



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Estudio y análisis de viabilidad para la implantación de una fábrica de cerveza en la Comunidad de Madrid

Autor: Jaime Machés Rueda

Director: M^a del Mar Cledera Castro

Co-Director: Carlos Morales Polo

Madrid

Agosto de 2019

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. _____ Jaime Machés Rueda _____

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: _____ Estudio y análisis de viabilidad para la implantación de una fábrica de cerveza en la Comunidad de Madrid _____, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

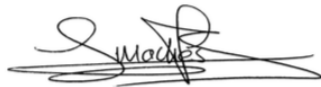
La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a ...28..... deAgosto..... de2019....

ACEPTA

Fdo...

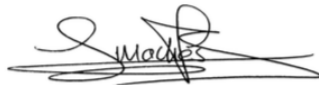


Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título **Estudio y análisis de viabilidad para la implantación de una fábrica de cerveza en la Comunidad de Madrid**.....
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico2019..... es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni
parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Jaime Machés Rueda

Fecha: ...01.../ ...04.../ ...2019...



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Firmado digitalmente por
María del Mar Cledera Castro
Fecha: 2019.08.28 08:46:31
+02'00'

Fdo.: Mar Cledera Castro, Carlos Morales Polo

Fecha: 28/ 08/ 2019



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

Máster en Ingeniería Industrial (MII)

Estudio y análisis de viabilidad para la implantación de una fábrica de cerveza en la Comunidad de Madrid

Jaime Machés Rueda

Especialidad mecánica

Curso 2º

Directores:

Mar Cledera Castro

Carlos Morales Polo

Firma del autor:



Visto bueno de los directores:



Firmado digitalmente por
María del Mar Cledera Castro
Fecha: 2019.08.28 08:46:31
+02'00'

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Autor: Machés Rueda, Jaime.

Director: M^a del Mar Cledera Castro / Carlos Morales Polo.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción

El sector cervecero español ha experimentado un crecimiento importante a lo largo de los últimos años, llegando a situar al país en el segundo puesto como generador de empleo en la Unión Europea solo detrás de uno de los mayores productores de cerveza en el mundo, Alemania.

Según el informe “*Memoria Anual de Cerveceros de España 2017*” las compañías de cerveza consiguieron unas ventas de 40 millones de hectolitros aproximadamente, un aumento del 3,7% respecto al año anterior; llegando a consumirse 48,3 litros por persona de media durante ese año. Véase este dato reflejado en la gráfica de ventas totales por marca de cerveza en España obtenido del Informe Socioeconómico del sector cervecero español en 2017.

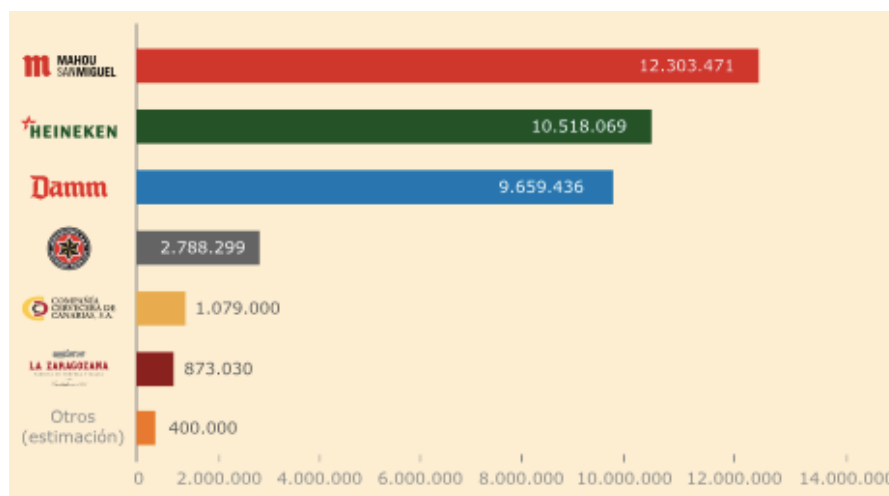


Ilustración 1. Ventas de cerveza (hl) en España por marca en 2017.

Y es que, en los últimos años, la cerveza en la población española es considerada más un estilo de vida que una bebida refrescante, al ser utilizada y consumida en actos sociales y ser una representación del país y ser una atracción turística junto con nuestra gastronomía, debido a que el 99,5% de los turistas, mayores de 18 años, consume cerveza durante su estancia en España.

Situado en cuarta posición como productor de cerveza en la Unión Europea, detrás de Alemania, Reino Unido y Polonia; y el undécimo en el mundo, se considera que España es un país con cultura cervecera, estableciéndose como una industria realmente importante para la economía del país. Este dato se refleja en la siguiente **Ilustración 2. Producción anual de cerveza en hl en los países europeos** en el que se muestra el ranking de los países europeos a nivel de producción anual de cerveza en 2017.

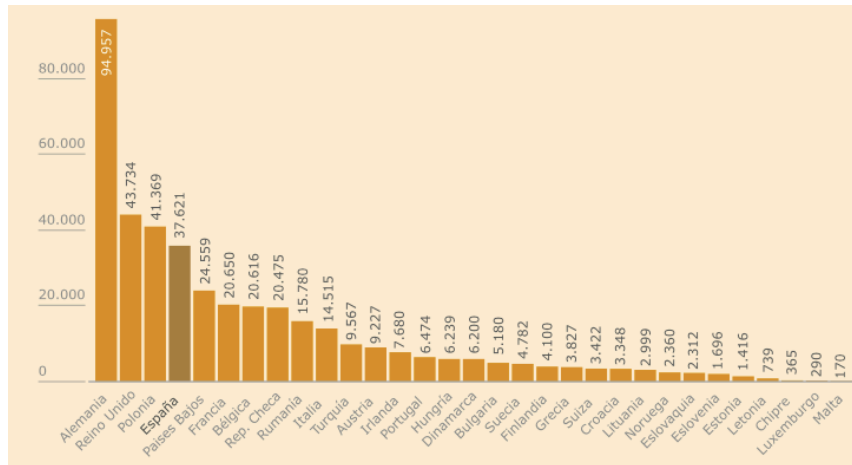


Ilustración 2. Producción anual de cerveza en hl en los países europeos.

