

## PLANTAS DE SINTERIZACIÓN (EMISIONES DE PROCESO)

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	04.02.09
CRF	2C1d
NFR	2C1

### Descripción de los procesos generadores de emisiones

En esta ficha se describen los procesos que tienen lugar en la fabricación del sinter, así como los contaminantes asociados a esta actividad.

El proceso de sinterización forma parte de la producción de hierro, siendo un paso previo a la carga del horno alto. En la actualidad, la mayor parte del hierro apto para empleo siderúrgico disponible en el mercado mundial tiene una granulometría comprendida entre 1 y 10 mm. Esta franja granulométrica es demasiado fina como para que este tipo de material sea cargado al horno alto directamente, ya que generaría dificultades importantes de permeabilidad a los gases en la cuba del horno. Por ello, el mineral, junto con fundentes y combustible, se procesa en las plantas de sinterización, obteniéndose un producto de alta concentración en hierro, con las características químicas y mecánicas adecuadas para servir de alimento al horno alto.

Para la obtención del sinter se parte de partículas finas de **mineral de hierro, coque** (también en forma de finos y polvo de coque), así como **fundentes** (caliza, cal viva, olivina o dolomita). Todas estas sustancias son mezcladas en una tolva, a la que se añade agua en la proporción correcta, y la mezcla resultante se dispone en una capa de espesor constante. A continuación, a través de una cinta móvil, se introduce esta capa en una campana de encendido que, alimentada con gas de coquería y, en ocasiones, gas de horno alto o gas natural, prende la mezcla en bruto, calentando el material a la temperatura requerida (1100-1200 °C). Esto hace que el combustible en la mezcla se encienda, pasando a ser la combustión entonces autosostenible, proporcionando el calor suficiente, 1300-1480 °C, para provocar la fusión superficial y la aglomeración de la mezcla. Es importante mantener una presión y temperatura adecuadas durante el proceso, para lo que se incluyen sistemas de control que mantienen la presión de la campana constante y un valor calorífico de la mezcla apropiado.

Posteriormente, el sinter fundido se enfría al aire libre o con pulverizadores de agua o ventiladores, para ser finalmente triturado y tamizado, obteniendo un material con la granulometría deseada. Los materiales finos son reciclados y el producto final es enviado a los hornos altos, donde se añade a otros materiales para formar la carga de los mismos.

Durante la fabricación del sinter tienen lugar una serie de reacciones químicas y metalúrgicas que producen tanto emisiones gaseosas como de polvo. Asimismo, las operaciones de manipulación de materias primas, así como el triturado, tamizado y transporte del sinter llevan asociadas emisiones de partículas. Cabe destacar al respecto que el sinter es un material muy deleznable, por lo que las instalaciones de sinterizado suelen situarse en las propias plantas de siderurgia integral<sup>1</sup>, para evitar la degradación del producto durante el transporte.

Por otro lado, la elaboración del sinter permite reciclar los productos de desecho de otros procesos de la planta siderúrgica y utilizarlos como materia prima. De esta forma se aprovechan finos de fundentes, finos de coque, finos de mineral, finos de sinter, polvo de botellón<sup>2</sup>, laminillas o escoria procedente de acería. Su granulometría impide la carga directa en el horno alto. La instalación de sinterización, al aglomerarlos, permite su reutilización.

<sup>1</sup> Se conoce como siderurgia integral a la planta industrial dedicada al proceso completo de producir acero a partir del mineral de hierro (hornos altos), mientras que la siderurgia no integral (acería eléctrica) utiliza como materia prima fundamental la chatarra de acero

<sup>2</sup> Material resultante de la depuración del gas de horno alto.

