

**¿En qué medida se reducirán las
emisiones de CO_2 entre 2020 y 2023
asociadas al uso de vasos de plástico en
el Complejo Preuniversitario Mas
Camarena tras prohibir su
comercialización?**

Sistemas Ambientales y Sociedades

Número de palabras: 2.027

ÍNDICE

1. CUESTIÓN AMBIENTAL.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. VARIABLES.....	5
4. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS	6
5. LISTA DE EQUIPAMIENTO	6
6. METODOLOGÍA.....	7
7. OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	11
8. CONCLUSIÓN.....	15
9. DISCUSIÓN.....	15
10. EVALUACIÓN.....	16
11. SOLUCIONES	17
12. BIBLIOGRAFÍA	18
12.1 WEBGRAFÍA.....	18

1. Cuestión ambiental: Reducción de las emisiones de kilogramos de dióxido de carbono en el Complejo Preuniversitario Mas Camarena tras la prohibición de uso de vasos de plástico por el Plan Integral de Residuos (PIR) de la Comunidad Valenciana **(Andrés, 2018)**.

2. INTRODUCCIÓN:

Según Cambio Climático Global el calentamiento global es el aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y océanos de la Tierra. Organizaciones como El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), organismo de las Naciones Unidas, se encarga de evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático.

Este aumento de las temperaturas se debe en su mayor parte a las grandes concentraciones de gases de efecto invernadero (vapor de agua, dióxido de carbono y metano) **(Calentamiento Climático Global, 2017)**.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue el principal acuerdo firmado por 195 países en la Cumbre del Clima de Río en 1992. Esto comenzó como “medio de colaboración de los países para limitar el aumento de la temperatura mundial y el cambio climático” ya que actualmente nos encontramos en el segundo nivel de gestión de la contaminación: control de la liberación del contaminante. **(Consejo de la Unión Europea, 2018)**.

Concretamente en esta investigación me voy a centrar en el estudio de las emisiones de dióxido de carbono en mi centro educativo. El aumento de este gas de efecto invernadero es debido a diversas fuentes, entre ellas las

fuentes antrópicas como los procesos industriales (**Ecobidon, 2017**). Dentro de esos procesos hallamos por ejemplo los procesos del plástico, un material que a día de hoy lo encontramos en envases de productos, ingredientes de cosméticos, el textil de la ropa, materiales de construcción entre otros (**Greenpeace, 2018**). Cabe destacar que para fabricar el plástico se explota un recurso no renovable el cual solo se puede reemplazar en escalas de tiempo geológicas. Este recurso es un combustible fósil, en concreto el petróleo. (**Rutherford, J. y Gillian, W., 2015**). La extracción de petróleo hoy en día está siendo masiva, lo que puede conllevar a insostenibilidad.

Este producto y su fabricación afectan al aumento de las temperaturas ya que su producción emite grandes cantidades de dióxido de carbono, en concreto, por cada kilogramo de plástico (polímero común) que se fabrica se libera a la atmósfera 3,5 kilogramos de dióxido de carbono (**Berners-Lee, 2010**). Ello ha conllevado a que países como España quieran eliminar de forma progresiva la comercialización y uso de productos de plástico no reutilizables. (**National Geographic, 2018**). Por ejemplo los platos, vasos y cubiertos de plástico son productos bastante vendidos en el mercado español y es por tanto que a partir del 1 de enero de 2020 las Islas Baleares y la Comunidad Valenciana prohibirán dichos productos. El objetivo de la prohibición es “prevenir y reducir la contaminación que provocan estos productos cuando se convierten en residuos.” (**La Vanguardia, 2018**).

Por tanto la relación que existe entre la cuestión ambiental y la pregunta de investigación es que sí actualmente el 98% de los alumnos comen en el centro educativo se usan numerosos vasos de plástico, lo que conlleva a mayores emisiones de dióxido de carbono. Esto supone que la prohibición de vasos de plástico conlleve al uso de vasos de otros materiales como cristal.

Debido a mi interés por conocer el grado de repercusión de esta legislación en mi entorno más próximo me surge la siguiente pregunta:

¿En qué medida se reducirán las emisiones de CO₂ entre 2020 y 2023 asociadas al uso de vasos de plástico en el Complejo Preuniversitario Mas Camarena tras prohibir su comercialización?

