

Modelització de les emissions dels gasos amb efecte d'hivernacle a Catalunya

Grup de monitoratge públic d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (CO2e)

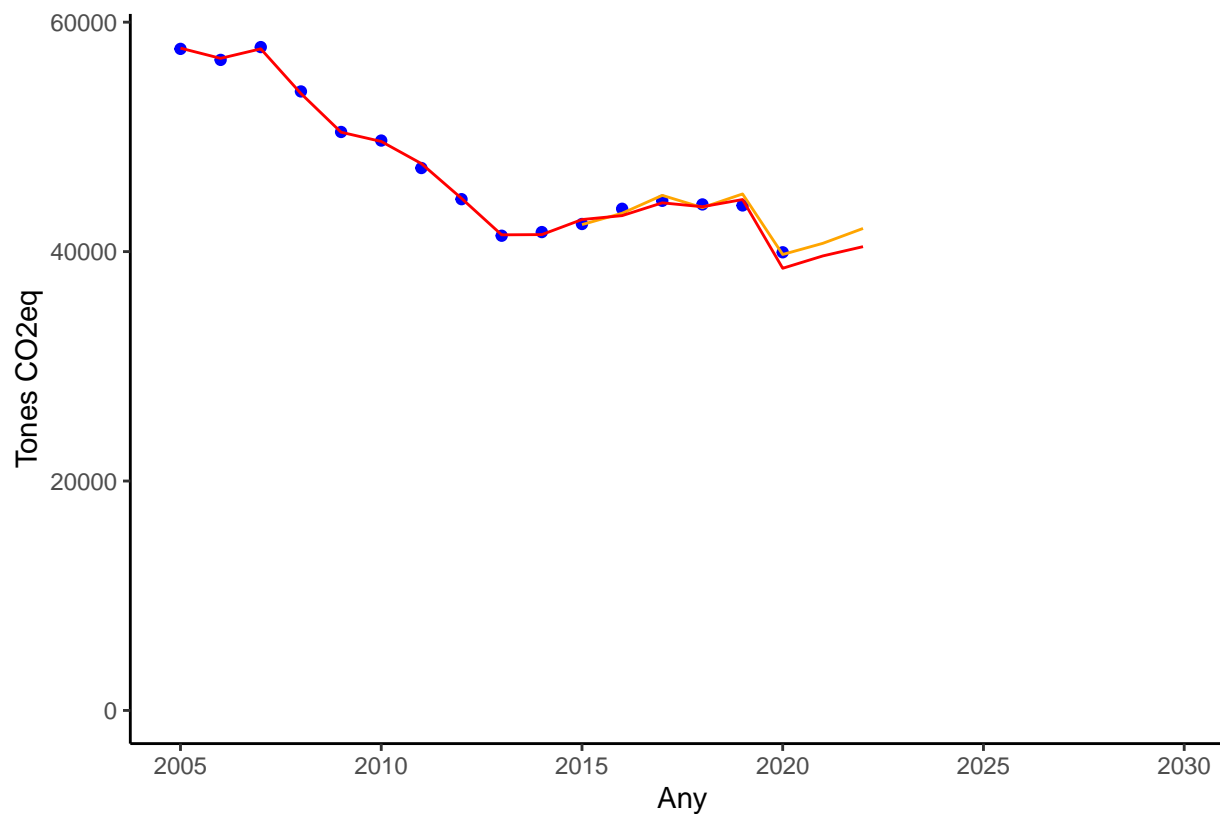
2023-05-31

Resum	1
Resultats	2
Descripció tècnica dels models	3
Model 1	3
Model 2	4
Fonts d'informació	5

Resum

- S'han desenvolupat dos models d'estimació de les emissions a Catalunya basats en dues metodologies diferents que permetin contrastar la solidesa dels resultats.
- Tots dos models són capaços de reproduir les emissions passades, i la diferència obtinguda en la previsió de les emissions per l'any 2022 és només d'un 3.8%.

