

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**CARRERA**  
**ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN**  
**DE CERVEZA Y MICROCERVECERÍA**

**“ECONOMÍA CIRCULAR EN FÁBRICA DE**  
**PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL”**

*Tec. Univ. en Química Fabián Ruata*

*Trabajo Final Integrador para optar el Título*  
**ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN DE CERVEZA Y MICROCERVECERÍA**

*Directora: M. Adriana Paonessa*  
*Co Director: Dr. Sebastián Collins*

*Córdoba, Mayo 2022*

Copyright – Fabián Ruata., [fabianruata@gmail.com](mailto:fabianruata@gmail.com)

Córdoba, Argentina (2022).

Prohibida su reproducción total o parcial en cualquier medio sin autorización expresa del titular del derecho.

## *Agradecimientos*

*A Peñón del Águila por darme la oportunidad de constatar y afianzar mis conocimientos adquiridos durante mi experiencia laboral en la empresa, por permitirme crecer humana y profesionalmente, por confiar en mí y brindarme todos los recursos e información necesarios para presentar este trabajo.*

*A mi familia por apoyarme en cada viaje y tiempo dedicado a la especialización.*

*A la Universidad Nacional del Litoral por brindar la posibilidad de obtener un título de posgrado en el área en el que me desenvuelvo profesionalmente, la cerveza.*

*A Dr. Sebastián Collins por crear esta especialización con mucha dedicación, entusiasmo y esmero.*

*A M. Adriana Paonessa por ayudarme a elaborar el siguiente trabajo brindándome toda su gran experiencia en la industria cervecera.*

*A Diego Barreiro y todo su equipo de Biomax por alentarme a la concientización ambiental y a realizar este proyecto.*

*A mi hijo Joaquín y a mi amor Ani.*

*A mis padres y hermana.*

*Y en memoria de mi hermano Pablo.*

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	<b>Pág. 6</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>Pág. 7</b>
1. Consumo de energía calórica. ....	Pág. 7
2. Consumo de energía eléctrica. ....	Pág. 7
3. Consumo de agua. ....	Pág. 7
4. Residuos y derivados sólidos. ....	Pág. 8
5. Emisiones al aire. ....	Pág. 8
6. Aguas residuales. ....	Pág. 8
<b>Objetivos</b> .....	<b>Pág. 10</b>
<b>Capítulo 1: Caracterización de los Residuos</b> .....	<b>Pág. 11</b>
<i>Residuos Sólidos</i> .....	Pág. 11
<u>Gráfico 1: Composición del bagazo cervecero</u> .....	Pág. 11
<i>Residuos Líquidos</i> .....	Pág. 12
<u>Tabla 1: Muestra representativa del efluente</u> .....	Pág. 12
<u>Gráfico 2: Temperatura vs tiempo del efluente</u> .....	Pág. 13
<u>Gráfico 3: pH vs tiempo del efluente</u> .....	Pág. 13
<b>Capítulo 2: Alternativas de Tratamientos</b> .....	<b>Pág. 14</b>
<u>Tabla 2: Comparativa entre tecnologías de biodigestores</u> .....	Pág. 14
<u>Imagen 1: Biodigestores de alta y baja tecnología</u> .....	Pág. 15
<u>Alternativa 1</u> .....	Pág. 16
<u>Alternativa 2</u> .....	Pág. 17
<u>Alternativa 3</u> .....	Pág. 17
<u>Alternativa 4</u> .....	Pág. 18
<u>Alternativa 5</u> .....	Pág. 19
<u>Alternativa 6</u> .....	Pág. 19
<u>Alternativa 7</u> .....	Pág. 20
<u>Imagen 2: Economía Circular Peñón del Águila</u> .....	Pág. 21
<b>Capítulo 3: Ahorro Energético y Huella de Carbono</b> .....	<b>Pág. 22</b>
<u>Tabla 3: Producción, energía y efluentes Peñón del Águila</u> .....	Pág. 22
<u>Gráfico 4: Disminución de huella de carbono</u> .....	Pág. 23
<u>Tabla 4: Ahorro energético Peñón del Águila</u> .....	Pág. 23
<b>Discusión</b> .....	<b>Pág. 24</b>
<b>Conclusión</b> .....	<b>Pág. 24</b>

<b>Anexos</b> .....	<b>Pág. 25</b>
<i>Anexo 1: Estudio de composición del bagazo</i> .....	Pág. 25
<i>Anexo 2: Cálculo para muestra representativa de efluente</i> .....	Pág. 26
<i>Anexo 3: Estudio de la muestra representativa de efluente</i> .....	Pág. 31
<i>Anexo 4: Normativa vigente sobre vertido de efluentes</i> .....	Pág. 32
<i>Anexo 5: Factores de emisión de CO<sub>2</sub></i> .....	Pág. 33
<b>Bibliografía</b> .....,,,.....	<b>Pág. 35</b>

## **RESUMEN**

El aumento en la producción de cerveza artesanal, se debe a que los consumidores buscan experiencias nuevas y distintas respecto a las cervezas tradicionales de producción industrial.

La elaboración artesanal de esta bebida se enfrenta a un dilema complejo en materia de beneficios, ya que son industrias pequeñas, con menos tecnologías, menos capacidad de inversión, y con costos elevados por la compra de insumos importados.

El presente trabajo, busca mejorar la eficiencia productiva y energética de una planta de baja escala, a través del desarrollo de un proyecto de economía circular sustentable. Se plantea una solución innovadora, acorde a las normas nacionales e internacionales, de impacto positivo para el medio ambiente y financiero para la empresa, focalizado principalmente en el tratamiento de residuos sólidos y líquidos.

El estudio se complementa con el análisis de otros indicadores de clase mundial como son la huella de carbono y la eficiencia energética que generan beneficios económicos relevantes.

## **INTRODUCCIÓN**

Las cuestiones ambientales relacionadas con la fase operativa de las fábricas cerveceras incluyen principalmente:

- 1. Consumo de energía calórica.*
- 2. Consumo de energía eléctrica.*
- 3. Consumo de agua.*
- 4. Residuos y derivados sólidos.*
- 5. Emisiones al aire.*
- 6. Aguas residuales.*

### **1. Consumo de energía calórica:**

Los procesos de fabricación de la cerveza implican un uso relativamente intensivo tanto de electricidad como de energía térmica.

La energía térmica se utiliza para aumentar el vapor en las calderas, empleadas principalmente para cocer el mosto y calentar el agua en la sala de macerado y de enlatado.

### **2. Consumo de energía eléctrica:**

El sistema de refrigeración del proceso suele ser el principal consumidor de electricidad, aunque las salas de macerado, envasado y planta de tratamiento de aguas residuales, también consumen buena parte de la electricidad.

El consumo energético específico de una cervecería depende en gran medida del sistema de servicios auxiliares y el diseño del proceso; sin embargo, pueden existir variantes específicas del emplazamiento como resultado de las diferencias en la fórmula y tipo de envasado del producto, la temperatura de entrada del agua empleada para elaborar la y las variaciones climáticas.

### **3. Consumo de agua:**

La producción de cerveza se caracteriza por consumir un elevado volumen de agua de buena calidad. Más del 90 por ciento (90%) de la cerveza es agua y las cervecías eficientes utilizan entre 4 y 7 litros de agua para producir 1 litro de cerveza. El agua no solo se consume durante el proceso de elaboración y envasado, sino que se utiliza para la limpieza y saneamiento general de la planta: maquinarias de cada etapa del proceso, pisos, techos,

paredes, depósitos de materias primas y depósito de producto terminado. Además durante el cocimiento del mosto y el bagazo también se producen pérdidas de agua.

#### **4. Residuos y derivados sólidos:**

La producción de cerveza genera diversos residuos, entre los que se destaca por cantidad el bagazo, que tienen valor comercial y puede venderse como subproducto alimenticio al sector ganadero o porcino. Hoy no es fácil encontrar un mercado para el mismo debido al costo logístico que esto implica.

Otro residuo sólido o semisólido, es la levadura, que en muchas ocasiones puede ser reutilizado para otros lotes de cerveza, pero no siempre se puede reutilizar todo, por lo que se termina desechando.

A estos podemos considerar también los barros que quedan del tratamiento de efluentes, que podrían reutilizarse como fertilizante agrícola.

#### **5. Emisiones al aire:**

Los olores y el polvo son las emisiones al aire más destacables de la industria cervecera.

Las emisiones derivadas de las fuentes de combustión empleadas para la producción de energía y en las salas de calderas son las más relevantes.

A su vez entre los malos olores podemos destacar la descomposición del bagazo residual y los efluentes líquidos que la producción de cerveza genera.

Entre los polvos está principalmente el polvo procedente de la malta que puede emplearse como alimento para consumo animal.

#### **6. Aguas residuales:**

Los contaminantes contenidos en los efluentes generados en las cervecerías son principalmente sustancias orgánicas originadas durante las actividades de proceso.

En más detalle, en los efluentes podemos encontrar mosto y cerveza residual que, en lugar de pasar a formar parte de la corriente de producto son drenados al efluente por diferentes motivos. Las principales fuentes son los tanques de proceso, los filtros de tierras diatomeas, las tuberías, la cerveza no conforme y las latas rotas en la zona de envasado.

