



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



Universidad
Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UNA MICROCERVECERÍA ARTESANAL

AUTOR: GUILLERMO BLANCO MARTÍN

DIRECTOR: JOSÉ IGNACIO VILLACAMPA ELFAU

ENSEÑANZA: GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO
RURAL

FECHA: NOVIEMBRE 2014

Índice de documentos

- DOCUMENTO 1:Memoria
- DOCUMENTO 2:Anejos a la memoria
 - ANEJO 01:Estudio de mercado
 - ANEJO 02:Legislación y normativa
 - ANEJO 03:Parámetros productivos
 - ANEJO 04:Diseño de equipos
 - ANEJO 05Instalación frigorífica
 - ANEJO 06Electricidad
 - ANEJO 07Fontanería y saneamiento
 - ANEJO 08Seguridad e higiene
 - ANEJO 09Evaluación de impacto ambiental
 - ANEJO 10Viabilidad económica
- DOCUMENTO 3: Planos
 - PLANO 01:Localización
 - PLANO 02:Ubicación
 - PLANO 03:Distribución de superficies
 - PLANO 04:Maquinaria y demás medios
 - PLANO 05:Distribución fontanería
 - PLANO 06:Instalación eléctrica
 - PLANO 07:Distribución equipo frigorífico
 - PLANO 08:Diagrama del proceso
 - PLANO 09:Diagrama equipo de refrigeración
 - PLANO 10:Diagrama unifilar
- DOCUMENTO 4: Presupuesto

MEMORIA

DOCUMENTO 1

ESTUDIO DE VIABILIDAD Y DISEÑO DE UNA MICROCERVECERÍA
ARTESANAL

PROYECTO FIN DE GRADO | GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

Contenido

1. Objetivo del proyecto.....	1
2. Situación.....	1
2.1. Localización	1
2.2. Servicios.....	1
2.3. Comunicaciones	1
3. Estudio de mercado.....	1
4. Actividad a desarrollar	2
4.1. Plan productivo	2
4.2. Dimensiones	2
4.3. Tecnología	2
5. Usos y superficies	3
6. Ingeniería del proceso	3
6.1. Producto	3
6.1.1. Materias primas, aditivos y material auxiliar	4
6.2. Subproductos	4
6.3. Proceso productivo	4
7. Maquinaria	6
8. Instalación de fontanería	7
9. Instalación de saneamiento	7
10. Instalación eléctrica.....	7
10.1. Potencia Instalada	8
10.2. Iluminación	8
11. Evaluación económica	9
12. Presupuesto.....	9
13. Conclusión	10
Bibliografía.....	11

1. Objetivo del proyecto

El presente trabajo tiene como finalidad servir de base para el cálculo de los procesos productivos, así como de la ejecución y de la puesta en marcha de las instalaciones de una industria cervecera artesanal o microcervecería.

Todo ello con el fin de obtener por parte del tribunal calificador una respuesta favorable para concluir los estudios del Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural después de superar todas las asignaturas correspondientes a dicha titulación.

2. Situación

2.1. Localización

La microcervecería objeto de este proyecto se instalará en una nave industrial de 250 m² ya construida que se encuentra ubicada en el número 12 de la calle Lorenzo Pardo en el municipio de Villanueva de Gállego (Zaragoza).

La nave a transformar, propiedad del promotor, forma parte de un pequeño grupo de naves dentro de un polígono industrial del municipio.

2.2. Servicios

El abastecimiento de agua potable está suministrado por la Administración Pública

Se dispone de una depuradora de aguas residuales en las cercanías

Se dispone de una planta de residuos sólidos inertes a 20 km, en el municipio de Zaragoza.

La energía eléctrica está suministrada por la compañía Endesa.

Existe una red de telefonía mantenida por la compañía Telefónica.

2.3. Comunicaciones

Existe un acceso directo a la localidad por la autovía A-23/E-7 (salida 304).