3. VARIABLES

Variable (s)	Tipo de variable	Unidades	Obtención de datos	Justificación
Tiempo	Independiente	Medido por cursos escolares (desde el curso 2017/2018 hasta 2022/2023)	Facilitados por el colegio	Los cursos seleccionados sirven para ver la evolución de cuanto plástico se hubiera utilizado (en función de los alumnos) si el Plan Integral de Residuos (PIR) no entrase en vigor en 2020.
CO₂ En función del número de alumnos y profesores	Dependiente	Medido en kilogramos por número de personas <i>kg CO₂/nº de personas</i>	La información de la cantidad de CO ₂ emitida por kg de polipropileno fue extraída del libro <i>How Bad Are Bananas?</i> y posteriormente se realizaron cálculos para obtener el CO ₂ emitido en función del consumo de vasos por persona	He seleccionado este gas ya que en la producción y fabricación de vasos de plástico es el que principalmente se emite, siendo uno de los principales gases del aumento de efecto invernadero (Berners-Lee, 2010) Además he tenido en cuenta el trayecto desde la fábrica de nuestro proveedor hasta el centro educativo

4. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este proyecto de investigación no conlleva ningún riesgo ya que no se ha realizado ninguna experimentación y los datos estudiados han sido facilitados por el colegio y extraídos de fuentes bibliográficas.

5. LISTA DE EQUIPAMIENTO

- Calculadora Gráfica HP Prime para realizar los cálculos de estadística.
- Programa informático Excel para el tratamiento de datos.

6. METODOLOGÍA

He seguido los siguientes pasos para realizar el cálculo de emisiones de CO₂ derivadas del uso de vasos de plástico en un curso escolar, por ejemplo 2017/2018.

1. Reunión con el encargado de cocina que realiza los pedidos de compra de vasos de plástico para obtener los datos de consumo.

Tabla 1: Datos específicos sobre los vasos de plástico utilizados en el centro educativo			
Proveedor	Cantidad al trimestre	Peso de cada vaso	Tipo de plástico
Quimipapel	3.000	3,84 gramos	Polipropileno

(Colegio Mas Camarena, 2018)

2. Buscar en el libro *How Bad Are Bananas?* la cantidad de dióxido de carbono que emite 1 kilogramo de polipropileno. En este caso producir 1 kilogramo de polipropileno emite a la atmósfera 4,4 kilogramos de CO₂.

(Berners-Lee, 2010)

3. Reunión con la administración de Secundaria para saber el total de alumnos y de profesores durante dicho curso escolar.

Tabla 2: Total de alumnos y profesores curso 2017/2018 (curso 1)	
Curso	Cantidad
3° ESO	123
4° ESO	118
1° Bachillerato	99
2° Bachillerato	85
Profesores	60
Total	485

4. Para poder calcular la huella de carbono que emite la producción de vasos de plástico que se consumen en un curso escolar de 10 meses con 485 alumnos, es necesario saber la cantidad total de vasos que se utilizan.

Por tanto, si sabemos que en tres meses se utilizan 3.000 vasos de plástico, eso significa que mensualmente se usan 1.000 vasos. Con estos datos podemos saber que en un curso escolar un total de 10.000 vasos son utilizados.

Después realizaré una estimación para los próximos años, sabiendo que si en el curso escolar 2017/2018 han habido 485 personas y se han empleado 10.000 vasos, se puede decir que cada persona ha gastado una media de 20,618 vasos. Por tanto para averiguar la cantidad de vasos que se han utilizado en cada curso escolar hay que multiplicar 20,618 por el total de alumnos y docentes en dicho curso.

5. Calcular el peso total de los vasos usados: cada vaso pesa 3,84 gramos y se usan 10.000 vasos, por lo que el total de los vasos es de 38.400 gramos (38,4 kilogramos).

6. Calcular la cantidad de dióxido de carbono que emite dicha cantidad de vasos: si sabemos que 1 kilogramo de polipropileno son 4,4 kilogramos de CO₂, esto significa que 23,4 kilogramos de polipropileno son 168,96 kilogramos de CO₂. **(Berners-Lee, 2010)**

7. Calcular la distancia desde la fábrica hasta el instituto. Al introducir ambas direcciones en Google Maps la ruta más utilizada que aparece entre ambas entidades tiene una distancia de 52,1 kilómetros.