Resultats



Legenda: Blau=inventaris oficials, Taronja=model 1, Vermell=model 2

Any	Model 1	Model 2	Inventaris oficials	IPCCat
2005	NA	57736236	57673000	NA
2006	NA	56846618	56713000	NA
2007	NA	57675997	57828000	NA
2008	NA	53778994	53963000	NA
2009	NA	50406072	50428000	NA
2010	NA	49602434	49681000	NA
2011	NA	47673132	47285000	NA
2012	NA	44638443	44570000	NA
2013	NA	41460991	41383000	NA
2014	NA	41482217	41701000	NA
2015	42354000	42794072	42407000	NA
2016	43341000	43134567	43733000	NA
2017	44901000	44249865	44429000	NA
2018	43836000	43911223	44112000	NA
2019	45024000	44539137	44024000	NA
2020	39751000	38546720	39940000	42302625
2021	40722000	39623284	NA	40581705
2022	42017000	40430979	NA	38860784
2023	NA	NA	NA	37139864
2024	NA	NA	NA	35418943
2025	NA	NA	NA	33698023

Any	Model 1	Model 2	Inventaris oficials	IPCCCat
2026	NA	NA	NA	31977103
2027	NA	NA	NA	30256182
2028	NA	NA	NA	28535262
2029	NA	NA	NA	26814341
2030	NA	NA	NA	25093421

Descripció tècnica dels models

Model 1

El punt de partida són els inventaris totals d'emissions GEH a Catalunya, que inclouen tant les emissions de les activitats sotmeses a la Directiva del comerç d'emissions i les de la resta de sectors, anomenades “difuses”.

L'Oficina de canvi climàtic publica les dades de les emissions incloses a la Directiva tres mesos després d'acabar l'any, però les totals, en canvi, no es publiquen fins més d'un any més tard.

Aquest model es basa en aprofitar la part de l'inventari d'emissions de la qual ja sabem les dades el mes de març i a partir d'aquestes estimar quines serien les emissions totals de l'any corresponent.

Per fer-ho es fan les següents passes:

- En primer lloc hem agrupat els sectors pels quals una part important de les emissions estan sotmesos a la Directiva en un mateix grup que anomenem “Sector energètic i indústria (energia i procés)”. Inclou tot el sector energètic i les emissions del sector industrial, ja siguin provinents del consum d'energia o de processos industrials.

Els subsectors de l'inventari relacionades amb l'energia que tenen emissions petites les sumem al sector Residencial, comercial i institucional.

D'aquesta manera simplifiquem l'estructura de l'inventari en 5 grans grups: - Sector energètic i indústria (energia i procés) - Transport - Consum energètic al sector residencial, terciari i primari - Agricultura - Tractament i eliminació de residus

- Per a cada grup de sectors d'aquest inventari simplificat adoptem una estratègia diferent:

Sector energètic i indústria

Relacionem les emissions reportades a la Directiva respecte el sector energètic i la indústria, amb les de l'inventari per aquests mateixos sectors. Hem calculat els percentatges del període 2010-2020 i veiem que en els darrers 6 anys amb dades de l'inventari (2015-2020) aquesta proporció es manté força constant (77-76-76-75-77-76).

Obtenim que en els darrers 6 anys, les emissions del sector directiva han suposat, de mitjana, un 76% de les emissions conjuntes del sector energètic, de la combustió a la indústria i de processos industrials.

Assumim que aquesta relació es mantindrà constant, i per tant quan coneguem la dada del sector directiva, si la dividim per 0,76 obtenim el valor estimat total per aquest grup de sectors.

Transport

Partim de les dades dels inventaris pel sector del transport i les comparem amb els consums de combustibles per al transport obtinguts a l'estadística del CORES, expressades en tones.

Com a combustibles per al transport sumem les benzines i el gasoil A consumits a Catalunya, als quals se li resta el percentatge corresponent de biocombustibles.

Obtenim que la relació entre aquests dos valors es manté gairebé constant al llarg del temps i que les emissions es poden obtenir multiplicant per 3,12 els valors anuals del consum de combustibles al transport.

Sector RCI, sector agricultura i sector residus

Aquests tres sectors als inventaris varien poc, i en una primera aproximació assumim que el valor de les emissions serà igual a la de l'any anterior.

Model 2

El model es basa en una tècnica estadística anomenada “regressió lineal multivariant”.

Tal com està dissenyat actualment el seu objectiu és preveure el valor total d'emissions a curt termini, no estimar la capacitat explicativa dels paràmetres.

El model estima les emissions difuses. Les dades amb les que es calibra corresponen al període 2005-2019 i la capacitat de predicció es contrasta amb les dades 2020-2021.