Las técnicas empleadas para tratar las aguas residuales de proceso en el sector incluyen la compensación de flujo y carga, la corrección del pH, la

sedimentación de sólidos en suspensión mediante el uso de clarificadores, y el tratamiento biológico. En ocasiones es necesario recurrir a la remoción de los nutrientes biológicos para reducir el nitrógeno y el fósforo y a la desinfección mediante la cloración, la deshidratación y la eliminación de los residuos. En algunos casos, es posible realizar la compostación o aplicación en la tierra de los residuos derivados del tratamiento de aguas residuales que presenten una calidad aceptable. Puede ser necesario implementar controles de ingeniería adicionales para contener y neutralizar los olores molestos.

Las fábricas cerveceras de todo el mundo optan cada vez más por el tratamiento biológico anaerobio seguido de la aireación. Las ventajas de esta técnica son su escasísima huella de carbono, los sustanciosos ahorros en electricidad y la generación de biogás que puede emplearse para alimentar las calderas o para generar electricidad.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Desarrollar un proyecto de economía circular sustentable y rentable en la producción de cerveza artesanal brindando solución a diferentes problemáticas a las que se enfrenta la producción de cerveza artesanal.

### **Objetivos Específicos**

- Estudiar la problemática de residuos tanto líquidos como sólidos de una planta de producción de cerveza artesanal ubicada en la localidad de Malagueño, Córdoba.
- Obtener mediante cálculo una alternativa para el tratamiento de efluentes, que de valor agregado al mismo.
- Encontrar una disposición más efectiva y rápida al bagazo cervecero.
- Disminuir los malos olores producidos por la fábrica.
- Mejorar los beneficios de la empresa.

# METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

## Capítulo 1

### Caracterización de los Residuos

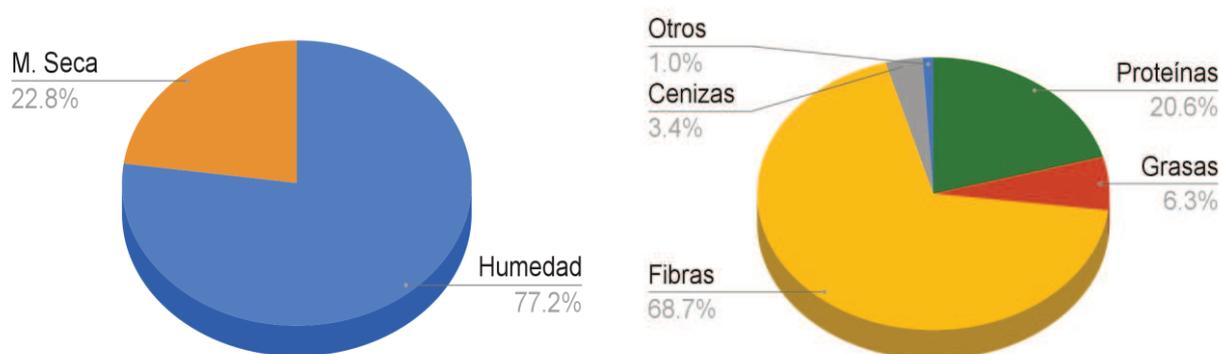
#### Residuos Sólidos:

En la industria de bebidas siempre se generan residuos debido al “packaging”, entre los que se destacan el papel, el cartón, nylon tipo stretch, vidrio, latas de aluminio, entre otras. En Peñón del Águila Cerveza Legendaria, estos residuos son separados en canastos y entregados a una empresa de reciclaje, por lo que no sería un gran problema en la actualidad.

Debido a que la cerveza se produce mediante un proceso biológico de fermentación se produce un residuo semisólido que es la levadura. Esta levadura puede ser reutilizada luego de una inspección de calidad al microscopio o bien puede ser descartada. La misma varía mucho en su porcentaje de contenido dependiendo el estadio en el que se encuentre la cerveza y del tipo de levadura que se trate.

Pero existe otro residuo sólido característico y particular de la producción de cerveza: el bagazo. El bagazo está compuesto principalmente de la cáscara de la malta a la que previamente por medio de un proceso de maceración y lavado se le extrajo todos los azúcares posibles. El mismo tiene un alto porcentaje de humedad, siendo este el mayor problema logístico para su transporte. Se realizaron estudios en laboratorio en los que se determinó que la composición del bagazo es 77,18% agua y 22,82% materia seca. (Ver Anexo 1)

En el gráfico 1 podemos visualizar de mejor manera su composición, y la composición de la materia seca:



**Gráfico 1: Composición del bagazo cervecero.**

### **Residuos Líquidos:**

El principal residuo líquido es agua de enjuague de limpieza, la misma puede contener químicos en baja concentración junto con materia orgánica proveniente de la suciedad de los tanques y equipos.

Su composición es muy variable dependiendo de los procesos de limpieza que se realicen, en la industria cervecera se utilizan tanto alcalinos (principalmente a base de soda cáustica) como ácidos (principalmente de bases fosfóricas, nítricas, o peracéticas según sea el caso).

En Peñón del Águila los efluentes están compuestos por residuos líquidos, levadura de purga y líquidos cloacales de la planta. Todos se reciben en una cisterna para trasladarlos posteriormente a través de camiones cisterna al tratamiento adecuado. El costo de dicho servicio es elevado debido a la gran cantidad de volumen de efluente que se genera a diario.

Para poder caracterizar de la mejor manera posible se procedió a realizar un estudio del efluente total semanal generado. Para ello se tomaron muestras de cada efluente que retiraba cada camión, midiendo también el volumen, junto con su pH y temperatura.

Para lograr una muestra representativa del efluente se hicieron mezclas proporcionales de cada día, y luego se hizo una mezcla final con las mismas. (*Ver Anexo 2*)

A continuación se presentan los cálculos de cómo se generó la muestra final para su caracterización y estudio en laboratorio. (*Tabla 1*) También se presentan tablas y gráficos del comportamiento del pH y temperatura a lo largo de la semana. (*Gráficos 2 y 3*)

## **MUESTRA FINAL**

Efluente	Volúmen Generado	Porcentaje Final
Día 1	42000	21,18%
Día 2	38100	19,21%
Día 3	37900	19,11%
Día 4	44000	22,19%
Día 5	36300	18,31%
<b>TOTAL:</b>	<b>198300</b>	<b>100,00%</b>

Tamaño de la muestra final:	3000 mL
-----------------------------	---------

Día 1	635,40 mL
Día 2	576,40 mL
Día 3	573,37 mL
Día 4	665,66 mL
Día 5	549,17 mL

**Tabla 1: Toma y preparado de muestra representativa de efluentes.**

## TEMPERATURA VS. TIEMPO

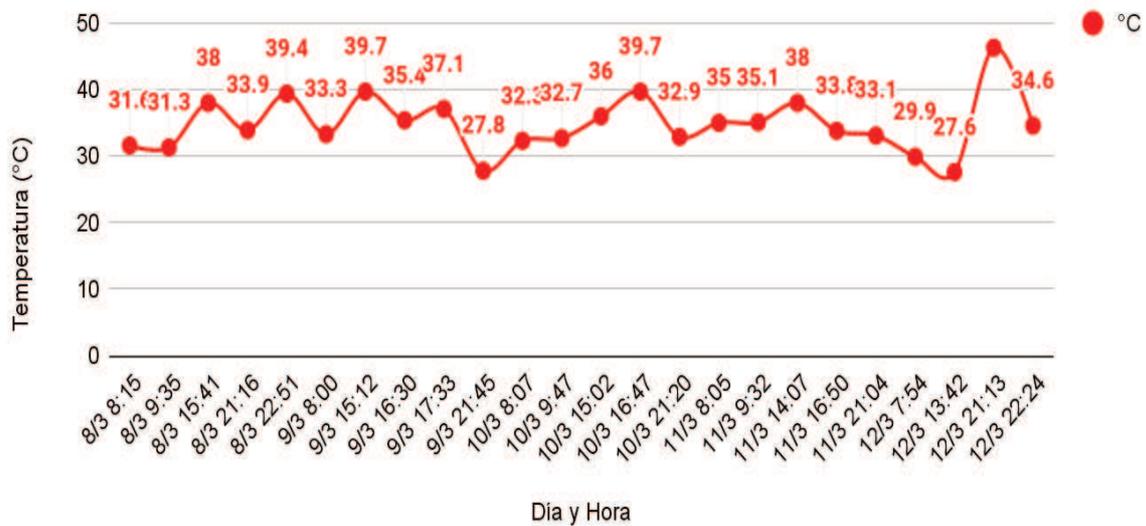


Gráfico 2: Comportamiento de la temperatura del efluente en función del tiempo.

