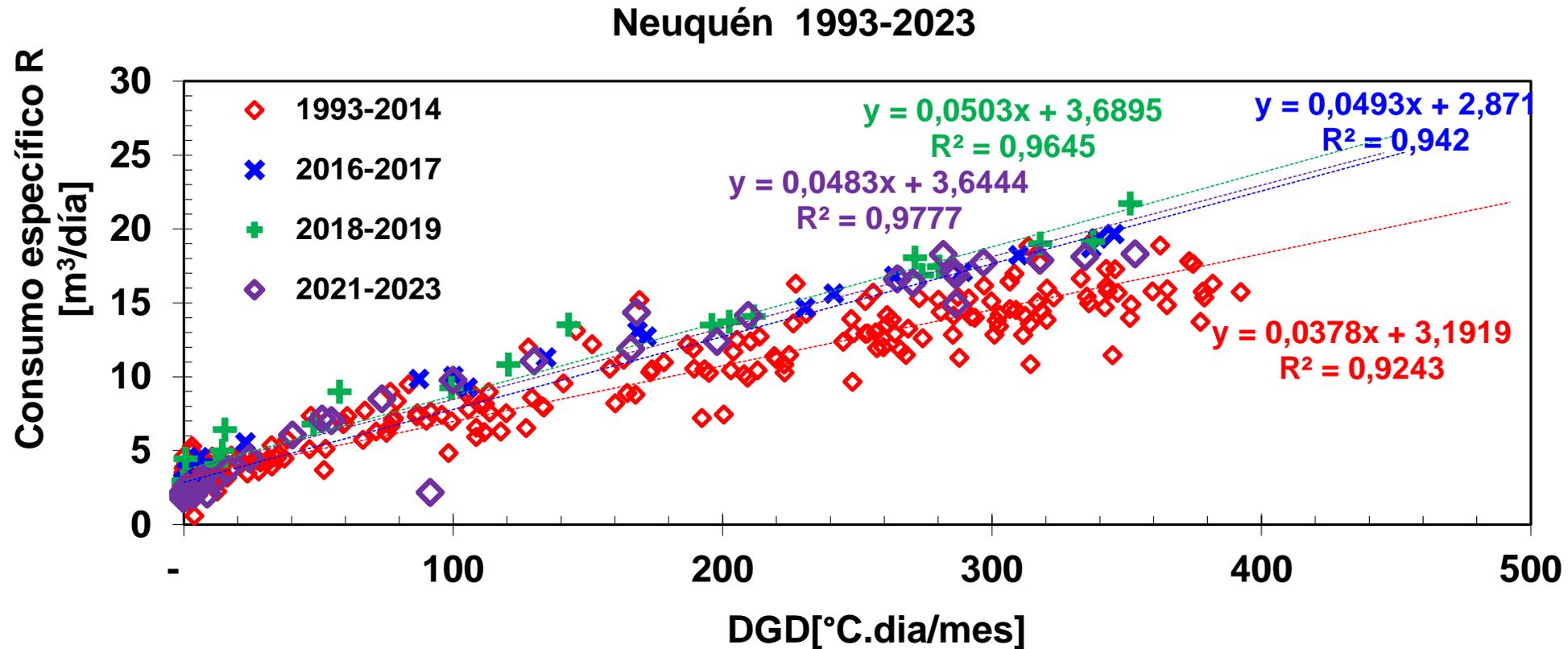
# Consumos específicos en Neuquén (1993-2023)



# Consumos específicos y DGD en Neuquén (1993-2023)

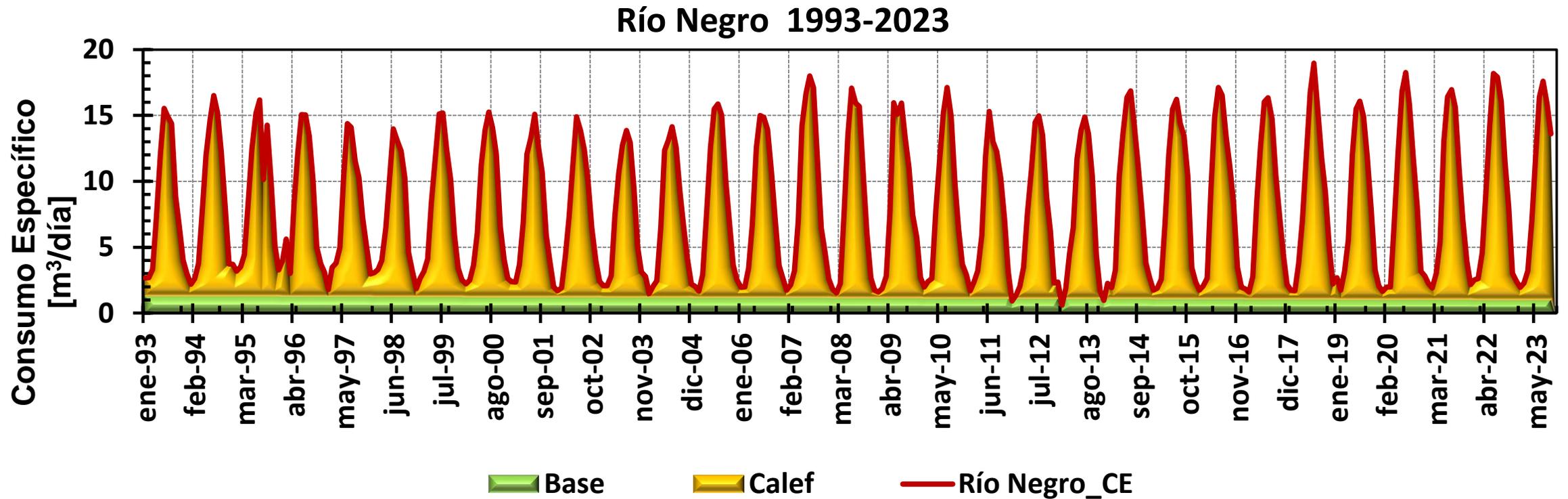


# Consumos específicos vs. DGD en Neuquén

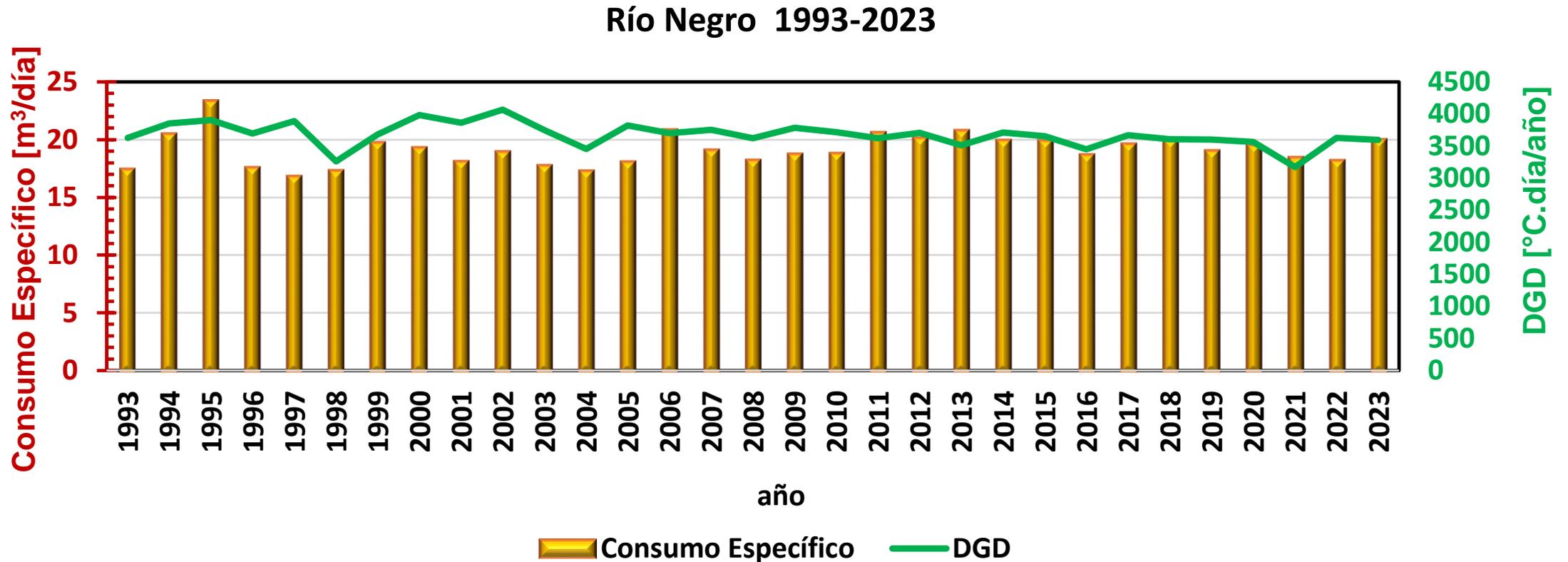


Río Negro

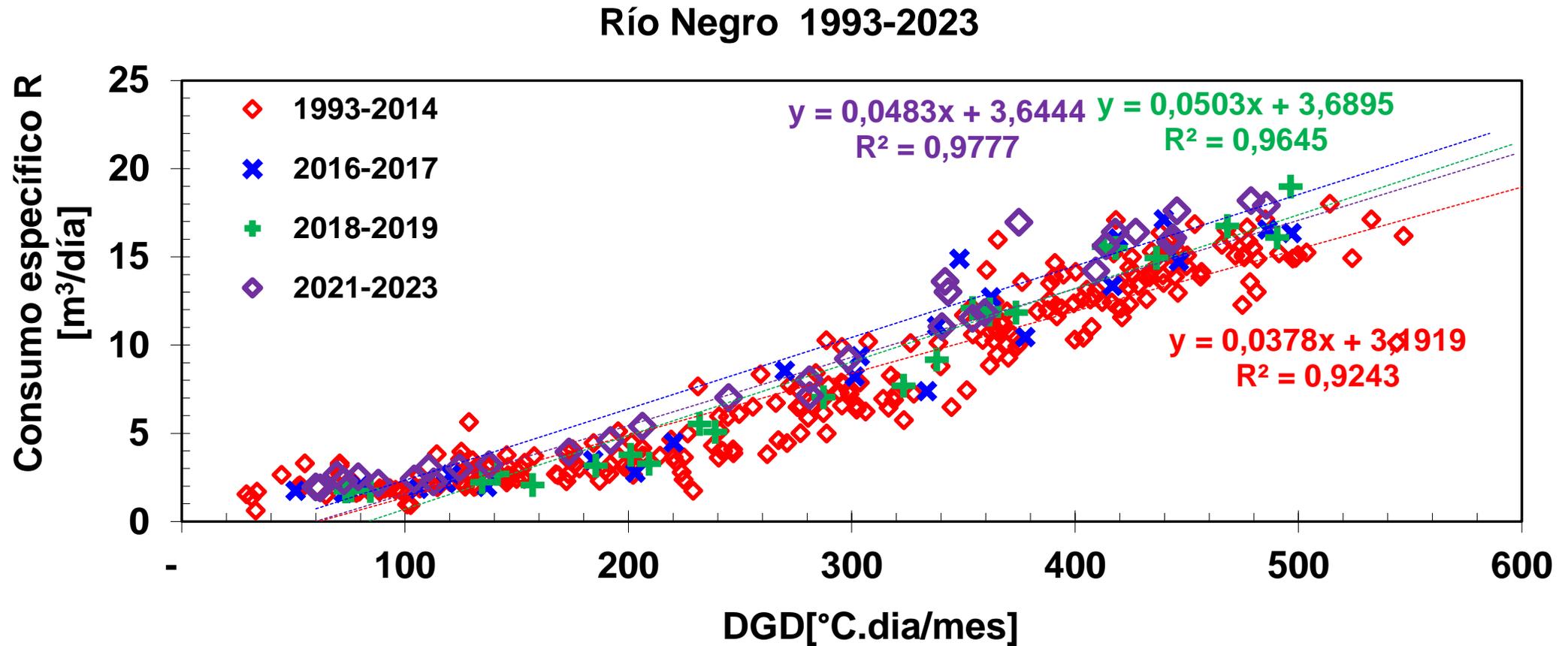
# Consumos específicos en Río Negro (1993-2023)