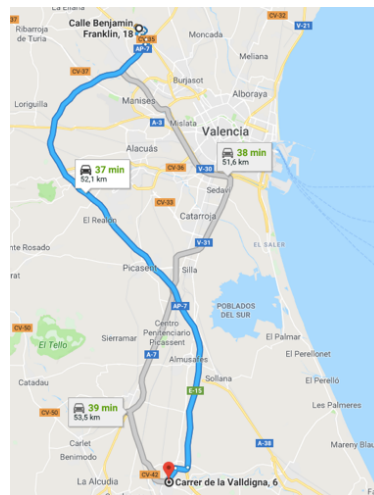


Imagen 1 (Google Maps, 2018)

8. Según la Calculadora de Emisiones de CO₂ del Gobierno de Aragón, recorrer 52,1 kilómetros con gasolina emite 9,9 kilogramos de CO₂ y recorrer 52,1 kilómetros con diésel emite 8,6 kilogramos de CO₂. Al no saber que tipo de combustible utiliza el camión que trae los vasos, lo mas adecuado es realizar una media de ambos combustibles la cual es 9,25 kilogramos de CO₂. El camión viene tres veces al año por lo que emite 27,75 kilogramos de CO₂.

9. Sumar el total de emisiones al producir los vasos y las emisiones que se emiten al transportar los vasos hasta el colegio. Total: 196,71 kilogramos de CO₂.

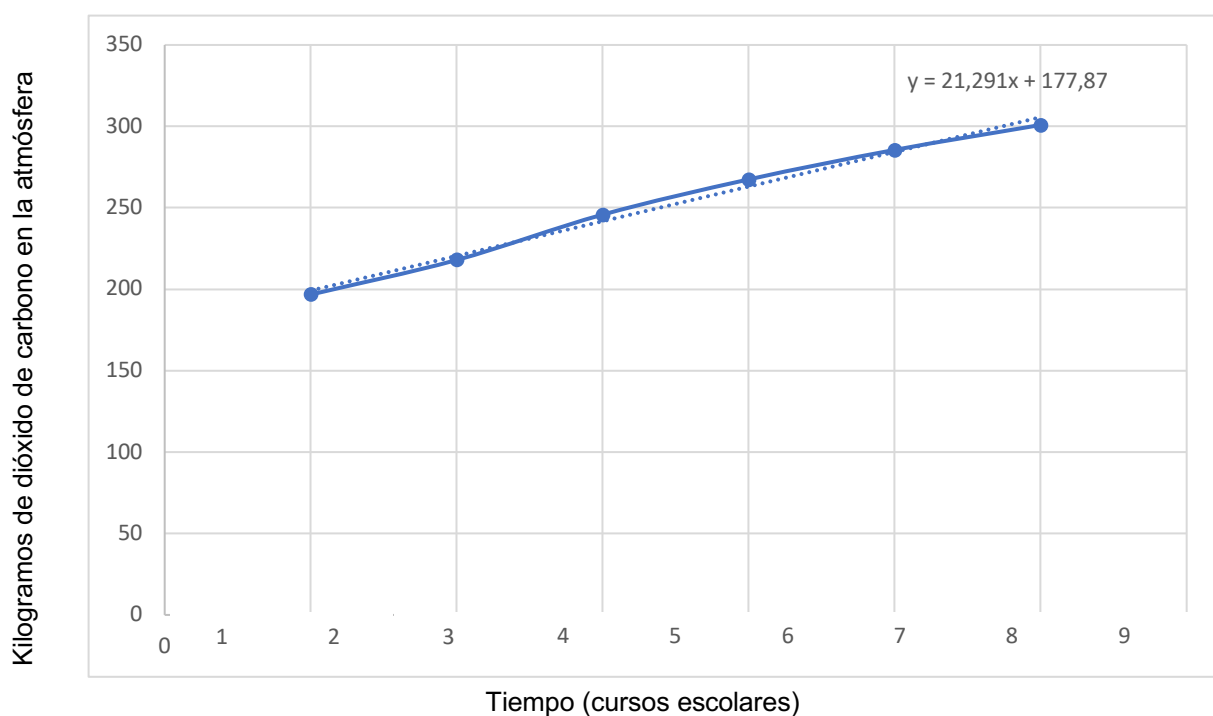
10. Para obtener la cantidad de kilogramos de dióxido de carbono que se emitirían en los cursos posteriores a 2017/2018 se repetirá para cada curso del paso 4 al 9. Gracias a los datos proporcionados por la administración del centro de los números de alumnos desde primaria hasta bachillerato, he podido calcular, tal y como se muestra en el apéndice, el total de alumnos y profesores que se prevén para los próximos cursos escolares.

7. OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Tabla 3: Cantidad de dióxido de carbono que se ha emitido y se emitiría con el consumo de vasos de plástico desde el curso 2017/2018 hasta 2022/2023.

X Tiempo (cursos escolares de 10 meses)	Y kilogramos de CO₂ en función del número de alumnos y profesores.
2017/2018 (Curso 1)	196,71 kg de CO ₂
2018/2019 (Curso 2)	217,96 kg de CO ₂
2019/2020 (Curso 3)	245,81 kg de CO ₂
2020/2021 (Curso 4)	267,42 kg de CO ₂
2021/2022 (Curso 5)	285,55 kg de CO ₂
2022/2023 (Curso 6)	300,87 kg de CO ₂

Gráfico 1: Representación gráfica de la cantidad de dióxido de carbono que se ha emitido y se emitirá con el consumo de vasos de plástico desde el curso 2017/2018 (curso 1) hasta 2022/2023 (curso 6).



A partir de la gráfica anterior podemos observar como la emisión de dióxido de carbono por el consumo de vasos de plástico tiene tendencia a saumentar desde el curso 2017/2018 en el que se emiten 196,71 kilogramos de CO₂, hasta el curso 2022/2023 en el que se emitirían 300,87 kilogramos de CO₂. Esto es a causa de la estructura piramidal del centro, en el que cada año escolar cada vez hay más alumnos y profesores.

A día de hoy se han emitido 196,71 kilogramos de CO₂ pero hasta que la nueva legislación entre en vigor se espera que emitamos 463,77 kilogramos de CO₂, por lo que se acabará emitiendo un total de 660,48 kilogramos de CO₂.

Con los datos obtenidos en la tabla 3, procederé a realizar el análisis estadístico de los datos.

<u>Tabla 4:</u> Datos estadísticos descriptivos de la cantidad de CO ₂ liberada a la atmósfera		
Estadística	Cursos 1, 2 y 3 (variable 1)	Cursos 4, 5, 6 (variable 2)
Media	220,16	284,61
Error típico	14,216569	9,667534
Mediana	217,96	285,55
Desviación estándar	24,6238198	16,74465985
Varianza de la muestra	606,3325	280,3836
Coficiente de asimetría	0,3988404	-0,2509344
Rango	49,1	33,45
Mínimo	196,71	267,42
Máximo	245,81	300,87
Suma	660,48	853,84
Cuenta	3	3

Cabe destacar que para las dos variables extraemos los valores medios de kg de CO₂ con sus respectivos errores:

Tabla 5: Margen de error	
Cursos 1, 2 y 3 (variable 1)	Cursos 4, 5, 6 (variable 2)
220,16 ± 24,62 kg de CO ₂	284,61 ± 16,74 kg de CO ₂

Es importante definir los grupos con los que se va a realizar la inferencia de datos. El primer grupo (G_1) es la cantidad de CO₂ emitida entre los cursos 1 (2017/2018) y 3 (2019/2020). El segundo grupo (G_2) es definido como la cantidad de CO₂ emitida entre los cursos 4 (2017/2018) y 6 (2019/2020).

Entre los dos grupo (G_1 y G_2) existe una independencia puesto que en el segundo grupo aparecen nuevos alumnos.

$$H_0 = G_1 \geq G_2$$

$$H_1 = G_1 < G_2$$

De tal forma se realizará el estudio de la varianza en base a las dos muestras para determinar si son iguales o diferentes:

$$H_0 = \sigma^2 (\text{grupo 1}) = \sigma^2 (\text{grupo 2})$$

$$H_1 = \sigma^2 (\text{grupo 1}) \neq \sigma^2 (\text{grupo 2})$$

Tabla 6: Prueba F para varianzas de dos muestras		
	Cursos 1, 2 y 3 (variable 1)	Cursos 4, 5, 6 (variable 2)
Media	220,16	284,61
Varianza	606,3325	280,3836
Observaciones	3	3
Grados de libertad	2	2
F	2,16251032	
P (F<=f) una cola	0,3162045	
Valor crítico para F (una cola)	19	

La tabla 6 muestra un “valor crítico de F” superior a 0,05 ($0,3162045 > 0,05$), por lo que no se puede rechazar H_0 como hipótesis nula. Esto nos lleva a realizar la prueba t para varianzas iguales