## PH VS. TIEMPO

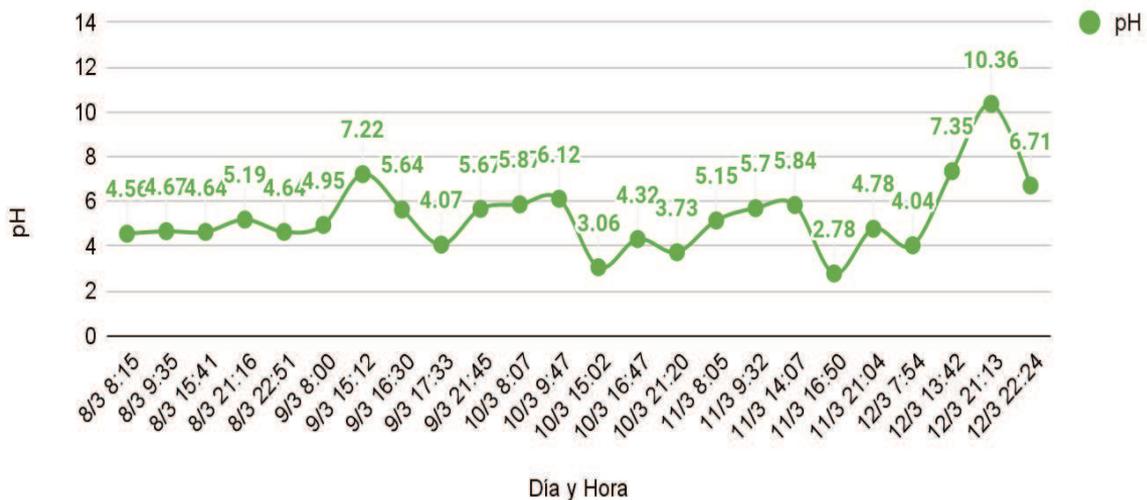


Gráfico 3: Comportamiento del pH del efluente en función del tiempo.

Los análisis fueron realizados por el laboratorio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, Cequimap, dando valores de: (Ver Anexo 3)

DBO: 2.500 mg/L

DQO: 18.374 mg/L

Sólidos Totales: 7.200 mg/L

Sólidos Totales Volátiles: 6.385 mg/L

## Capítulo 2

### Alternativas de Tratamientos

En primer lugar se analizó la posibilidad de tratar los efluentes de una manera convencional aeróbica. Esta alternativa implica una obra civil de gran envergadura con un costo elevado, con mayor retiro de barros y sin resolver potenciales problemas de emisión de olores al tratarse de procesos expuestos al medio ambiente.

Es por ello que se buscó una alternativa innovadora que pudiera traer mayores beneficios, tanto financieros como medioambientales. Es aquí que surgió la idea de tratar los efluentes de manera anaeróbica, para ello se hicieron consultas a diferentes empresas argentinas en materia de biodigestores.

La biodigestión consiste en degradar mediante un proceso anaeróbico con bacterias los diferentes sustratos orgánicos que se incorporen dentro de un reactor, con la gran ventaja de que genera como subproductos biogás y biol.

El biogás generado suele tener menor capacidad calorífica que el gas natural debido principalmente a su menor contenido de metano, pero es suficiente para ser aprovechado en calderas o generadores eléctricos.

El biol es un biofertilizante líquido inoloro con altísimas propiedades nutritivas para los suelos, se ha comprobado mejoras sustanciales en el rendimiento de diferentes cultivos. Las propiedades del mismo dependen del tipo de sustrato que se incorpore al biodigestor.

Existen diferentes tecnologías para biodigestar efluentes y sustratos orgánicos. Hay que evaluar la tecnología, rendimiento y mantenimiento a la hora de realizar la mejor inversión de acuerdo a las necesidades de la empresa (ver tabla 2).

A continuación se muestra una tabla comparativa entre las diferentes alternativas:

	<b>Alta Tecnología</b>	<b>Baja Tecnología</b>
<b>Inversión</b>	Muy Alta	Baja
<b>Mantenimiento</b>	Muy Alto	Muy Bajo
<b>Rendimiento</b>	Alto	Medio

**Tabla 2: Comparativa entre tecnologías de biodigestores.**

Cuando hablamos de altas tecnologías nos referimos a biodigestores con una gran obra civil de contención, agitadores con motores de alta potencia y

sistemas automáticos de control sofisticados, que en su gran mayoría es equipamiento importado.

En cambio, cuando hablamos de baja tecnología nos referimos a biodigestores que no implican una gran obra civil, utilizan sistemas de recirculado para su homogeneización, y con simples controles manuales pueden funcionar correctamente.

A continuación se muestran imágenes ilustrativas de unos y otros:



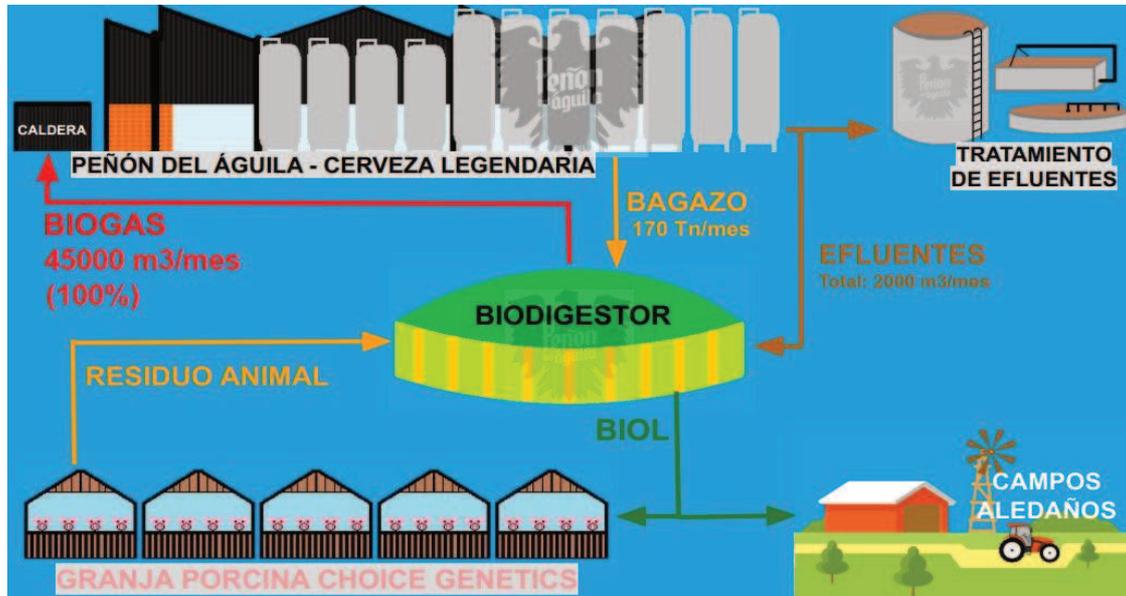
*Imagen 1: Biodigestores de alta y baja tecnología*

Al optar por la utilización de la biodigestión como tratamiento principal de los efluentes de la planta, se analizaron posibles alternativas del sistema teniendo en cuenta un potencial crecimiento de la producción en los siguientes años. Para ello se tuvo que buscar un balance entre generación de biogás necesario para las calderas de la planta, los niveles de DBO y DQO a la salida del tratamiento, y la cantidad y tipo de sustrato a biodigestar.

Teniendo en cuenta los niveles de DBO y DQO que nuestro efluente tiene y la eficiencia del tipo de tecnología en biodigestores optada, nos encontramos que iba a ser necesario un sistema mixto de tratamiento de efluentes, tanto anaeróbico como aeróbico. Por lo que se plantearon las siguientes alternativas.

### Alternativa N°1:

En la primera alternativa analizada se buscó cubrir el 100% de consumo energético que necesitaba la planta, pero la cantidad de residuo generada por la misma no era suficiente para tal fin, por lo que se propuso traer efluente de otros sectores, como el porcino, siguiendo el diagrama:



*Diagrama N°1: Cubre 100% del consumo de gas sumando efluentes porcinos.*

De esta alternativa se detectaron varias falencias, en primer lugar traer residuo porcino de un criadero importante de la zona implicaba un costo logístico muy alto, sumado a los olores y posibles contaminaciones cruzadas que esto podía generar. En segundo lugar no tenía sentido tratar nuestros efluentes de manera aeróbica para luego biodigesterlos, no solo porque no se aprovecharían los sustratos del mismo para generar biogás, sino que tampoco solucionaríamos los posibles olores no deseados.

### Alternativa N°2:

Siguiendo la búsqueda de autoabastecer a la fábrica con biogás y teniendo la ventaja de tener la planta de tratamiento de efluentes de la municipalidad a pocos kilómetros, se analizó la posibilidad de solucionar costos logísticos mediante una cañería subterránea.