Dentro del país, las comunidades autónomas donde se consume más este producto son: Andalucía, Cataluña, Comunidad Valenciana y la Comunidad de Madrid. Dichas comunidades se caracterizan por ser representativas en términos de zonas turísticas, dado que son las más visitadas por los turistas cada año; y ser zonas cálidas, propias del país pero más pronunciadas en éstas. Así pues, se determina que la venta de cerveza viene determinada por dos factores característicos del territorio español:

- Turismo
- Temperatura media del territorio

Es por ello, que el objetivo de este proyecto es el de realizar un estudio de viabilidad económica y sostenible sobre la construcción de una fábrica de cerveza en ésta última comunidad autónoma. Concluyendo si ayudaría al sector cervecero del país.

El proceso de producción de la cerveza requiere de una gran atención por la calidad, para así obtener un producto excelente y sabroso. Desde el tratamiento de la malta y el lúpulo hasta el envasado del producto, pasando por el control de la fermentación, todo ello implica una sutileza y vigilancia exhaustiva para conseguir que el producto sea de gran calidad. A continuación, como muestra la **Ilustración 3. Proceso elaboración de la cerveza.** se presenta de una forma gráfica y simple un resumen del proceso de elaboración y fabricación de la cerveza.



Ilustración 3. Proceso elaboración de la cerveza.

Uno de los recursos más utilizados durante la elaboración de la cerveza es el agua, utilizada en el propio producto siendo un 90% del mismo y en otros procesos distintos como la limpieza de los envases para reciclaje o el enfriamiento de la maquinaria. Así lo muestra **la Ilustración 4. Reparto del uso de agua dentro de la elaboración de la cerveza.** en donde se muestra la distribución de agua utilizada durante la elaboración de la cerveza. En los últimos años, algunas compañías han conseguido una reducción del 28,3% en el uso de este recurso a la hora de producir la cerveza, suponiendo un avance hacia la creación de un producto y una industria sostenibles.

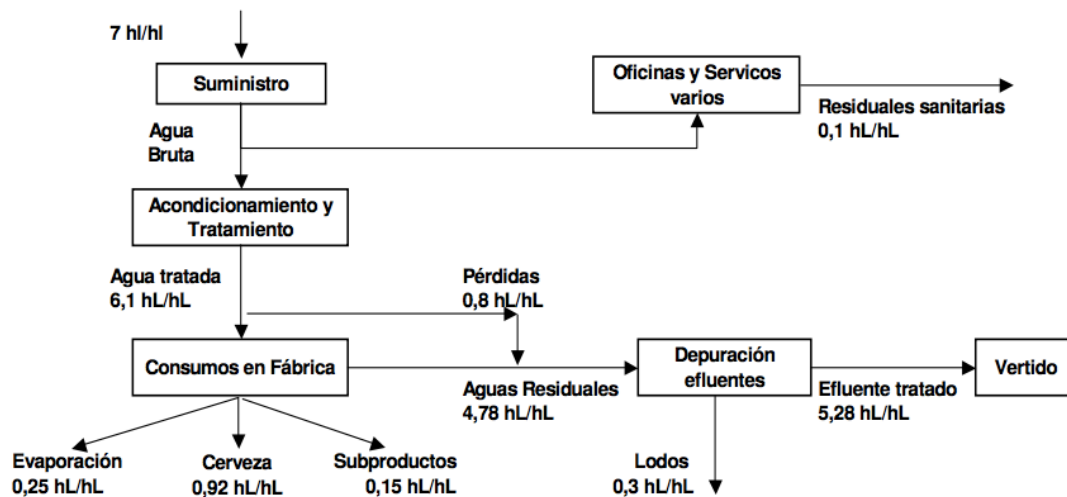


Ilustración 4. Reparto del uso de agua dentro de la elaboración de la cerveza.

En el sector cervecero hay un fuerte compromiso por la sostenibilidad y la calidad empresarial. Esto se demuestra en los siguientes logros obtenidos en los últimos años:

- **Prevención de los residuos de envases:** en 2017 hubo un 84% de recuperación de los envases de cerveza. El vidrio es uno de los materiales más utilizados para el envase del producto, ya que su reutilización es más alta que en otros materiales como el plástico.
- **Emisiones a la atmósfera:** la reducción del 3,6% en las emisiones de CO₂ respecto del año anterior, así como un 27% respecto a 2008 supone la reducción equivalente a la emisión de 30.000 personas en alimentarse, calentarse y ducharse en un mes.
- **Energía:** el uso de energías renovables y la optimización en los procesos ha permitido una reducción del 2% en el ratio de energía utilizada en el último año.
- **Aprovechamiento y reutilización de residuos:** la mayor parte de los residuos producidos en la elaboración de la cerveza son orgánicos pudiendo ser reutilizados en la alimentación de animales o en la producción agrícola. Además el uso del biogás producido en el proceso anaerobio de las depuradoras de las fábricas permite un mayor aprovechamiento de la energía y una reducción en el uso de energías fósiles como el gas natural.