# Consumos específicos y DGD en Río Negro (1993-2023)

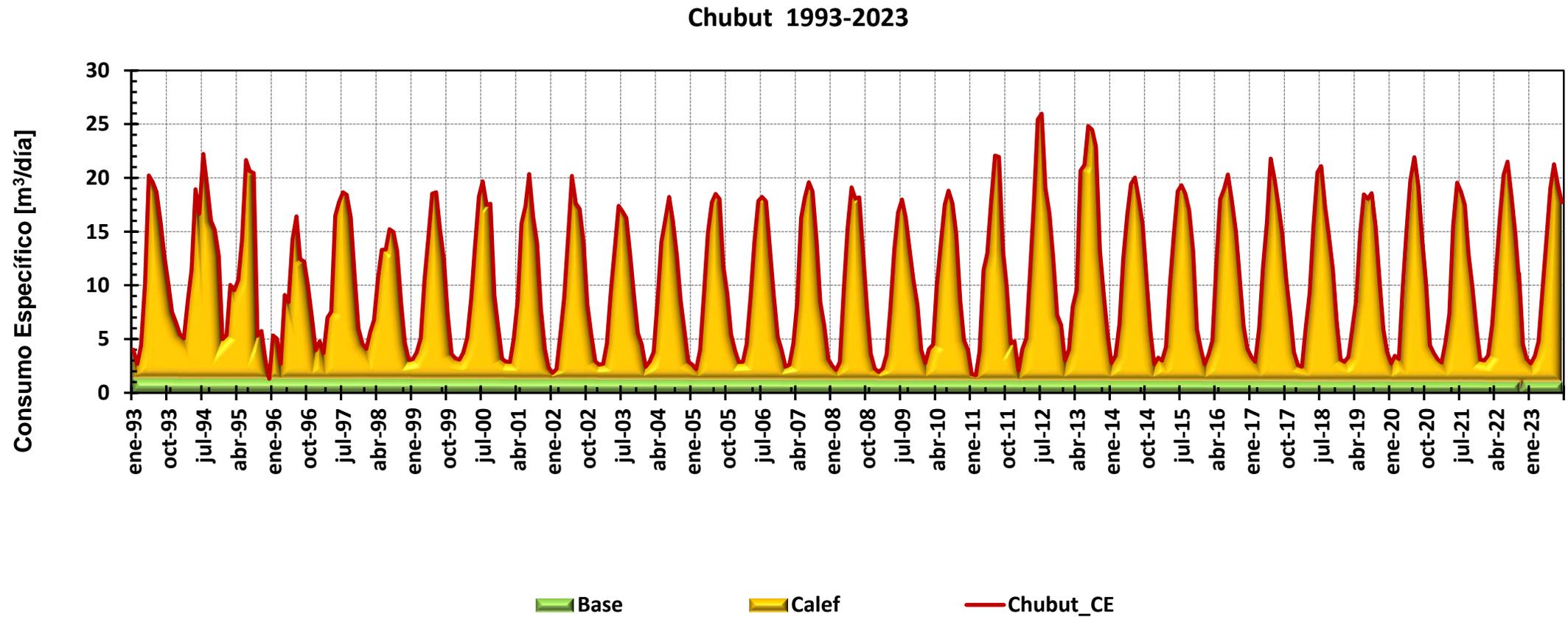


# Consumos específicos vs. DGD en Río Negro



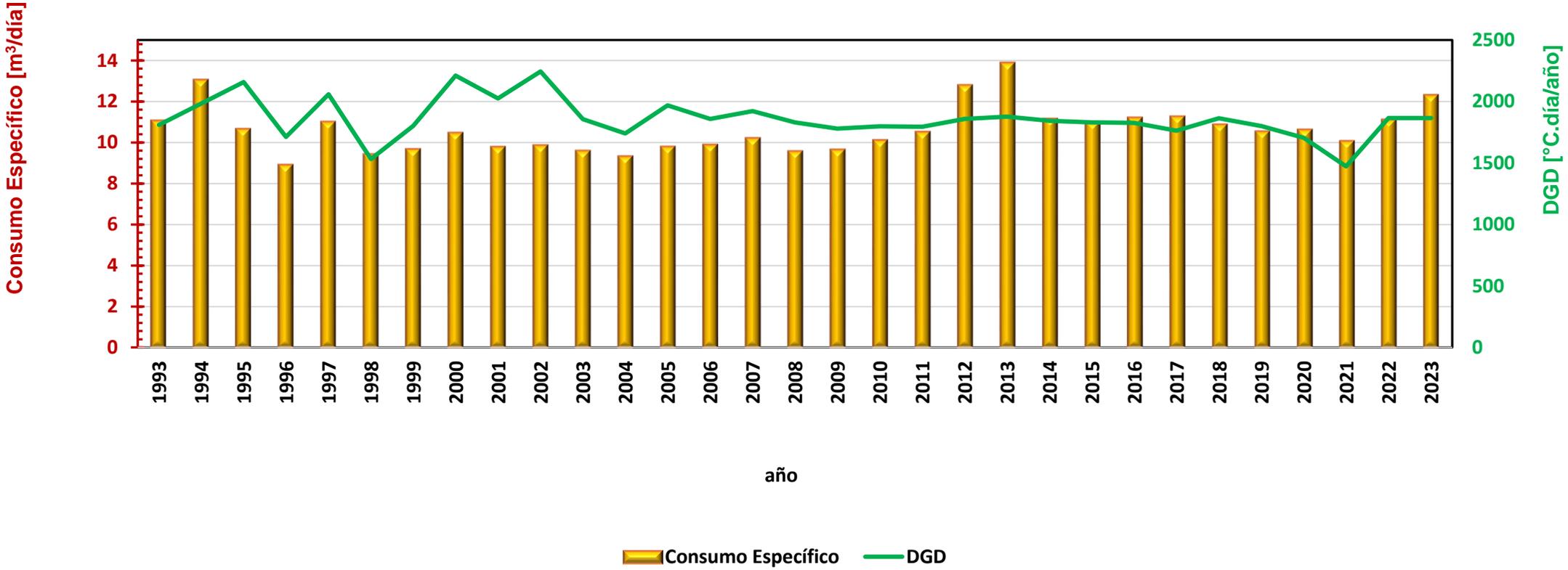
Chubut

# Consumos específicos en Chubut (1993-2023)

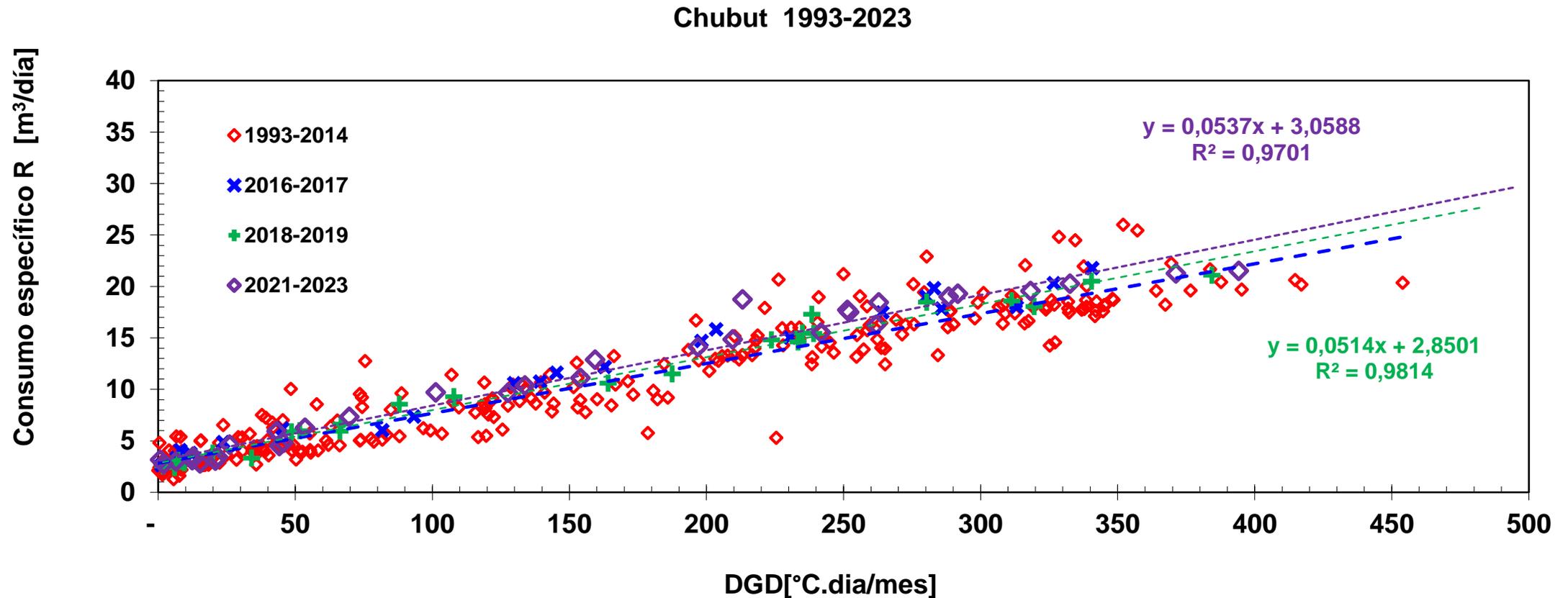


# Consumos específicos y DGD en Chubut (1993-2023)

Chubut 1993-2023



# Consumos específicos vs. DGD en Chubut

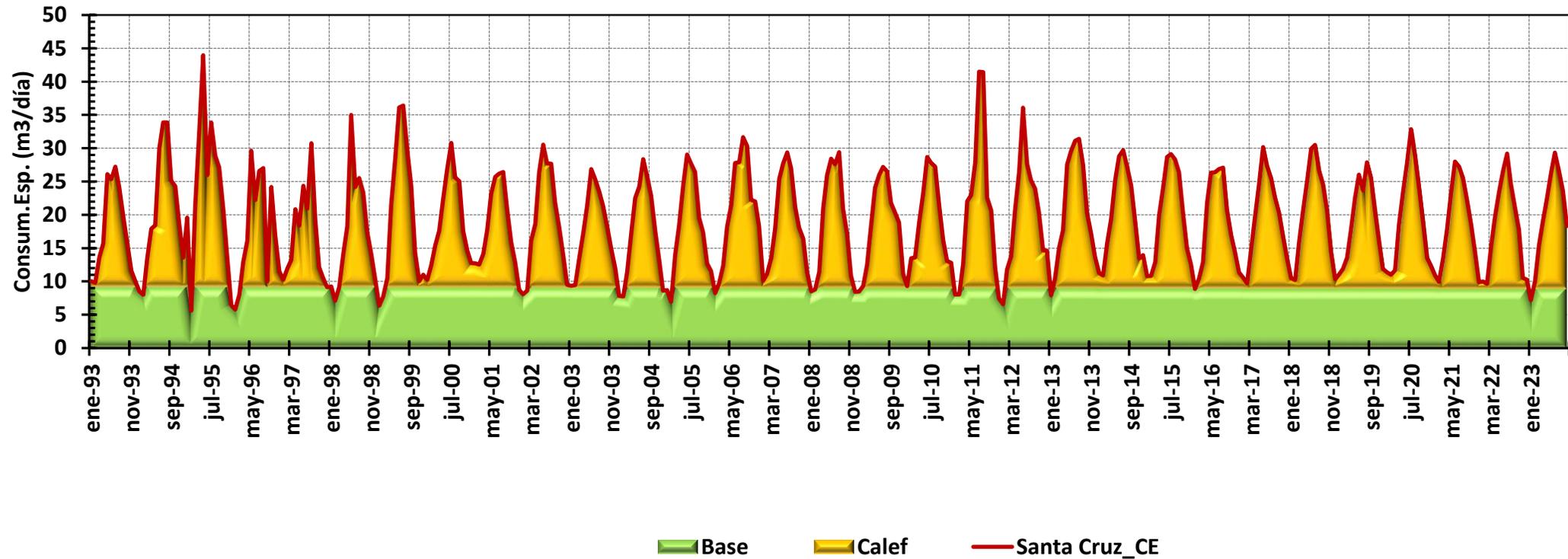


No hay cambios

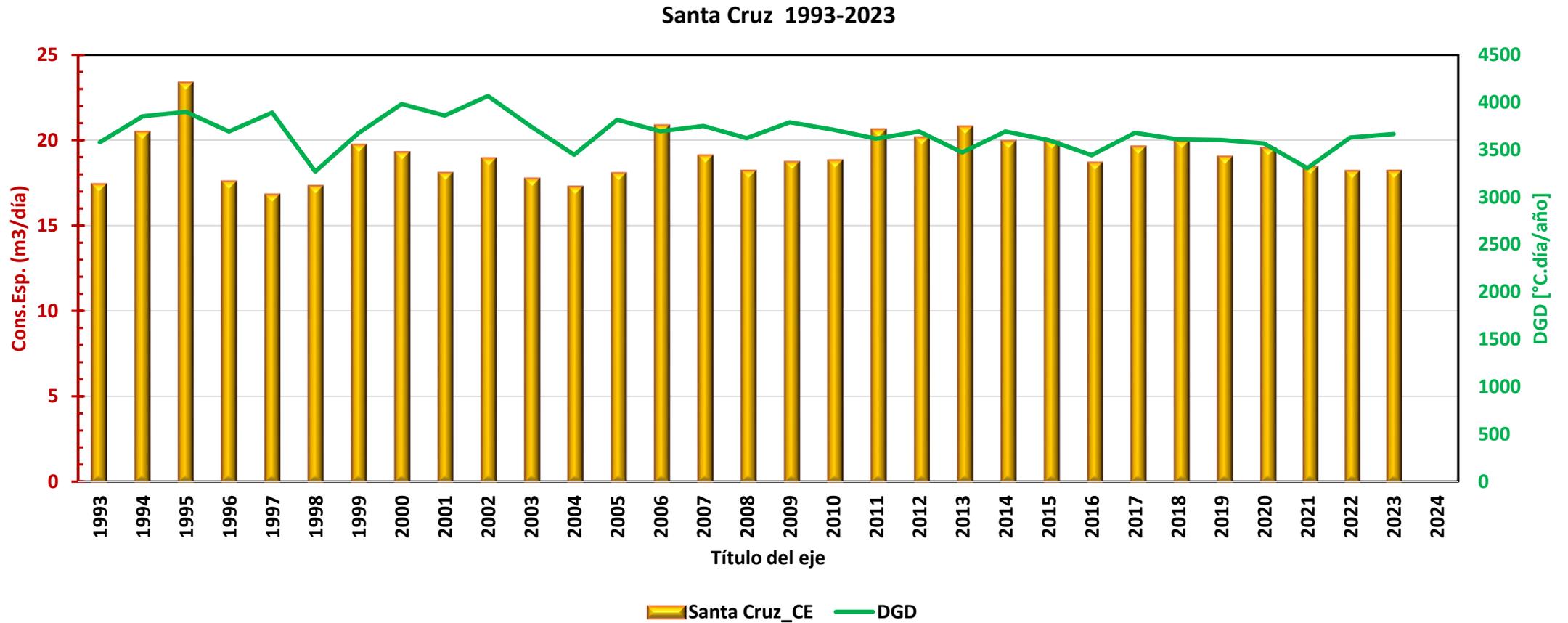
Santa Cruz

# Consumos específicos en Santa Cruz (1993-2023)

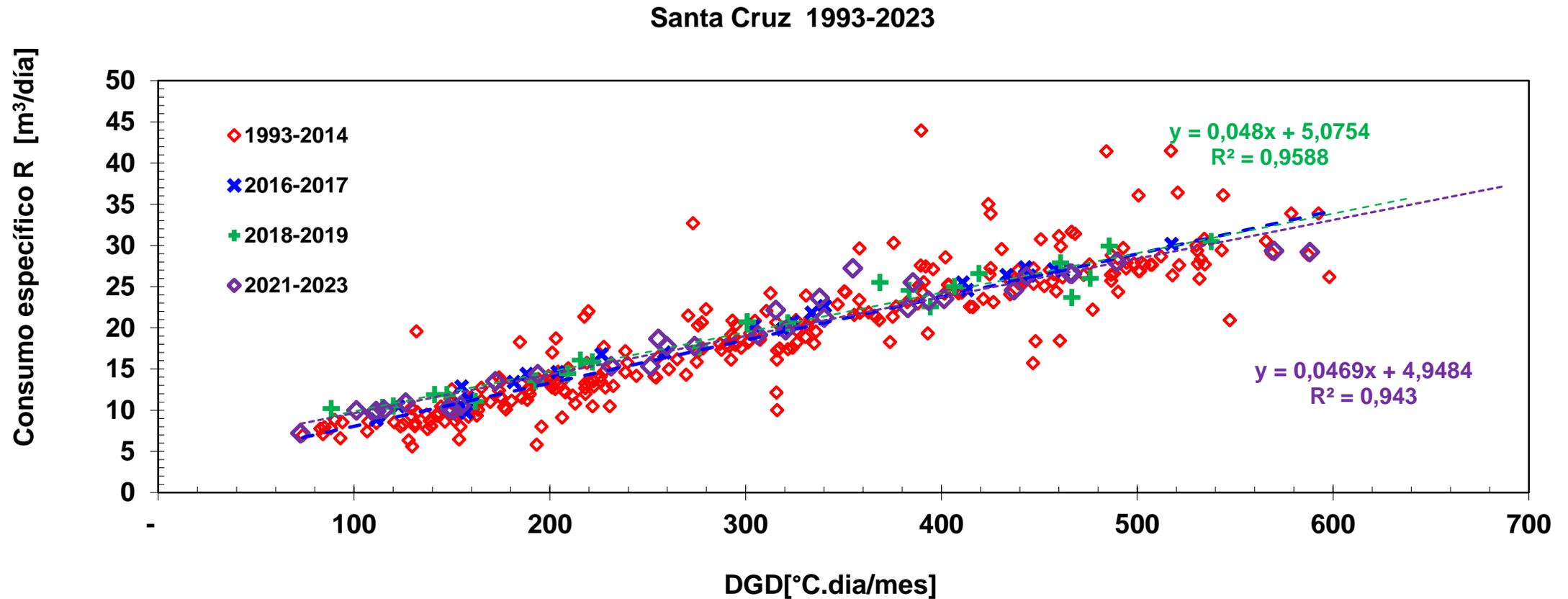
Santa Cruz 1993 - 2023



# Consumos específicos y DGD en Santa Cruz (1993-2023)



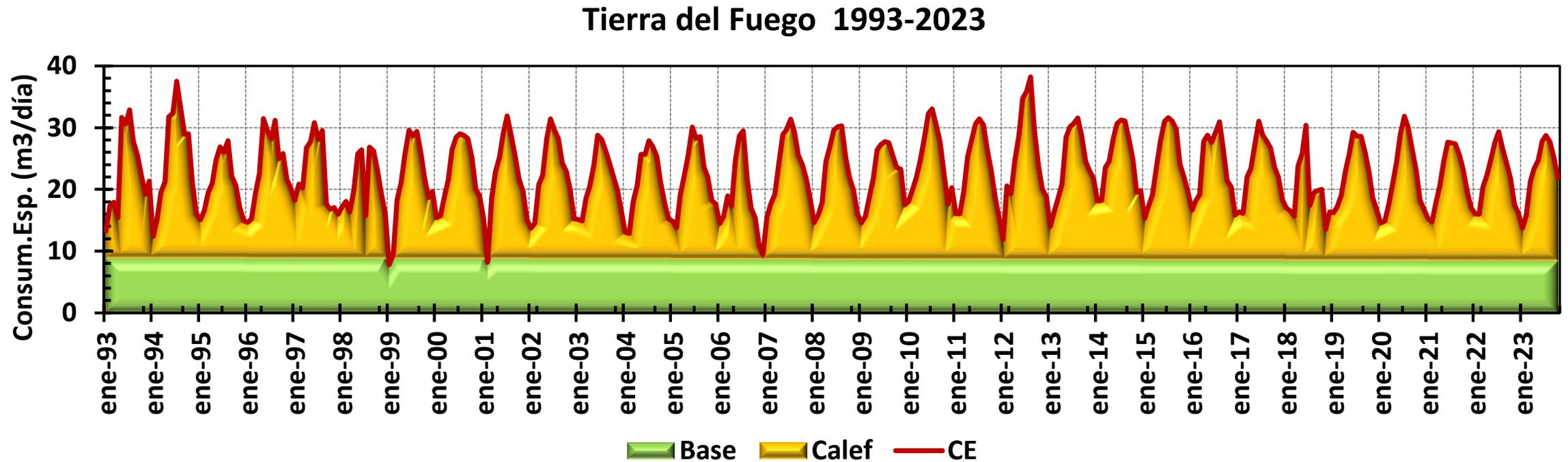
# Consumos específicos vs. DGD en Santa Cruz



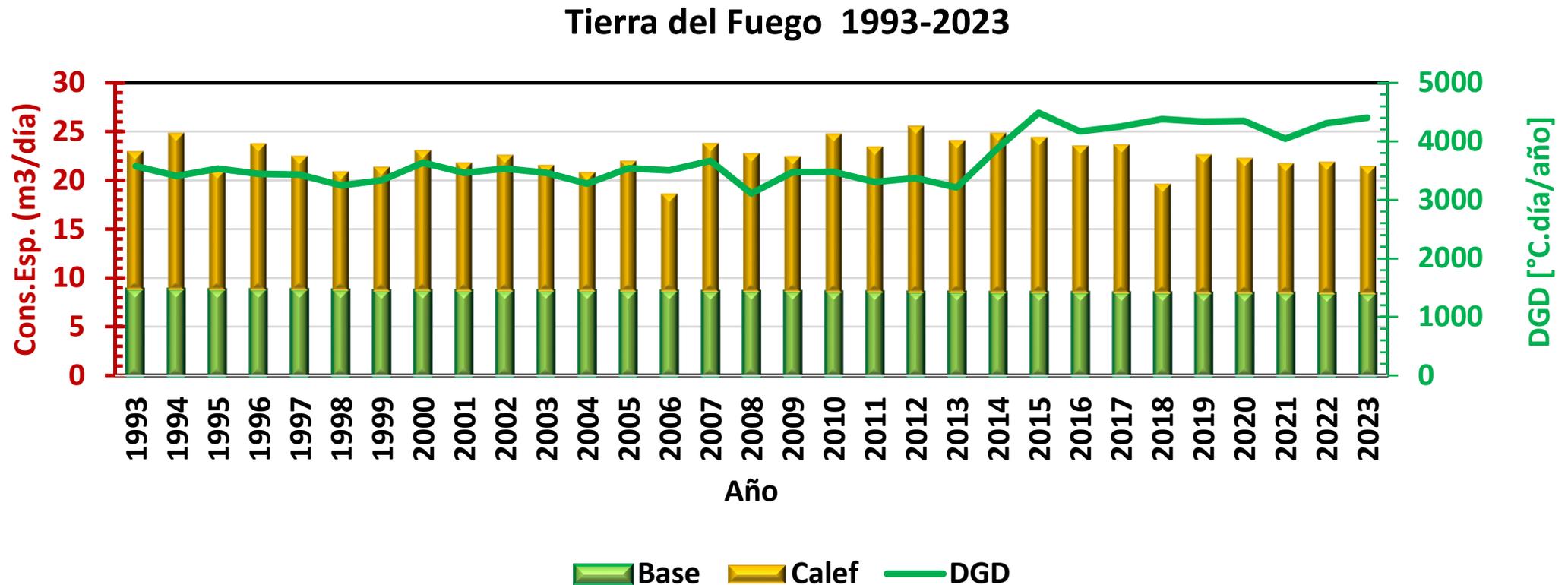
**No hay Cambios**

Tierra del Fuego

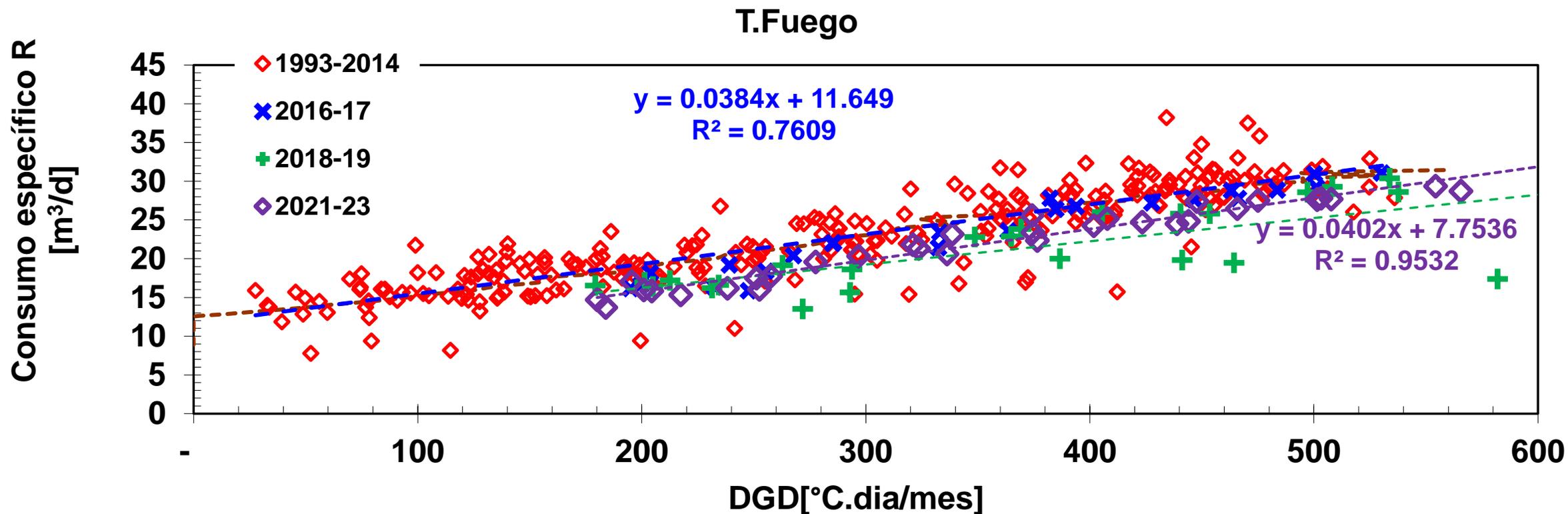
# Consumos específicos en Tierra del Fuego (1993-2023)



# Consumos específicos vs. DGD en Tierra del Fuego

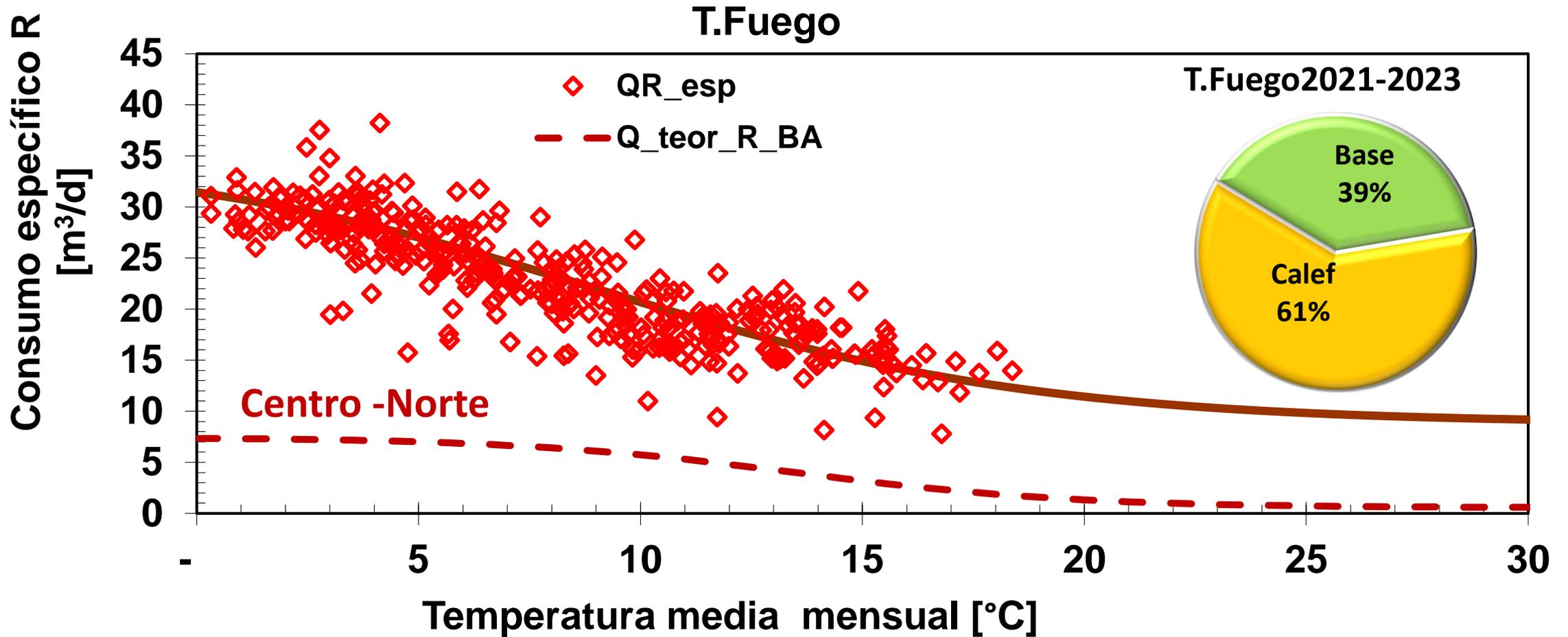


# Consumos específicos vs. DGD en Tierra del Fuego

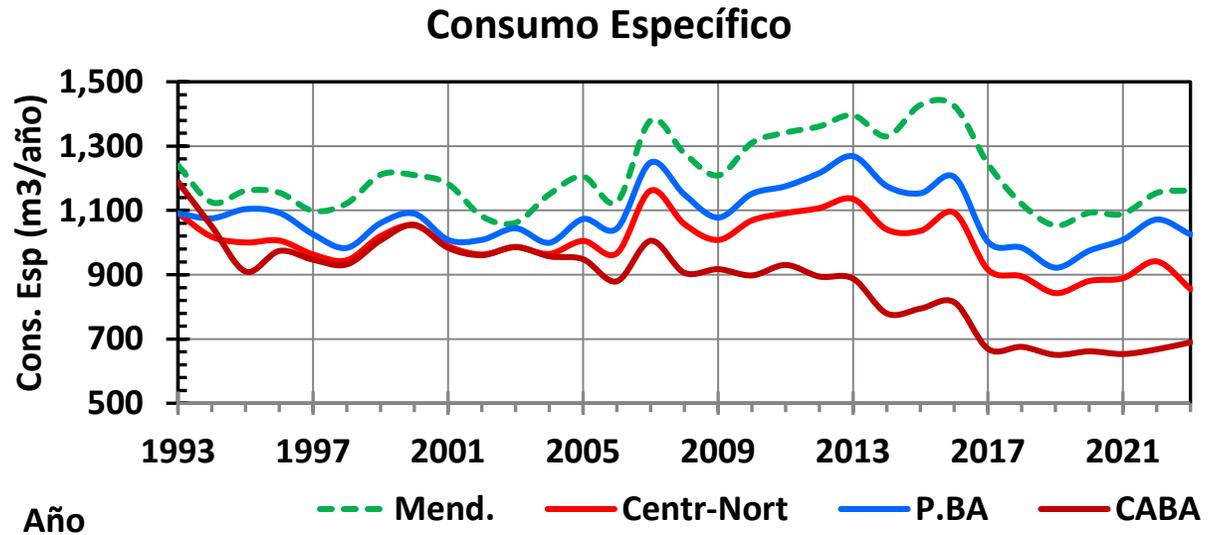
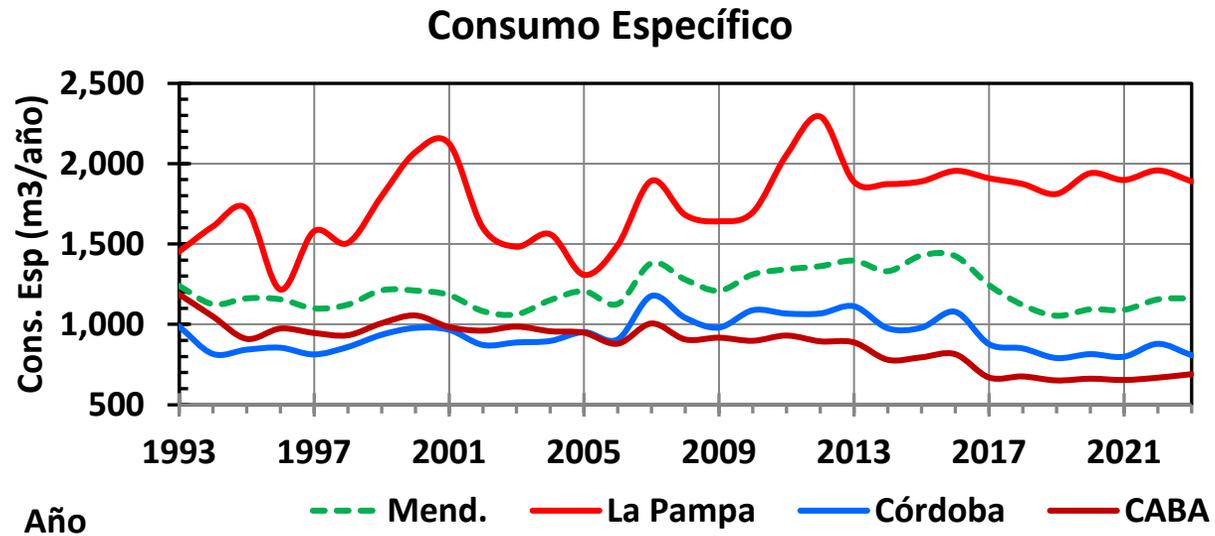