Además se buscó solucionar la disposición del biol (biofertilizante) mediante algún tipo de acuerdo con la municipalidad y el campo aledaño que se encuentra en frente de la planta de tratamiento de la municipalidad, dando la posibilidad al dueño del campo de mejorar rendimientos en sus cultivos y nosotros generar biogás con su rastrojo. Es así,

que se planteó el siguiente diagrama:

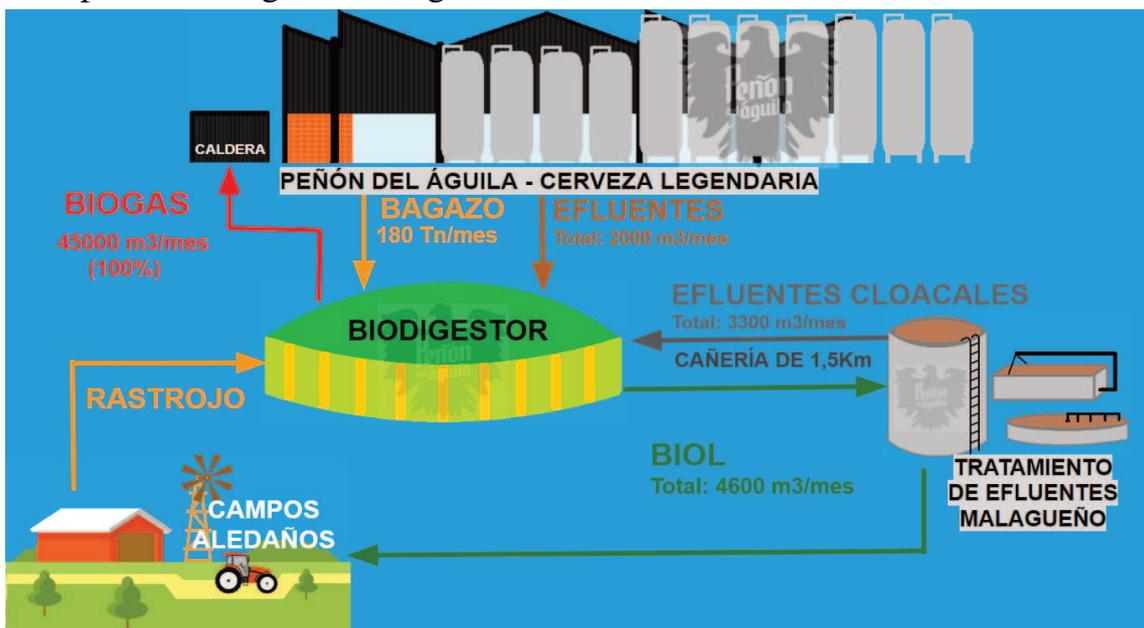


Diagrama N°2: Cubre 100% del consumo de gas con planta de tratamientos de Malagueño.

Si bien la construcción de una cañería no presentaba inconvenientes y se trataba sólo de una inversión extra, en esta alternativa se encontraron inconvenientes burocráticos debido a que interviene un ente público, poniendo en riesgo la viabilidad del proyecto.

### Alternativa N°3:

En esta alternativa se buscó trabajar solamente en conjunto con el campo vecino logrando cerrar el círculo de una economía circular:

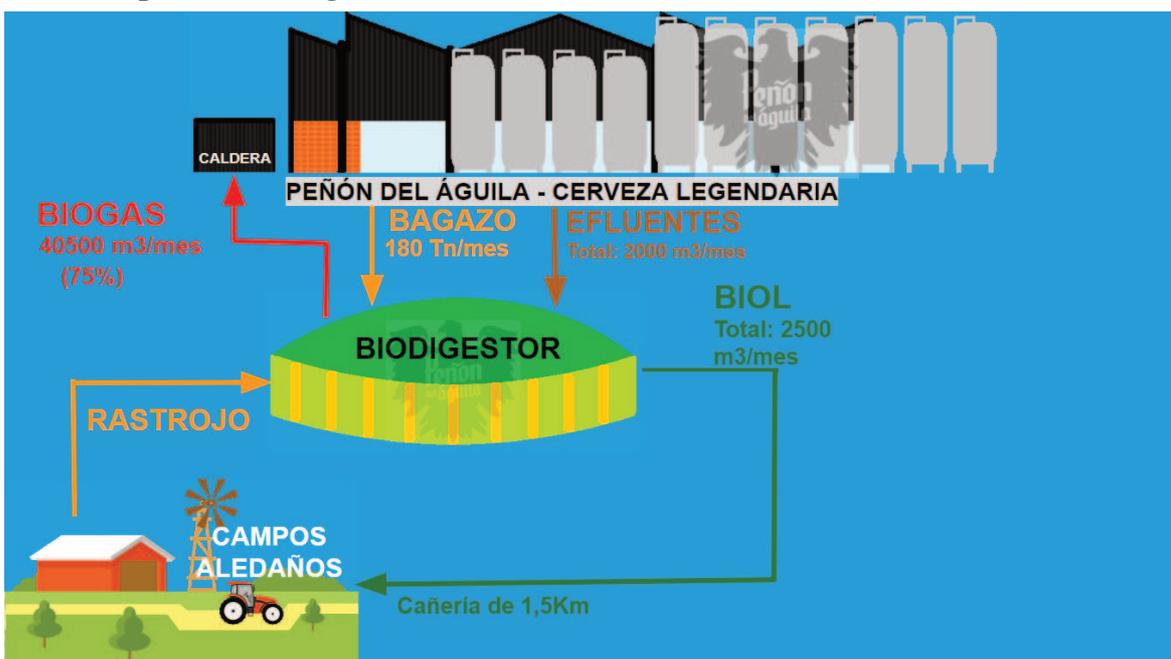


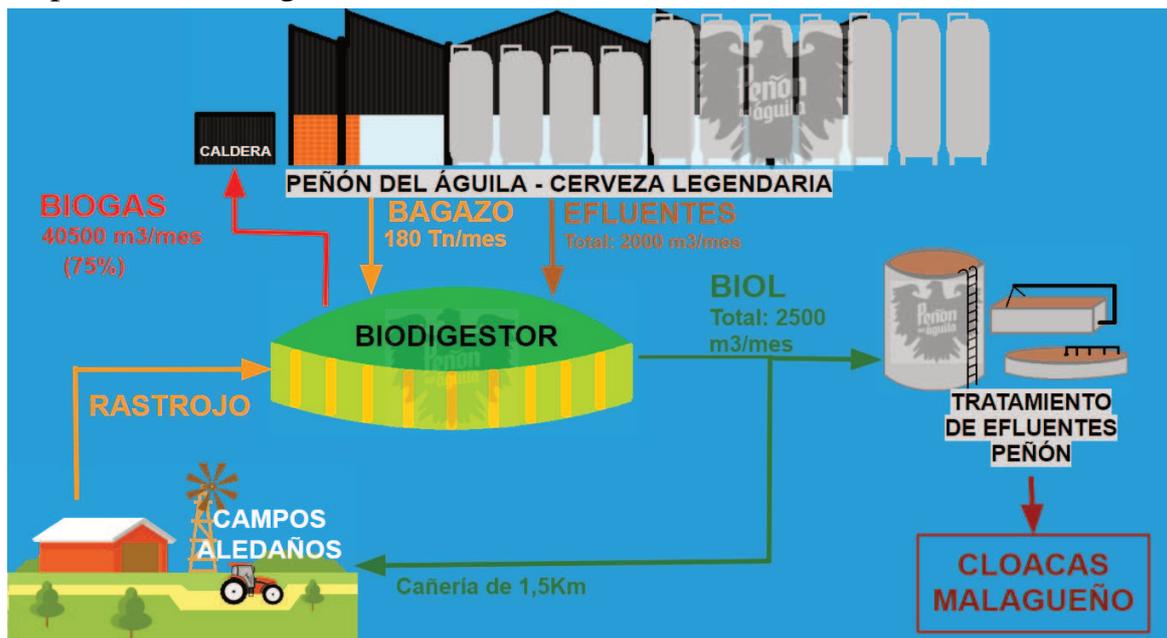
Diagrama N°3: Cubre 75% del consumo de gas en economía circular con campo aledaño.

En este caso el problema surge sobre la disposición del biol, donde el productor agropecuario no quiere arriesgarse a tener un piletón en su campo con este producto por no estar seguro de qué se trata. Además la cervecería tampoco contaba con espacio suficiente para tal fin.

Sin efluentes extras como el de la planta de tratamiento de efluentes de la municipalidad, ni de los productores porcinos, ya no se llegaba a cubrir la totalidad de las necesidades energéticas de la planta.

#### **Alternativa N°4:**

Teniendo en cuenta los problemas de disposición del biol se decidió que como primera opción debíamos poder verter a cloaca, para lo cual era necesario contar con nuestro propio sistema aeróbico de tratamiento para cumplir con los niveles de vertido que exige la legislación (*Anexo 4*). Como segunda opción se podría llegar a un acuerdo con los campos aledaños para el aprovechamiento del biofertilizante, por lo que el anterior diagrama se completaría de la siguiente manera:

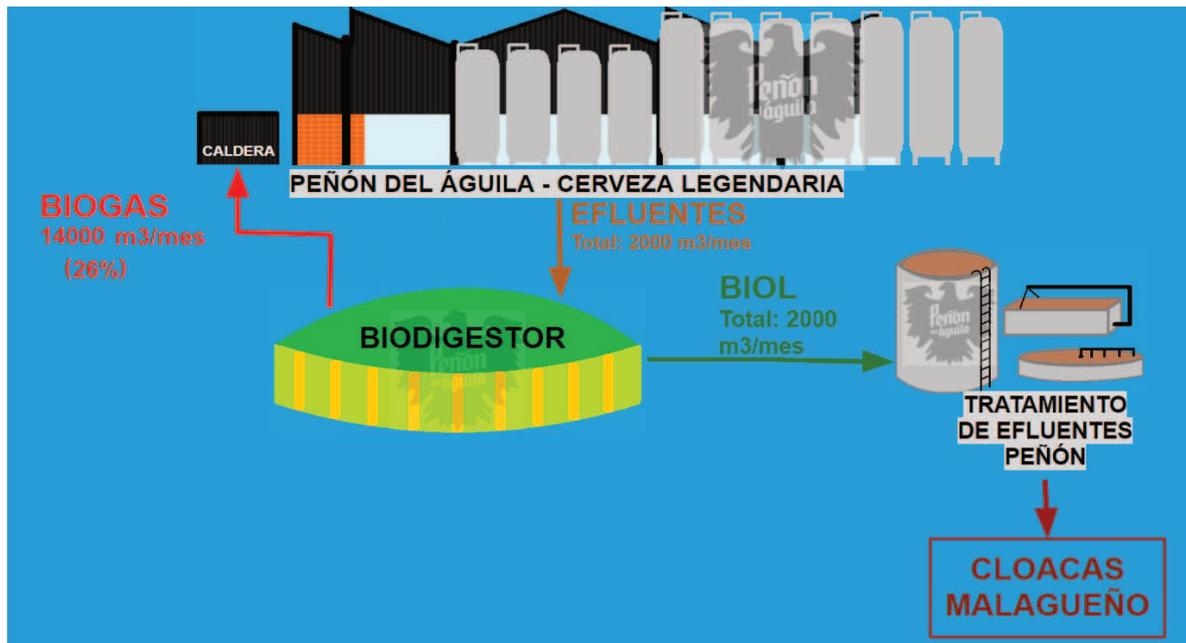


**Diagrama N°4: Cubre 75% del consumo de gas con posterior tratamiento propio de efluente.**

Las dimensiones de esta etapa aeróbica son directamente proporcionales al DBO y DQO de la salida del biodigestor, que a su vez depende de la cantidad de sustratos que se le incorporen. Esto es determinante para descartar esta alternativa debido a que se necesitaría una gran inversión, lo que se escapa de los objetivos del proyecto planteados.