En conclusión, el estado de cuestión en el aspecto de la producción de la cerveza está en continua evolución y desarrollo y el objetivo con este proyecto será el de aplicar estas técnicas a la hora de construir la fábrica de cerveza. Así como, la viabilidad económica, optimización de los procesos y la acertada elección de maquinaria y personal necesario para el éxito de ella.

Las especificaciones básicas de la fábrica de cerveza a construir se presentan a continuación:

- **Producción anual (en litros):** 5.000.000
- **Plantilla:** 10-15 trabajadores
- **Clientes:** hostelería y centros alimentarios

La industria cervecera, en España, es uno de los organismos que más empleos genera directa e indirectamente en el país. Es un sector en constante movimiento y evolución además de abarcar diferentes aspectos de ingeniería (líneas de producción, supply chain), sostenibilidad (tratamiento de residuos, uso de energías renovables) e investigación (I+D). Es por ello, que el objetivo de este proyecto es el de realizar un estudio de viabilidad económica y sostenible sobre la construcción de una fábrica de cerveza en la comunidad autónoma de Madrid, con el fin de suponer un beneficio, tanto a nivel económico como social, para ella y concluyendo si ayudaría al sector cervecero del país.

Metodología

Con el fin de conseguir un proyecto sostenible y rentable, se realizarán los siguientes estudios, se aplicarán los respectivos métodos y se analizarán los resultados con el objetivo de obtener un proyecto óptimo y eficiente. Para ello, los apartados de estudio serán:

- **Estudio de mercado:** a través de datos obtenidos sobre diferentes informes anuales de diferentes marcas de cerveza se analizará el estado actual del sector y su proyección de futuro; así como cuáles son los hábitos de los consumidores: dónde se consume más el producto, cuánto se consume, etc.
- **Descripción del proceso industrial:** se realizará un estudio y descripción de los diferentes procesos que se necesitan para la obtención del producto para obtener respuesta a las diferentes preguntas:
 - ¿Qué tipo y cantidad de productos se van a realizar en la fábrica?
 - ¿Qué materias primas se necesitan y su cantidad?
 - ¿Procesos para su óptima fabricación?
 - ¿Maquinaria necesaria para su obtención?

Estas decisiones son un aspecto muy importante a definir claramente si se quiere obtener una estrategia exitosa.

- **Distribución en planta de la nave industrial:** una vez conocidos los procesos de fabricación y la maquinaria necesaria se dimensionará la planta y su distribución en planta. El objetivo de ello es encontrar la óptima distribución tanto de procesos como de maquinaria dentro de la fábrica para conseguir una buena circulación de los materiales y evitar cuellos de botella dentro del proceso de fabricación.
- **Estudio de viabilidad económico-financiera:** para analizar la rentabilidad de la inversión. Se analizarán tanto los costes iniciales derivados de la inversión como los derivados por su explotación. Una vez analizados, se estudiarán diferentes escenarios (pesimista, moderado y optimista) con el fin de observar la eficiencia de la fábrica en situaciones de éxito y de fracaso en los que pueden surgir problemas de sobrecostes o falta de capacidad.

- **Resultados y conclusiones:** en este apartado se establecerán las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos en los estudios de los puntos anteriores.

Resultados y Conclusiones

Los resultados obtenidos en cada uno de los apartados se describen a continuación.

Respecto al estudio de mercado, en donde se ha analizado la situación actual del mercado en el país español y se han aplicado métodos como el DAFO para destacar amenazas, debilidades, fortalezas y oportunidades del sector donde el resultado obtenido se muestra en la siguiente **Ilustración 5**



Ilustración 5. Análisis DAFO.

En referencia a las conclusiones se puede destacar que:

- El mercado español es un mercado territorial donde cada región elabora y consume la cerveza de su localidad, aunque en los últimos años se han ido abriendo a diferentes marcas y tipos de producto.
- Tener una evolución exponencial. Dado que tanto la producción como las ventas no han parado de crecer en los últimos años. Provocando que el sector de cerveza español cada vez sea más fuerte a nivel de producción tanto en el ámbito europeo como en el mundial.
- El consumo de cerveza viene determinado por tres factores:
 - Turismo. Suponiendo una cuarta parte del consumo total por parte de los turistas.
 - Estacionalidad. El consumo aumenta en los meses de mejor tiempo y por tanto mayor turismo.
 - Geografía. La localización de la región tanto a nivel de turismo como a nivel de calidad meteorológica guarda una fuerte relación con el alto consumo y cuotas de ventas de cerveza.
- La plaza de la Comunidad de Madrid es una buena localización debido a ser una de las ciudades más visitadas de España así como poblada. Estos aspectos proporcionan un consumo asegurado alto.

- La cerveza en el territorio español debe competir con otro producto muy instaurado dentro de la dieta ibérica: el vino. La guía de ruta con la cerveza artesanal deberá ser la misma para así poder alcanzar la cantidad deseada de venta.

Del apartado del proceso de fabricación y la maquina necesaria para la elaboración de la cerveza, se muestran a continuación los resultados obtenidos en forma de diagrama de flujo, respecto a los procesos de elaboración elegidos y el flujo de producción en ellos, y en forma de tabla respecto a los consumos de materia prima en la fábrica así como la maquinaria necesaria para la elaboración de la cerveza.