**No hay Cambios**

# Consumos específicos vs. DGD en Tierra del Fuego



# Consumo Específico País



- **Reducción del consumo específico del 15%. Período 2003 a 2012) respecto 2021-2022**

# Consumo de gas y electricidad en el sector Residencial de Argentina

Borrador: L. Iannelli y S. Gil

7 de febrero 2024

**Resumen:** En este trabajo nos proponemos estudiar cómo se compone el consumo residencial de gas natural por redes, electricidad y GLP en Argentina. Para ello se adopta una metodología que combina un análisis de los consumos globales, obtenido de los informes de los entes oficiales y distribuidoras con un análisis detallado del consumo de un conjunto de 400 viviendas individuales de la región del AMBA. Nuestro análisis revela que existen un número relativamente pequeño de consumos claves, que explican casi el 80% de los consumos domésticos. Para este estudio separamos dos grupos de usuarios: los que tienen acceso a las redes de gas y los que no lo tiene. En los sectores urbanos la cobertura eléctrica es superior al 99% de los usuarios, por lo que suponemos que ambos grupos tienen acceso a la electricidad. Los principales usos del gas natural en el ámbito residencial son la calefacción, el suministro de agua caliente sanitaria, los consumos pasivos (como los pilotos de los artefactos) y la cocción. Además, identificamos 2 o 3 usos preponderantes que representan el 85% del consumo doméstico de gas natural en el sector residencial. La importancia de esta observación radica en la posibilidad de concentrarse en este conjunto relativamente reducido de servicios para lograr una reducción y eficientización del consumo en este sector. Estos servicios específicos son susceptibles de ser optimizados mediante medidas sencillas y de bajo o mediano costo. En la primera parte de esta nota, analizamos el caso de la zona del AMBA, donde se realizaron numerosos estudios de campo en los últimos años y se extrapolan estos resultados, usando datos de consumos globales a otras regiones de la Argentina

## Introducción

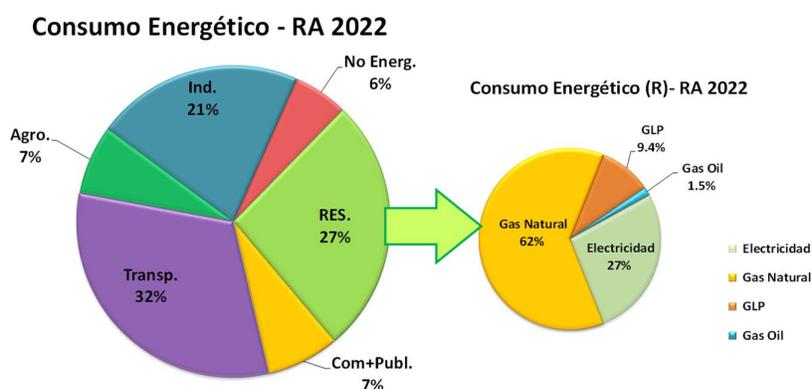
Los servicios energéticos desempeñan un papel crucial en el presupuesto de las familias, especialmente aquellas de recursos económicos medios y bajos. Por esta razón, resulta fundamental comprender cómo se utiliza la energía en los hogares, en particular el gas natural, con el fin de gestionarla de manera eficaz y racional. La gestión adecuada del uso de la energía no solo contribuye a evitar sorpresas desagradables al recibir las facturas de electricidad y gas, sino que también promueve un uso más eficiente de los recursos disponibles.

Este informe se centra en el análisis de los consumos domésticos de gas natural mediante redes (GN) en Argentina, con especial atención en la región del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) que incluye la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y el Gran Buenos Aires (GBA), que abarca el conurbano bonaerense. También se discuten los consumos de gas envasado (GLP) usados en la cocción.

Para llevar a cabo este análisis y caracterización de los consumos, se aplicó una metodología mixta que comprende dos enfoques complementarios: A) *Análisis Top-Down*, basado en datos estadísticos globales de consumos residenciales provenientes de diversas fuentes como la Secretaría de Energía de la Nación, [1] ENARGAS, [2] distribuidoras, [3], etc. [4] B) *Análisis Bottom-Up*, donde se examinan los consumos detallados de muestras representativas de viviendas individuales, llevando a cabo auditorías minuciosas de los distintos artefactos presentes en ellas, usando la metodología que se discute en la Ref. [5].

## Consumo Residencial -Análisis Top-Down

A partir de los Balances Energéticos Nacionales (BEN) [1] es posible conocer cómo se usa la energía secundaria en Argentina. En el año 2022, el sector residencial fue responsable del 27% de la energía consumida en el país, ver **Figura 1**. El gas natural distribuido por red (GN-red) aportaba a este sector el 62% de esa energía, la electricidad el 27% y el Gas Licuado de Petróleo o GLP 9.4%. La proporción de consumo de los diversos insumos energéticos en los hogares no es proporcional al número de usuarios que los usan.

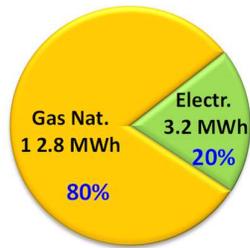


**Figura 1.** A la izquierda, distribución del consumo energético final en Argentina. “Transp.” se refiere al consumo de transporte, “RES.” es el consumo residencial, “Com+ Públ.” es el consumo comercial y de edificios públicos, “Industr.” es el consumo industrial, “Agro.” es correspondiente al uso agropecuario y “No Energ.” es el uso de combustibles como materia prima de manufacturas. A la derecha, composición del consumo energético residencial en 2022, en Argentina. *Fuente:* Elaboración propia con datos de Balance Energético Nacional (BEN). [1]

Según el INDEC [6], en Argentina la cobertura de electricidad en las regiones urbanas y periurbanas es superior al 98%. En cuanto a la cocción, en Argentina alrededor del 97% de las familias usan gas para cocinar. Sin embargo, la cobertura de gas natural por redes alcanzaba cerca del 58% en 2022 y otro grupo de usuarios (~ 40%) usaba GLP para cocinar. En definitiva, podemos distinguir dos grupos mayoritarios de usuarios, que constituyen 98% de las familias argentinas que: usan gas natural por redes (GN) y electricidad para satisfacer sus necesidades energéticas, (**Grupo A**, 58%). El segundo grupo importante es el que usa electricidad y GLP (**Grupo B**, 40%). Por último, hay alrededor de 2% de la población que usa leña y combustibles líquidos, (**Grupo C**, 2%), por lo general en zonas rurales, sin conexión a redes de servicios energéticos. A partir de los datos de la Secretaría de Energía de la Nación [1] y el ENARGAS, [2] es posible conocer los consumos específicos medios (o consumo medio por *usuario*<sup>1</sup>) para los dos grupos de usuarios A y B, previamente descriptos. En la **Figura 2** se pueden ver la distribución de uso de electricidad y gas para ambos grupos.

<sup>1</sup> Aquí “usuario”, se refiere a una vivienda con medidor. En Argentina, en promedio, hay unas 2,6 personas por vivienda. [16]

Cons. Esp. Resid. GN- Año=2022



Cons. Esp. Anual=16 MWh/año

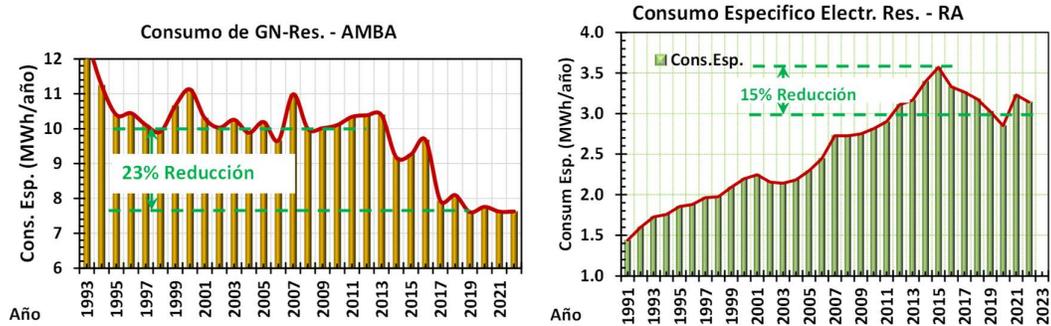
Cons. Esp. Resid. GLP Año=2022



Cons. Esp. Anual=6.6 MWh/año

**Figura 2.** Distribución de los consumos específicos para el grupo A, izquierda, usuarios con acceso a electricidad y gas natural por redes, 58%. A la derecha, distribución de los consumos específicos para el grupo B, es decir usuarios con acceso a redes eléctricas, pero sin acceso a redes de gas, por lo que en general usan GLP para cocinar. [7]

En la **Figura 3** se muestra la evolución de los consumos específicos de GN y de electricidad a lo largo de los últimos 30 años. El de GN corresponde a la región del AMBA y el eléctrico a todo el país. Un hecho interesante de observar son las importantes reducciones en ambos consumos a partir de 2016. Es muy probable que estas reducciones de consumo estarían asociadas a un uso más racional y eficiente de la energía acaecida a partir de esta fecha. Esta racionalización del consumo habría sido motivada por la actualización de tarifas acaecidas en 2016 y a la generalización del sistema de etiquetado de artefactos en eficiencia energética que para esa fecha ya cubría la mayor parte de los equipos domésticos. Además, es interesante notar, que a pesar que la inflación acaecida a partir del 2018, redujo efectivamente el costo de las facturas, el consumo no retomó los valores previos a 2016.



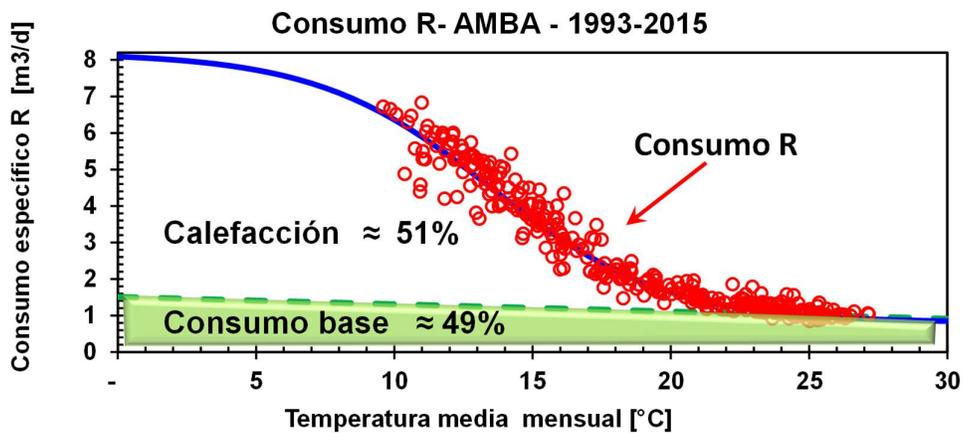
**Figura 3.** Evolución de los consumos específicos de GN (Izquierda) y eléctrico (derecha) para el sector residencial argentino. A partir de 2016, se observan reducciones importantes en ambos consumos. Muy probablemente estas reducciones estarían asociadas a un uso más racional y eficiente de la energía, promovida por la actualización de tarifas acaecidas en 2016 y a la generalización del sistema de etiquetado de artefactos que para esa fecha ya cubría la mayor parte de los equipos domésticos.

## Consumo de gas natural por redes en el sector residencial

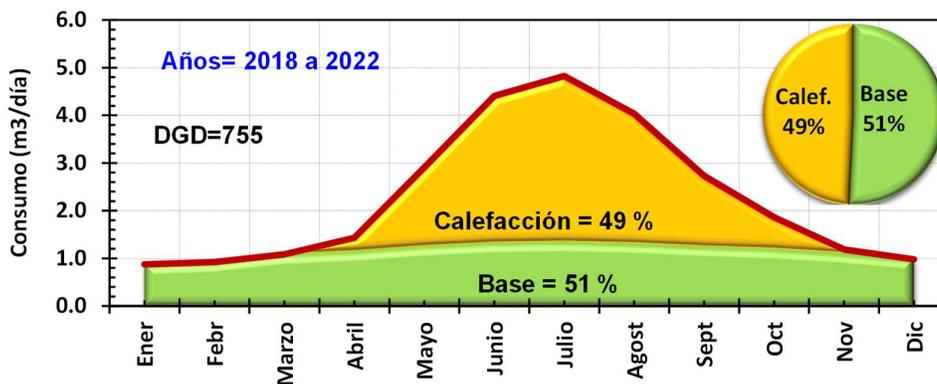
### Análisis Top-Down

Para realizar un estudio detallado del consumo global de gas natural en Argentina, la base de datos de consumo de gas disponibles a través del ENARGAS [2] es una fuente muy rica y útil. En el sector residencial argentino, el gas se usa principalmente en 3 servicios básicos: *cocción, calefacción y Agua Caliente Sanitaria (ACS)*. En la zona

centro norte de Argentina, es decir al norte del Río Colorado, *en los meses estivales* (diciembre, enero y febrero) por razones climáticas, por lo general *no se usa calefacción*. De modo tal, que en estos meses el consumo se reduce al de cocción y ACS, que denominamos el *consumo base*. Si representamos los *consumos específicos medios*, esto es, los consumos por *usuario* y por día, en función de la temperatura media mensual para los usuarios residenciales (R), se obtiene los resultados que se muestra en **Figura 4** para la zona del AMBA, que es muy similar para toda la región centro-norte. [8] En esta figura se presentan los datos correspondientes a la Distribuidora Metrogas y Naturgy (Gas BAN) que abastece CABA y el GBA, por lo que representa muy bien la región del AMBA. Esta figura se puede interpretar de la siguiente manera: a altas temperaturas ( $T > 20^{\circ}\text{C}$ ) el uso de gas residencial se reduce a cocción y ACS. Este consumo es el *consumo base*. A medida que la temperatura descende por debajo de unos  $18^{\circ}\text{C}$ , comienzan a encenderse paulatinamente los calefactores. Cuando todos los calefactores de una vivienda están encendidos, el consumo alcanza un valor de saturación, para  $T < 10^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 4.** Consumos específicos o consumo por usuario R de la región del AMBA, como función de la temperatura media. Los círculos rojos representan los consumos R, como función de la temperatura media. Las curvas continuas son las predicciones de un modelo teórico que permite reproducir estas tendencias. [9] Fuente: elaboración propia en base a datos publicados por ENARGAS. [2]

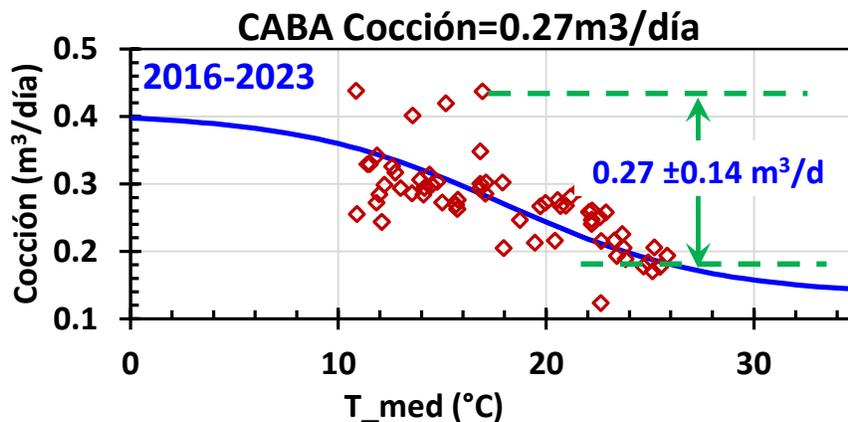


**Figura 5.** Consumos diarios promedio R a lo largo del año. Estos datos corresponden a los años 2018-2022. Los consumos de los meses de verano permiten caracterizar los *consumos base*. En los meses más fríos, el incremento en el consumo se debe al uso de calefacción, el cual es del orden del  $49 \pm 4\%$  del total del consumo R, dependiendo de la rigurosidad del invierno de cada año. Los datos corresponden a la región AMBA, ENARGAS. [2]

Otra manera de separar los consumos de calefacción y base, se observa en la **Figura 5**, donde se representa el consumo específico residencial como función de los meses del año. En la región del AMBA como para toda la zona centro y norte de Argentina, [8] los consumos de verano, meses de enero, febrero y diciembre, coinciden con el *consumo base*, que tiene una muy leve dependencia con la temperatura, representada por el área verde de esta figura. Sustrayendo este consumo del total residencial, se obtiene el consumo de calefacción, representado por el área superior (amarilla) de la **Figura 5**.

### Consumo de cocción

Por su parte, el consumo de cocción puede obtenerse del análisis de los datos de consumo de edificios que tienen servicios de calefacción y calentamiento de agua centrales. En este caso, el consumo de las unidades o departamentos individuales está asociado a los consumos de cocción principalmente.



**Figura 6.** Consumo de gas para cocción. Datos obtenidos de edificios de CABA con servicios centrales. El consumo promedio de gas para cocción es de  $0,27 \pm 0,14$  m<sup>3</sup>/día, equivalente a  $2.9 \pm 1.5$  kWh/día. La curva azul continua, es un modelo explicativo de los datos. Este consumo es consistente con un uso diario de hornallas medianas de 80 min y de 15 min de horno. Fuente: elaboración propia en base a datos suministrados por ENARGAS y METROGAS para los años 2018-2022.

Por su parte, el consumo en cocción puede obtenerse del análisis de los datos de consumo de edificios que tienen servicios de calefacción y calentamiento de agua centrales. En este caso, el consumo de las unidades o departamentos individuales está asociado a los consumos de cocción principalmente. Dado que en el país hay muchos edificios y cada uno de ellos con decenas de unidades habitacionales, con estas características, este estudio puede realizarse en forma muy confiable, ya que las distribuidoras disponen por lo general del registro de estos consumos por más de una década.

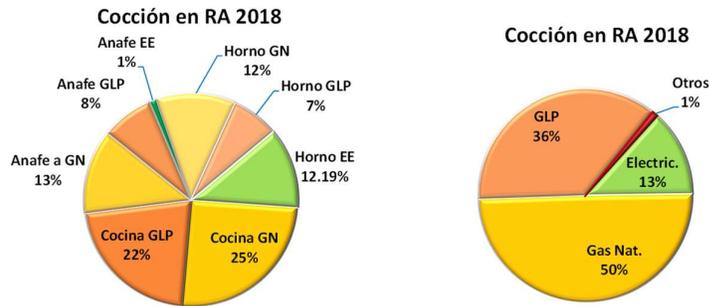
En la **Figura 6** se muestran los consumos de cocción en función de la temperatura. Como puede observarse, el consumo para la cocción es también dependiente de la temperatura, aumentando en los días fríos. Este comportamiento refleja la característica que las personas tendemos a comer comidas más livianas y con menor grado de cocción en los días calurosos que en los días fríos. Los consumos asociados a la cocción son aproximadamente similares para todos los sectores sociales. El consumo en cocción es  $0,27 \pm 0,14$  m<sup>3</sup>/día, equivalente a unos 2.9 kWh/día<sup>2</sup>. Dado que el promedio de personas

<sup>2</sup> La equivalencia de 1m<sup>3</sup> de gas natural en condiciones estándares ( 1 Atm y 9 300 kcal/m<sup>3</sup>) equivales a 10.8 kWh. Por su parte el kg de GLP (con un poder calorífico superior de 11 200 (±300) kcal/kg), equivale a 13 kWh. Es decir, un kg de GLP contine aproximadamente 20% más energía que un m<sup>3</sup> de GN.

por vivienda es del orden de 2.6; el consumo medio para la cocción por persona es del orden de  $0,10 \pm 0,04 \text{ m}^3/\text{día} \sim 1,1 \pm 0,4 \text{ kWh/día por persona}$  si usan gas para cocinar, que equivalen a unos  $37 \pm 5 \text{ m}^3(\text{GN})/\text{año por persona}$ .

Para el caso del uso de GLP y electricidad para la cocción, los valores obtenidos por diversos estudios de consumo en la zona del AMBA [10], [11] brindan resultados similares a los de gas natural, es decir:  $\sim 1,1 \pm 0,4 \text{ kWh/día por persona}$ , que equivalen a unos  $400 \pm 10 \text{ kWh/año por persona}$  o unos  $32 \pm 5 \text{ kg(GLP)/año por persona}$ .

En cuanto a la distribución de equipos para cocinar, en la Figura 7 se muestran los resultados de las ENGHO 2018. [12]

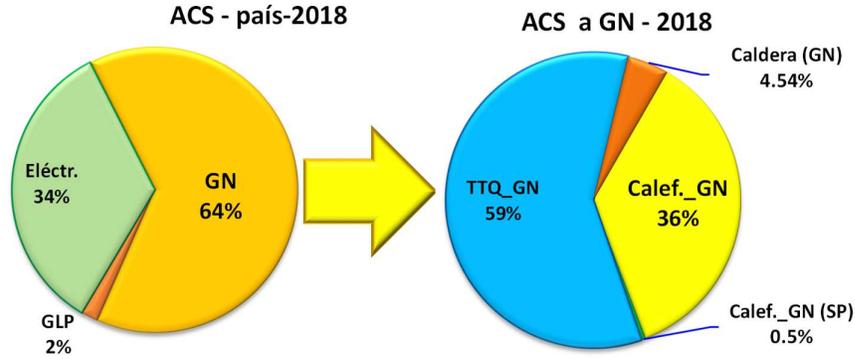


**Figura 7.** Distribución de equipos usado para la cocción en Argentina. [12] A la izquierda, por tipo de equipos e insumo energético que usa. A la derecha, distribución de los equipos según el insumo usado.

Como se ve los principales insumos usados para la cocción son, el GN (50%), el GLP (36%) y la electricidad (13%).