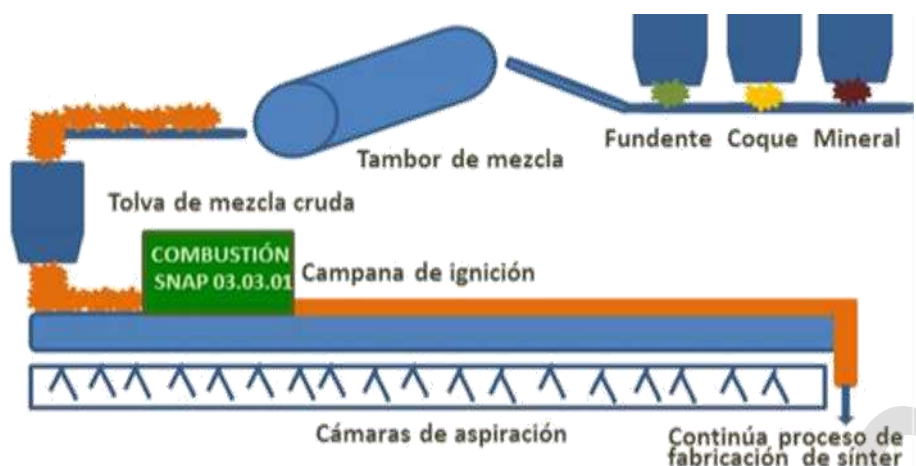


Figura 1. Esquema del proceso de fabricación de sinter (Fuente: elaboración propia)

La Figura 2 ilustra el proceso de fabricación del sinter, así como su relación con otras actividades dentro de la siderurgia integral.