MATERIA PRIMA	CONSUMO MATERIA PRIMA DIARIA		CONSUMO MATERIA PRIMA MENSUAL		CONSUMO MATERIA PRIMA ANUAL	
Producción cerveza	21.740	litros	416.667	litros	5.000.000	litros
Malta	7.247	Kg	138.896	Kg	1.666.744	Kg
Agua proceso maceración	21.740	litros	416.667	litros	5.000.000	litros
Agua proceso cocción	7.247	litros	138.896	litros	1.666.744	litros
Agua de limpieza	103.917	litros	1.991.668	litros	23.900.000	litros
Agua total	133.084	litros	2.547.231	litros	30.566.744	litros
Levadura	7	Kg	140	Kg	1.680	Kg
Lúpulo	348	kg	6.960	kg	83.520	kg
Botellas vacías	65.879	unidades	1.262.628	unidades	15.151.516	unidades

Las máquinas destinadas al proceso de elaboración del producto se representan en la siguiente tabla:

MÁQUINA	CANTIDAD
Silos herméticos	3
Cinta transportadora	1
Molino de malta	1
Sistema de maceración y cocción	1
Sistema de refrigeración	1
Tanques de fermentación	5
Tanque de maduración	10
Sistema de filtrado	1
Sistema de carbonatación	1
Tanques presurizados	3
Sistema de limpieza de envases	1
Llenadora	1
Etiquetadora	1
Cinta de transporte envases	1
Máquina de ensamblaje	1
Paletizadora	1
Carretilla eléctrica	1

Respecto a los procesos que participan en el proceso de fabricación así como el flujo de producción diario será el siguiente representado en la **Ilustración 6. Flujo de producción y procesos en la elaboración de cerveza.**

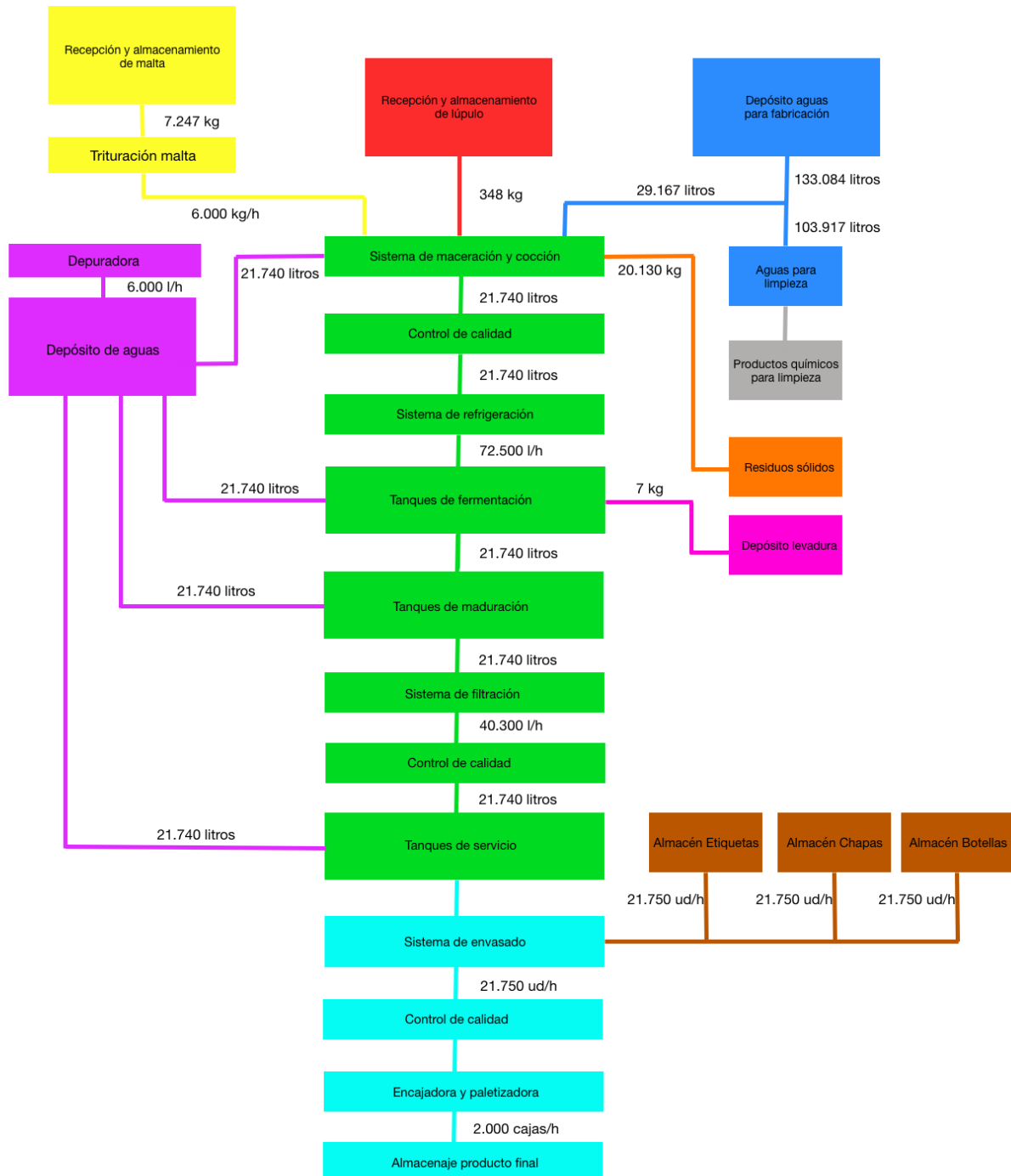


Ilustración 6. Flujo de producción y procesos en la elaboración de cerveza.

Una vez analizados los apartados anteriores, el siguiente paso es el diseño y análisis de la distribución en planta de la fábrica. Para ello se realizan dos layouts diferentes en donde se representan los procesos de fabricación distribuidos según tipo de fabricación. Al ser un proceso de elaboración continua, la distribución de los procesos será en línea en forma de U. Para determinar qué layout es el más óptimo y eficiente se realiza un estudio de fuerzas y distancias donde se comparan las

relaciones entre actividades tanto en términos de importancia de estas juntas y la distancia entre ellas. A continuación se presentan los resultados de este análisis y el diseño del layout elegido.