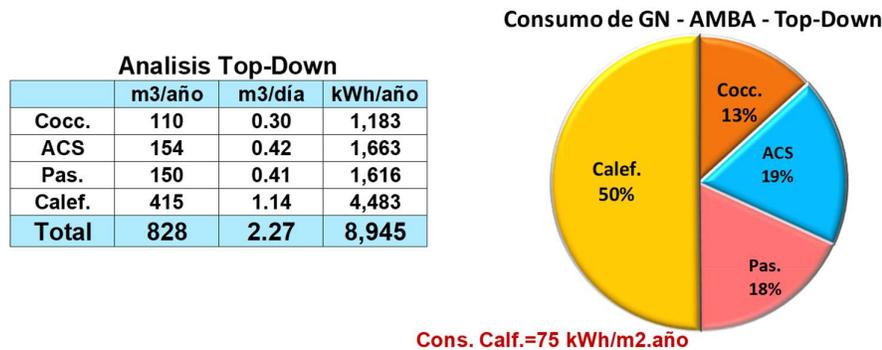
## Consumo de Agua Caliente Sanitaria

Otro consumo importante en los hogares es el consumo de los equipos de calentamiento de agua sanitaria (ACS). Además, asociado a estos equipos, es muy prevalente en el país los consumos asociados a las llamas piloto o el consumo asociado a mantener el agua caliente en los termotanques. Estos consumos pasivos, cuando están presentes, tienen un consumo similar al asociado para calentar 200 litros/día, que es lo que necesita una familia tipo para satisfacer sus necesidades de ACS en el AMBA. Así, los **consumos pasivos** de los equipos de ACS son muy significativos. Según la Encuesta ENGHO del INDEC de 2018, [12] alrededor del 95% los equipos de ACS que se usan GN en Argentina tienen una llama piloto encendida en forma permanente, ver **Figura 8**. Los equipos de acumulación de agua caliente o termotanques (TTQ) tienen un consumo de gas aún superior al de los pilotos, denominado consumo de mantenimiento. Esto se debe a que aun sin consumo de agua caliente, el quemador se enciende periódicamente para mantener la temperatura del agua en su interior, cuyo consumo se suma al de los pilotos. Estos consumos pasivos ocurren las 24 horas, se use o no agua caliente. Los consumos pasivos de los pilotos de los calefones son del orden del  $0,5 \text{ m}^3/\text{día}$  y el de los termotanques varía entre  $0,5$  a  $0,75 \text{ m}^3/\text{día}$ . [13]



**Figura 8.** Insumos energéticos utilizados para el calentamiento de agua sanitaria en Argentina (ACS), izquierda. A la derecha, se indica como se distribuyen los distintos artefactos a GN en Argentina. [6]. TTQ\_GN indica termotanque a gas, Calef.GN indica calefón a gas con piloto. Calef.GN(SP) indica calefón a gas sin piloto. Caldera (GN) se refiere a caldera a gas natural. Estos datos fueron recogidos por el INDEC en 2017. Así vemos que alrededor del 95% de los equipos a GN, tenían pilotos en 2018.

Una vez conocido el consumo base y conociendo el consumo medio de cocción, por diferencia de consumo base, menos el de cocción, podemos inferir el consumo usado en el calentamiento de agua. Además, como los consumo pasivos los podemos estimar en alrededor del 0.5 m<sup>3</sup>/día, un análisis de los consumo globales, ilustrados en la **Figura 9**, nos permite conocer, cuanto gas se usa en los consumos pasivo y el calentamiento de agua propiamente dicha. Desde luego, como no todos los usuarios conectados a la red tienen servicio de ACS a gas, una fracción de ellos tienen sistemas de ACS eléctricos, el valor medio de los datos Top-Down, registrará valores medios de ACS y pasivos menores a los guarismos antes mencionados. Ver **Figura 9**.



**Figura 9.** Izquierda, distribución de los consumos específicos residenciales de gas para usuarios del AMBA, a través de un análisis Top-Down. Derecha, distribución del consumo de gas en el sector residencial en el AMBA. El consumo medio de gas total en esta región (base más calefacción) es de 828m<sup>3</sup>/año y equivale a 8.9 MWh/año. Este consumo equivalente a 75±15 kWh/m<sup>2</sup> para la calefacción.

### Análisis de las Facturas (Botom-up)

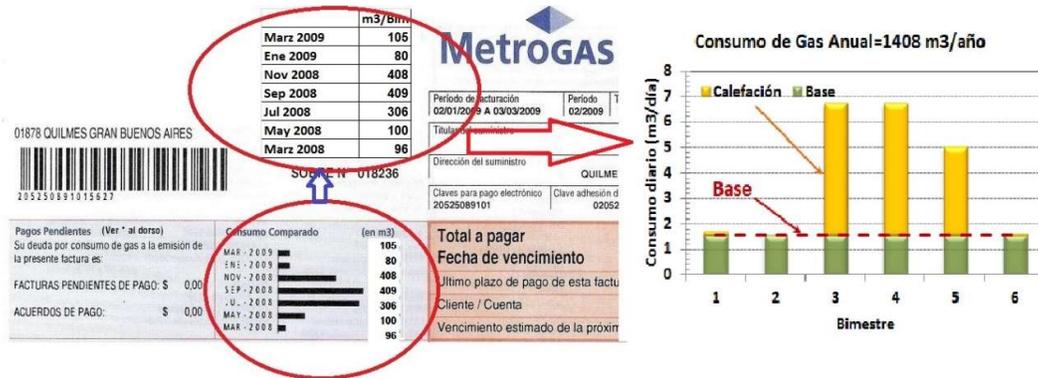
Un segundo análisis complementario del descripto previamente se puede obtener de un análisis *Bottom-Up*, es decir, a partir de un estudio minucioso de los consumos individuales en un conjunto de unas 400 viviendas del AMBA de distintos sectores socioeconómicos, que fueron estudiadas con la metodología descripta de la Ref. [5].

En este caso, el análisis se basa en los datos de facturación provistos por la distribuidora para cada vivienda analizada y la verificación de cada artefacto de presente

en ella. También se acompaña la visita con un conjunto de preguntas realizadas a él o los interlocutores de la vivienda, siguiendo la metodología discutida en la Ref. [5].

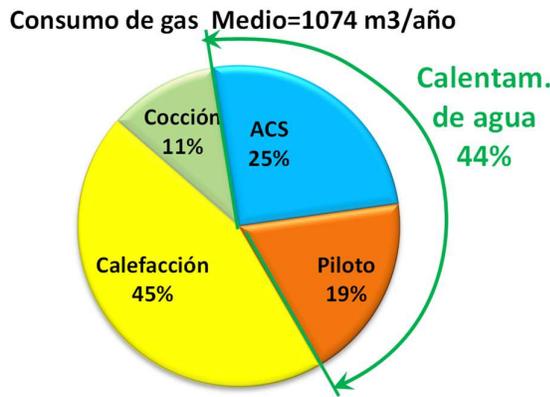
Los datos de facturación de gas se ilustran esquemáticamente en la **Figura 10**, según el siguiente esquema:

- a) Usando los datos de consumo de las facturas de gas de un año, y conociendo los artefactos que dispone la vivienda, se puede simular muy bien los consumos de gas, en forma similar a como se muestra en la **Figura 10**, y se discute en detalle en la Ref. [5].



**Figura 10.** Consumo de gas: a partir de las facturas de gas, (Izquierda) puede obtenerse el consumo por bimestres de los 6 o 7 últimos bimestres. Dividiendo por el número medio de días por bimestres (60,8 días), se puede obtenerse el consumo medio diario por bimestre. Suponiendo que en los bimestres estivales no se usa la calefacción, promediando estos consumos estivales se obtiene el consumo medio base, asociado al uso de cocción u calentamiento de agua. El consumo por encima de este valor en los meses invernales, nos dan una idea del consumo de calefacción.

Con esta información se puede hacer un gráfico de distribución del consumo de gas y total como se ilustra en la **Figura 11**.



**Figura 11.** Consumo gas residencial calculado a partir de una muestra de 150 casas de voluntarios de la UNSAM de nivel socioeconómico medio en la región de CABA y GBA.

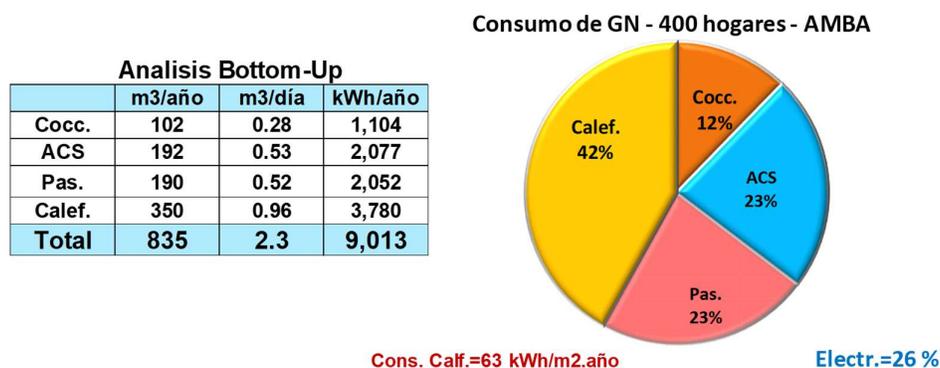
Una vez verificado la consistencia entre los datos reportados por la distribuidora a lo largo del año (factura de gas), los equipos presentes en la vivienda y los tiempos de uso que reportan sus moradores, se construye una separación de los consumos de gas en cada uso (**Figura 13**). Finalmente, se estima el volumen de agua caliente usada por la familia en un día, según el análisis realizada y las características de los equipos. Un valor típico del consumo de ACS es de unos  $50 \pm 15$  litros/día.personas.

En el caso de viviendas sin conexión a redes de gas natural, las que en general usan garras de GLP o leña, se consulta a los moradores por el número de garrafas o los kg de GLP usado en cada uso, cocción, ACS o calefacción. En el caso de usuarios de leña se trata de estimar los kg de leña usada en cada uso. Con esta información se computan los kg de combustibles usada en cada uno de los usos. En Argentina, más del 35% de las familias, o cerca del 40%, usan GLP. Dado que el costo del GLP es muy elevado, y si bien existe un programa de subsidio de garrafas, el Programa Hogar, [14] que alivia el costo del GLP, pero siempre resulta muy oneroso para las familias de bajos ingresos. Por lo que en general el GLP se usa fundamentalmente para cocinar. Ver **Figura 22**.

Con esta metodología se analiza en consumo de gas en cada vivienda. Asimismo, en la misma visita se realiza la auditoria eléctrica siguiendo un procedimiento similar, y basado en las mediciones de consumo de cada artefacto del hogar.

Luego, del conjunto de todas las auditoria individuales, se selecciona el grupo de interés, sobre el cual se realiza un promedio de los consumos de cada dispositivo de hogar y del total. Con este procedimiento se obtiene un gráfico como el que se muestra en la **Figura 12**.

Es interesante destacar que ambas aproximaciones, el *Top-Down* y *Bottom-Up*, brindan resultados coincidentes, lo cual refuerza nuestra confianza en la metodología utilizada, los resultados del análisis, Bottom-Up se sintetizan en la **Figura 12**.



**Figura 12.** Izquierda, distribución de los consumos específicos residenciales de gas para usuarios del AMBA, a través de un análisis Bottom-Up, basado en 400 auditorias de viviendas individuales. Derecha, distribución del consumo de gas. El consumo medio de gas total en esta región (base más calefacción) es de 828m<sup>3</sup>/año y equivale a 8.9 MWh/año. Este consumo equivalente a 63±11 kWh/m<sup>2</sup> para la calefacción.

En definitiva, los consumos de GN indicados en la **Figura 9**, son representativos de los consumos de una familia tipo de la región del AMBA ( 3 personas), bien podrían ser tomados como referencia en esta región del país. Por otro lado, como los registros de temperaturas de otras zonas bioclimáticas argentinas, ver **Figura 13**, son conocidos, es posible adatar estos consumos a otras regiones bioclimáticas de modo de tener en cuenta los distintos escenarios climáticos y evitar posible distorsiones que se han observado en el pasado. [15] La metodología para realizar esta transformación a otras zonas bioclimáticas se discute a continuación.

La temperatura promedio del agua fría en una data localidad, es en promedio aproximadamente igual a la temperatura del suelo a una profundidad de unos 50 cm, que es por donde en general se transporta el agua fría a los hogares. La temperatura del suelo a esta profundidad en prácticamente constante todo el año y muy próxima a la temperatura

media anual de la zona,  $T_{media\_a}$ . [16] Por su parte la temperatura de confort de los sistemas de ACS,  $T_{conf}$ , es 42°C. Por lo que el consumo de gas para abastecer a una familia tipo, 3 personas en otras localidades de país se puede escribir como:

$$Q_{ACS}^{(k)}(3)[m^3 /año] = \left[ Q_{ACS}^{(AMBA)} - Q_{pasiv} \right] \frac{(T_{Conf} - T_{i\_media\_a})}{(T_{Conf} - T_{AMBA\_media})} + Q_{pasiv} \quad (1)$$

Donde,  $i$  designa la región en consideración y  $Q_{ACS}^{(k)}$  el consumo de una familia tipo en esta zona ( $k$ ).  $T_{conf}= 42^\circ\text{C}$  y  $T_{AMBA\_media}=17.5^\circ\text{C}$ , es la temperatura media anual de la región del AMBA y la del suelo a unos 50 cm de profundidad.  $T_{k\_media\_a}$  es la temperatura media anual de la región en cuestión.  $Q_{pasiv}$  designa al consumo pasivo promedio anual, del orden de 150 m<sup>3</sup>/año. [13], [17]

Similarmente, si la familia cuenta con  $N_{per}$  en su hogar, la expresión (1) se transforma en:

$$Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})[m^3 /año] = \frac{N_{per}}{3} \left[ Q_{ACS}^{(AMBA)}(3) - Q_{pasiv} \right] \frac{(T_{Conf} - T_{k\_media\_a})}{(T_{Conf} - T_{AMBA\_media})} + Q_{pasiv} \quad (2)$$

O también, tomando como base los consumos de ACS del AMBA ( $Q_{ACS}^{(AMBA)}(3) = 304 \text{ m}^3/\text{año}$ ) de las **Figura 9** y **Figura 8**, tenemos :

# ZONAS BIOAMBIENTALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

Seis (6) zonas  
Norma IRAM 11603:2012

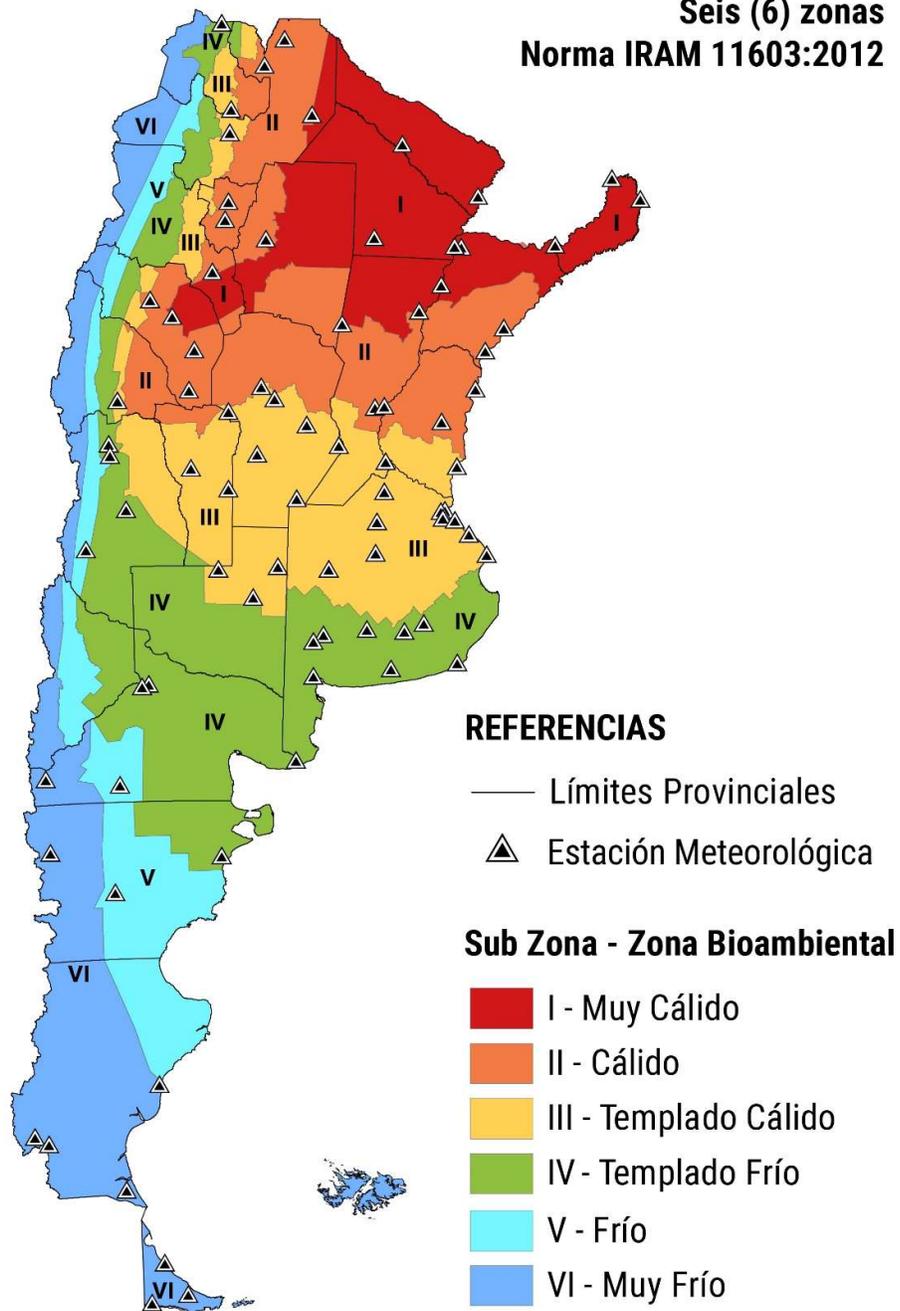


Figura 13. Regiones bioclimáticas argentinas, según Norma IRAM 11603-2012.

$$Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})[m^3/año] = \left\{ N_{per}[51.3] \frac{(42 - T_{i,media,a})}{(24.5)} + 150 \right\} [m^3/año] \quad (3)$$

O

$$Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})[m^3/año] = \{2 \cdot N_{per} \cdot (42 - T_{k\_media\_a}) + 150\} [m^3/año] \quad (4)$$

Si la familia no tiene acceso a GN, la opción más conveniente es en general la de un termotanque eléctrico. Suponiendo un equipo clase B en Eficiencia energética el consumo en la zona del AMBA para una familia de 3 personas es de aproximadamente 3300 kWh/año. [17] Suponiendo para simplificar una proporcionalidad con el número de habitantes, podemos escribir el consumo para ACS con TTQ eléctricos, para otras regiones bioambientales ( $k$ ) como:

$$Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})[kWh/año] = \{44 \cdot N_{per} \cdot (42 - T_{k\_media\_a})\} [kWh/año] \quad (5)$$

Por un argumento similar, teniendo en cuenta que la cocción húmeda esta asociada al calentamiento agua desde la temperatura media del agua al natural ( $T_{i\_media\_a}$ ) hasta los 100°C, el consumo de cocción para una familia de  $N_{per}$ , en la región bioclimática ( $k$ ),  $Q_{Cocc}^{(k)}(N_{per})$ , será:

$$Q_{Cocc}^{(k)}(N_{per})[m^3/año] = \frac{N_{per}}{3} \left[ Q_{Cocc}^{(AMBA)}(3) \right] \frac{(100 - T_{k\_media\_a})}{(100 - T_{AMBA\_media})} \quad (6)$$

O también

$$Q_{Cocc}^{(k)}(N_{per})[m^3/año] = 0.45 \cdot N_{per} \cdot (100 - T_{k\_media\_a}) \cdot \quad (7)$$

Retomando la discusión del calentamiento de agua sanitaria en al AMBA, observamos que es el segundo consumo en importancia en el sector residencial y muy cercano al consumo de calefacción, ver **Figura 9**. El consumo de ACS, representa aproximadamente el 41%  $\pm$ 10% (promedio de los dos análisis) y muy cercano al consumo de calefacción (44%  $\pm$ 10%), del total del consumo de gas en las viviendas en la zona del AMBA y buena parte de la región centro-norte de Argentina. Además, el consumo pasivo constituye en promedio el 20%  $\pm$ 5% del total del consumo de gas, en estas regiones.

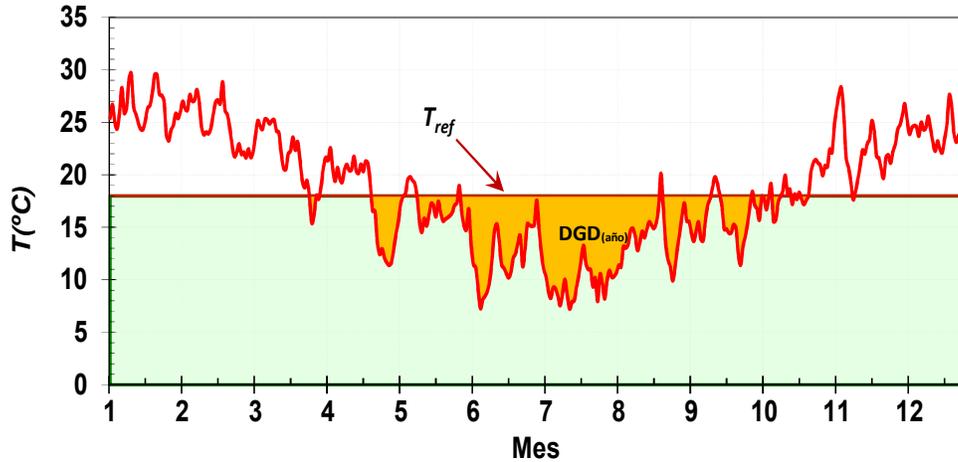
## Consumo de calefacción

Según los análisis que discutimos previamente el consumo medio de calefacción por vivienda en el AMBA es de uno 4,5 MWh/año, como se ve en la **Figura 9**. Si tenemos en cuenta que según el INDEC [18] la superficie media de una vivienda familiar en el AMBA es de 60 m<sup>2</sup>, por lo que el consumo medio de calefacción por m<sup>2</sup>, para los usuarios conectados a la red de gas sería de 75  $\pm$ 15 kWh/m<sup>2</sup>.