### **Alternativa N°5:**

Habiendo encuadrado el dimensionamiento de la etapa aeróbica dentro de un presupuesto razonable con el objetivo, se decidió desistir del autoabastecimiento por completo de la fábrica con biogás y solamente darle solución a los efluentes. La incorporación de bagazo dentro del reactor no hacía posible cumplir con los niveles de DBO y DQO necesarios para verter a cloaca, por lo que también debió descartarse.



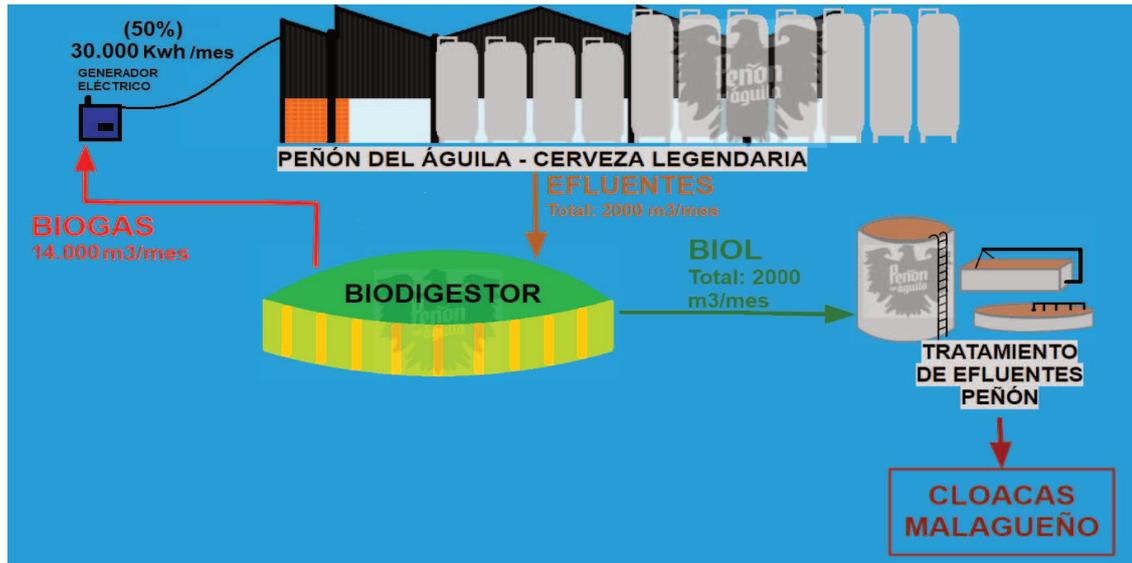
*Diagrama N°5: Cubre el 28% del consumo de gas sin bagazo ni rastrojo.*

Si bien el autoabastecimiento energético cae a un 26-28% y no se logra darle solución al bagazo, esta resulta ser la alternativa más viable, dando solución a los efluentes y olores.

Además esto no impide, una vez instalada la planta de biogás, pensar en una segunda etapa en la que se llegue a un acuerdo con los campos aledaños, evitando tener que verter a cloaca y pudiendo biodigestar más sustratos incluidos nuestro propio bagazo, siguiendo un diagrama como el de la alternativa N°4.

### **Alternativa N°6;**

Además de analizar el destino del biol, la cantidad y tipo de efluentes se analizó la posibilidad de utilizar el biogás para la generación de energía eléctrica, siguiendo el diagrama:

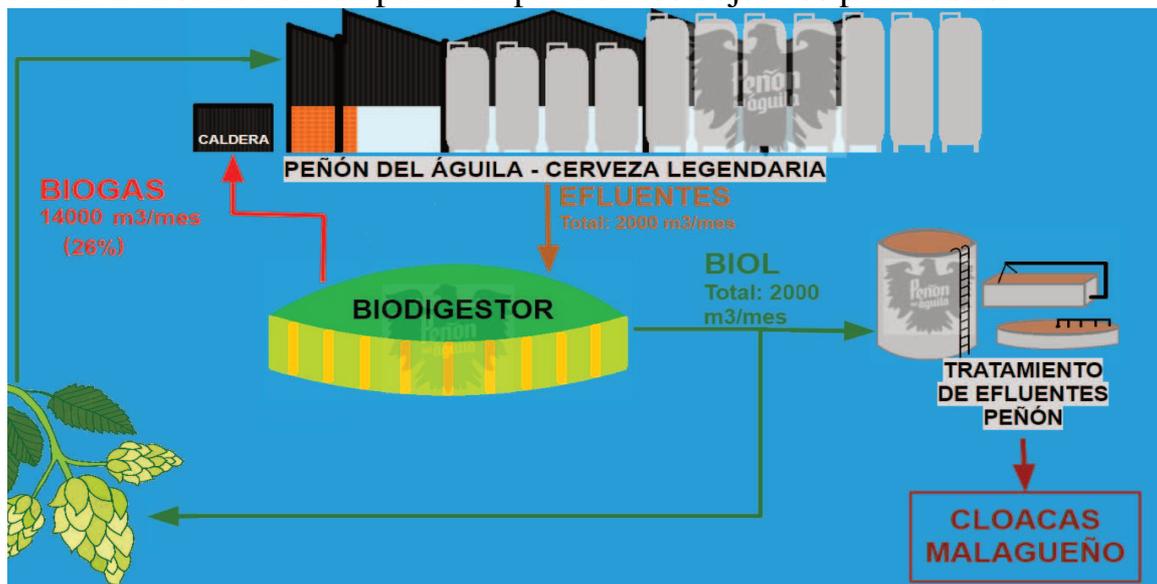


**Diagrama N°6: Cubre 50% del consumo de energía eléctrica.**

Si bien el ahorro energético es considerablemente mejor, la inversión en filtros para biogás y la readecuación del actual generador eléctrico para funcionar con biogás, significan una inversión alta, por lo que se descarta esta posibilidad en una primera instancia.

### **Alternativa N°7:**

Al no contar en un principio con campos aledaños que participen de este proyecto y para no perder el concepto de economía circular se propone la idea de realizar una plantación de lúpulo propia, desafiando cuestiones geográficas y de clima no favorables para este tipo de plantas y apostando a las estupendas propiedades del biofertilizante generado. Siendo esta alternativa la seleccionada para cumplir con los objetivos planteados.



**Diagrama N°7: Cubre el 28% del consumo de gas con plantación propia de lúpulo.**

Es difícil saber si utilizando parte del biol se podrá incorporar más sustratos, sobre todo bagazo cervecero, y que no se superen los niveles de vertidos que exige la norma. De ser posible incorporar más sustratos se generaría mayor cantidad de biogás para las calderas de producción.

Además el mismo lúpulo cosechado aportaría un insumo imprescindible para la producción de cerveza, ya que es el responsable de aportar amargor, sabor y aroma a la misma.

Todo este circuito hace que el proyecto forme una **economía circular en una fábrica de producción de cerveza artesanal.**



*Imagen 2: Economía Circular Peñón del Águila*

### Capítulo 3 Ahorro Energético y Huella de Carbono

En este capítulo analizaremos cómo impacta la planta de tratamiento de efluentes y generación de biogás en el ahorro energético y en la huella de carbono de la planta.

Para tal fin es necesario conocer el consumo de gas y luz de la fábrica, el volumen productivo, y el volumen de efluentes generados.

Se recaudaron los datos del año 2021 para entender el comportamiento de estos parámetros durante las diferentes temporadas, baja y alta.