3. Estudio de mercado

La industria que ocupa el presente proyecto se dedicará a la elaboración de cerveza artesanal de tipo Pale Ale, en lotes de 1000 litros mensuales. El objetivo es satisfacer la demanda equivalente al 0,33 % de la demanda estimada en Zaragoza. Esto es 48.000 litros anuales.

Pese a que el consumo de cerveza general crece lentamente, la demanda de productos artesanales se estima creciente en el futuro próximo debido a que el consumidor se interesa, cada vez más, en la cerveza con un enfoque gastronómico.

Para más información, consultar el anejo número 1, estudio de mercado.

4. Actividad a desarrollar

4.1. Plan productivo

La empresa producirá anualmente 48.000 litros de cerveza de tipo *Pale Ale*, con posibilidad de aumentar la producción o introducir un nuevo tipo de cerveza en función de la demanda. La producción se comercializará en botellas cerradas de cristal que se distribuirán a establecimientos de venta y/o consumo especializado.

Se escoge un plan de producción *just in time*, lo que significa que se prescindirá de tener materia prima en stock, para ir recibiendo según las necesidades de la producción. Se evitarán así mermas de las materias primas debidas a largos periodos de almacenamiento, además de reducir el coste de almacenaje.

4.2. Dimensiones

Las dimensiones deben de ser las adecuadas para albergar los distintos procesos productivos así como los servicios auxiliares como oficinas, aseos y vestuarios, zonas de almacenaje.

4.3. Tecnología

Se opta por un método artesanal de producción ya que ofrece una mayor versatilidad de producción de cervezas de calidad superior.

El mercado de la cerveza industrial está copado por grandes empresas productoras. Optar por una metodología artesanal atraerá a un tipo de clientela dispuesta a gastar más dinero por la bebida, buscando cualidades distintas a la de la cerveza industrial.

Se escogen intercambiadores de placas debido a que presentan las siguientes ventajas:

- Coeficientes de transferencia de calor muy altos en ambos lados del intercambiador.
- Facilidad de inspección de ambos lados del intercambiador.
- Facilidad de limpieza.
- Facilidad para disminuir o incrementar el área de transferencia de calor.

- Ocupan poco espacio.
- Bajo coste, especialmente cuando se construyen con metales caros.

El envasado se realizara de forma tradicional, en caliente, en recipientes de cristal. A estos se adherirá la etiqueta con la imagen corporativa de la empresa e información sobre el producto y serán cerrados con chapas, utilizando una *chapadora* semiautomática.

5. Usos y superficies

La distribución de superficies del local objeto de este proyecto, tal y como se detalla en el plano correspondiente, se resume en la siguiente tabla.

Uso	Superficie en m ²
Elaboración del producto	157,52
Almacén	15,50
Sala de máquinas	25,50
Sala de caldera	3,00
Oficina	8,00
Laboratorio	20,00
Aseos	7,00

La superficie útil total ocupada por la nave es de 250 m²

6. Ingeniería del proceso

6.1. Producto

El producto principal a elaborar en la presente industria es cerveza *Pale Ale* de alta fermentación y pasteurizado en botella a - C °durante – minutos, en botellas de vidrio de 0,33 litros de capacidad.

La elección de este producto viene de la mano de la estrategia de ofrecer un producto alternativo al ofrecido por la gran industria. La cerveza tipo Ale es característica por un sabor muy particular, el cual varía notablemente en función de las características de la materia prima.

6.1.1. Materias primas, aditivos y material auxiliar

La siguiente tabla muestra las cantidades de materias primas, aditivos y material auxiliar necesarios por lote.

PRODUCTO	Ud.	Ud. Lote ⁻¹
Malta	kg	150
Agua	L	1200
Lúpulo	Kg	0,96
Levadura	Kg	$4 \cdot 10^{-3}$
Botellas	Ud.	3.000
Chapas	Ud.	3.000
Cajas de botellas	Ud.	125
Etiquetas	Ud.	6.000

6.2. Subproductos

Como subproductos de la fabricación de cerveza se obtienen:

- Bagazo de cascarilla para su posterior venta para alimentación animal.
- Excedente de levaduras también pasa alimentación animal.