La demanda de calefacción está fuertemente asociada a la temperatura y este componente del consumo depende de la diferencia entre la temperatura interior,  $T_{ref}$ , y la temperatura media exterior,  $T_{med}$ . A esta diferencia la llamamos *Deficiencia Grado Día* o *Déficit Grado Día* ( $DGD_{(día)} = (T_{med} - T_{ref})$ ). Varios estudios indican que el consumo de gas depende de la *temperatura efectiva diaria*, [9] que se define como el promedio de la temperatura del día en cuestión el promedio de los tres días anteriores. En este trabajo, tomamos esta temperatura como  $T_{med}$ , que tiene en cuenta la inercia térmica de las construcciones y describe mejor el consumo de energía. Es de esperar que la temperatura interior o de referencia,  $T_{ref}$ , sea cercana a la temperatura de confort. De este modo, el consumo anual, destinado a la calefacción depende del parámetro:

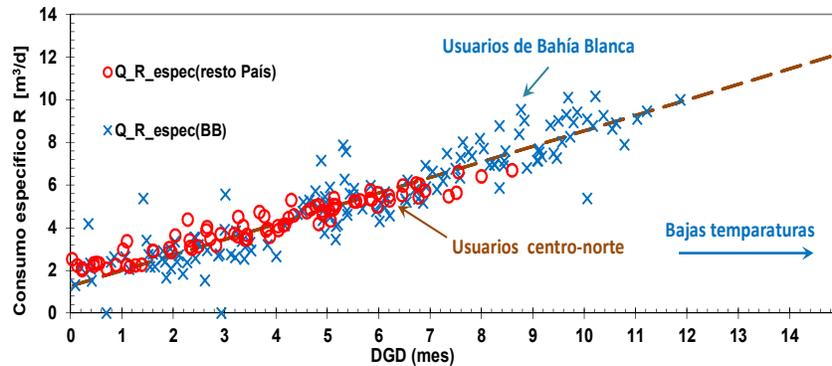
$$DGD_{(año)} = \sum_{i=1}^{365} (T_{ref} - T_{media}) \Big|_{T_{media} < T_{ref}} \quad (8)$$

que se define como la *Deficiencia Grado Día* anual ( $DGD_{(año)}$ ) de cada zona. Si se grafican las temperaturas medias diarias a lo largo de un año, ver **Figura 14**, el valor de  $DGD_{(año)}$  viene dado por el área sombreada entre la temperatura de referencia y la curva que describe la temperatura media diaria.



**Figura 14.** Representación de la temperatura media diaria a lo largo de un año, la línea horizontal, representa la temperatura de referencia,  $T_{ref} \approx 18^\circ\text{C}$ , la  $DGD_{(año)}$  viene dada por el área sombreada (amarilla) de este gráfico. Los datos consignados corresponden a la Ciudad de Buenos Aires (CABA). La temperatura media anual es de  $17,5^\circ\text{C}$ .

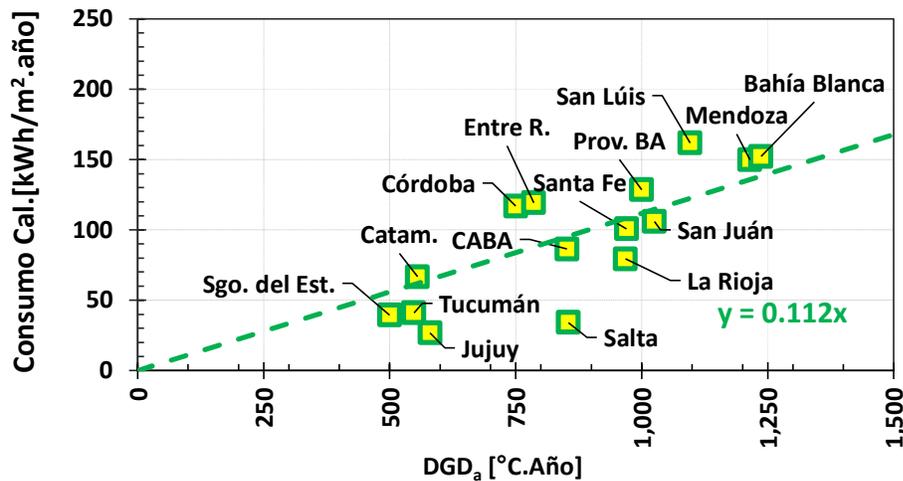
Asimismo, es posible para cada región definir una deficiencia media diaria para cada mes del año ( $DGD_{(mes)}$ ). De hecho, como las temperaturas medias mensuales varían fuertemente a lo largo del año, como así también los consumos específicos medios de cada mes, es posible analizar cómo varían los consumos R con  $DGD_{(mes)}$ , como se muestra en la **Figura 15**.



**Figura 15.** Variación de los consumos específicos diarios, promediados para cada mes, en función del  $DGD_{(mes)}$  de cada mes. Los círculos rojos indican los datos de consumo de los usuarios R para la zona norte y central de Argentina. Las cruces azules corresponden a la zona de Bahía Blanca, que por tener temperaturas relativamente más bajas, presenta valores de  $DGD_{(mes)}$  más altas. Como puede verse, el consumo varía linealmente con  $DGD_{(mes)}$ . La ordenada en el origen corresponde al consumo base.

La **Figura 15** muestra que los consumos asociados a la calefacción, son proporcionales a la  $DGD_{(mes)}$ . La ordenada en el origen está asociada al *consumo base*. De igual forma puede mostrarse que los consumos anuales asociados a la calefacción son, asimismo, proporcionales a las  $DGD_{(año)}$ . Esta relación entre *consumo* y  $DGD$  se observa que es válida para todas las ciudades y regiones de Argentina, pero presentando una variación en su comportamiento en el sur del país [19] asociado a mayores subsidios al gas que se aplican en esta región.

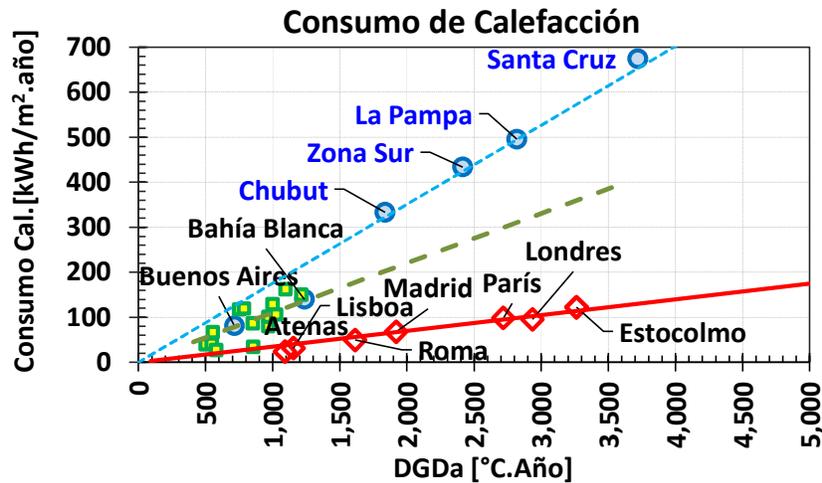
El concepto de Déficit Grado Día ( $DGD$ ) es utilizado en muchos lugares del mundo para caracterizar los consumos por calefacción. [20], [21] De hecho, en las normas IRAM de acondicionamiento térmico de edificios (IRAM 11604) utilizan este parámetro para el diseño y cálculo de los de la aislación térmica en cada región bioclimática de Argentina.



**Figura 16.** Variación de los consumos específicos residenciales anuales usados en calefacción como función del DGD anual ( $DGD_a$ ) para provincias de la región centro-norte. Los cuadrados verdes son los valores observados para las ciudades que tiene gas natural.

Las características de las envolventes de edificios tienen muchas posibilidades de mejorar en Argentina. La dependencia del consumo de calefacción con el Déficit Grado Día anual,  $DGD_a$ ,<sup>3</sup> [8], [22] depende críticamente de las características de la envolvente de la vivienda. Los consumos específicos del sector residencial para las principales ciudades del centro-norte del país varían linealmente con el DGD, tal como se ve en la **Figura 16**. Esta relación entre consumo de energía para calefacción y DGD se ha analizado extensivamente en la literatura [23] [24]. Las desviaciones de esta linealidad, observadas en la **Figura 16** son muy probablemente consecuencia de los niveles socioeconómicos de los habitantes en las distintas ciudades. [15] La principal observación a tener en cuenta, es que siendo el  $DGD_a$  (el subíndice a indica valor anual del DGD) una medida de la rigurosidad de los inviernos en cada lugar se observa que el consumo energético para calefacción varía linealmente con este parámetro en todas las ciudades de Argentina y también en el mundo. Ver **Figura 17**.

<sup>3</sup> Déficit Grado Día anual (DGD) es un parámetro que depende de las temperaturas anuales del lugar y sirve para cuantificar la demanda de energía necesaria para calefaccionar un edificio o vivienda. El DGD se deriva de las mediciones de las temperaturas exteriores. [8], [20]



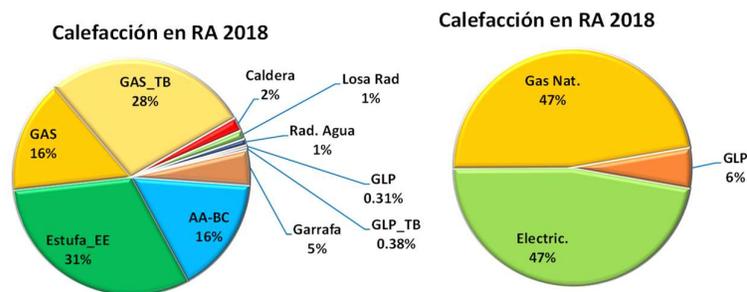
**Figura 17.** Variación de los consumos específicos residenciales anuales usados en calefacción por metro cuadrado de construcción, como función del DGD (anual). Los círculos azules son ciudades del sur de Argentina. Los cuadrados verdes representan ciudades del centro norte del país. Los rombos rojos son los correspondientes consumos de varias ciudades europeas. Como se ve, los consumos específicos de Argentina, para la misma condición climática (valores similares del DGD) son casi 3 veces mayores, para las provincias del centro-norte que las de la UE. [15] [25]

Si se analizan los consumos para calefacción, por  $m^2$  de construcción, para distintas ciudades de Argentina y de Europa, como se ve en la **Figura 17**, como función del  $DGD_a$ ; se observa que los consumos de Argentina, para la misma condición climática (valores similares del  $DGD_a$ ) son casi 3 veces mayores, para las provincias del centro-norte que las de la UE. En el caso de algunas ciudades del sur argentino, este consumo específico puede llegar a ser hasta 5 veces mayores que los registrados en la UE para las mismas condiciones climáticas. [8]

Esta sola observación y la disminución de los consumos específicos que se observan en la UE indican claramente la oportunidad que tenemos como país de reducir nuestros consumos mejorando las características de las envolventes y ajustando las mismas a las condiciones bioclimáticas de cada lugar como recomiendan varias normas nacionales (IRAM 11601, 11604, 11900, etc.) e internacionales.

En definitiva, las **Figura 16**, y **Figura 17**, muestran que el consumo para calefacción depende fuertemente de las características de la *envolvente de la vivienda*, del *DGD característico de cada zona* y de las *dimensiones de la vivienda,  $m^2$* .

Por su parte, la distribución de equipos para calefacción, en la **Figura 18** se muestran los resultados de las ENGHO 2018. [12]



**Figura 18.** Distribución de equipos usado para la calefacción en Argentina. [12] A la izquierda, por tipo de equipos e insumo energético que usa. A la derecha, distribución de los equipos según el insumo energético usado.

Como se ve los principales insumos usados para la calefacción son, el GN (47%), en la electricidad (47%) y GLP (6%) y.

## Generalización del modelo de consumo de gas para las distintas regiones Bioclimáticas de Argentina.

De este modo, a partir de los valores de consumos de calefacción de la región de AMBA, **Figura 9**, podemos inferir el consumo de una familia que habita una vivienda de  $A \text{ m}^2$  en la región bioclimática  $k$ .

$$Q_{Calef}^{(k)}(A)[\text{m}^3 / \text{año}] = \frac{A}{60} 415 \cdot \frac{DGD_a^{(k)}}{DGD_a^{(AMBA)}} [\text{m}^3 / \text{año}], \quad (9)$$

O también, teniendo en cuenta que el  $DGD_a^{(AMBA)} \approx 800 \text{ Grado. días}$  (usando temperaturas efectivas y  $T_{ref} \approx 18^\circ\text{C}$ ),

$$Q_{Calef}^{(k)}(A)[\text{m}^3 / \text{año}] \approx 0.009 \cdot A \cdot DGD_a^{(k)} [\text{m}^3 / \text{año}], \quad (10)$$

Tomando como referencia una vivienda de  $60 \text{ m}^2$ , el consumo de calefacción para las distintas regiones bioclimáticas ( $k$ ) se puede escribir como:

$$Q_{Calef}^{(k)}[\text{m}^3 / \text{año}] \approx 0.52 \cdot DGD_a^{(k)} [\text{m}^3 / \text{año}]. \quad (11)$$

Para calefacción eléctrica con bombas de calor, con Coeficiente de performance (COP) de 3.5, se encuentra que por ventajas en el encendido y apagado del equipo, mejor regulación de los termostatos, eliminación de rejillas de ventilación etc. la mejora de eficiencia respecto de una estufa a gas convencional es superior a un factor 5. Por lo que el consumo de calefacción con estos equipos eléctricos sería de:

$$Q_{Calef}^{(k)}[\text{kWh/año}] \approx 0.11 \cdot DGD_a^{(k)} [\text{kWh/año}]. \quad (12)$$

De modo similar, el consumo para refrigeración en verano, que depende del Exceso grado día de la zona ( $EGD_a$ ), se puede escribir como:

$$Q_{Refr}^{(k)}[\text{kWh/año}] \approx 0.11 \cdot EGD_a^{(k)} [\text{kWh/año}]. \quad (13)$$

Desde luego, el consumo total en acondicionamiento térmico (AT) de la vivienda será:

$$Q_{AT}^{(k)} \approx Q_{Calef}^{(k)} + Q_{Refr}^{(k)}. \quad (14)$$

Nótese, que mientras los consumos de cocción, Ec.(4) y de ACS, Ec.(6) dependen del número de personas,  $N_{per}$ , en el hogar; el consumo de calefacción depende principalmente de la superficie  $A$  de la vivienda o que efectivamente se calefacciona.

## Resultados

Siguiendo la metodología descrita previamente, los resultados de los consumos de los siguientes tipos de hogares, según sean el número de convivientes en la vivienda, I (1 a 2 personas) II (3 a 4 personas) y III (más de 4 personas), para la seis (6) regiones bioambientales del país.

En la Tabla 1, se muestran los resultados de los consumos medios de los hogares que usan GN en los tres consumos principales: cocción, agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción, usando la metodología descrita previamente.

**Tabla 1.** Resultados de los consumos de gas natural (GN) para los distintos tipos de grupos convivientes por hogar en las diversas regiones bioambientales del Argentina. Para familias que usan GN en los tres consumos principales: *cocción, agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción.*

Region 1					Region 2				
Consumo Gas Nat. en (m <sup>3</sup> /mes)				m <sup>3</sup> /año	Consumo Gas Nat. en (m <sup>3</sup> /mes)				m <sup>3</sup> /año
Convivientes	Invierno	Verano	Media estación	Anual	Convivientes	Invierno	Verano	Media estación	Anual
Tipo I (1,2)	77	25	36	564	Tipo I (1,2)	83	27	39	607
Tipo II (3,4)	88	29	41	641	Tipo II (3,4)	94	31	44	690
Tipo III (>4)	98	32	46	719	Tipo III (>4)	104	34	48	763
Region 3					Region 4				
Consumo Gas Nat. en (m <sup>3</sup> /mes)				m <sup>3</sup> /año	Consumo Gas Nat. en (m <sup>3</sup> /mes)				m <sup>3</sup> /año
Convivientes	Invierno	Verano	Media estación	Anual	Convivientes	Invierno	Verano	Media estación	Anual
Tipo I (1,2)	105	35	49	767	Tipo I (1,2)	159	53	74	1,166
Tipo II (3,4)	117	38	54	853	Tipo II (3,4)	174	57	81	1,271
Tipo III (>4)	128	42	60	938	Tipo III (>4)	198	65	92	1,444
Region 5					Region 6				
Consumo Gas Nat. en (m <sup>3</sup> /mes)				m <sup>3</sup> /año	Consumo Gas Nat. en (m <sup>3</sup> /mes)				m <sup>3</sup> /año
Convivientes	Invierno	Verano	Media estación	Anual	Convivientes	Invierno	Verano	Media estación	Anual
Tipo I (1,2)	258	85	120	1,883	Tipo I (1,2)	467	154	217	3,414
Tipo II (3,4)	278	92	129	2,033	Tipo II (3,4)	490	161	227	3,581
Tipo III (>4)	298	98	138	2,181	Tipo III (>4)	506	167	235	3,698

**Tabla 2.** Resultados de los consumos de GLP para los distintos tipos de grupos convivientes por hogar en las diversas regiones bioambientales del Argentina. Para familias que usan GLP principalmente para *cocinar.*

Region 1					Region 2				
Consumo GLP en (kg/mes)				kg (GLP)/año	Consumo GLP en (kg/mes)				kg (GLP)/año
Conviviente	Invierno	Verano	Media estación	Anual	Conviviente	Invierno	Verano	Media estación	Anual
Tipo I (1,2)	5	5	5	58	Tipo I (1,2)	5	5	5	60
Tipo II (3,4)	8	7	7	87	Tipo II (3,4)	8	7	7	90
Tipo III (>4)	13	11	12	145	Tipo III (>4)	13	12	12	149
Region 3					Region 4				
Consumo GLP en (kg/mes)				kg (GLP)/año	Consumo GLP en (kg/mes)				kg (GLP)/año
Conviviente	Invierno	Verano	Media estación	Anual	Conviviente	Invierno	Verano	Media estación	Anual
Tipo I (1,2)	6	5	5	62	Tipo I (1,2)	6	5	5	63
Tipo II (3,4)	8	7	8	93	Tipo II (3,4)	8	7	8	94
Tipo III (>4)	14	12	12	150	Tipo III (>4)	14	12	13	157
Region 5					Region 6				
Consumo GLP en (kg/mes)				kg (GLP)/año	Consumo GLP en (kg/mes)				kg (GLP)/año
Conviviente	Invierno	Verano	Media estación	Anual	Conviviente	Invierno	Verano	Media estación	Anual
Tipo I (1,2)	6	5	5	66	Tipo I (1,2)	6	5	6	69
Tipo II (3,4)	9	8	8	98	Tipo II (3,4)	9	8	8	103
Tipo III (>4)	15	13	13	164	Tipo III (>4)	15	13	14	172

En la **Tabla 2**, se muestran los resultados de los consumos de los usuarios de GLP que los usan principalmente en la cocción. Como se ve en las **Figura 8** y **Figura 18**,

los usuarios que usan GLP, lo hacen principalmente para cocinar, mientras que la alternativa más común en el país al GN para ACS y calefacción es la electricidad.

## Conclusiones

En el presente estudio, realizamos un análisis de consumo de gas natural por redes en distintas regiones de Argentina. Para este estudio se tomó como base los consumos globales de gas natural de los últimos 30 años de todo el país disponibles en los informes y páginas web de ENARGAS, Secretaría de Energía de la Nación y distintas Distribuidoras de gas del país. Asimismo, se consideró en este análisis cerca de 400 auditorías energéticas realizadas en la región del AMBA para distintos sectores socioeconómicos.

En primer lugar, se comprueba, que coincidentemente con estudios anteriores, en hogares del AMBA hay un conjunto relativamente pequeño de unos 2 o 3 servicios energéticos, los llamados *consumo claves*, que son responsables de cerca del 80% de consumo energético residencial. En el caso del gas natural, estos consumos claves son: calefacción, agua caliente sanitaria y sus consumos pasivos asociados (pilotos y consumo de mantenimiento de termotanques). Por lo tanto, toda política orientada a reducir los consumos en este sector debería comenzar por informar a los usuarios a optimizar y reducir estos consumos.

Con argumentos basados en la observación de los consumos globales y de auditorías individuales, es posible obtener ecuaciones que permiten estimar los consumos de familias de distintos tamaños, con número de personas en su seno diversos y distintas superficies cubiertas de las viviendas, calcular sus consumos de gas en las distintas regiones bioclimáticas de Argentina.

Dado que todos estos consumos, son elásticos y susceptibles de reducirse considerablemente, en los Anexos de este estudio se analizan diversas medidas de Uso Racional y Eficientes de la Energía (UREE), que creemos podría ser útiles para que los usuarios puedan reducir significativamente sus consumos, de modo de lograr satisfacer sus necesidades básicas, usando el mínimo de energía posible.

La adopción de medidas de UREE, permitiría a las personas, satisfacer sus necesidades básica, usando menos energía de modo de reducir sus gastos en energía, a la par de reducir sus emisiones de carbono, que es un objetivo deseable desde el punto de vista ambiental y preservando valiosos recursos energéticos del país. Al poder lograr satisfacer sus necesidades usando menos energía, es posible incrementar el acceso a los beneficios de la energía de más personas, en particular a aquellas de menores ingresos.

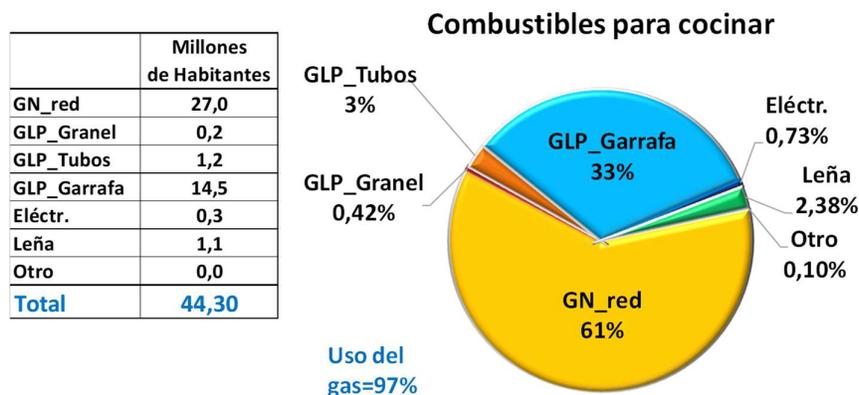
Por último, en los Anexos se discute los consumos de los servicios básicos de los usuarios que no están conectados a las redes de gas y dependen de uso de gas envasado o GLP, principalmente para la cocción.

Agradecemos a todo el personal de ENARGAS y colegas de INTI Energía, que colaboraron en la preparación de este informe. En particular agradecemos el apoyo de la Dra. Griselda Lambertini, Ing. Marcos Sayoni, Ing. Horacio Flores y el Sr. Fernando Litvac.