2021						
Mes	Cerveza	Gin	Consumo Energético			Efluentes
	HL	HL	Luz	Propano	Gas Natural	m3
			kWh	m3	m3	
Enero	3600	138	78755	37.4		1600
Febrero	3398	166	63628	24.9		1050
Marzo	2419	195	66538	33.5		1320
Abril	778	269	57991	16.4		734
Mayo	346	90	44277	8.9		326
Junio	288	72	39286	4.1		129
Julio	1342	71	46613	26.1		601
Agosto	2683	52	50808	14.0		536
Septiembre	2777	182	58199	30.0		554
Octubre	2059	849	61017	20.3	1143	1530
Noviembre	1435	814	58628	19.0	7568	750
Diciembre	1903	1123	76719	25.9	8520	770
<b>TOTAL:</b>	<b>23028</b>	<b>4021</b>	<b>702459</b>	<b>260.4</b>	<b>17231</b>	<b>9900</b>

Factor de Emisión: (Kg de CO2 / Unidad)	4	0	0.464	1671	1.31	114.84	<b>HUELLA DE CARBONO 2021 (Tn de CO2) 2012.53</b>
HUELLA DE CARBONO:	92.11	0.00	325.94	435.09	22.50	1136.89	

**Tabla 3: Volumen productivo, consumo energético y efluentes Peñón del Águila**

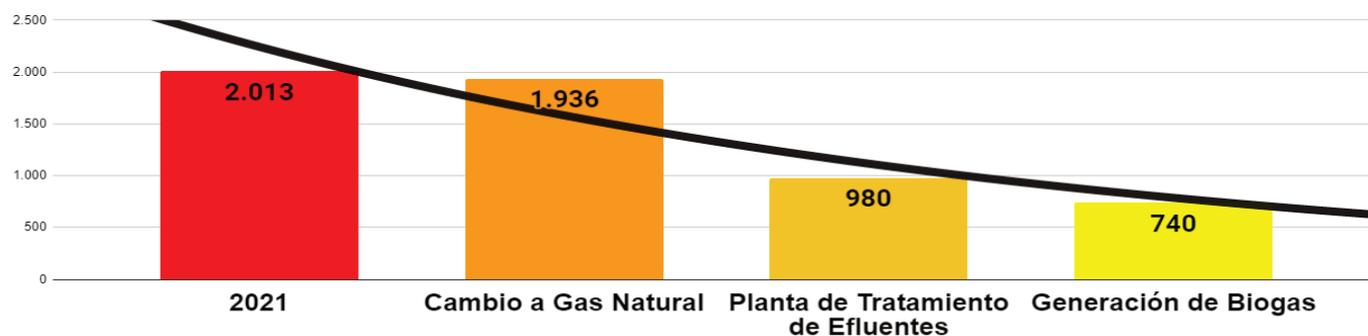
Debido a que la producción de cerveza es estacional, aumenta en época estival y disminuye en época invernal, la cantidad de efluentes varía a lo largo del año. (Ver Tabla 3)

En la tabla 3 podemos observar los valores de factores de emisión (Ver Anexo 5) con los que podemos calcular la huella de carbono. En el caso de los efluentes se debe multiplicar el factor de emisión por el DQO de nuestro efluente (Capítulo 1).

Cabe aclarar que la empresa en octubre incorporó gas natural en sus calderas con el objetivo de dejar de utilizar GLP (Gas Licuado de Petróleo) a fines de

disminuir costos y reducir huella de carbono.

A continuación se muestra cómo este proyecto influye directamente en la huella de carbono:



**Gráfico 4: Disminución de Huella de Carbono**

$$((1.936 - 740)/1.936) \times 100 = 61,77\% \text{ de Reducción de Huella de Carbono}$$

En materia de ahorro energético, teniendo en cuenta que la generación de biogás depende de la cantidad de efluentes generados, estimamos un ahorro de la siguiente manera:

Con 2000m3 de efluentes se generan 12000m3 de Biogás
1 m3 de GLP equivalen a 560Kg de Propano
1 m3 de Gas Natural equivalen a 0,737Kg de Gas Natural
1 m3 de Biogás equivalen a 1,2Kg de Biogás
Capacidad calorífica del GLP: 11500 Kcal/Kg
Capacidad calorífica del Gas Natural: 8400 Kcal/Kg
Capacidad calorífica del Biogás: 6600 Kcal/Kg

Consumo Energético de Combustión					Efluentes	Biogás Generado			Ahorro Energético
GLP		Gas Natural		Total de Kcal	m3	m3	Kg	Total de Kcal	%
m3	Kg	m3	Kg						
37.4	20931			240701120	1600	9600	11520	76032000	31.59%
24.9	13925			160136695	1050	6300	7560	49896000	31.16%
33.5	18743			215549300	1320	7920	9504	62726400	29.10%
16.4	9185			105632493	734	4403	5284	34872369	33.01%
8.9	4997			57461345	326	1957	2348	15498831	26.97%
4.1	2319			26665826	129	774	929	6130865	22.99%
26.1	14590			167784034	601	3606	4327	28558735	17.02%
14.0	7843			90196078	536	3214	3857	25454427	28.22%
30.0	16807			193277311	554	3326	3991	26342373	13.63%
20.3	11351	1143	842	130539421	1530	9180	11016	72705600	55.70%
19.0	10631	7568	5578	122260878	750	4500	5400	35640000	29.15%
25.9	14488	8520	6279	166611583	770	4620	5544	36590400	21.96%
<b>260.4</b>	<b>145810</b>	<b>17231</b>	<b>12699.247</b>	<b>1676816083</b>	<b>9900</b>	<b>59400</b>	<b>71280</b>	<b>470448000</b>	<b>28.06%</b>

**Tabla 4: Estimación ahorro energético Peñón del Águila**

$$(470448000/1676816083) \times 100 = 28,06\% \text{ de Ahorro Energético}$$

Confirmando de esta manera lo estimado en la alternativa N°5.

## **DISCUSIÓN**

Para cumplir con todos los objetivos planteados, la disposición final del bagazo cervecero será posible en una segunda instancia en la cual el biol sea aprovechado en su totalidad y no sea necesario verter a cloaca.

Generar un ahorro del 28% resulta ser muy alentador. Además como se mencionó antes, de lograrse en una segunda instancia aprovechar todo el biofertilizante podría ampliarse y hasta duplicarse la cantidad de biodigestores para poder lograr la independencia a nivel combustible para las calderas.

En lo que respecta a huella de carbono se podría plantear otras mejoras energéticas como es en el caso de la luz, y seguir reduciendo la huella de carbono hasta la neutralidad. En este trabajo no se ha tenido en cuenta la disminución de huella de carbono debido a los cultivos de lúpulos. Claramente mientras mayor sea dicho cultivo mejor será la economía circular resultante, siendo el cuello de botella en este proyecto la disposición y utilización del biol.

## **CONCLUSIÓN**

La biodigestión es una solución sumamente viable para las industrias cerveceras, trayendo beneficios tanto en lo medioambiental como en la economía de las empresas.

Además es un proyecto que puede derivar en ampliaciones de unidades de negocios para las empresas, como podría ser la producción de biofertilizante seco en bolsas o la emisión de bonos de carbono, generando mayores beneficios y oportunidades para las mismas.

Para toda empresa es muy importante la imagen de esta, es por ello que este tipo de proyectos que buscan cuidar el medio ambiente generan un impacto sumamente positivo en el mercado, ya que las personas cada vez estamos más involucradas y conscientes de la importancia que tiene para el mundo lograr sustentabilidad y economías verdes.

Incorporando el cultivo y cosecha de lúpulo se logra el concepto de economía circular, algo a lo que el mundo debería apuntar en todas las industrias y actividades.

## ANEXOS

### Anexo 1: Estudio de composición del bagazo.



## REPORTE DE ANALISIS

### DATOS MUESTRA

Muestra: 319 Bagazo  
Responsable Técnico: Gugger, Federico  
Encargado Muestreo:  
Proveedor:  
Cliente: Diaz Salcedo Jose

Protocolo: 57982  
Fecha de Ingreso: 4/12/2019  
Fecha Producción: 27/11/2019  
Referencia: CERVEZA

Determinación	B.Húmeda	B.Seca	Metodo	Determinación	B.Húmeda	B.Seca	Metodo
Humedad y MS				Grasa			
Humedad* (%)	77.18		QH	Grasa* (%)	1.45	6.34	QH
Materia Seca (%)	22.82		Calculado	Fibra			
Proteína				FDA* (%)	4.15	18.16	QH
Proteína* (%)	4.71	20.82	QH	FDN* (%)	11.52	50.50	QH
				Minerales			
				Cenizas* (%)	0.78	3.40	QH

#### Observaciones:

Las consultas sobre este análisis y sus resultados deben hacerse a fgugger@teknal.com.ar

  
Ing. Química Ivana Bilbao  
Responsable de Laboratorio - Río Cuarto  
TEKNAL S.A.  
MP: 27892112/4242

**Anexo 2:** Cálculo para lograr una muestra representativa de efluentes.

**8/3**

Camión	Volumen de Cisterna		Concentraciones				
	Inicial	Final	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3	Efluente 4	Efluente 5
1	16400	8600	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	10200	0	84.3%	15.7%	0.0%	0.0%	0.0%
3	11000	1000	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
4	10500	1000	0.0%	0.0%	9.5%	90.5%	0.0%
5	4500	0	0.0%	0.0%	2.1%	20.1%	77.8%

<b>EFLUENTES GENERADOS</b>							
Efluente	Período de Tiempo		Actividades / Efluentes Vertidos	Volumen Generado	% Final	pH	Temp.
	Desde	Hasta					
Efluente 1	6/3 17:00:00	8:15	Sábado: Limpieza Brew House; Lunes: Enlatado	16400	39.05%	4.56	31,6 °C
Efluente 2	8:15	9:35	Limpieza con Hidrolavadora y Cocción	1600	3.81%	4.67	31,3 °C
Efluente 3	9:35	15:41	Limpieza con Hidrolavadora y Cocción	11000	26.19%	4.64	38,0 °C
Efluente 4	15:41	21:16	Purgas, Cocción y Enlatado	9500	22.62%	5.19	33,9 °C
Efluente 5	21:16	22:51	Cocción y Enlatado	3500	8.33%	4.64	39,4 °C