Tabla 7: Prueba t para dos muestra de varianzas iguales		
	Cursos 1, 2 y 3 (variable 1)	Cursos 4, 5, 6 (variable 2)
Media	220,16	284,61
Varianza	606,3325	280,3836
Observaciones	3	3
Varianza agrupada	443,358067	
Diferencia hipotética de la media	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-3,748985	
P(T<=t) una cola	0,00998233	
Valor crítico de t (una cola)	2,13184679	
P(T<=t) dos colas	0,01996466	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511	

Una vez realizada la prueba t para dos muestras de varianzas iguales, si nos fijamos en “P(T<=t) una cola”, siendo 0,00998233 y por tanto menor a 0,05 permite rechazar H_0 y validar la hipótesis alternativa H_1 , lo que demuestra que la diferencia entre la cantidad de CO_2 emitida y la que se emitirá es estadísticamente significativa. En concreto, se indica que la cantidad de CO_2 emitida durante los cursos 1,2 y 3 es menor a la que se emitiría en los cursos 4,5 y 6 si la legislación no entrara en vigor.

8. CONCLUSIÓN

En definitiva, la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera por el transporte y el consumo de vasos de plástico irá aumentando cada curso escolar, ya que el número de alumnos y docentes también crece. Por tanto con la prohibición de los vasos de plástico se evitará una emisión de 853,84 kilogramos de dióxido de carbono durante los tres cursos posteriores a la entrada en vigor de la nueva legislación.

9. DISCUSIÓN

Mi idea del trabajo de investigación es algo que hoy en día preocupa a nivel mundial y se está trabajando para poder solucionarlo, de hecho este año en el día mundial del medio ambiente celebrado el día 5 de junio, (jornada que se celebra todos los años) el tema era “Sin Contaminación Por Plástico”, cuyo objetivo es la concienciación a la población de evitar el uso de este material.

(Instituto Superior del Medio Ambiente, 2018)

En este trabajo me he limitado a centrarme en el edificio preuniversitario, pero podría haberme extendido al resto del centro de Mas Camarena e incluso a todos los centros que forman La Fundación Colegios Siglo XXI y también buscando otros materiales de plástico desechables que se consuman en el centro como las botellas de plástico, sobre las cuales también existe una gran polémica y se van a ver afectadas por las nuevas leyes medioambientales.

También se podrían haber incluido las jornadas de formación donde se hace un catering y se utiliza gran cantidad de plástico de un solo uso.

10. EVALUACIÓN

Por lo que se refiere a los puntos débiles, se podría haber abarcado mas datos de tiempo, sobretodo años anteriores. Además si se hubieran incluido el resto de edificios que conforman el centro educativo Mas Camarena, se hubieran añadido más profesores y alumnos, por lo que los resultado hubieran llamado más la atención. Asimismo se podrían haber considerado otras variables que aumentan la huella de carbono, como la llegada del polipropileno a la fábrica, pero ese dato desde mi posición no lo puedo obtener.

Como limitación cabe destacar que no se ha tenido en cuenta el número de alumnos que comen fuera del centro educativo.

En cuanto a los puntos fuertes, se puede considerar el estudio estadístico bastante relevante. Además los datos de consumo de vasos de plástico son oficiales ya que han sido aportados por el propio colegio.

11. SOLUCIONES

Sería necesario establecer un protocolo para evitar el uso de los vasos de plástico en el centro. Al principio puede suponer un coste económico mayor, lo que se consideraría como una limitación, pero con el paso del tiempo la inversión de compra en vasos de cristal u otro material, resulta ser mas higiénico, reutilizable y no contaminante. Para ello existen diferentes alternativas, entre ellas hay una empresa que se llama *Sin Plástico: Alternativas para vivir sin plástico*, la cual como su nombre indica, ofrecen productos como pajitas, vasos, envoltorios alimentarios reutilizables, fiambreras e incluso botellas fabricadas a partir de otros materiales que no derivan del plástico. Gran parte de sus productos están hechos de materiales como vidrio o acero inoxidable y en el caso del vidrio tiene una gran eficacia a la hora de ser reciclado, en concreto en 2017 alcanzó una tasa de reciclaje del 73,1% (**Ballesteros, E, 2017**).

De esta forma, instaurar este protocolo supondría un beneficio medioambiental ya que se reducirían las emisiones de gases de efecto invernadero.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Berners-Lee, M., (2010). *How Bad Are Bananas?* Vancouver:Greystone.
- Rutherford, J. y Gillian, W. (2015). *Environmental systems and societies*. Oxford: Londres.