## Anexo A- Consumo de Cocción

La cocción se erige como el servicio energético más fundamental e indispensable en nuestra sociedad. Para las familias de bajos ingresos que emplean gas envasado (GLP), este consumo tiene un impacto significativo en sus presupuestos y en su calidad de vida. El consumo energético en la cocción, no solo depende de la eficiencia del dispositivo: cocina, anafe y horno, sino que también los modos y hábitos de cocción inciden de manera considerable en el consumo de energía. En este anexo y en el anexo E, se identifican numerosas acciones de eficiencia y uso racional, de fácil implementación y coste muy reducido. Por ejemplo, el simple acto de utilizar la tapa en cacerolas y ollas durante la cocción puede mejorar la eficiencia en un aproximado del 30%. [26] Asimismo, el uso de ollas térmicas u “Ollas Brujas”, [27] demuestran ser altamente eficaces al reducir el consumo de energía para la cocción hasta en un 50%. [28]

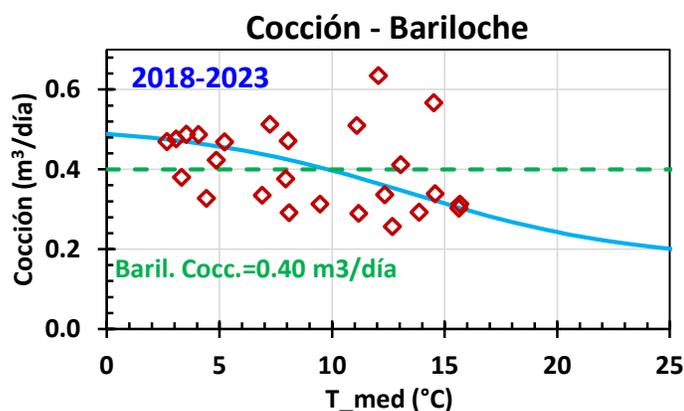
A pesar de que el 98% de los hogares argentinos tiene acceso a los servicios eléctricos y alrededor del 60% está conectado a las redes de gas natural (GN). [2], [29] aproximadamente el 40% de los usuarios opta por el gas envasado o Gas Licuado de Petróleo (GLP). Además, aún hay cerca de un millón de personas en el país que dependen de la leña para cocinar. Ver (*Figura 19*). [30]



*Figura 19.* Combustibles usados en Argentina para la cocción en el año 2018 (gráfico de torta). La tabla de la izquierda indica el número de habitantes que depende de los distintos combustibles para cocinar de INDEC, 2010. [30] Fuente: Elaboración de los autores con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos -INDEC.

Como se discutió previamente, en el caso del GN el consumo de cocción puede obtenerse con bastante precisión. En muchas ciudades de Argentina, hay muchos edificios que tienen servicios de calefacción y calentamiento de agua centrales. Es decir, el consumo de calefacción y el de Agua Caliente Sanitaria (ACS) se factura al consorcio del edificio en una única factura. Por su parte, el consumo de cada unidad funcional, donde el gas se usa principalmente para cocción, se factura a cada vivienda individual (unidad funcional). De este modo, la información del consumo medido por el medidor de gas de estas viviendas corresponde sólo a la cocción. Ver **Figura 6**. Esta información está disponible en las distintas distribuidoras del país, ya que las calderas necesarias para aportar los servicios de calefacción y ACS central deben ser habilitadas por dichas distribuidoras.

Dado que, en el país, hay muchos edificios, cada uno de ellos con decenas de unidades individuales con estas características, este estudio puede realizarse ya que las distribuidoras disponen de este registro de consumos por más de una década.



**Figura 20.** Consumo de gas para cocción. Datos obtenidos de edificios de Bariloche con servicios centrales de calefacción y ACS. El consumo promedio de gas para cocción es de  $0,4 \pm 0,2$  m<sup>3</sup>/día.hogar, equivalente a  $4,3 \pm 0,2$  kWh/día.hogar. La figura muestra una correlación entre el consumo de cocción y la temperatura. En los días más fríos, se tiende a consumir algo más de energía que en los días más calurosos. El consumo por usuario en Bariloche es algo mayor al de CABA, reflejando las características climáticas de ambos lugares.

En la **Figura 20** se muestran los valores de los consumos de cocción de 11 departamentos de Bariloche de condición social media, con conexión a GN. En esta figura, se presentan los consumos promedios diarios (en m<sup>3</sup>/día) a lo largo de cada mes y también las temperaturas medias mensuales para los años 2020 a 2022.

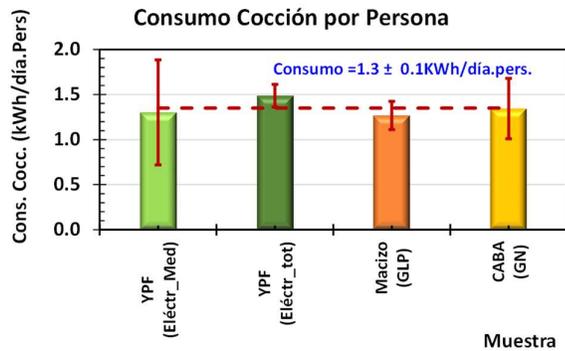
En invierno, se tiende a consumir algo más de energía para cocinar que en los días de verano. Así, el consumo para la cocción aumenta en los días fríos. La variación de consumo entre verano e invierno es del orden del 30%. Este comportamiento refleja la característica de que las personas tendemos a comer comidas más livianas y frías en los días calurosos que en los fríos. [31] Dado que, en CABA, el número medio de personas por vivienda es de 1.9, [6] el consumo medio por persona es de  $1,3 \pm 0,2$  kWh/día.pers.

Durante 2023, se hicieron varios estudios de los consumos en Barrios populares del AMBA, mucho de ellos sin acceso a gas Natural y en los que se relavaron los consumos eléctricos y GLP. [10], [11] En estos estudios se relavaron los consumo de cocción de diversos hogares que usaban para cocinar tanto cocinas electricas como GLP. En la **Tabla 1** y **Figura 21**, e resumen los resultados.

**Tabla 3.** Resumen de los consumos diarios y anuales en cocción de las viviendas estudiadas.

Consumos	Cons. Cocc. x Pes. (kWh/día.pers.)	Desv. Estand. (kWh/día.pers.)
YPF (Eléctr_Med)	1.3	0.6
YPF (Eléctr_tot)	1.5	0.1
Macizo (GLP)	1.3	0.2
CABA (GN)	1.3	0.3
<b>Promedio</b>	<b>1.3</b>	<b>0.1</b>

En la **Figura 21** se ilustran los datos de consumos de la **Tabla 3**.



**Figura 21.** Consumos medios de cocción por día y personas en los cuatro casos estudiados. Como se ve los valores, dentro de las dispersiones propias de los datos, concuerdan muy bien entre sí y son consistente con un consumo medio de cocción de  $1.3 \pm 0.1$  kWh/día.persona.

Si bien, según lo indicado en la Ref. [26], las eficiencias de cocción de los diversos equipos de cocción, varían según la tecnología usada, gas o electricidad (resistencia), estos valores de mejoras en eficiencia se suponen están presentes cuando la superficie inferior de la cacerolas u ollas son planas y hacen buen contacto con la superficie de los anafes eléctricos. Dado que, estas condiciones no siempre se cumplen, una buena parte de las mejoras de eficiencia de los anafes eléctricos, es posible que se pierda. Así, los valores medios de cocción con todas las tecnologías estudiadas (GN, GLP y electricidad), son consistentes con un único valor:  $1.3 \pm 0.1$  kWh/día.persona o  $475 \pm 40$  kWh/año.persona. Esto equivale a unos  $130 \text{ m}^3(\text{GN})/\text{año}$ , o bien a  $110 \text{ kg}(\text{GLP})/\text{año}$  o  $1450 \text{ kWh/año}$  para la cocción eléctrica con resistencia, para una familia de tres personas, en la zona de AMBA.

Por otra parte, tomando como base las potencias de las hornallas y hornos de cocina publicadas por ENARGAS, [32] haciendo hipótesis de tiempos de cocción compatibles para una familia tipo de tres personas en la región de AMBA, obtenmos los valores que se ilustran en la **Tabla 4**.

**Tabla 4.** Consumos medios de cocción estimados a partir de tiempos de uso y potencias de cocinas a gas típicas de Argentina.

Consumo Cocinas	Potencia componente	Potencia componente	Flia 3 pers	Flia 3 pers	Consumo Energía	Consumo Gas Natural	Consumo GLP
Artefacto	Consumo kcal/h	Consumo kW	Tiempo de uso min/día	Tiempo de uso horas/día	kWh/día	m3/día	kg (GLP)/día
Quemador chico	1000	1.16	15	0.25	0.29	0.03	0.022
Quemador mediano	1400	1.63	20	0.33	0.54	0.05	0.042
Quemador grande	1800	2.09	20	0.33	0.70	0.06	0.054
Quemador de horno	3000	3.48	30	0.50	1.74	0.16	0.134
Región AMBA					kWh/día	m3(GN)	kg (GLP)
Consumo diario/ Flia					3.27	0.30	0.25
Consumo diario/Pers					1.09	0.101	0.084
Región AMBA					kWh/día	m3(GN)	kg (GLP)

**Tabla 5.** Consumos medios de cocción estimados para usuarios de GN en las seis (6) regiones bioambientales analizadas para tres tipos (tamaño) de familias estudiadas.

Consumo de GN	Cocción		Consumo anual .pers.	Consumo anual .pers.	Flia. T1	Flia. T2	Flia. T3
Región	DGD	Tmed	N_personas	N_personas	2	3	5
			kWh/año	m <sup>3</sup> (GN)/año	m <sup>3</sup> (GN)/año	m <sup>3</sup> (GN)/año	m <sup>3</sup> (GN)/año
1	324	22	378	35.0	70	105	175
2	519	20	388	35.9	72	108	180
3	883	18	398	36.8	74	110	184
4	1317	16	407	37.7	75	113	189
5	1742	12	427	39.5	79	119	198
6	3668	8	446	41.3	83	124	207

**Tabla 6.** Consumos medios de cocción estimados para usuarios de GLP en las seis (6) regiones bioambientales analizadas para tres tipos (tamaño) de familias estudiadas.

Consumo de GLP	Cocción		Consumo	Consumo	Flia. T1	Flia. T2	Flia. T3
Región	DGD	Tmed	N_personas	N_personas	2	3	5
			kWh/año	kg(GLP)/año	kg(GLP)/año	kg(GLP)/año	kg(GLP)/año
1	324	22	378	29.1	58	87	145
2	519	20	388	29.8	60	90	149
3	883	18	398	30.6	61	92	153
4	1317	16	407	31.3	63	94	157
5	1742	12	427	32.8	66	98	164
6	3668	8	446	34.3	69	103	172

Por lo tanto, usando la misma notación de las Ec.(5) y Ec.(6), en la región bioclimática ( $k$ ), el consumo de cocción para una familia de  $N_{per}$ ,  $Q_{Cocc}^{(k)}(N_{per})$ , que usa gas natural (GN) para este fin, será:

$$Q_{Cocc}^{(k)}(N_{per})[m^3/año] = 0.45 \cdot N_{per} \cdot (100 - T_{k\_media\_a}) \cdot (11) \quad (11)$$

Si la misma familia en la misma zona ( $k$ ) usa GLP, su consumo será:

$$Q_{Cocc}^{(k)}(N_{per})[kg(GLP)/año] = 0.36 \cdot N_{per} \cdot (100 - T_{k\_media\_a}) \cdot (12) \quad (12)$$

Si la misma familia en la misma zona ( $k$ ) usa cocina eléctrica a resistencia, su consumo será

$$Q_{Cocc}^{(k)}(N_{per})[kWh/año] = 4.9 \cdot N_{per} \cdot (100 - T_{k\_media\_a}) \cdot (13) \quad (13)$$

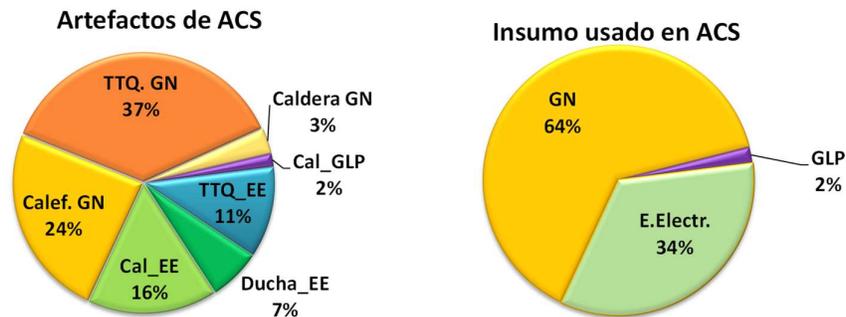
## Anexo B- Consumo de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

En esta sección se analizan y comparan los consumos energéticos asociado al Agua Caliente Sanitaria (ACS), de distintos sectores sociales de CABA y en la región de GBA.

### Consumo de ACS en viviendas con acceso a redes de Gas natural

En muchas viviendas, el consumo de energía empleado en **Agua Caliente Sanitaria constituye en general el segundo consumo en importancia en el sector residencial**, tanto a nivel global como local, ver Ref. [33], [34], [35] En Argentina, la energía usada en ACS representa aproximadamente el 33% del consumo de la energía residencial. [17], [36], [37]

Los equipos de calentamiento de agua más usados en Argentina se muestran en la **Figura 22**, obtenidos de los resultados preliminares de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (ENGHO) 2017-2018, [12]



**Figura 22.** A la izquierda se muestra la distribución de los artefactos usados para calentar agua en Argentina. Cal. Representa calefones, TTQ indica termotanques, GN= gas natural, EE= Energía eléctrica. A la derecha se muestra la distribución del insumo energético usado en ACS. [12]

Los equipos de calentamiento de agua más usados son los siguientes:

- **Calefones a gas:** (Calef.\_GN) y (Calef.\_GLP), son sistemas de calentamiento de agua instantáneos, sin acumulación de agua caliente. Hay equipos que funcionan a GN y otros a GLP. Cuentan con sistema de etiquetado de eficiencia energética obligatoria. La norma nacional que regula su eficiencia es la Norma Argentina de Gas NAG 312 de ENARGAS. [2]



**Figura 23.** Arriba *equipos convencionales* a gas, abajo los principales equipos de ACS *convencionales eléctricos*, los más usados en Argentina. De izquierda a derecha: termotanque eléctrico, ducha eléctrica, y calefón eléctrico.



**Figura 24.** Equipos de ACS. Izquierda: solar térmico. Centro: solar térmico con apoyo de calefón modulante a GN, apto solar (ST+Calef. Mod.). Derecha: termotanque eléctrico con Bomba de Calor (TTQ EE(B.C.)).

**Tabla 7.** consumos medios de los equipos de ACS más usados en Argentina, por una persona y para una familia de tres miembros. Tomado como base un consumo de ACS de 50 litros/día/persona, excepto para la ducha eléctrica y el calefón eléctrico, donde se supuso un uso de 25 litros por ducha. Los equipos con sombreado verde claro, son los más eficientes del mercado. [13]

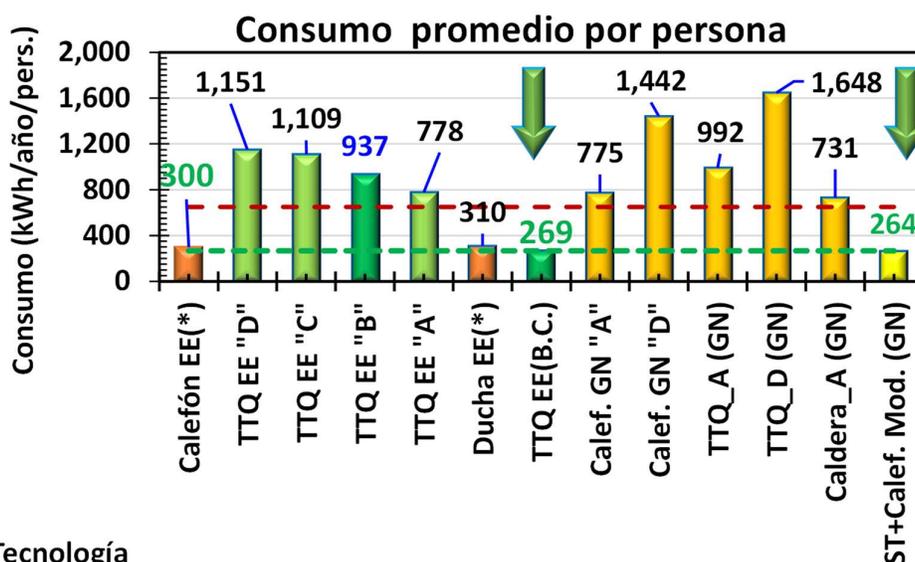
Equipo	Consumo promedio por persona (kWh/año) C_ACS0	Consumo para una familia de 3 Pers. en (MWh/año)
Calefón EE(*)	300	1.1
TTQ EE "D"	1,151	3.5
TTQ EE "C"	1,109	3.3
TTQ EE "B"	937	2.8
TTQ EE "A"	778	2.3
Ducha EE(*)	310	1.1
TTQ EE(B.C.)	269	1.0
Calef. GN "A"	775	2.8
Calef. GN "D"	1,442	5.2
TTQ_A (GN)	992	3.6
TTQ_D (GN)	1,648	5.9
Caldera_A (GN)	731	2.6
ST+Calef. Mod. (GN)	264	0.9
Consumo Eficiente	848	3.1
Eficiente Plus	266	0.8

(\*) Para ducha con 25 litros

- **Termotanques a gas y eléctricos:** (TTQ\_GN, TTQ\_GLP y TTQ\_EE) son sistemas de calentamiento de agua por acumulación. Es decir, calientan el agua, usando GN, GLP o electricidad y acumulan el agua caliente en un tanque con aislación térmica. Los termotanques a gas tienen un sistema de etiquetado en eficiencia obligatorio norma NAG 313 de ENARGAS. [2] Por su parte los termotanques eléctricos, disponen de un sistema de etiquetado diferente, regido por la Norma IRAM 62410

(2012). Según la Disposición 172 de la Dirección Nacional de Comercio Interior, desde 2016 es de carácter obligatoria.

- **Calderas a gas** (GN y GLP) son unidades de calentamiento de agua instantáneo de mayor potencia que los calefones, para proveer ACS como agua caliente para calefacción (radiadores o piso radiante). En general se usan en viviendas con acceso a GN por redes y familias de nivel socioeconómico medios y altos.
- **Calefones eléctricos con ducha:** son equipos que cuentan con un pequeño reservorio de agua caliente, de 20 a 35 litros, que se calienta por medio de una resistencia eléctrica para una ducha corta. Estos equipos son de bajo costo y brindan solo un servicio para ducha, que requieren una preparación previa a su uso de al menos 15 minutos. Son muy usados en viviendas de *bajos recursos* que tienen servicios eléctricos por red. No hay normas de seguridad, ni de eficiencia vigentes para ellos.
- **Calentadores instantáneos eléctricos o duchas eléctricas** (*Chuveiros*): son equipos que calientan agua para ducha, en forma instantánea. Demandan una potencia eléctrica elevada, lo que genera un pico de consumo muy pronunciado y puede tener algunos riesgos de seguridad eléctrica. Son muy usados en Brasil y en viviendas de bajos recursos en Argentina, que disponen de servicios eléctricos por red. *No hay normas de seguridad, ni de eficiencia vigentes para ellos en Argentina.*



### Tecnología

**Figura 25.** Consumos de ACS por persona y con un consumo de agua caliente de 50 litros/día, excepto para el calefón EE y Ducha EE donde se supone un consumo de 25 litros/día (un consumo no totalmente satisfactorio). Las barras verdes se refieren a equipos eléctricos (EE) y las barras amarillas a los consumos de equipos a gas natural (GN). Las barras naranjas, son consumos algo insuficientes. Las flechas verdes indican los sistemas de ACS más eficientes del mercado. Las líneas de trazos rojos, indican consumos eficientes con equipos convencionales mientras la curva de trazos verde, son consumos eficientes (plus) con equipos disponibles en el mercado, de mayor precio que los convencionales.

Los sistemas solares térmicos híbridos<sup>4</sup> (ST+Calef. Mod.) y los termostanques que calientan agua con bombas de calor (TTQ EE(B.C.)). [38], [39] ya están disponibles en el mercado local. Ver **Figura 22**. Su incidencia todavía es muy pequeña en Argentina,

<sup>4</sup> Sistema solar térmico complementado con un sistema de energía convencional. [41]

no obstante, sus ventas están aumentando a nivel global y local, quizás la mayor barrera de esta tecnología es su alto costo inicial de entre 2 a 2.5 veces mayor a los convencionales.

Los equipos de ACS convencionales -a gas natural, a GLP y eléctricos- dominan el parque actual, [40], como lo muestra la **Figura 22**. Hay varios estudios sobre los consumos y costos de los distintos equipos de ACS en Argentina. [17], [41], [42], [43] A partir del estudio empírico de los distintos equipos de ACS y siguiendo la Ref. [34] de los consumos medios de los equipos de ACS más usados en Argentina, mostrados en la **Tabla 7**, cuyos valores se ilustra en la **Figura 25**. Aquí la notación usada es: EE=Eléctrico, GN=Gas Natural, GLP= gas licuado de petróleo, ST= solar térmico y B.C.= bomba de calor. En la **Tabla 7** y la **Figura 25** se indican los consumos eficientes con equipos convencionales (a GN, GLP y EE) con costos iniciales que en general no exceden los 400 USD. Por otra parte, los equipos **Eficientes Plus**, se refieren a sistemas solares térmicos con apoyo de calefones a GN(Clase A) Modulante (aptos solar) o bien termotanques con Bomba de Calor (TTQ EE(B.C.)). Si bien estos equipos están disponibles en el mercado, su uso no está difundido, seguramente debido a que sus costos iniciales exceden a los convencionales en un factor mayor de dos, es decir sus costos en Argentina excede los 1000 USD.

Para estimar los consumos de ACS, en la región bioclimática ( $k$ ), de cocción para una familia de  $N_{per}$ ,  $Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})$ , que usa gas natural para este fin, será:

$$Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})[m^3/año] \approx 0.0926 \cdot C_{ACS0} \cdot N_{pers} [m^3/año] \quad (14)$$

donde el coeficiente  $C_{ACS0}$  es el consumo por persona, que se presenta para cada tecnología de la segunda columna de la Tabla 2.

Similarmente, para el caso eléctrico:

$$Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})[kWh/año] \approx C_{ACS0} \cdot N_{pers} [m^3/año] \quad (15)$$

y GLP:

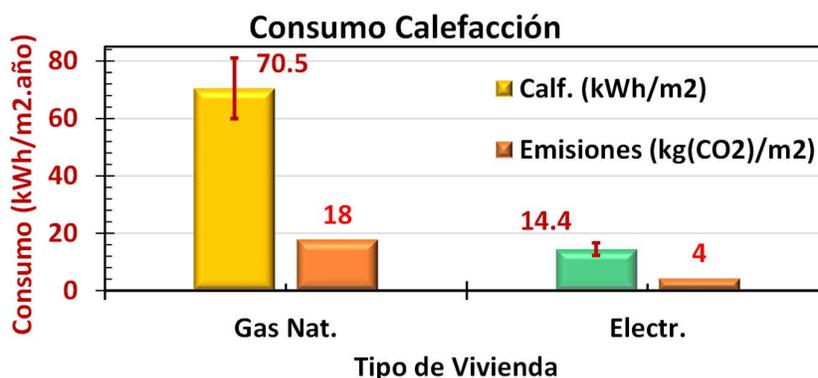
$$Q_{ACS}^{(k)}(N_{per})[kg(GLP)/año] \approx 0.074 \cdot C_{ACS0} \cdot N_{pers} [m^3/año] . (16)$$

## Anexo C- Consumo de Acondicionamiento Térmico

En la región del AMBA, como ya vimos, la calefacción es responsable del  $50\% \pm 10\%$  del consumo de energía del sector, este consumo es equivalente a unos  $75 \pm 15$  kWh/m<sup>2</sup>.ano para la región del AMBA.