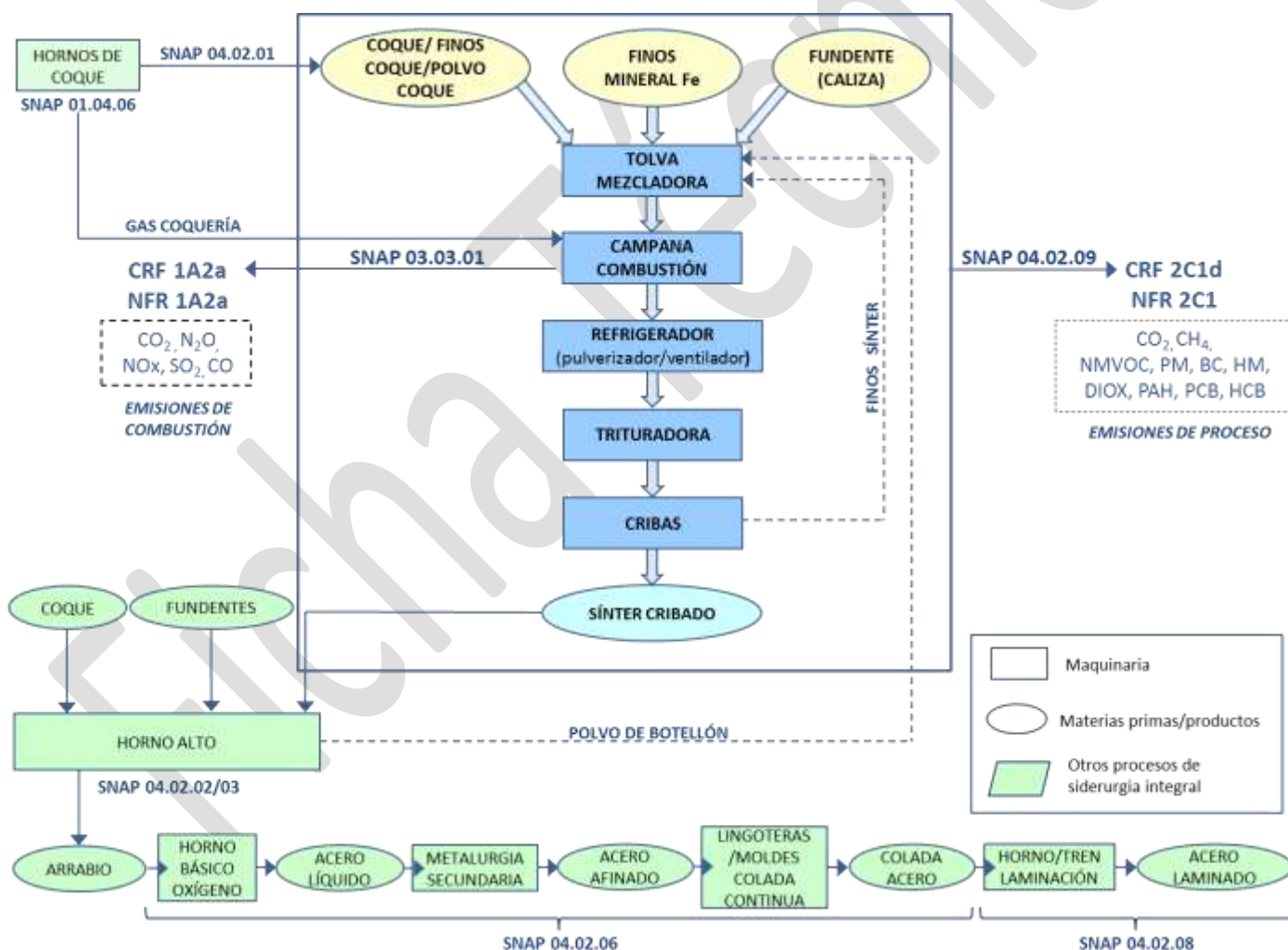


Figura 2. Esquema del proceso de fabricación de sinter y su relación con otras actividades de la siderurgia integral (Fuente: elaboración propia)

## Contaminantes inventariados

### Gases de efecto invernadero

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>
✓	✓	NA	NA	NA	NA

#### OBSERVACIONES:

- *Notation Keys* correspondientes al último reporte a UNFCCC
- Las celdas que no incluyen *Notation Keys* son casos en los que se reportan emisiones en la categoría NFR correspondiente, pero no son atribuibles a esta actividad

### Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios			Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes					
NO <sub>x</sub>	NM <sub>VOC</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB	
-	✓	-	NE	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

#### OBSERVACIONES:

- *Notation Keys* correspondientes al último reporte a CLRTAP
- Las celdas que no incluyen *Notation Keys* son casos en los que se reportan emisiones en la categoría NFR correspondiente, pero no son atribuibles a esta actividad

## Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
01.04.06	1A1ci	1A1c	Plantas de transformación de combustibles sólidos
03.01.03	1A2a	1A2	Combustión estacionaria industrial no específica
03.02.03	1A2a	1A2a	Cowpers de hornos altos
03.03.01	1A2a		Plantas de sinterización (combustión)
03.03.02	1A2a		Hornos de recalentamiento de hierro y acero (*)
03.02.05	1A2a/1A2b	1A2a/1A2b	Combustión en otros hornos sin contacto
04.02.01	1B1b	1B1b	Apertura y extinción de los hornos de coque
04.02.02	2C1b	2C1	Carga de hornos altos y coladas de arrabio
04.02.03			Hornos de oxígeno básico de las acerías
04.02.06	2C1a		Laminación de acero
04.02.08	2C1f		Antorchas en siderurgia y coquerías
09.02.04	2C1f		

\*: En esta actividad se han computado las emisiones de ciertas instalaciones auxiliares en los procesos de las plantas siderúrgicas integrales (acería LD, hornos altos, etc.), al no disponer en la nomenclatura SNAP de una actividad específica para estas instalaciones

## Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CO <sub>2</sub>	T2	IQ	Se estiman las emisiones totales de CO <sub>2</sub> utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso de sinterización. De estas emisiones totales se descuentan las imputables al consumo de combustibles en los hornos de sinterización, que se incluyen en la actividad 03.03.01
CH <sub>4</sub>	T2	IQ	- Emisiones medidas - Aplicación de un factor de emisión implícito basado en emisiones medidas
NMVOC	T2	IQ Guía EMEP/EEA 2016 Capítulo 2C1	- Emisiones medidas - Aplicación de un factor de emisión implícito basado en emisiones medidas - Factor de emisión por defecto
TSP,PM <sub>10</sub>	T2	IQ	- Emisiones medidas - Aplicación de un factor de emisión implícito basado en emisiones medidas
PM <sub>2,5</sub>	T2	Guía EMEP/EEA 2016 Capítulo 2C1	Aplicación, sobre las emisiones de PM <sub>10</sub> , de la relación entre emisiones de PM <sub>2,5</sub> con respecto a PM <sub>10</sub> según la Guía EMEP/EEA 2016
BC	T2	Guía EMEP/EEA 2016 Capítulo 2C1	Aplicación, sobre las emisiones de PM <sub>2,5</sub> , del porcentaje propuesto por la Guía EMEP/EEA 2016
HM*	T2	IQ	- Emisiones medidas - Aplicación de un factor de emisión implícito basado en emisiones medidas
Se	T2	Guía EMEP/EEA 2016 Capítulo 2C1	Aplicación de un factor de emisión por defecto a la producción de sinter
DIOX, PAH		IQ	- Emisiones medidas - Aplicación de un factor de emisión implícito basado en emisiones medidas
PCB, HCB	T2	Guía EMEP/EEA 2016 Capítulo 2C1	Aplicación de un factor de emisión por defecto a la producción de sinter

(\*) Excepto Se

## Variable de actividad

Variable	Descripción
Producción de sinter	Expresada en toneladas

## Fuentes de información sobre la variable de actividad

Producción de sinter	
Periodo	Fuente
1990-2017	Cuestionarios individualizados (IQ) facilitados por las plantas de siderurgia integral existentes en España

En la actualidad existen en España 2 plantas de siderurgia integral y 26 de siderurgia no integral.

Las plantas siderúrgicas integrales consideradas en el periodo se resumen en la siguiente Figura. Cabe señalar que actualmente sólo está en funcionamiento la planta de sinterización de la factoría de Gijón.



Empresa	Nombre	Provincia	Observaciones
ARCELORMITTAL	Factoría de Avilés	Asturias	Cese actividad instalaciones sinter en 1997
	Factoría de Gijón	Asturias	
Altos Hornos de Vizcaya		Vizcaya	Cierre de la planta en 1994

Figura 3. Distribución de las plantas siderúrgicas integrales en España (Fuente: elaboración propia)

## Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
CO <sub>2</sub>	CS	IQ	Se realiza el balance de carbono con la información facilitada por la planta, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las materias entrantes, la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas, obteniéndose una emisión de CO <sub>2</sub> como la masa de este carbono diferencial elevada a la ratio 44/12. De estas emisiones totales se descuentan las imputables al consumo de combustibles en los hornos de sinterización, imputándose a esta actividad 04.02.09 las emisiones restantes.
CH <sub>4</sub>	CS	Factores emisión implícitos	Factor de emisión implícito obtenido a partir de emisiones medidas
NMVOC	D	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2 Factores emisión implícitos	- Factor de emisión por defecto - Factor de emisión implícito basado en emisiones medidas
TSP,PM <sub>10</sub>	CS	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2 Factores emisión implícitos	- Factor de emisión por defecto - Factor de emisión implícito basado en emisiones medidas
PM <sub>2,5</sub>	D	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2	- Factor de emisión por defecto - Aplicación, sobre las emisiones de PM <sub>10</sub> , de la relación entre emisiones de PM <sub>2,5</sub> con respecto a PM <sub>10</sub> según la Guía EMEP/EEA 2016
BC	D	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2	Aplicación, sobre las emisiones de PM <sub>2,5</sub> , del porcentaje propuesto por la Guía EMEP/EEA 2016
HM*	CS	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2 Factores emisión implícitos	- Factor de emisión por defecto - Factor de emisión implícito obtenido a partir de emisiones medidas
Se	D	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2	Factor de emisión por defecto
DIOX	CS	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2 Factores emisión implícitos	- Factor de emisión por defecto - Factor de emisión implícito basado en emisiones medidas
PAH	CS	Factores emisión implícitos	Factor de emisión implícito obtenido a partir de emisiones medidas
HCB	D	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2	Factor de emisión por defecto
PCB	D	Guía EMEP/EEA 2016. Capítulo 2C1. Tabla 3.2	Factor de emisión por defecto Se ha partido del factor de emisión propuesto en el Libro Guía EMEP/EEA 2016 (capítulo 2.C.1, tabla 3.2) de 0,09 mg/t sinter, con un rango entre 0,025 y 0,18 mg/t sinter. Según se indica, la fuente original de este rango es el documento de mejores técnicas disponibles "Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Iron and Steel Production. March 2012", y que puede consultarse en <a href="http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/">http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/</a> o en la página web de PRTR-España <a href="http://www.prtr-es.es/">http://www.prtr-es.es/</a> . En este documento, puede observarse en la tabla 3.4 (página 96) que el rango de los factores de emisión es de 24,5-178,0 ng TEQ/t sinter, de lo que se deduce que la unidad indicada para el factor de emisión de PCB en el Libro Guía EMEP/EEA 2013 es incorrecta, y que se trata en realidad de <b>0,09 µg/t sinter</b> (i.e., 0,00009 mg/t sinter), que ha sido el factor aplicado en la estimación de las emisiones para esta actividad