6.3. Proceso productivo

El grano (la malta y otros cereales no malteados llamados adjuntos) se recibe en las cerveceras a granel y se transfiere a los silos tras ser pesada y limpiada.

La cebada malteada se muele previamente con el objetivo de romper el endospermo, causando el mínimo daño posible a la cascarilla.

Después de la molienda, la harina resultante (denominada sémola, harina gruesa o harina fina, en función de su paso por distintas cribas, además de la cascarilla desprendida del grano) se macera en agua a temperaturas seleccionadas para liberar mediante la acción enzimática un extracto fermentescible, que servirá de sustrato a las levaduras en la fase de fermentación.

Se pueden añadir adjuntos como fuente suplementaria de carbohidratos tanto en la caldera de maceración o empaste (p. ej. maíz o arroz), como en la cuba de cocción (p. ej. sacarosa o glucosa/maltosa en forma de jarabe).

El mosto se separa del bagazo durante la etapa de filtración del mosto. Después de completada la separación, el bagazo se almacena en silos y normalmente se emplea como alimento para el ganado.

El mosto se lleva a ebullición junto con el lúpulo en la etapa conocida como cocción. Durante la etapa de cocción tienen lugar una serie de reacciones muy variadas y complejas, una de las cuales es la solubilización e isomerización de las sustancias amargas y aceites del lúpulo.

Un grueso coágulo de materia proteínica precipitada se separa del mosto por efecto del calor.

Este coágulo se conoce con el nombre de “turbios calientes”. El mosto se clarifica en una cuba conocida con el nombre de remolino o *Whirlpool*, separando el precipitado proteínico.

Posteriormente se enfría el mosto hasta la temperatura de inoculación de la levadura, entre 8°C y 12°C.

Al mosto clarificado y enfriado se le inyecta aire estéril previamente a la fase de fermentación para favorecer el crecimiento de la levadura. A la cerveza resultante de la fermentación se le somete a una etapa de enfriamiento, favoreciendo la decantación de levaduras y otras sustancias enturbiantes del producto. A esta operación se le conoce con el nombre de guarda, maduración o decantación.

Después de la guarda o maduración y separación de los sólidos decantados, la cerveza se clarifica por filtración, normalmente en filtros de tierra de diatomeas, membranas, cartones, etc.

Por último, se realizan las operaciones de carbonatación, aditivación, estabilización microbiológica y envasado, cuyo orden dentro del proceso depende del tipo de proceso utilizado.

7. Maquinaria

Para el desarrollo de la actividad se instalará la siguiente maquinaria:

Máquina	Cantidad	Potencia (kW)	Valor (€)
Molino	1	2,2	2.302,00
Sala de cocción (gasóleo) <ul style="list-style-type: none"> Caldera de cocción Cuba filtro Caldera de vapor (gasóleo) Control Táctil 	1	2,5	108.000,00
Etiquetadora	1	-	2.100,00
Embotelladora	1	0,37	2.158,00
Lavabotellas	1	-	1.700,00
Chapadora neumática	1	-	450,00
Tanque agua caliente	1		9.980,00
Tanque fermentación	2	3	9.980,00
Clarificador	1	3	8.960,00
Tanque de almacenamiento	2	-	11.620,00

Equipo de refrigeración			
Máquina	Cantidad	Potencia (kW)	Valor (€)
Bomba	2	0,09	126,00
Intercambiador de placas	1	-	3.258,00
Intercambiador carcasa y tubos	1	-	2.140,00
Tanque agua glic.	1	-	210,00
Compresor	1	1,94	530,00
Evaporador	1	25,8	497,00

Pese a que existen equipos de refrigeración portátiles y compactos capaces de atender la instalación, la instalación de un equipo de frío centralizado permitirá adaptación al crecimiento de la industria en el futuro.