Sin embargo, varios estudios de campos recientes en el AMBA, [44], [11] arrojan valores de consumo de calefacción sorprendentemente bajos usando bombas de calor (BC) o acondicionadores de air frío/calor (AA F/C). Estos estudios de campo, que analizaron más de 390 hogares del AMBA con diversos métodos de acondicionamiento térmico y distintas condiciones socioeconómicas. Uno de los hallazgos significativos de esta investigación es que el uso de BC, en temporadas de calefacción, puede reducir los consumos de calefacción en factores de 5 a 7 en comparación con sistemas tradicionales basados en gas natural (GN) como estufas de tiro balanceado y calderas. Ver **Figura 26**. Estos estudios muestran que mientras una vivienda estándar del AMBA con calefacción a GN tiene un consumo de calefacción de  $75 \pm 15$  kWh/m<sup>2</sup>, una vivienda similar con calefacción con AA F/C tiene un consumo de calefacción  $12 \pm 5$  kWh/m<sup>2</sup>, o sea unas 7 veces menores.

Estas ventajas de las BC respecto de los sistemas tradicionales a gas (o eléctricos) se deben principalmente a la alta eficiencia de las BC (350% a 400%) relativa a una estufa de tiro balanceado (~70 %) o sea un factor cercano a 5. Además, las BC son fáciles de prender y apagar, que contrasta con las estufas a gas, lo que incrementa más su potencial de ahorro de energía. Por otro lado, al encender una BC ya se dispone de un termostato en la mano, con lo que se logra una eficiencia aún mayor, por una mejor regulación de la temperatura de los ambientes. Todas estas ventajas hacen que las BC localizadas solo en los ambientes que se usan, generan una notable mejora en la eficiencia energética de la calefacción.



**Figura 26.** Comparación de los consumos de calefacción por m<sup>2</sup> para viviendas de sectores de extracción media y alta de CABA con acceso a redes de gas natural (barra amarilla) y del barrio Mugica (sector YPF-barra verde), con calefacción eléctrica en un 80% usando BC. Las barras naranjas corresponden a las emisiones de carbono por m<sup>2</sup> asociadas a la calefacción de estas mismas viviendas.

Tomado un valor conservador, podemos decir que los consumos de calefacción con BC en diversas zonas bioclimáticas de Argentina, son en principio 5 veces menores que las que se logra con sistemas convencionales de GN o GLP. Usando la misma notación de las Ec.(9) y Ec.(10), el consumo de calefacción en la región ( $k$ ), para una vivienda de  $A$  m<sup>2</sup> cubiertos, que usa GN, será:

$$Q_{Calef}^{(k)}(A)[m^3 / año] \approx 0.009 \cdot A \cdot DGD_a^{(k)}[m^3 / año]. \quad (17)$$

La misma vivienda usa resistencias eléctricas para calefacción, el consumo anual será:

$$Q_{Calef}^{(k)}(A)[kWh/año] \approx 0.05 \cdot A \cdot DGD_a^{(k)}[kWh/año], \quad (18)$$

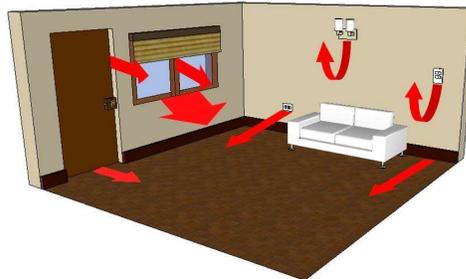
La misma vivienda usando BC para calefacción, tendrá un consumo anual de:

$$Q_{Calef}^{(k)}(A)[kWh/año] \approx 0.02 \cdot A \cdot DGD_a^{(k)}[kWh/año], \quad (19)$$

## Anexo D - Medidas de Eficiencia de bajo costo

### Medidas de bajo costo calefacción en invierno

La experiencia con auditorías de viviendas en Argentina [45] y en otros lugares, [46] muestra que es posible realizar reducciones importantes en consumo de energía, mejorando las condiciones de confort de sus habitantes, con medidas de racionalización y eficiencia de bajo costo. [47]



**Figura 27.** Esquema de infiltraciones de aire por puerta, ventana, luces, enchufe y zócalo<sup>5</sup>.

Estas medidas pueden aportar ahorros de energía en calefacción y refrigeración, que típicamente pueden ir del 30% al 60% del consumo en estos usos. Las siguientes sugerencias ayudarán a ahorrar energía, dinero y mantener un ambiente confortable durante el invierno. Algunos consejos se pueden utilizar a diario y otras son acciones sencillas y económicas. Para ello es primordial comenzar con “*el uso racional*”.

- **Evitar las infiltraciones de aire**, por ejemplo, alrededor de puertas, ventanas, taparrollo, luces empotradas, a lo largo del zócalo o el borde del piso.
- **Colocar burletes en puertas y ventanas de manera de reducir las infiltraciones de aire**, o cambiar los burletes que estén gastados. Hay varios videos que ilustran como colocar burletes en puertas y ventanas. [48]

<sup>5</sup> Sergio Antonio Navarrete Boutaud Concepción-Chile, Infiltraciones de Aire en la Vivienda. Tesis para optar al grado de magister en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica, 2016.



**Figura 28.** Ejemplo de diferentes tipos de burlete, izquierda en ventana y derecha en puertas.

- **Aprovechar el sol**, abrir las cortinas de las ventanas que den al norte durante el día, para permitir que el sol caliente el hogar en invierno. Lo opuesto se debe hacer en verano.
- **Usar cortinas o persianas:** en invierno, cerrar cortinas, persianas o postigos de madera o plástico en ventanas y balcón durante la noche, amortigua el efecto de las temperaturas bajas del exterior, ver **Figura 29**. Asimismo, cerrar las puertas.
- **Preparar la vivienda para la estación de año que se inicia.** Por ejemplo, antes del invierno o el inicio del verano. Revisar la hermeticidad de los cierres de puertas y ventanas, renovar burletes. En algunas ventanas que no se usan mucho, se pueden colocar láminas de polietileno que actúe como vidrio doble. En inglés esta adecuación es llamada *winterizing* [49]



**Figura 29.** Fotos termográficas de una ventana, izquierda medición de la temperatura de la pared (18,3 °C), medio temperatura de la superficie del vidrio (2,9 °C) y derecha temperatura del vidrio una vez que se cierra la persiana de madera (18,7 °C).

Mediante las cámaras termográficas infrarrojas (IR), actualmente algunos *smartphones* vienen con una cámara térmica IR ya incorporada, se pueden realizar evaluaciones rápidas de las zonas donde hay pérdidas de calor. En la **Figura 29** se pueden observar fotos termográficas de una misma ventana. Con la cámara térmica se puede además medir la temperatura superficial. En estas fotos se pueden observar las partes más frías de color azul/violeta y las más cálidas de la gama del rojo. Estas termografías fueron tomadas en invierno con la habitación calefaccionada. En la foto de la izquierda se puede observar que la temperatura de la pared es aproximadamente 18 °C, en la foto del medio se puede observar que la temperatura del vidrio es de 2,9 °C (con la persiana de madera levantada y que da al exterior) y a la derecha se puede observar, la misma ventana, que ahora tiene la persiana cerrada (baja), la temperatura del vidrio pasa a tener la temperatura del ambiente, aproximadamente 18 °C, es decir

la temperatura del vidrio aumenta 15°C con solo bajar la persiana de madera. Esta comparación muestra la importancia del uso de cortinas y persianas de madera o de plástico para disminuir la transmitancia térmica<sup>6</sup> de los vidrios. Lamentablemente, en muchas construcciones de la última década en Argentina, las cortinas dejaron de usarse. Quizás una señal distorsiva de los subsidios a la energía.

- **Uso de Plástico de burbujas aislante térmico de ventanas.**

Actualmente, es posible adquirir en el mercado ventanas de doble vidrio hermético (DVH), que cuentan con un sistema de burletes doble o triple, aislantes y con cierres herméticos. Estas ventanas tienen una transmisión térmica que es típicamente un **factor 3 a 3.5** veces menor, que las ventanas de las mismas dimensiones de simple vidriado, pero con *un costo que en general es 4 veces mayor*. Las ventanas DVH son una excelente alternativa, cuando se cuenta con la posibilidad de adquirirlas y usarlas, en particular en construcciones nuevas.

Para una vivienda ya construida, el cambio de ventanas simples a una doble conlleva además de un diseño especial para ajustarse a las dimensiones de la vivienda, el costo de remoción y colocación de una nueva ventana. Para una ventana típica de 1.2 m x 1.5 m, estos costos en Argentina rondan los 600 ± 200 USD.



**Figura 30.** Plástico de burbujas para aislar las ventanas en el invierno o todo el año.

Es posible simular una ventana de doble vidrio usando una técnica muy simple y económica para lograr resultados similares a los de una ventana DVH con un costo que no excede los 5 USD. Se trata de una técnica simple para aislar ventanas con material de embalaje de plástico de burbujas. Este se puede usar para aislar las ventanas en el invierno o todo el año. *Ver Figura 30*. Puede usarse con o sin cortinas de ventana o en combinación con persianas o postigos. También funciona para ventanas de forma irregular, para las que puede ser difícil encontrar persianas aislantes o reemplazar por ventanas nuevas con DVH. La visibilidad a través de la ventana con este plástico de burbujas es borrosa, así que este método funciona mejor para ventanas que dan a un interior donde se necesita luz, pero la visión clara no es crucial. En general deja pasar bien la luz y no altera la luminosidad del ambiente.

La elección del tamaño de las burbujas puede usarse como elemento decorativo según las preferencias. Su utilización no deja suciedad, ni manchas en el cristal de la ventana.

<sup>6</sup> La *transmitancia térmica* (U) representa la cantidad de calor que atraviesa una ventana por tiempo, por área y por diferencia de temperatura.

### ***Instalación:***

1. Cortar el plástico de burbujas del tamaño del cristal de la ventana con tijeras o trincheta.
2. Rociar una película de agua en la ventana una botella de spray, si desea puede agregar algo de detergente, pero no es crucial.
3. Aplicar el plástico de burbujas mientras la ventana aún está húmeda, usando el lado liso del plástico con burbujas contra el vidrio y presionar suavemente
4. Con una trincheta, se recortan las partes sobrantes de los bordes.
5. Opcionalmente, o si las esquinas no se adhieren bien, usar trozos pequeños de cinta adhesiva de doble cara.
6. Para quitar el plástico de burbujas, simplemente tirar de él comenzando desde una esquina. Puede ser guardado y reutilizado varias veces.

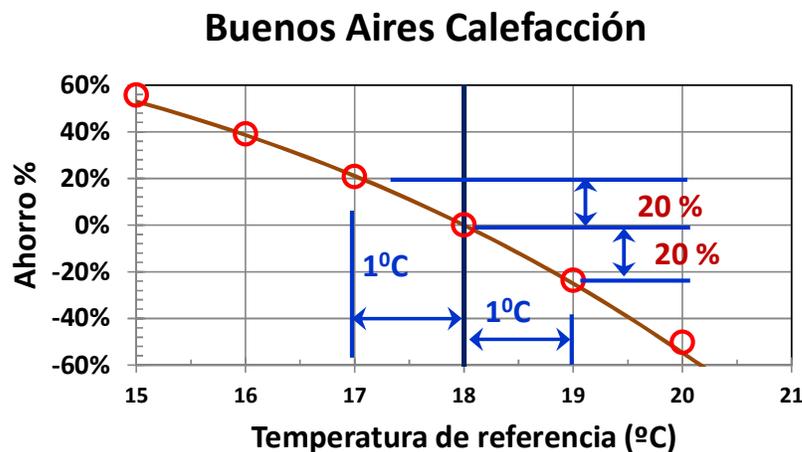
El plástico de burbujas se puede colocar en otoño y retirar en primavera. En ventanas de baños puede usarse todo el año. Hay varios videos que ilustran como usar esta técnica. [50], [51]

- **No sobrecalentar o refrigerar** la vivienda, calefaccionar a una temperatura ambiente de 18°C o a lo sumo 20 °C en invierno y refrigerar alrededor de 25°C o 26°C en verano (no a menos). Usar termostato o un termómetro para controlar la temperatura de la vivienda. En lo posible evitar saltos térmicos entre el interior y exterior mayores a 10°C, ya que grandes saltos térmicos generan *shock térmicos* que causan múltiples problemas en las personas, en particular aquéllas con dificultades respiratorias.
- **Calefaccionar un par de horas** antes de ir a dormir y apagar o bajar la temperatura a la noche. Es ineficiente y costoso calentar toda la casa durante toda la noche y muchas veces peligroso por riesgo de incendios. A la mañana, también calefaccionar solo un par de horas.
- **Calefaccionar/refrigerar lugares necesarios.** Calefaccionar/refrigerar sólo aquellos ambientes donde haya gente, no toda la vivienda.
- **Utilizar ropa adecuada.** Usar campera o pullover y medias de lana en invierno y ropa liviana en verano.
- **Usar frazada/manta.** Utilizar coberturas de polar o similar, una o más y ajustarlas bien en el colchón (costados y en la zona de los pies). También se puede usar frazada eléctrica o manta gruesa de duvet o de fibras sintéticas.
- **Usar pijamas y sábanas abrigadas,** como por ejemplo pijama de franela y sábanas de franela en invierno.
- **No abrir ventanas** para bajar la temperatura interior en invierno. Si fuese necesario, algunas ventanas que no se abren frecuentemente en invierno, se pueden sellar con una folia de polietileno transparente y cinta de carpintero. De este modo se logra el mismo efecto de una ventana de doble vidrio, pero a un costo muy bajo. Ver Ref. [52].
- **Apagar el piloto** del calefactor o calefón a gas cuando no se use.

- Utilizar artefactos de **clase de eficiencia energética A o superior**.
- **Invertir ventilador**. En invierno, invertir la dirección de giro del ventilador para que funcione en sentido contrario (o simplemente encenderlo a mínimo), para que fuerce el aire caliente que se encuentra cerca del techo hacia abajo, que es donde están las personas. Es frecuente que los edificios y vivienda tengan un gradiente térmico muy importante, empleando casi toda la energía para calefaccionar los techos, mientras las zonas bajas están frías.
- **Si compra un nuevo aire acondicionado Frío/Calor** para calefaccionar o refrigerar, adquiera uno de eficiencia clase A o mejor, en lo posible con *Inverter*. Consumen hasta un 45% menos que una de igual clase de eficiencia, pero sin *Inverter*.
- **Siempre privilegiar el uso de AA Frío/Calor** para calefaccionar sobre el uso de estufas eléctricas o a gas. Tienen consumos de 3 a 5 veces menores.

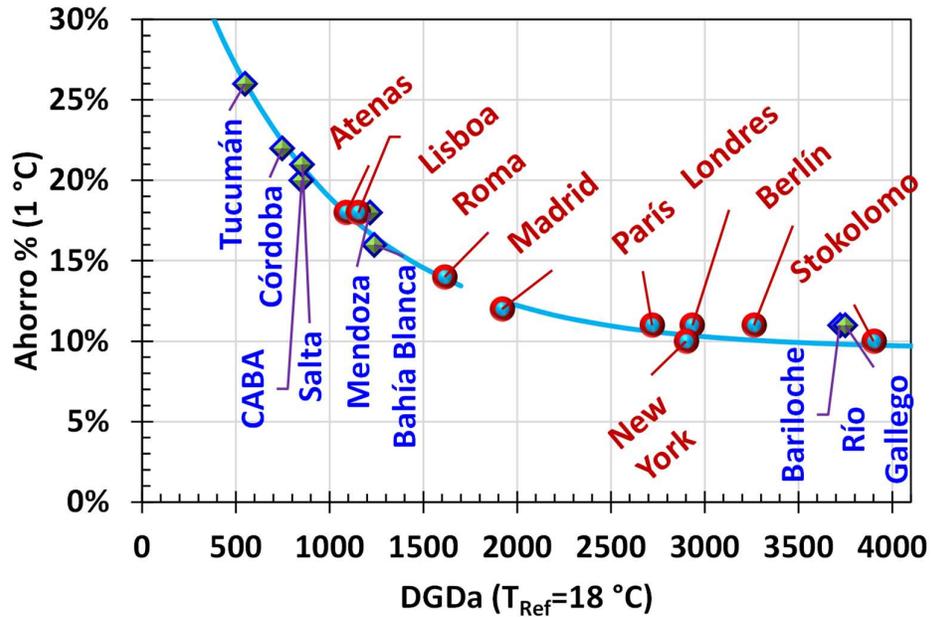
### Regulación de termostatos

Un modo simple de lograr importantes ahorros tanto en gas como en electricidad, en calefacción y refrigeración [53], consiste en fijar adecuadamente las temperaturas del termostato de los equipos. Varios estudios indican que bajar en un 1 °C el termostato en invierno, puede generar ahorros del 10% al 20% del consumo de calefacción, dependiendo de la zona del país, ver **Figura 32** y Ref. [54]. De igual forma, aumentar en 1 °C el termostato en los acondicionadores de aire, puede generar un ahorro de energía superior al 20%. En la zona central de la Argentina, donde se concentra alrededor del 90% de la población, estos ahorros son del 20% en invierno y del 25% en verano. Dado que el consumo de energía primaria usada en calefacción y refrigeración de edificios en el país es del 18% del total, una simple medida consistente en variar 1 °C las temperaturas de los equipos, aportaría un 3% al 4% de ahorro del consumo total.



**Figura 31.** Representación de los potenciales ahorros en consumo de energía para calefacción, por variación de 1 °C en la temperatura de referencia o del termostato. Para la Ciudad de Buenos Aires, disminuir la temperatura en 1 °C generaría un ahorro del 20% [53].

Este ahorro se lograría en los picos de consumo, contribuyendo a mitigar los cortes de suministro. Desde luego, este ahorro se produciría en los días de mayor frío, es decir que afecta el consumo pico. Se muestra así la importancia de impulsar un programa orientado a monitorear y regular cuidadosamente la temperatura a las que se fijan los termostatos, en invierno y en verano, como así también la importancia de establecer normativas que estimulen el uso racional y eficiente de la energía



**Figura 32.** Representación de los ahorros en calefacción, por disminución de 1 °C para distintas ciudades de Argentina y del mundo. Para este análisis se usó una temperatura de referencia de 18 °C. DGDa representa el Déficit Grado Día anual<sup>7</sup>.

En la Figura 32. se representa la variación del ahorro de energía para calefacción, por incremento del 1 °C de la temperatura de referencia para distintas ciudades de Argentina y de otros países. Como se ve, a medida que las temperaturas son más rigurosas, el ahorro por incremento de 1 °C en el termostato disminuye, pero sigue siendo considerable, del orden del 10%.

Para el caso de calefacción, es muy recomendable el uso de termostatos de los sistemas de acondicionamiento térmico de ambientes, tanto eléctricos como de gas, como un método eficaz de reducción del consumo de energía utilizado en calefacción y refrigeración. [55] Los usuarios también pueden lograrlo usando un simple termómetro de pared que son de muy bajo costo. En concordancia con el DOE (U.S. Department of Energy), [55] se debería recomendar usar el termostato en invierno a 20°C, mientras los ocupantes estén despiertos y reducir esta temperatura a 18°C cuando los ocupantes duermen. Los porcentajes de ahorro son mayores para los edificios en climas templados como los de la centro-norte de Argentina, donde está el AMBA, que en los de climas más fríos.

<sup>7</sup> Unidad para medir el nivel del rigor invernal en una zona, relaciona la temperatura media exterior durante la época fría del año con una cierta temperatura de confort para calefacción en interiores.

Aunque los termostatos se pueden ajustar manualmente, los termostatos programables posibilitan volver a las temperaturas de confort antes de despertar o regresar a casa. En esa línea, en muchos edificios de Argentina con calefacción central, muchas veces se deja la calefacción encendida en todo el edificio, calefaccionando unidades sin moradores (ya sea que las unidades están sin ocupación, o porque sus moradores están trabajando o ausentes). Esto constituye un uso no racional de los recursos que además tiene un alto costo para sus habitantes, el país y el ambiente.

## **Medidas de bajo costo para reducir los consumos en Cocción**

A continuación, proponemos una alternativa de cocción eficiente: a través del uso de **Ollas brujas (u ollas térmicas)**

### **I. Ollas térmicas u ollas brujas. Cocción de alimentos con calor retenido**

Las ollas térmicas, también llamadas "*ollas brujas*" o "*ollas térmicas*" son utilizadas para completar la cocción de alimentos y economizar energía haciendo uso del calor contenido en el propio alimento. [56] La técnica del calor retenido para cocinar consiste en aprovechar el calor acumulado en los alimentos durante una primera parte de la cocción y luego, en un recipiente aislado térmicamente, terminar su elaboración sin más gasto energético. Este sistema se puede utilizar cuando se requiera realizar una cocción en base húmeda, como al preparar arroz, fideos, guisos, verduras hervidas, sopas o pucheros.



**Figura 33.** Izquierda: Olla Hot Pan. Suiza. Olla metálica que encaja en otra de melanina. Aislante: Aire. Derecha: Olla bruja casera, construida con una caja de EPS de 5 cm de espesor, que se usa para transportar alimentos refrigerados. En el interior tiene una capa de aislación térmica de techos. Hay muchos modos de fabricar artesanalmente una olla bruja. [57] [58]

Cuando se cocina un alimento húmedo en una olla con una hornalla o anafe, el proceso se puede separar en dos partes bien diferenciadas: a) el primer proceso de llevar la olla a hervor, que por lo general toma una o dos decenas de minutos, y b) la

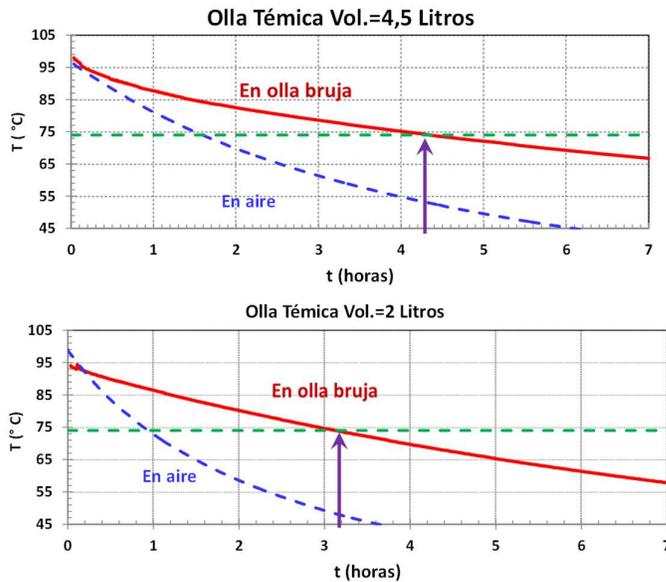
segunda etapa en que se realiza la cocción de los alimentos que dura entre 0,5 a 3 horas, dependiendo del tipo de alimento que se prepara. En esta segunda etapa, que por lo general es la más larga, la función de la hornalla es entregar calor a la olla, para compensar las pérdidas de calor por convección, conducción, evaporación y radiación de la olla. Usando una olla térmica u olla bruja, se puede suprimir esta segunda etapa del proceso de cocción.