Observaciones: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); OTH: otros (del inglés "Other"); M: modelo (del inglés "Model"); IQ: cuestionario individualizado de las plantas

(\*) Metales Pesados, excepto Se

## Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad a nivel CRF 2C1 se recoge en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO <sub>2</sub>	5	4,9	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 5%, al tratarse de información directa de las plantas <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre obtenida a partir de los valores establecidos en la Guía IPCC 2006 en el volumen 3, capítulo 4, tabla 4.4
CH <sub>4</sub>	5	4,9	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 5%, al tratarse de información directa de las plantas <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre obtenida a partir de los valores establecidos en la Guía IPCC 2006 en el volumen 3, capítulo 4, tabla 4.4

La incertidumbre de esta actividad a nivel de NFR 2C1 se recoge en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
NMVOG	-	-	No estimada. El Inventario contempla en su estimación de incertidumbre total, aquellos sectores que más emiten hasta completar el 97% de las emisiones totales, quedando esta actividad y contaminantes fuera del cómputo. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres del reporte a CRLTAP
TSP, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> , BC	-	-	
Metales pesados	-	-	
DIOX, PAH, HCB, PCB	-	-	

## Coherencia temporal de la series

La serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas.

## Observaciones

No procede

## Criterio para la distribución espacial de las emisiones

El Inventario recibe la información a nivel de planta por lo que las emisiones se asignan directamente a la provincia en la que se ubica cada planta

## Juicio de experto asociado

No procede

## Fecha de actualización

Noviembre 2019

## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

Los datos de variable de actividad correspondientes no se muestran por razones de confidencialidad.

Ficha Técnica

## ANEXO II

### Datos de factores de emisión

Los datos de factores de emisión correspondientes no se muestran por razones de confidencialidad.

Ficha Técnica



## ANEXO III

### Cálculo de emisiones

No procede.