LAYOUT 1	Puntuación media	Ponderación	Resultado
Materiales	3,32	35%	2,32
Personas	2,36	10%	0,47
Higiene	2,27	30%	1,36
Control	2,73	25%	1,37
			5,52

LAYOUT 2	Puntuación media	Ponderación	Resultado
Materiales	3,63	35%	2,54
Personas	2,08	10%	0,42
Higiene	3,42	30%	2,05
Control	3,06	25%	1,53
			6,54

A través de una ponderación establecida por criterios de importancia, el análisis de eficiencia y decisión óptima se presenta continuación:

Análisis multicriterio		
Criterio	Layout 1	Layout 2
Relación actividad/cercanía	4,05	4,5
Posibilidad de ampliaciones	1,75	2,25
Superficie almacén	0,95	0,9
Longitud línea de producción	1,9	1,8
Total	8,65	9,45

Como se observa en la tabla anterior, el layout número 2 es el diseño más óptimo según los criterios de decisión. Por ello se decide que la distribución de la planta sea la del diseño 2 que se representa a continuación en la siguiente **Ilustración 7. Distribución en planta elegida.**

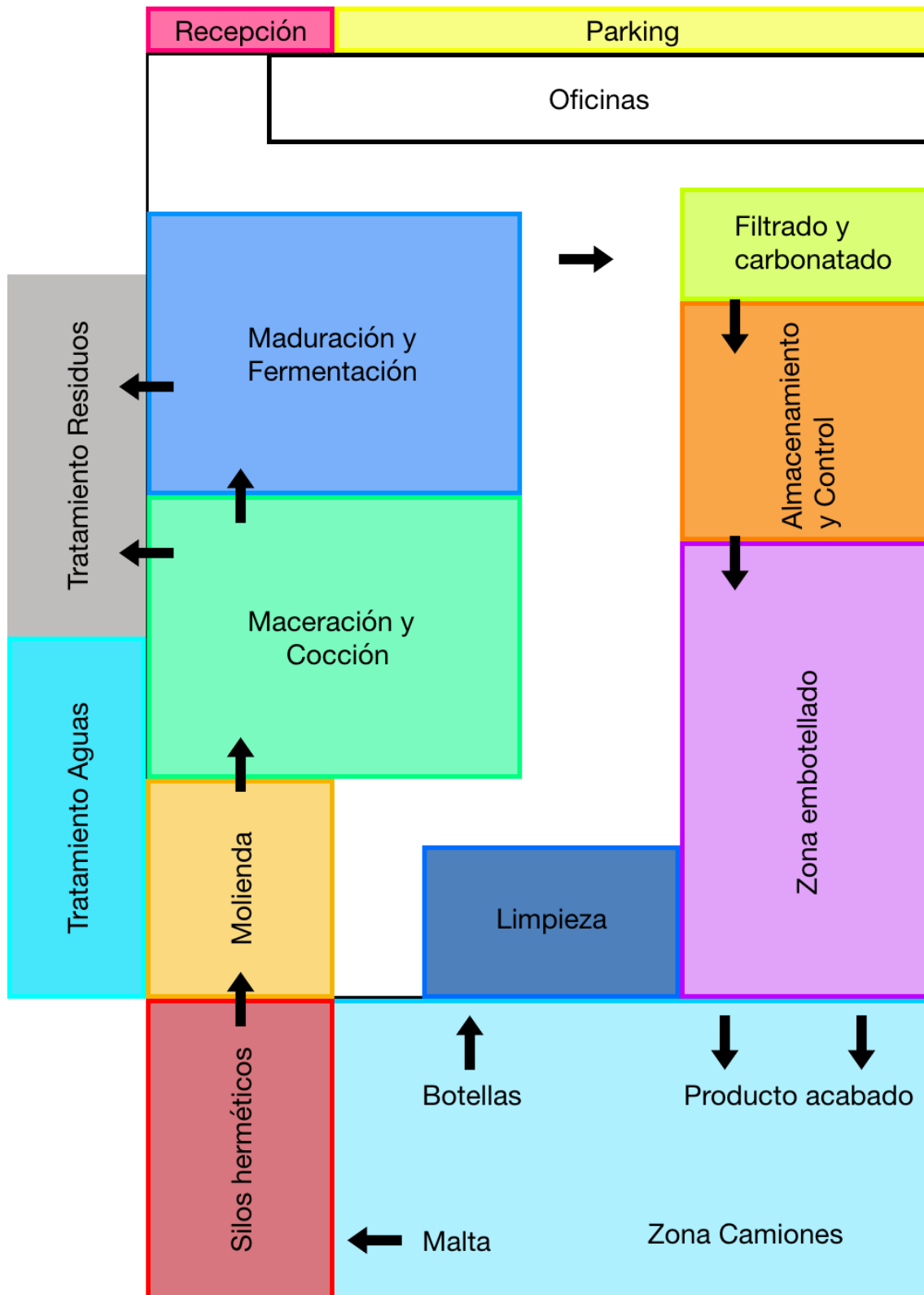


Ilustración 7. Distribución en planta elegida.

Los resultados propios del proyecto pueden ser eficientes en términos de tiempos y procesos pero debe analizarse también la eficiencia y viabilidad económica, dado que la construcción de un proyecto que nos es sostenible en el tiempo y que económicamente no es viable no tiene sentido realizarlo. Por ello, el siguiente análisis de estudio es el de viabilidad económica del proyecto.