Les variables *independents* utilitzades responen a la lògica de les principals fonts d'emissió associades al sector difús:

- Les emissions dels sectors industrial no directiva, combustió en sector serveis, residencial i agricultura i altres emissions de transport (maquinària del sector de l'agricultura, de la silvicultura i la flota pesquera nacional): es modelitzen a través de dos indicadors centrats en les fonts energètiques principals específiques:
 - Total DGGN gas d'emissió sense centrals tèrmiques de l'antic règim ordinari
 - Gasoil B i C
- Les emissions del transport:
 - Gasoil A i gasolines
- Les emissions agrícoles: s'han calculat a partir de l'estimació d'un indicador per agricultura i un per ramaderia. S'han desestimat altres indicadors com el VAB de l'agricultura, o els caps de porcí ja que els resultats han resultat pitjors.
 - Fertilitzants
 - Caps de boví
- Tractament i eliminació de residus i altres indirectes: s'han desestimats altres indicador indirectes vinculats a la producció (PIB, població ja que les estimacions eren pitjors)
 - Inventari emissions residus anys anteriors

Per arribar a aquest model s'han provat diverses alternatives d'indicadors i s'ha fet un sistema d'optimització mitjançant una aproximació “stepwise AIC”, això ha permès eliminar el factor relacionat amb els residus, que degut a la seva estabilitat ja queda recollit al factor constant i temps.

Les emissions globals es calculen sumant les emissions difuses modelitzades a les emissions de la Directiva d'emissions que es publiquen cada any al mes de març, permetent així tenir cada mes de març una estimació dels valors totals anuals.

- Les dades d'emissions de residus de 2021 i 2022 s'han estimat a partir de la mitjana mòbil dels tres darrers anys
- Com a proxy s'han utilitzat les dades de fertilitzants d'Espanya, i les dades de 2022 s'han calculat a partir de la mitjana dels 3 darrers anys

Paràmetres del model i principals estadístics

```

##
## Call:
## lm(formula = Emissions_difuses ~ Gasolines_i_Gasoil + GasoleoB_i_C +
##     Emi_residus + Bovi + FertilitzantsES + Any, data = emissionsdifuses[1:15,
##     ])
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -515137 -105804   21928  181570  598433
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)   7.232e+08  1.540e+08   4.695 0.001552 **
## Gasolines_i_Gasoil  3.716e+00  7.109e-01   5.227 0.000796 ***
## GasoleoB_i_C     7.050e+00  2.721e+00   2.591 0.032072 *
## Emi_residus     8.688e+02  6.819e+02   1.274 0.238396
## Bovi           2.903e+00  3.954e+00   0.734 0.483833
## FertilitzantsES  5.758e-01  3.264e-01   1.764 0.115774
## Any           -3.581e+05  7.565e+04  -4.733 0.001476 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 377600 on 8 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.9936, Adjusted R-squared:  0.9888
## F-statistic: 206.9 on 6 and 8 DF,  p-value: 2.498e-08

##              2.5 %       97.5 %
## (Intercept)   3.679580e+08  1.078425e+09
## Gasolines_i_Gasoil  2.076240e+00  5.354868e+00
## GasoleoB_i_C     7.750956e-01  1.332574e+01
## Emi_residus     -7.036350e+02  2.441173e+03
## Bovi           -6.215581e+00  1.202135e+01
## FertilitzantsES -1.769977e-01  1.328567e+00
## Any           -5.325559e+05 -1.836429e+05

```

Fonts d'informació

- **Inventaris totals.** Inventari d'emissions de GeH de Catalunya. Generalitat de Catalunya
- **[Informes de seguiment de les emissions de la Directiva. Generalitat de Catalunya]**(https://canviclimatic.gencat.cat/ca/ambits/mitigacio/drets_demissio/seguiment/)
- **Total DGGN gas d'emissió sense centrals tèrmiques de l'antic règim ordinari.** Estadístiques energètiques de conjuntura de Catalunya. Institut Català d'Energia (gencat.cat)
- **Gasoil A, B i C i Gasolines.** Estadístiques CORES de consum de combustibles amb dades mensuals per CCAA Estadísticas.
- **Fertilizants.** Estadística de consumo de fertilizantes de agricultura. MAPA.
- **Caps de boví.** Cens de Catalunya: Històric de resultats. Nombre d'efectius. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural (gencat.cat)
- **Emissions de residus.** Inventari d'emissions de GeH de Catalunya. Generalitat de Catalunya