<b><u>MUESTRA GENERADA</u></b>	
Muestra	Cantidad Proporcional
Muestra 1	241.43 mL
Muestra 2	315.71 mL
Muestra 3	309.52 mL
Muestra 4	294.05 mL
Muestra 5	139.29 mL

# 9/3

Camión	Volumen de Cisterna		Concentraciones				
	Inicial	Final	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3	Efluente 4	Efluente 5
1	11000	600	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	17700	10500	3.4%	96.6%	0.0%	0.0%	0.0%
3	12500	3500	2.8%	81.2%	16.0%	0.0%	0.0%
4	5700	400	1.7%	49.8%	9.8%	38.6%	0.0%
5	6200	0	0.1%	3.2%	0.6%	2.5%	93.5%

<b>EFLUENTES GENERADOS</b>							
Efluente	Período de Tiempo		Actividades / Efluentes Vertidos	Volumen Generado	% Final	pH	Temp.
	Desde	Hasta					
Efluente 1	8/3 22:51	8:00	Cocción y Enlatado	11000	28.87%	4.95	33,3 °C
Efluente 2	8:00	15:12	Cocción y Enlatado. Limpieza de Brew House.	17100	44.88%	7.22	39,7 °C
Efluente 3	15:12	16:30	Cocción y Enlatafo. Limpieza tanque BBT7.	2000	5.25%	5.64	35,4 °C
Efluente 4	16:30	17:33	Filtrado y Enlatado. Purga de pulpa.	2200	5.77%	4.07	37,1 °C
Efluente 5	17:33	21:45	Filtrado y Enlatado. Limpieza de Brew House.	5800	15.22%	5.67	27,8 °C

<b><u>MUESTRA GENERADA</u></b>	
Muestra	Cantidad Proporcional
Muestra 1	354.86 mL
Muestra 2	245.67 mL
Muestra 3	307.09 mL
Muestra 4	180.84 mL
Muestra 5	211.55 mL

# 10/3

Camión	Volumen de Cisterna		Concentraciones				
	Inicial	Final	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3	Efluente 4	Efluente 5
1	13900	4100	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	6400	0	64.1%	35.9%	0.0%	0.0%	0.0%
3	11900	7500	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
4	9800	0	0.0%	0.0%	76.5%	23.5%	0.0%
5	7500	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

<b>EFLUENTES GENERADOS</b>							
Efluente	Período de Tiempo		Actividades / Efluentes Vertidos	Volumen Generado	% Final	pH	Temp.
	Desde	Hasta					
Efluente 1	9/3 21:45	8:07	Enlatado, Filtrado y Cocción	13900	36.68%	5.87	32,3 °C
Efluente 2	8:07	9:47	Limpieza FV26. Cocción.	2300	6.07%	6.12	32,7 °C
Efluente 3	9:47	15:02	Cocción y Enlatado. Limpieza BBT2 y FV26.	11900	31.40%	3.06	36,0 °C
Efluente 4	15:02	16:47	Purgas. Enlatado, Filtrado y Cocción.	2300	6.07%	4.32	39,7 °C
Efluente 5	16:47	21:20	Enlatado y Cocción. Lavado de Barriles y FV5.	7500	19.79%	3.73	32,9 °C

<b><u>MUESTRA GENERADA</u></b>	
Muestra	Cantidad Proporcional
Muestra 1	336.15 mL
Muestra 2	219.53 mL
Muestra 3	150.92 mL
Muestra 4	336.15 mL
Muestra 5	257.26 mL

# 11/3

Camión	Volumen de Cisterna		Concentraciones				
	Inicial	Final	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3	Efluente 4	Efluente 5
1	17100	9300	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	12600	1900	73.8%	26.2%	0.0%	0.0%	0.0%
3	11400	2800	12.3%	4.4%	83.3%	0.0%	0.0%
4	9100	0	3.8%	1.3%	25.6%	69.2%	0.0%
5	7800	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%

<b>EFLUENTES GENERADOS</b>							
Efluente	Período de Tiempo		Actividades / Efluentes Vertidos	Volumen Generado	% Final	pH	Temp.
	Desde	Hasta					
Efluente 1	10/3 21:20	8:05	Cocción, Enlatado y Filtrado.	17100	38.86%	5.15	35,0 °C
Efluente 2	8:05	9:32	Cocción y Limpieza de Paredes.	3300	7.50%	5.7	35,1 °C
Efluente 3	9:32	14:07	Cocción y Limpieza de Paredes. Limpieza BBT2.	9500	21.59%	5.84	38,0 °C
Efluente 4	14:07	16:50	Purgas. Cocción y Enlatado. Limpieza BBT5.	6300	14.32%	2.78	33,8 °C
Efluente 5	16:50	21:04	Cocción, Enlatado, Filtrado y Lavado de Barriles.	7800	17.73%	4.78	33,1 °C

<b><u>MUESTRA GENERADA</u></b>	
Muestra	Cantidad Proporcional
Muestra 1	230.45 mL
Muestra 2	316.14 mL
Muestra 3	254.09 mL
Muestra 4	268.86 mL
Muestra 5	230.45 mL

# 12/3

Camión	Volumen de Cisterna		Concentraciones			
	Inicial	Final	Efluente 1	Efluente 2	Efluente 3	Efluente 4
1	9100	0	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	6200	0	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
3	15700	8900	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%
4	14200	0	0.0%	0.0%	62.7%	37.3%

<b>EFLUENTES GENERADOS</b>							
Efluente	Período de Tiempo		Actividades / Efluentes Vertidos	Volumen Generado	Porcentaje Final	pH	Temp.
	Desde	Hasta					
Efluente 1	11/3 21:04	7:54	Cocción y Enlatado. Enjuague BBT3. Corte Agua.	9100	25.07%	4.04	29,9 °C
Efluente 2	7:54	13:42	Limpieza exterior tanques y paredes. Llovizna 1h.	6200	17.08%	7.85	27,6 °C
Efluente 3	13:42	21:13	Enlatado y Cocción. Limpieza BBT3 y F8. Espuma.	15700	43.25%	10.36	46,3 °C
Efluente 4	21:13	22:24	Limpieza Enlatado. Espuma Cocción. Ácido FV8.	5300	14.60%	6.71	34,6 °C

<b>MUESTRA GENERADA</b>	
Muestra	Cantidad Proporcional
Muestra 1	325.90 mL
Muestra 2	222.04 mL
Muestra 3	243.53 mL
Muestra 4	508.54 mL

### Anexo 3: Estudio de Cequimap de la muestra representativa de efluentes.



R-PG 15.01-01, Versión: 04, Vigencia: 01/06/17		Informe Técnico N° 2103105/01		Página 1 de 1	
<b>Cliente:</b>	Jaguary Mink S.A				
<b>Dirección:</b>	Av. Italia 900, Malagueño, Córdoba				
<b>Tipo de muestra:</b>	Efluente				
<b>Responsable:</b>	CLIENTE-Toma de muestras				
<b>Recepción:</b>	15/03/21 11:47:51	<b>Fecha de Finalización de/los ensayo/s:</b>		29/3/2021	
<b>Identificación de la muestra:</b> Cámara séptica - Fecha y hora de toma de muestra: 15/03/21 - 10:25					
Ensayos	Técnicas	Resultados	Unidad Medida	Límites	
DBO5	SMEWW-APHA 5210-B	2500	mg/L	<200	
DQO	SMEWW 5220-DQO-D Ed 23rd 2017	18374	mg/L	<500	
SOLIDOS TOTALES	SMEWW - APHA 2540 B	7200	mg/L	---	
SOLIDOS TOTALES VOLÁTILES	SMEWW - APHA 2540 E	6385	mg/L	---	
<b>Observación:</b> Límites s/ Dec 847-16 Efluentes-Cloaca					

Fecha de Emisión: Córdoba, 29/3/2021

Fin del Informe



*Silvia P. Pesce*  
 DR. SILVIA P. PESCE  
 DIRECTORA TÉCNICA  
 CEQUIMAP

#### Información Adicional:

(\*\*): Ensayos subcontratados.  
 ND: No detectado; LD: Límite de Detección; LQ: Límite de Cuantificación; LC: Límite crítico; CMD: Cantidad mínima detectable.  
 SMEWW - APHA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. O.S.N.: Obras Sanitarias de la Nación.  
 FIAS Espectroscopía atómica por sistema de análisis de inyección de flujo. MHS Sistema de hidruro de mercurio.  
 ICP-MS (Espectrometría de Masas con fuente de Acoplamiento Inductivo).  
 C.A.A: Código Alimentario Argentino ([www.argentina.gob.ar/amat/codigoalimentario](http://www.argentina.gob.ar/amat/codigoalimentario)).