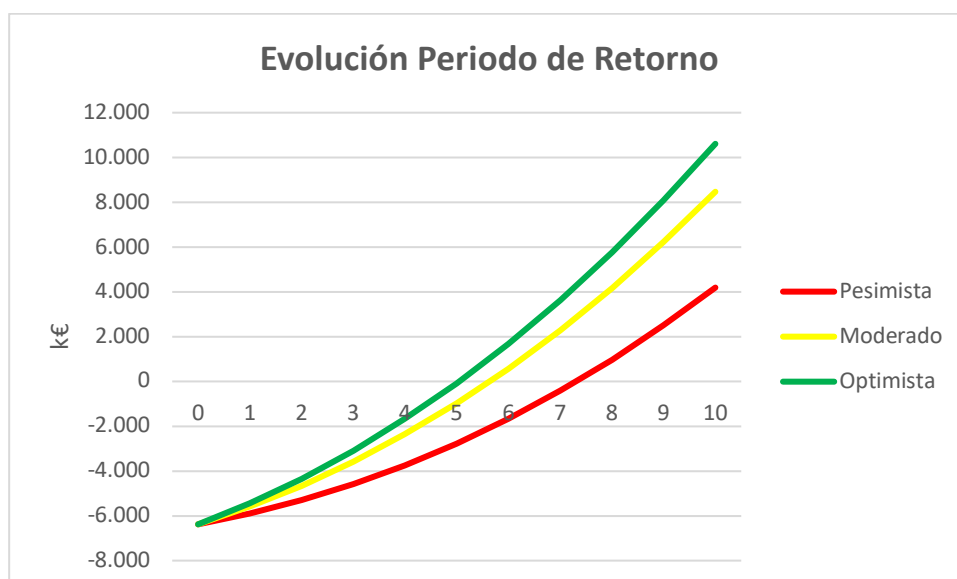
El primer paso es proceder al cálculo de costes que requiere el proyecto. Dentro de ellos, se encuentran distintos tipos de costes que se presentan en la siguiente tabla resumen.

			Importe (€)	Total (€)
Costes directos	CE	Maquinaria e instalaciones	2.960.000	13.868.615
		Mobiliario oficina	50.000	
	CNE	Solar	4.930.000	
		Construcción nave	5.543.615	
		Permisos y licencias	385.000	
	Fijos	Personal	589.190	
		Financieros	876.898,84	
	Variables	Materia prima	0,715 €/litro	0,775
		Consumo energético	0,06 €/litro	

Dentro del estudio económico se analizan distintos escenarios para que en caso de picos de demanda o fallos en el sistema de producción, el proyecto pueda seguir siendo rentable y sostenible. Así pues se presentan los distintos resultados.

	Pesimista	Moderado	Optimista
VAN	3.528.000 €	7.559.000 €	9.575.000 €
TIR	8,4 %	15,6 %	18,8 %
PR	8 años	6 años	5 años

Uno de los factores más importantes dentro de un estudio económico es el tiempo de retorno del proyecto. Como se muestra en el siguiente gráfico, en todos los escenarios considerados, se observa que el proyecto llega a amortizarse dentro del tiempo establecido de retorno (10 años).



De esta forma, se puede concluir que el proyecto es rentable.

Referencias

- [MAPA18] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018). “2017 Informe Socioeconómico del sector de la cerveza en España”
- [DIAZ19] A.Díaz (26 Febrero, 2019). “Evolución mensual del número de turistas y excursionistas internacionales que visitaron España en 2018 (en millones)”.
- [EOIS08] Escuela de Organización Industrial de Sevilla (2008). “Los vertidos de las industrias cerveceras”.
- [SOLA15] Joan Solanelles Martí, Carlos Rodríguez Nogal (Junio 2015). “Estudio y análisis de viabilidad para la implantación de una fábrica de cerveza en Cataluña”.

STUDY AND VIABILITY ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF A BEER FACTORY IN THE COMMUNITY OF MADRID

Author: Machés Rueda, Jaime.

Director: M^a del Mar Cledera Castro / Carlos Morales Polo.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

ABSTRACT

Introduction

The Spanish beer sector has experienced significant growth over the past few years, reaching the country in second place as a generator of employment in the European Union only behind one of the largest beer producers in the world, Germany.

According to the report "Annual Report of Brewers of Spain 2017" beer companies achieved sales of approximately 40 million hectoliters, an increase of 3.7% over the previous year; reaching 48.3 liters per person on average during that year. See this data reflected in the graph of total sales by brand of beer in Spain obtained from the Socioeconomic Report of the Spanish beer sector in 2017.

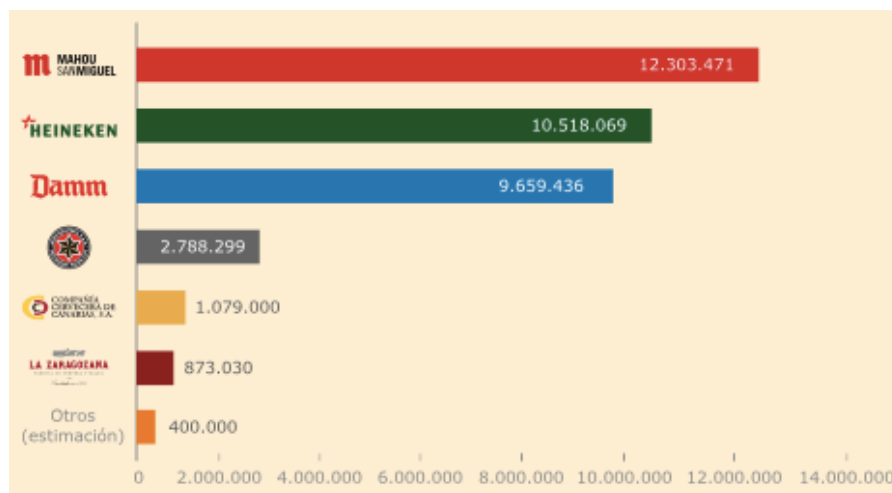


Illustration 1. Beer sales (hl) in Spain by brand in 2017.