La mayoría de los esquemas son simples de fabricar, aunque actualmente algunos modelos se comercializan. Algunos ejemplos se muestran en las **Figura 33**, **Figura 34**.



**Figura 34.** Izquierda AlsolBox. de Alsol. Caja aislante de polipropileno expandido. Derecha: Olla Dream Pot, diseño Australiano. [59]

Las ollas brujas pueden construirse con diversos materiales, pero todas se caracterizan por su capacidad aislante de la envoltura. [57], [58] Asimismo pueden ser adquiridas listas para usar, en muchas tiendas de Internet, como Amazon, Alibaba, etc. [60], [61] En la **Figura 35**, se observa la variación de temperatura en el interior de una olla expuesta a la temperatura ambiente “en aire” (línea azul) y en el interior de una olla colocada dentro de una caja térmica u “olla bruja” (línea roja), para la misma olla conteniendo 4,5 litros y 2 litros.



**Figura 35.** Variación de la temperatura en el interior de una olla de acero inoxidable, medida en un ambiente a 21°C. a) Expuesta a temperatura ambiente “en aire” (línea azul) y b) la misma olla en el interior de una caja térmica u olla bruja. Espesor de las paredes de EPS de la caja térmica 5 cm. Arriba para la olla conteniendo 4,5 litros de agua y abajo para la misma olla con 2 litros de agua. Como se observa en el gráfico, el tiempo que el interior de la olla permanece a temperaturas por encima de la  $T_{ref} = 74^{\circ}\text{C}$  (línea de trazos verde, que se considera una temperatura apta para cocinar) en la olla de 2 litros es de 3,2 horas y para la misma olla con 4,5 litros es de 4,5 horas. Datos medidos por los autores.

La inercia térmica de la olla aumenta con la masa, por esta razón, la olla con 4,5 litros mantiene su temperatura por 4,5 horas, mientras que la de 2 litros sólo lo hace por 3,2 horas. [62] De todos modos, en ambos casos, existen gran cantidad de preparaciones que se pueden realizar con una cocción de unas tres horas.

El llamado calor retenido ha recibido una importante atención a principios del siglo XX. En esa época las ollas brujas estaban integradas en las cocinas occidentales, de hecho, fueron utilizadas en Europa durante la primera y segunda Guerras Mundiales. [63] Posteriormente, la abundancia energética ha llevado a olvidar esta técnica ancestral de cocción de los alimentos. No obstante, esto, hoy retoma un nuevo impulso de la mano de la mayor conciencia ecológica, y la necesidad de llevar soluciones a sectores de bajos recursos y gracias a la variedad y abundancia de los nuevos materiales aislantes.

Otra característica importante de la cocción con calor retenido es el ahorro en agua. Por tratarse de una técnica que no deja escapar el agua en ebullición, sólo una pequeña fracción escapa por evaporación, por lo que puede realizarse la cocción con menos agua. Por ejemplo, para una cantidad de arroz a la que habitualmente ponemos dos tazas de agua, bastaría con una taza y media.

Respecto a la calidad nutritiva de los alimentos preparados con esta técnica hay que tener en cuenta que éstos están sólo unos minutos a máxima temperatura, y luego su elaboración transcurre a temperaturas por debajo de los 100 °C. De esta forma se preservan más los sabores y los nutrientes de los alimentos, por lo que se incrementa la calidad nutricional de éstos, de la misma manera que ocurre con la cocina y el horno solar.

Pueden ocurrir variaciones en el perfil de descenso de la temperatura dependiendo de la masa de alimentos que se encuentre en la olla, como se observa en la **Figura 35**. [64] En general al aumentar la masa, aumenta la inercia térmica. En el modelo de ollas brujas Dream Pots, [59] **Figura 34**, hay dos recipientes que encajan uno dentro del otro. Si se necesita cocinar mucha cantidad de alimentos, se usa el recipiente mayor. Si se quiere cocinar poca cantidad, se usa en recipiente más pequeño, inmerso en el mayor, que se carga con agua caliente. Así, con el recipiente más pequeño se tiene una inercia térmica igual a una olla grande, en caso de que se requiera mucho tiempo de cocción.

Como los alimentos se cocinan a una temperatura entre 70°C y 100°C mientras la temperatura de la olla se conserve entre estos valores los alimentos se van a cocinar. No importa qué tipo de cocina se use para realizar el calentamiento inicial -gas, electricidad, leña, solar- la olla bruja ayuda a ahorrar combustible, gasto o tiempos necesarios en la cocción, y a su vez disminuye la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los ahorros energéticos pueden ser muy importantes. Si se combinara, por ejemplo, la cocción a través de energía solar con la olla bruja, los ahorros podrían incrementarse considerablemente.

**a) Potencial de ahorro de la olla bruja**

Un estudio reciente del Laboratorio de ambiente humano y vivienda- LAHV- INCIHUSA-CONICET en su estudio de la olla bruja [64] llegó a la conclusión de que utilizando esta técnica podría ahorrarse entre 20% y el 90% de la energía utilizada para la cocción.

El Canelo, una ONG de Chile [57] que ha estudiado la cocina bruja y realiza talleres de construcción de esta, en la **Tabla 8**, se resumen los ahorros en tiempo de uso de combustibles para preparar distintos platos de comida.

**Tabla 8.** Ahorro en tiempo de combustible para distintos platos de comida. Elaboración propia en base a datos de Cocina Bruja, El Canelo. [57]

<b>Alimentos a Cocinar</b>	<b>Tiempo en la cocina bruja después del primer hervor</b>	<b>Tiempo de combustible ahorrado</b>
Fideos	30 minutos	10 minutos
Arroz graneado	50 a 60 minutos	20 minutos
Papas cocidas	40 a 60 minutos	30 minutos
Porotos viejos remojados	120 minutos (2 hs.)	40 minutos
Alcachofas	180 minutos (3 hs.)	60 minutos
Mermelada	240 minutos (4 hs.)	90 minutos
Manjar en tarro	300 minutos (5 hs.)	120 minutos

Las ollas brujas pueden reducir el uso de energía hasta un 20% al 90% el consumo de energía para cocinar, dependiendo de la comida en cuestión. Pero en *promedio podría*

*decirse que es posible reducir del orden del 50% de los combustibles usados para cocinar.* Estos ahorros dependen de varios factores. Dichos factores incluyen los materiales aislantes, el diseño de la olla bruja, el tiempo de cocción requerido del plato, la masa de comida que se encuentre en la olla, de la rapidez con que se lleve la olla de la hornalla a la olla bruja, entre otros.

Aquí una política activa de promover su uso, construcción y fabricación en escala sería una política muy deseable. Se puede imaginar un programa similar al emprendido en Argentina por Gas de Estado en la década de los '50 y '60 con Doña Petrona C. de Gandulfo como su cara más visible, para inducir a las familias de aquel entonces a usar el gas como combustible de cocción, en reemplazo de la leña, carbón y kerosene prevalentes en aquellos años. Hoy en día, el gas es usado por el 98% de las familias argentinas. Este es un ejemplo de cómo una política activa, con los adecuados recursos, y objetivos claros, puede generar un cambio sustancial en los hábitos de consumo. Esta vez, lo que quizás necesitaríamos es una nueva “*Doña Petrona de la sustentabilidad*” para promover el uso de ollas brujas. El impacto en la población que todavía usa GPL (40% del total), y que en general son los sectores de menores recursos económicos, sería muy significativo, además se trata de una medida de bajo costo, una olla bruja comercial cuesta alrededor de 25 USD, pero además se puede auto construir con materia de descarte casi sin costo. Solo es necesario educar y generar recetas sanas, económicas y adecuadas a ser usada con este nuevo elemento de la cocina. En ese sentido, las nuevas tecnologías como App para Smartphones podría ser un adecuado modo de difundir la tecnología y las recetas que lo vuelvan útiles en las cocinas.

*¡La energía más barata y que menos contamina, es aquella que nunca se usa!*

## Referencias

- [1] BALANCES ENERGÉTICOS - Secretaría de Energía de la Nación, «BALANCES ENERGÉTICOS,» 2024. [En línea].
- [2] «ENARGAS,» Ente Nacional Regulador del Gas en Argentina, 2024. [En línea]. Available: <https://www.enargas.gob.ar/>.
- [3] P. Sensini y a. et, «Eficiencia Energética en la cocción ¿Cuáles son artefactos de cocción más eficientes en Argentina?,» *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 41, pp. 57-67, Octubre 2018.
- [4] Estadísticas económicas Ciudad de Buenos Aires, «Consumo de energía en la Ciudad de Buenos Aires en 2013,» Marzo 2014.
- [5] L. Iannelli y S. Gil, «¿Cómo hacer un diagnóstico de los consumos a partir de la factura y reducir los gastos de gas?,» *Petrotecnia*, vol. LX, nº 1, pp. 144-146, 2019.
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Censos -INDEC, «Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2017-2018 : uso hogareño de la energía,» INDEC, CABA, 2018.
- [7] R. Zavalía Lagos, L. Iannelli y S. Gil, «Anatomía del Consumo Residencial Argentino -Uso Racional y Eficiente del Acondicionamiento Térmico,» de *Futuros Energía - Fundación UNSAM - N.Coppari y otros*, San Martín - Buenos Aires, Fund. UNSAM y ASsoc. Argentina para el Progreso de las Ciencias. , 2022.

- [8] R. Prieto y S. Gil, «¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas,» *Petrotecnia*, vol. LIV, nº 6, pp. pag. 81-92, Dic. 2013.
- [9] S. Gil y J. Deferrari, «Generalized model of prediction of natural gas consumption - S.Gil and J. Deferrari,» *Journal of Energy Resources Technology Journals*, vol. 126, nº June, 2004.
- [10] Banco Mundial, «Barrio Mugica: Transformar para integrar,» 2024. [En línea]. Available: ] <https://www.bancomundial.org/es/news/factsheet/2021/01/19/barrio-mugica-transformar-integrar>.
- [11] Proyecto de Fortalecimiento del Observatorio de Vivienda de la CABA, «Proyecto de Fortalecimiento del Observatorio de Vivienda de la CABA,» 2023. [En línea]. Available: ] <https://vivienda.buenosaires.gob.ar/informe-final>.
- [12] INDEC, «Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2017-2018, Resultados preliminares,» INDEC, Buenos Aires, 2019.
- [13] L. Iannelli y a. et, «Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en sistemas convencionales y solares híbridos,» *PETROTECNIA, LV, N03, P.586-95, Agosto, 2016*, vol. LV, nº 3, pp. 586-595, 2016.
- [14] Ministerio de Economía de la Nación , «Programa Hogar,» 2024. [En línea]. Available: ] <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/programa-hogar>.
- [15] S. Gil y R. Prieto, «¿Cómo se distribuye el consumo residencial de gas? Modos de promover un uso más eficiente del gas,» *Petrotecnia*, vol. LIV, nº 6, pp. 81-92, Dic. 2013.
- [16] L. Iannelli y y otros , «Ondas de calor en el suelo. Aplicación de diferencias finitas usando Excel,» *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, vol. 7, nº 3, pp. 483-488, 2013.
- [17] L. Iannelli, P. Romero, J. Fiora y S. Gil, «Agua Caliente Sanitaria ¿Cuáles son los modos más asequibles en Argentina?,» *Petrotecnia*, vol. LX, nº Agust. 2020, pp. 55-64, 2020.
- [18] Indec, «Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2017-2018- Energía,» 2022. [En línea]. Available: ] [https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/sociedad/engho\\_2017\\_2018\\_uso\\_energia.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/sociedad/engho_2017_2018_uso_energia.pdf).
- [19] S. Gil y R. Prieto, «Posibilidades de ahorro de gas en Argentina,» *Petrotécnia*, vol. L, nº 02, ] Abril 2009.
- [20] U.S. Energy Information Administration-DOE, «Degree days,» 2024. [En línea]. Available: ] <https://www.eia.gov/energyexplained/units-and-calculators/degree-days.php#:~:text=A%20high%20number%20of%20degree,%C2%B0F%20has%2025%20HDDs..>
- [21] Wikipedia, «Heating degree day,» 2024. [En línea]. Available: ] [https://en.wikipedia.org/wiki/Heating\\_degree\\_day](https://en.wikipedia.org/wiki/Heating_degree_day).
- [22] Wikipedia, «Heating degree day,» 2021. [En línea]. Available: ] [https://en.wikipedia.org/wiki/Heating\\_degree\\_day](https://en.wikipedia.org/wiki/Heating_degree_day).
- [23] IRAM, «NORMA ARGENTINA IRAM 11603:1996 y IRAM 1160:2002. Aislamiento térmico de edificios Métodos de cálculo Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario,» [www.iram.org.ar](http://www.iram.org.ar) , Buenos Aires, 1996, 2002.
- [24] Wikipedia, «Heating degree day,» Wikipedia, 2017. ]
- [25] Buildings Performance Institute Europe (BPIE), «Europe's buildings under the microscope, A country-by-country review of the energy performance of buildings,» 2011. [En línea]. Available: [http://www.bpie.eu/country\\_review.html](http://www.bpie.eu/country_review.html). [Último acceso: 2018].

- [26 P. Sensini, «Eficiencia en la Cocción en Argentina, comparación entre diferentes equipos  
] empleados en la cocción de alimentos,» Tesina-UNSAM, Buenos Aires, 2017.
- [27 O. Brujas, «Ollas Brujas - Física reCretiva,» 2023. [En línea]. Available:  
] <https://www.fisicarecreativa.com/OllaBruja/index.htm>.
- [28 P. Lorenzo y S. Gil, «Ollas térmicas u “ollas brujas”, un modo simple y práctico de reducir  
] los consumos,» *Petrotecnica*, vol. LV, nº 4, pp. 68-76, 2018.
- [29 G. Jacinto, S. Carrizo y S. Gil, «Pobreza energética en Argentina. Ideas para servicios  
] sostenibles en el Norte de Argentino,» *PETROTECNIA*, vol. LVII, nº 3/2018, pp. 26-30,  
2018.
- [30 INDEC, «Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010,» INDEEC Argentina,  
] 2010. [En línea]. Available: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-2-41-135>.  
[Último acceso: 2018].
- [31 M. Gastiarena y Otros, «Gas versus Electricidad: Uso de la energía en el sector  
] residencial,» *Revista PETROTECNIA*, vol. LVI, pp. 50-60, Abril 2017.
- [32 ENARGAS, «El consumo de gas de los artefactos,» 2024. [En línea]. Available:  
] <https://www.enargas.gob.ar/secciones/eficiencia-energetica/consumo-artefactos.php>.
- [33 D. Üрге-Vorsatz y Otros, «Energy End-Use: Buildings,» de *Global Energy Assessment:  
] Toward a Sustainable Future*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012, p. 649–760.
- [34 L. M. Iannelli, «Eficiencia en el Calentamiento de Agua Sanitaria para Uso Residencial en  
] Argentina-Tesis,» CEARE-UBA, Buenos Aires, 2019.
- [35 P. Hohne, K. Kusakana y B. Numbi, «A review of water heating technologies: An  
] application to the South Africa,» *Energy Reports*, vol. 5, nº 2019, pp. 1-19, 2019.
- [36 Secretaria de Energía de la Nación Argentina, «Secretaria de Energía de la Nación  
] Argentina,» 2023. [En línea]. Available:  
<https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia>. [Último acceso: Feb. 2020].
- [37 L. Iannelli y Otros, «Eficiencia en el calentamiento de agua. Consumos pasivos en  
] sistemas convencionales y solares híbridos.,» *Petrotecnica*, vol. LV, nº 3, pp. 586-595,  
Agosto 2016.
- [38 Wikipedia, «Bomba de calor,» 2020. [En línea]. Available:  
] [https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_de\\_calor](https://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_calor).
- [39 L. Juanico y I. Bove, «EFFICIENT HEATING OF SANITARY WATER WITH HEAT PUMP,  
] CALENTAMIENTO EFICIENTE DE AGUA SANITARIA POR BOMBA DE CALOR,» *ENERLAC.  
Volume V. Number 1. June, 2021 (94 - 104)*, vol. V, nº 1, pp. 94-104, June 2021.
- [40 Infobae, «La energía solar térmica se expande en la Argentina,» *Infobae*, 19 Enero 2019.  
]
- [41 L. Iannelli y a. et , «Eficiencia en el calentamiento de agua caliente sanitaria en  
] argentina.,,» *Energías Renovables y Medio Ambiente, ASADES*, vol. 39, pp. 21-29, 2017.
- [42 L. M. Iannelli, «Eficiencia en el Calentamiento de Agua Sanitaria para Uso Residencial en  
] Argentina-Tesis,» CERARE -UBA, Buenos Aires, 2019.
- [43 ENARGAS, Agua Caliente Sanitaria, Buenos Aires: ENARGAS, 2020, p. 20.  
]
- [44 R. Zavalía y y Otros, «Calefacción eficiente, ¿Bombas de calor o sistemas tradicionales de  
] calefacción?,» *Petrotecnica, IAPG. (En prensa)*, vol. Febr., 2024.
- [45 R. Zavalía Lagos, L. Iannelli y S. Gil, Consumos Claves, ¿Cuáles son los principales  
] consumos domésticos en Argentina?, vol. Nov.2020, Buenos Aires: Instituto Argentino de  
la Energía (IAE), 2020.

- [46 DOE- USA, «Reducing Electricity Use and Costs,» DOE, 2020. [En línea]. Available:  
] <https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/appliances-and-electronics/reducing-electricity-use-and-costs>.
- [47 L. Iannelli y S. Gil, «Eficiencia en climatización I- Sugerencias para optimizar su consumo - Medidas de bajo costo,» *Petrotecnia*, vol. Mayo 2022, 2022.
- [48 Ferreidea, «BURLETES para Puertas y Ventanas ¿Cómo Elegir el Burlete Adecuado?,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=aCs3cQFHNC>.
- [49 Ace Hardware, «How To Winterize Your Home -,» 2021. [En línea]. Available:  
] <https://www.youtube.com/watch?v=LAU8LYkG-K8>.
- [50 S. Gil, «Física reCreativa -Tips para ahorrar energía y costos en las facturas,» 2023. [En línea]. Available: <http://www.fisicarecreativa.com/UREE/index.htm>.
- [51 Proyecto LED, «Aislamiento térmico de ventanas, muy económico,» 2023. [En línea].  
] Available: <https://www.youtube.com/watch?v=JVSrMBF0raM&t=43s>.
- [52 Family Handyman, «This is the Best Way to Winterize Windows,» 2020. [En línea].  
] Available: <https://www.familyhandyman.com/article/this-is-the-best-way-to-winterize-windows/>.
- [53 Roberto Prieto; Salvador Gil, «Regulación del termostato: un modo simple y racional de  
] ahorrar energía en calefacción y refrigeración,» Diciembre 2014. [En línea]. Available:  
[http://www.petrotecnia.com.ar/6-2014/pdfs\\_petro6-14/ConPublicidad/102-109.pdf](http://www.petrotecnia.com.ar/6-2014/pdfs_petro6-14/ConPublicidad/102-109.pdf).
- [54 R. Prieto y S. Gil, «Regulación del termostato: un modo simple y racional de ahorrar  
] energía en calefacción y refrigeración,» *Petrotecnia*, vol. LV, nº 5, pp. 102-104, Dic. 2014.
- [55 (. Department of Energy USA, «Department of Energy USA, (DOE) Energy saving-  
] Thermostat. Thermostat Operation,»  
<http://energy.gov/energysaver/articles/thermostats> , 2013.
- [56 Low-Tech Magazine, «Low-Tech Magazine, artículo: If We Insulate Our Houses, Why Not  
] Our Cooking Pots?, Posted on July 01, 2014.,» [En línea]. Available:  
<http://www.lowtechmagazine.com/2014/07/cooking-pot-insulation-key-to-sustainable-cooking.html>. [Último acceso: 2017].
- [57 El Canelo, Corporación El Canelo, Chile. Publicación Cocina bruja. Recuperado el 2 de  
] agosto de 2017 , 2 Agosto 2017. [En línea]. Available:  
[http://www.elcanelo.cl/uploads/1/0/1/8/10185839/cocina\\_bruja.pdf](http://www.elcanelo.cl/uploads/1/0/1/8/10185839/cocina_bruja.pdf). [Último acceso: 2017].
- [58 O. Nuñez Martinez, «Cartilla técnica La Cocina bruja,» Proyecto Fondo de Protección  
] Ambiental Gestión Limpia y Sana en el Hogar, [En línea]. Available:  
<http://docplayer.es/27641433-Proyecto-fondo-de-proteccion-ambiental-gestion-limpia-y-s>. [Último acceso: 2017].
- [59 Dream Pot, «The Official Home of the DreamPot - Australia,» 2017. [En línea]. Available:  
] <http://www.dreampot.com.au/thermal-cooking/energy-efficiency/>. [Último acceso: 2017].
- [60 Amazon, «Amazon,» 2017. [En línea]. Available: [www.amazon.com](http://www.amazon.com). [Último acceso:  
] 2017].
- [61 Alibaba, «Alibaba,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.alibaba.com/product-detail/7-0L-238OZ-Large-Stainless-Steel\\_60576806954.html?s=p](https://www.alibaba.com/product-detail/7-0L-238OZ-Large-Stainless-Steel_60576806954.html?s=p).
- [62 D. O'Neal, «Partnership for Clean Indoor Air. Guía para el diseño de cocedoras de calor  
] retenido.,» HELPS Internacional., 2007. [En línea]. Available:  
<https://pclive.peacecorps.gov/pclive/index.php/pclive-resources/resource-library/601-cookstove>. [Último acceso: 2017].

- [63 Wikipedia, «Thermal Cooking Wikipedia,» [En línea]. Available:  
] [https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal\\_cooking](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_cooking). [Último acceso: 2017].
- [64 A. Estévez, « Caja caliente para completar la cocción de alimentos.,» Laboratorio de  
] ambiente humano y vivienda. LAHV-INCIHUSA-CONICET.