Nota 1: Los resultados incluidos en el Informe Técnico corresponden exclusivamente a los elemento/s ensayado/s. CEQUIMAP no asume la responsabilidad si el Solicitante hiciera extensivo/s estos resultado/s a un lote o partida. El solicitante podrá publicar los resultados siempre y cuando se mencione a CEQUIMAP como ejecutor del trabajo.  
 Nota 2: El presente Informe Técnico no podrá reproducirse, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de CEQUIMAP.  
 Nota 3: CEQUIMAP asume la responsabilidad sobre la identificación de la muestra sólo cuando sea responsable de la toma de muestra.  
 Nota 4: La muestra estará disponible por el término de 15 días a partir de la fecha de aviso de finalización de los informes para la realización de verificaciones u otras determinaciones. Pasado este tiempo, la muestra será eliminada según los procedimientos internos de CEQUIMAP, salvo que el cliente haya requerido su devolución en el momento de abrir la "Solicitud de Servicios".

## Anexo 4: Normativa vigente sobre niveles de vertido a cloaca.

### 4. Efluentes líquidos vertidos a RED COLECTORA CLOACAL

#### Estándares Físicos

Estándares	Unidades	Valores máximo permitido
Temperatura	°C	≤ 40
pH	UpH	5,5 a 10
Sólidos sedim. 10 min	ml/L	≤ 0,5
Sólidos sedim. 2hs	ml/L	NE
Sólidos suspendidos	mg/L	≤ 250

NE: No se establece un valor máximo permitido

#### Estándares Químicos

Estándares	Unidades	Valor máximo permitido
Aluminio	mg/L	≤ 5
Arsénico	mg/L	≤ 0,5
Bario	mg/L	≤ 2
Boro	mg/L	≤ 2
Cadmio	mg/L	≤ 0,5
Cianuros	mg/L	≤ 0,02
Cobalto	mg/L	≤ 2
Cobre	mg/L	≤ 0,1
Compuestos fenólicos	mg/L	0,5 con tratamiento
Cromo hexavalente	mg/L	≤ 0,2
Cromo total	mg/L	≤ 2
Demanda de Cloro	mg/L	NE
Detergentes	mg/L	≤ 1
Estaño	mg/L	≤ 4
Fósforo Total	mg/L	≤ 10
Fluoruros	mg/L	≤ 1,5
Hidrocarburos	mg/L	≤ 30
Hierro	mg/L	≤ 2
Manganeso	mg/L	≤ 1
Mercurio	mg/L	≤ 0,005
Níquel	mg/L	≤ 0,1
Nitrógeno Amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )	mg/L	≤ 10
Nitrito	mg/L	NE
Nitrato	mg/L	≤ 10
Nitrógeno Kjeldahl	mg/L	≤ 40
Plata	mg/L	≤ 0,1
Plomo	mg/L	≤ 0,5
Selenio	mg/L	≤ 0,1
Sodio	mg/L	≤ 250
Sulfuros	mg/L	≤ 2
Sulfatos	mg/L	≤ 400
Sustancias solubles en éter etílico	mg/L	≤ 50
Zinc	mg/L	≤ 5

NE: No se establece un valor máximo permitido.

#### Estándares Biológicos y Orgánicos

Estándares	Unidades	Valores máximos permitidos
DBO <sub>5</sub>	mg/L	≤ 200
DQO	mg/L	≤ 500
Coliformes Totales	NMP/100 mL	NE
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	NE

NE: No se establece un valor máximo permitido.

## Anexo 5: Factores de Emisión de Dióxido de Carbono

3 -

### FACTORES DE EMISION

Combustible (Unidades FE)	Unidades	Factores de emisión (FE)									
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Gasolina	kgCO2/l	2,201	2,205	2,205	2,205	2,196	2,180	2,157	-	-	
Gasóleo A	kgCO2/l	2,467	2,544	2,544	2,544	2,539	2,520	2,493	-	-	
Gasóleo B	kgCO2/l	2,708	2,708	2,708	2,708	2,708	2,708	2,708	2,708	2,686	
Gasóleo C	kgCO2/l	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	2,868	
E5	kgCO2/l	2,180	2,180	2,180	2,180	2,180	2,180	2,180	2,180	2,244	
E10	kgCO2/l	2,065	2,065	2,065	2,065	2,065	2,065	2,065	2,065	2,125	
E85	kgCO2/l	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344	0,354	
E100	kgCO2/l	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
B7	kgCO2/l	2,467	2,467	2,467	2,467	2,467	2,467	2,467	2,467	2,456	
B10	kgCO2/l	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,387	2,377	
B20	kgCO2/l	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122	2,122	2,113	
B30	kgCO2/l	1,857	1,857	1,857	1,857	1,857	1,857	1,857	1,857	1,849	
B100	kgCO2/l	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
XTL	kgCO2/l	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Gas natural	kgCO2/l	0,001306	0,001306	0,001306	0,001306	0,001306	0,001313	0,001313	0,001306	0,001306	
LNG	kgCO2/kg	2,723	2,713	2,713	2,697	2,705	2,704	2,710	2,697	2,721	
CNG	kgCO2/kg	2,723	2,713	2,713	2,697	2,705	2,704	2,710	2,697	2,721	
LPG	kgCO2/l	1,671	1,671	1,671	1,671	1,671	1,671	1,671	1,671	1,628	
H2	kgCO2/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Gas butano	kgCO2/kg	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	2,964	
Gas propano	kgCO2/kg	2,938	2,938	2,938	2,938	2,938	2,938	2,938	2,938	2,938	
Fuelóleo	kgCO2/kg	3,127	3,127	3,127	3,127	3,127	3,127	3,127	3,127	3,127	
Carbón nacional	kgCO2/kg	2,299	2,299	2,299	2,299	2,006	2,227	2,227	1,914	2,718	
Carbón de importación	kgCO2/kg	2,579	2,579	2,579	2,579	2,430	2,444	2,444	2,429	2,469	
Coque de petróleo	kgCO2/kg	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	3,169	

FUENTE: Ministerio de Transición Energética del Gobierno de España

#### Poder Calorífico Inferior: (GJ/t)

Combustibles:	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gas natural*	48,24	48,28	48,28	47,66	48,00	48,00	48,00	48,20	48,52
Gasolina	44,30	44,30	44,30	44,30	44,30	44,30	44,30	44,30	44,30
Gasóleo	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00
Gas butano	44,78	44,78	44,78	44,78	44,78	44,78	44,78	44,78	44,78
Gas propano	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20
Fuelóleo	40,40	40,40	40,40	40,40	40,40	40,40	40,40	40,40	40,40
GLP genérico	47,30	47,30	47,30	47,30	47,30	47,30	47,30	47,30	47,30
Carbón nacional	23,12	23,12	23,12	23,12	20,18	22,40	22,40	19,25	27,34
Carbón de importación	25,53	25,53	25,53	25,53	24,06	24,20	24,20	24,05	24,45
Coque de petróleo	32,50	32,50	32,50	32,50	32,50	32,50	32,50	32,50	32,50

FUENTE: Ministerio de Transición Energética del Gobierno de España

#### Factores de emisión de CO2: (kg CO2/GJ)

Combustibles:	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gas natural	56,10	56,10	56,10	56,10	56,10	56,40	56,40	55,98	56,13
Gasolina	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30	69,30
Gasóleo	74,10	74,10	74,10	74,10	74,10	74,10	74,10	74,10	74,10
Gas butano	66,20	66,20	66,20	66,20	66,20	66,20	66,20	66,20	66,20
Gas propano	63,60	63,60	63,60	63,60	63,60	63,60	63,60	63,60	63,60
Fuelóleo	77,40	77,40	77,40	77,40	77,40	77,40	77,40	77,40	77,40
GLP genérico	63,10	63,10	63,10	63,10	63,10	63,10	63,10	63,10	63,10
Carbón nacional	99,42	99,42	99,42	99,42	99,42	99,40	99,40	99,42	99,42
Carbón de importación	101,00	101,00	101,00	101,00	101,00	101,00	101,00	101,00	101,00
Coque de petróleo	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50	97,50

FUENTE: Ministerio de Transición Energética del Gobierno de España

Energía Eléctrica:

Suministradora de energía	Región	Factor de Emisión	Unidad
E.P.E.C	Córdoba	0,454	tCO <sub>2</sub> eq/MWh

FUENTE: Secretaría de Energía.

Fermentación:

Durante el proceso de fermentación se produce anhídrido carbónico que va de 3,2 a 4 kg CO<sub>2</sub>/hl

FUENTE: Guía mejoras técnicas disponibles del sector cervecero de AINIA.

F.E seleccionado	4	CO <sub>2</sub> /hl
------------------	---	---------------------

Generación de Aguas Residuales

Las emisiones por tratamiento de aguas residuales tienen un factor de emisión equivalente a 0,25 kg CH<sub>4</sub>/ kg DQO o 0,6 kg CH<sub>4</sub> / kg DBO.

FUENTE: Metodología IPCC (Desechos)

F.E seleccionado	0,25	CH <sub>4</sub> / kg DQO
------------------	------	--------------------------

## **BIBLIOGRAFÍA**

- The Brewers of Europe (2002)
- EC (2006)
- Biomax Solution
- Enlaces:

[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592016000200005](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592016000200005)

[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis\\_009agr.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf)

<http://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2016/07/847-dec.pdf>

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/recurso/93051/texact/htm>

[https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/mous\\_esp\\_mex\\_25\\_tcm30-177852.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/mous_esp_mex_25_tcm30-177852.pdf)

<http://gasnam.es/wp-content/uploads/2018/01/2016.01.21-Tabla-GASNAM-SEDIGAS-b.pdf>

<http://www.biodigestores.com.ar/control-de-efluentes/capacitacion/el-biogas/>