Los anejos 4, diseño de equipos y 5, instalación frigorífica, contienen información concreta y detallada del diseño y dimensionado de la principal maquinaria.

8. Instalación de fontanería

El abastecimiento de agua se llevará a cabo a partir de la red general de distribución del municipio. La industria contará con red de agua fría y con red de agua caliente. Por reglamento, es obligatoria la existencia de una instalación de calentamiento de agua por incidencia solar que complementará al calentador eléctrico.

La red estará compuesta en su totalidad por tubo de PVC del diámetro correspondiente en cada tramo. Así mismo constará de elementos de corte y retención que permitan sectorizar tramos de la red pudiendo así actuar sobre posibles problemas sin necesidad de cortar el suministro de toda la instalación.

El anejo 6 incluye el cálculo de la sección de los diámetros de las tuberías de la red.

9. Instalación de saneamiento

La instalación de saneamiento es sencilla, e incluye la evacuación de aguas fecales y las generadas en el proceso y durante la limpieza de la planta.

Puesto que la nave había sido construida con anterioridad, ya existe una red de pluviales.

La red de saneamiento está constituida por tuberías de PVC y arquetas sinfónicas prefabricadas, que se han calculado en el anejo 6

Mientras que la red de saneamiento vierte directamente a la red pública, el sistema de evacuación de agua del proceso es tratado en un equipo de depuración compacto. Este equipo se describe en el anejo 9 de evaluación del impacto ambiental.

10. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica constará tres redes. Una para la iluminación, otra para el uso general, denominada de fuerza, y otra con la iluminación de emergencia. Dicha red cumplirá todos los aspectos del Reglamento Eléctrico de Baja Tensión junto con sus Instrucciones complementarias.

La instalación se compone de los siguientes elementos:

- Acometida subterránea de cuatro conductores que suministrará una tensión nominal de 230/400 V.

- Caja general de protección: Caja situada en la fachada principal de la nave donde se alojará el contador.
- Contador: Situado en la caja general de protección, evitando instalar línea general de alimentación, permitirá la medición del consumo energético.
- Cuadro General de mando y protección que contendrá el interruptor general automático, I.G.A., un interruptor diferencial general y los dispositivos de corte para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada circuito de la línea.
- Instalación Interior: Separada en las tres redes mencionadas estará diseñada en configuración tipo B. Es decir, cables aislados bajo tubos plásticos en montaje superficial.
- Cada una de las subredes contará con su cuadro secundario de mando y protección, instalados en una caja general de protección.

10.1. Potencia Instalada

El resumen de la potencia instalada, agrupada por cuadros secundarios es la siguiente:

CSMP		Potencia (W)
Alumbrado interior		2.125,00
Alumbrado de emergencia		17,00
Fuerza		58.855,70
TOTAL		60.997,70

10.2. Iluminación

Para el alumbrado interior se utilizarán los siguientes tipos de luminarias: lámparas de dos tubos fluorescentes de 36 W y lámparas de incandescencia de 75 W.

Para más información, consultar el anejo número 6, instalación eléctrica y el plano correspondiente.

11. Evaluación económica

El pago de la inversión inicial para la realización del proyecto se llevará a cabo en el año 0, previo al comienzo de la actividad industrial. Mediante los flujos de caja estimados, se obtienen los siguientes ratios económicos:

Índice	Valor
VAN	163.342,47 €
TIR	16,48%
Pay-Back	7 años

12. Presupuesto

El presupuesto de la transformación de la nave queda de la siguiente manera:

MAQUINARIA	248.150,07	91,26 %
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	3.514,75	1,29 %
INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD	11.928,40	4,39 %
INSTALACION DE E. FRIGORÍFICO	8.315,45	3,06 %
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	271.908,67	
13,00% Gastos generales	35.348,13	
6,00% Beneficio industrial.....	16.314,52	
	Suma de G.G. y B.I.	51.662,65
21,00% I.V.A.....		67.949,98
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	391.521,30	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	391.521,30	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de NOVENTA Y UN MIL QUINIENTOS VEINTIUN EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

13. Conclusión

Con todo lo anterior expuesto y junto al resto de documentos, planos y presupuesto, el alumno que suscribe da por finalizado el presente proyecto.