And it is that in recent years, beer in the Spanish population is considered more a lifestyle than a refreshing drink, being used and consumed in social events and being a representation of the country and being a tourist attraction along with our cuisine, due to the fact that 99.5% of tourists, over 18 years of age, consume beer during their stay in Spain.

Located in fourth position as a beer producer in the European Union, behind Germany, the United Kingdom and Poland; and the eleventh in the world, Spain is considered a country with a beer culture, establishing itself as a really important industry for the country's economy. This data is reflected in the following Illustration 2. Annual beer production in hl in European countries. which shows the ranking of European countries at the level of annual beer production in 2017.

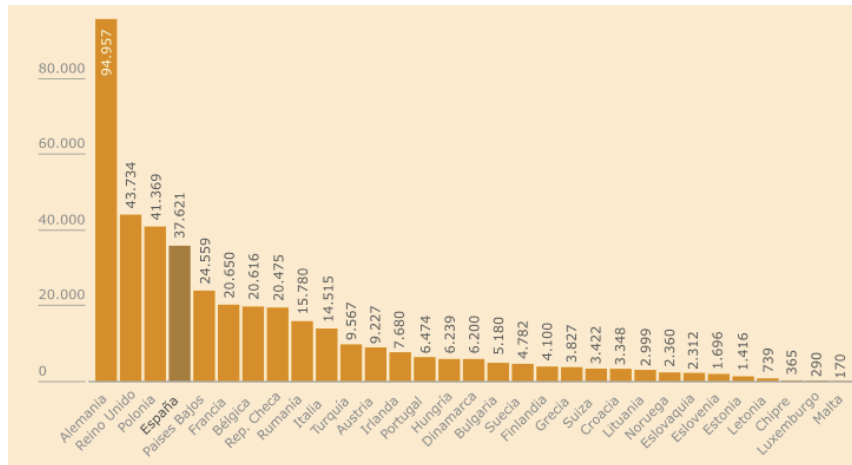


Illustration 2. Annual beer production in hl in European countries.

Within the country, the autonomous communities where this product is consumed the most are: Andalusia, Catalonia, the Valencian Community and the Community of Madrid. These communities are characterized by being representative in terms of tourist areas, since they are the most visited by tourists every year; and be warm areas, typical of the country but more pronounced in these. Thus, it is determined that the sale of beer is determined by two characteristic factors of the Spanish territory:

- Tourism
- Average territory temperature

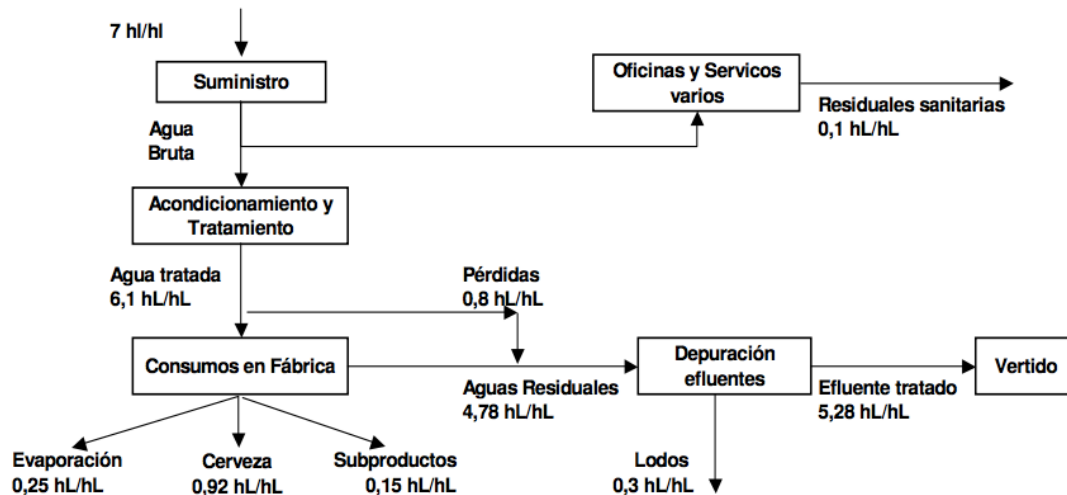
That is why the objective of this project is to carry out a study of economic and sustainable viability on the construction of a brewery in the latter autonomous community. Concluding if it would help the beer sector in the country.

The beer production process requires great attention for quality, in order to obtain an excellent and tasty product. From the treatment of malt and hops to the packaging of the product, through the control of fermentation, all this implies a subtlety and thorough monitoring to ensure that the product is of great quality. Then as shown in Illustration 3. Brewing process. a summary of the brewing and manufacturing process is presented in a graphic and simple way.



Illustration 3. Brewing process.

One of the resources most used during the brewing is water, used in the product itself being 90% of it and in other processes such as cleaning the containers for recycling or cooling the machinery. This is shown in Ilustration 4. Distribution of the use of water in brewing, where the distribution of water used during brewing is shown. In recent years, some companies have achieved a 28.3% reduction in the use of this resource when producing beer, assuming progress towards the creation of a sustainable product and industry.



Ilustration 4. Distribution of the use of water in brewing.