12.1 WEBGRAFÍA

- Andrés, R. (2018). *Pajitas y cubiertos de plástico, prohibidos en 2020 en la Comunitat Valenciana*. La Vanguardia. Recuperado el 19 de febrero, de <https://www.lavanguardia.com/local/valencia/20180411/442466851997/pajitas-cubiertos-plastico-prohibidos-2020-comunitat-valenciana.html>
- Ballesteros, J. (2017). *¿Cuántos envases de vidrio es capaz de reciclar cada español?* Cambio16. Recuperado el 1 de noviembre de 2018, de <https://www.cambio16.com/cambio-financiero/tasa-de-reciclaje-de-vidrio/>
- Cambio Climático Global. *Los gases de efecto invernadero*. Recuperado el 4 de julio de 2018, de <https://cambioclimaticoglobal.com/gasesinv>
- Consejo Europeo Consejo de la Unión Europea. (7-6-2018). *Acuerdos internacionales sobre acción por el clima*. Recuperado el 4 de julio de

2018, de <http://www.consilium.europa.eu/es/policias/climate-change/international-agreements-climate-action/>

- Ecobidon Global Process. (2017). *Fuentes principales de las emisiones de CO₂*. Recuperado el 4 de julio de 2018, de <https://ecobidon.com/fuentes-principales-de-las-emisiones-de-co2/>
- Elcacho, J.(11-04-2018). Platos y vasos de plástico de un solo uso: ¿Prohibidos en España en 2020?. *La Vanguardia*. <http://www.lavanguardia.com/natural/20180411/442454238770/platos-y-vasos-de-plastico-de-un-solo-uso-prohibidos-en-espana-en-2020.html>
- Estrategia Aragonesa de Cambio Climático y Energías Limpias. *Calculadora de emisiones de CO₂*. Recuperado el 18 de julio de 2018, de <http://calcarbono.servicios4.aragon.es>
- Europapress. (12-01-2015). *Cada tonelada de dióxido de carbono emitida a la atmósfera causa daños por 220 dólares*. Recuperado el 21 de julio de 2018, de <http://www.europapress.es/ciencia/habitat-y-clima/noticia-cada-tonelada-co2-emitida-atmosfera-causa-danos-220-dolares-20150112174655.html>
- Gestores de Residuos. (23-05-2018). *La clasificación de los plásticos*. Recuperado el 11 de julio de 2018, de <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-clasificacion-de-los-plasticos>

- Instituto Superior de Medio Ambiente. (05-06-2018). *Día Mundial del Medio Ambiente 2018*. Recuperado el 20 de octubre de 2018, de <http://www.comunidadism.es/agenda/dia-mundial-del-medio-ambiente-2018>

- National Geographic. (17-04-2018). *España prohibirá los plásticos de un solo uso*. Recuperado el 4 de julio de 2018, de http://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/actualidad/espana-planea-prohibir-plasticos-solo-uso_12598

- Quimipapel. 2018. *Dirección*. Recuperado el 20 de julio de 2018, de <http://quimipapel.com>

13. APÉNDICE

Tabla 8: Total de alumnos y profesores curso 2018/2019 (Curso 1)

Curso	Cantidad
3º ESO	144
4º ESO	124
1º Bachillerato	121
2º Bachillerato	95
Profesores	62
Total	546

Tabla 9: Total de alumnos y profesores curso 2019/2020 (Curso 2)

Curso	Cantidad
3º ESO	173
4º ESO	144
1º Bachillerato	124
2º Bachillerato	121
Profesores	64
Total	626

Tabla 10: Total de alumnos y profesores curso 2020/2021 (Curso 3)

Curso	Cantidad
3º ESO	181
4º ESO	173
1º Bachillerato	144
2º Bachillerato	124
Profesores	66
Total	688

Tabla 11: Total de alumnos y profesores curso 2021/2022 (Curso 4)

Curso	Cantidad
3º ESO	180
4º ESO	181
1º Bachillerato	173
2º Bachillerato	144
Profesores	68
Total	746

Tabla 12: Total de alumnos y profesores curso 2022/2023 (Curso 5)

Curso	Cantidad
3º ESO	180
4º ESO	180
1º Bachillerato	181
2º Bachillerato	173
Profesores	70
Total	784

Tabla 13: Total de alumnos y profesores curso 2023/2024 (Curso 6)

Curso	Cantidad
3º ESO	160
4º ESO	180
1º Bachillerato	180
2º Bachillerato	181
Profesores	72
Total	773