Huesca, Diciembre de 2014

EL ALUMNO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Guillermo Blanco Martín', with a long horizontal stroke extending to the right.

Fdo. Guillermo Blanco Martín

*Anexo 1: Bibliografía utilizada en la realización de este proyecto***Bibliografía**

- Cervebel S.L. (2008). *Historia de la Cerveza*. Obtenido de Cervebel S.L.: http://www.cervebel.es/cerveza_descubrimiento.htm
- Cerveceros de España. (31 de julio de 2014). Obtenido de <http://www.cerveceros.org/>
- Cerveza Artesana Homebrew S.L. (2013). *Cerveza Artesana*. Obtenido de <http://cervezartesana.es/>
- de Mesones, B. (17 de Julio de 2011). *Diseño de un equipo de microcervecería*. Obtenido de Maestros Cerveceros Hispanoparlantes: <http://maestroscervecerohispanoparlantes.blogspot.com.es/2011/07/como-construir-los-equiposparte-de.htm>
- Feo Parrondo, F. (2005). La industria cervecera en España. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 163-178.
- Hornsey, I. S. (2003). *A History of Beer and Brewing*. Cambridge: Royal Soc of Chemistry.
- Hornsey, I. S. (2003). *Elaboración de Cerveza (Brewing)*. Zaragoza: Acribia S.A.
- Hume, J. R., & Moss, M. S. (2000). *The Making of Scotch Whisky. A history of the Scotch whisky distilling industry*. Canongate.
- Ibarz Ribas, A., & Barvosa-Cánovas, G. V. (2005). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería de Alimentos*. Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa.
- Jackson, M. (2013). *Beer Hunter*. Obtenido de <http://www.beerhunter.com/beerstyles.html>
- Kirin Holdings Company, Limited. (8 de enero de 2014). *Kirin Holdings*. Obtenido de http://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2014/0108_01.html
- Klindrup, D. (2000). *The Whisky Portal*. Retrieved from <http://www.whiskyportal.com/>
- Mas, T., & Ricart, J. (2002). En T. Mas, *Cocina alemana paso a paso: La cerveza* (pág. 64). Barcelona: Sol 90.
- Mercasa. (2013). Cerveza. En *Alimentación en España 2013* (págs. 340-343). Madrid: Mercasa.

- Meussdoerffer, F. G. (2009). A Comprehensive History of Beer Brewing. En *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. (págs. 10 - 38). Weinheim: H. M. Eßlinger. Obtenido de <http://www.sciencefun.de/sixcms/media.php/370/Leseprobe.687922.pdf>
- Nelson, M. (2005). *Barbarian's Beverage: A History of Beer in Ancient Europe*. Oxon: Routledge.
- Palmer, J. (1999). *How to Brew*. Obtenido de http://www.whisky-distilleries.info/Fabrication_EN.shtml
- Perrocheau, L. (2007). De la cebada a la cerveza. En R. Jeantet, T. Croguennec, P. Schuck, & G. Brulé, *Ciencia de los alimentos vol. 2: Tecnología de los productos alimentarios* (págs. 191 - 213). Paris: Lavoisier.
- Philips, R. (2014). *Alcohol a history*. Washington D.C.: Library of Congress Catalogin -in-Publication Data.
- Priest, F. G., & Stewart, G. G. (2006). *Handbook of Brewing*. Boca Raton: CRC Press.
- Universidad Industrial de Santander. (2014). *Fabricación de cerveza*. Obtenido de Tecnologías Limpías: <http://www.tecnologiaslimpias.org/html/central/313301/313301be.htm>
- Ward, O. P. (1989). *Biotecnología de la fermentación*. Zaragoza: Acribia S.A.