Ficha Técnica

## ANEXO IV

### Emisiones

AÑO	CO <sub>2</sub> kt	CH <sub>4</sub> t	NMVOC t	PM <sub>2,5</sub> t	PM <sub>10</sub> t	TSP t	BC t	Pb Kg	Cd Kg	Hg Kg	As Kg	Cr Kg	Cu Kg	Ni Kg	Se Kg	Zn Kg	DIOX g	PAH Kg	HCB Kg	PCB kg
1990	538	1.109	983	-	-	-	-	25.088	131	264,36	83,60	574	922	624	143	1.312	47,78	181	0,08	0,0006
1991	578	1.139	1.010	-	-	-	-	25.766	131	274,16	87,28	574	925	642	146	1.319	49,39	185	0,08	0,0007
1992	534	1.030	913	-	-	-	-	23.292	117	249,43	79,77	511	825	580	132	1.178	44,80	168	0,07	0,0006
1993	577	1.055	936	-	-	-	-	23.863	113	261,15	84,71	494	800	596	136	1.149	46,53	172	0,07	0,0006
1994	574	1.055	935	-	-	-	-	23.843	111	262,71	85,65	484	786	596	136	1.130	46,69	172	0,07	0,0006
1995	185	739	655	-	-	-	-	16.739	105	160,85	47,77	464	737	413	95	1.032	30,19	120	0,07	0,0004
1996	161	671	595	-	-	-	-	15.186	78	160,70	51,02	343	552	378	86	786	29,02	109	0,05	0,0004
1997	146	472	419	-	-	-	-	10.731	92	82,05	19,67	409	639	259	61	876	17,03	77	0,07	0,0003
1998	155	396	351	-	-	-	-	9.035	103	47,24	5,08	459	710	213	51	958	11,95	64	0,08	0,0002
1999	165	647	574	-	-	-	-	14.774	169	77,58	8,56	751	1.160	349	83	1.566	19,54	106	0,12	0,0004
2000	263	851	755	636	636	1.373	1,08	19.429	222	101,85	11,01	988	1.526	458	109	2.060	25,70	138	0,16	0,0005
2001	251	848	752	384	384	828	0,65	19.363	221	101,21	11,25	984	1.521	457	109	2.053	25,61	138	0,16	0,0005
2002	251	838	743	519	519	1.121	0,88	19.124	219	100,07	10,88	972	1.502	451	108	2.028	25,29	136	0,16	0,0005
2003	278	778	214	662	662	1.429	1,13	17.761	203	92,95	10,27	903	1.395	419	100	1.883	23,49	127	0,15	0,0004
2004	259	851	234	721	721	1.531	1,23	18.844	211	95,20	10,80	924	1.465	423	109	1.994	24,90	124	0,16	0,0005
2005	334	857	235	676	676	1.435	1,15	18.218	204	91,40	10,30	871	1.413	403	110	1.920	24,10	119	0,17	0,0005
2006	439	820	225	677	677	1.430	1,15	18.573	207	91,70	10,30	861	1.436	401	105	1.950	24,60	119	0,16	0,0005
2007	344	865	238	734	734	1.532	1,25	19.757	217	94,70	10,90	890	1.519	411	111	2.069	26,10	119	0,17	0,0005
2008	342	836	230	711	711	1.494	1,21	19.407	215	94,30	10,70	884	1.496	410	107	2.034	25,70	120	0,16	0,0005
2009	336	635	174	530	530	1.147	0,90	15.428	177	80,20	8,60	742	1.205	353	82	1.624	20,40	110	0,12	0,0004
2010	348	784	215	684	684	1.424	1,16	18.728	205	88,60	10,10	823	1.435	380	101	1.953	24,80	110	0,15	0,0005
2011	286	767	211	685	685	1.443	1,16	18.916	210	92,50	10,30	865	1.458	401	99	1.979	25,00	119	0,15	0,0004
2012	167	645	177	622	622	1.295	1,06	17.389	190	82,10	9,30	752	1.331	350	83	1.809	23,00	102	0,12	0,0004
2013	190	732	201	700	700	1.458	1,19	19.575	214	92,40	10,50	847	1.499	395	94	2.036	25,90	115	0,14	0,0004
2014	218	842	231	796	796	1.657	1,35	22.249	243	105,00	11,90	963	1.703	448	108	2.315	29,40	131	0,16	0,0005
2015	224	863	237	958	958	1.994	1,63	26.778	293	126,40	14,30	1.159	2.050	540	111	2.786	35,40	158	0,17	0,0005
2016	212	816	224	843	843	1.755	1,43	23.578	258	111,32	12,61	1.020	1.805	475	105	2.453	31,19	139	0,16	0,0005
2017	225	868	238	730	730	1.551	1,24	19.092	214	96,45	10,94	936	1.484	429	112	2.020	25,23	126	0,17	0,0005