In the beer sector there is a strong commitment to sustainability and business quality. This is demonstrated in the following achievements in recent years:

- **Prevention of packaging waste:** in 2017 there was an 84% recovery of beer packaging. Glass is one of the most used materials for the packaging of the product, since its reuse is higher than in other materials such as plastic.
- **Emissions to the atmosphere:** the reduction of 3.6% in CO₂ emissions compared to the previous year, as well as 27% compared to 2008 means the reduction equivalent to the emission of 30,000 people to feed, heat and shower in a month .
- **Energy:** the use of renewable energy and the optimization of processes has allowed a 2% reduction in the energy ratio used in the last year.
- **Use and reuse of waste:** most of the waste produced in brewing is organic and can be reused in animal feed or agricultural production. In addition, the use of biogas produced in the anaerobic process of the treatment plants of the factories allows a greater use of energy and a reduction in the use of fossil energies such as natural gas.

In conclusion, the state of question in the aspect of beer production is in continuous evolution and development and the objective with this project will be to apply these techniques when building the brewery. As well as, the economic viability, optimization of the processes and the right choice of machinery and personnel necessary for its success.

The basic specifications of the brewery to be built are presented below:

- Annual production (in liters): 5,000,000
- Workforce: 10-15 workers

- Clients: hospitality and food centers

The beer industry, in Spain, is one of the agencies that generates more jobs directly and indirectly in the country. It is a sector in constant movement and evolution in addition to covering different aspects of engineering (production lines, supply chain), sustainability (waste treatment, use of renewable energy) and research (R&D). That is why the objective of this project is to carry out a study of economic and sustainable viability on the construction of a brewery in the autonomous community of Madrid, in order to assume a benefit, both economically and socially, for her and concluding if it would help the beer sector of the country.

Methodology

In order to achieve a sustainable and profitable project, the following studies will be carried out, the respective methods will be applied and the results analyzed in order to obtain an optimal and efficient project. For this, the study sections will be:

- **Market study:** through data obtained on different annual reports of different beer brands, the current state of the sector and its future projection will be analyzed; as well as what are the habits of consumers: where the product is consumed the most, how much is consumed, etc.
- **Description of the industrial process:** a study and description of the different processes needed to obtain the product will be carried out to obtain answers to the different questions:
 - What type and quantity of products are going to be made in the factory?
 - What raw materials are needed and how much?
 - Processes for optimal manufacturing?
 - Machinery needed to obtain it?

These decisions are a very important aspect to clearly define if you want to obtain a successful strategy.

- **Distribution of the industrial building in the plant:** once the manufacturing processes and the necessary machinery are known, the plant and its distribution in the plant will be sized. The objective of this is to find the optimal distribution of both processes and machinery within the factory to achieve a good circulation of the materials and avoid bottlenecks within the manufacturing process.
- **Economic-financial feasibility study:** to analyze the profitability of the investment. Both the initial costs derived from the investment and those derived from its exploitation will be analyzed. Once analyzed, different scenarios (pessimistic, moderate and optimistic) will be studied in order to observe the efficiency of the factory in situations of success and failure in which problems of cost overruns or lack of capacity may arise.
- **Results and conclusions:** in this section the conclusions derived from the results obtained in the studies of the previous points will be established.

Results & Conclusions

The results obtained in each of the sections are described below.

Regarding the market study, where the current market situation in the Spanish country has been analyzed and methods such as the SWOT have been applied to highlight threats, weaknesses, strengths and opportunities of the sector where the result obtained is shown in the following Illustration 5.



Illustration 5. SWOT Analysis.

In reference to the conclusions it can be emphasized that:

- The Spanish market is a territorial market where each region produces and consumes its local beer, although in recent years they have been opening up to different brands and types of products.
- Have an exponential evolution. Since both production and sales have not stopped growing in recent years. Causing the Spanish beer sector to become stronger at the production level both in Europe and worldwide.
- Beer consumption is determined by three factors:
 - o Tourism. Assuming a quarter of total consumption by tourists.
 - o Seasonality. Consumption increases in the months of better weather and therefore greater tourism.
 - o Geography. The location of the region both at the level of tourism and at the level of meteorological quality is strongly related to high consumption and beer sales quotas.
- The location of Madrid is a good location due to being one of the most visited cities in Spain as well as populated. These aspects provide a high assured consumption.
- Beer in the Spanish territory must compete with another product very established within the Iberian diet: wine. The route guide with the craft beer must be the same in order to reach the desired amount of sale.

From the section of the manufacturing process and the machine necessary for brewing, the results obtained in the form of a flow chart are shown below, with respect to the chosen processing processes and the production flow in them, and in the form of table regarding the consumption of raw material in the factory as well as the machinery necessary for brewing.

RAW MATERIAL	DAILY RAW MATERIAL CONSUMPTION		MONTHLY RAW MATERIAL CONSUMPTION		ANNUAL RAW MATERIAL CONSUMPTION	
Beer Production	21.740	liters	416.667	Beer Production	21.740	liters
Malt	7.247	Kg	138.896	Malt	7.247	Kg
Maceration water	21.740	liters	416.667	Maceration water	21.740	liters
Cooking water	7.247	liters	138.896	Cooking water	7.247	liters
Cleaning water	103.917	liters	1.991.668	Cleaning water	103.917	liters
Total water	133.084	liters	2.547.231	Total water	133.084	liters
Yeast	7	Kg	140	Yeast	7	Kg
Hop	348	kg	6.960	Hop	348	kg
Bottles	65.879	units	1.262.628	Bottles	65.879	units

The machines for the product manufacturing process are represented in the following table:

MACHINE	AMOUNT
Hermetic silos	3
Conveyer belt	1
Malt mill	1
Maceration and cooking system	1
Refrigeration system	1
Fermentation tanks	5
Maturation tanks	10
Filter system	1
Carbonation system	1
Pressurized tanks	3
Packaging Cleaning system	1
Filler	1
Labeller	1
Packaging conveyor belt	1
MAssembly machine	1
Palletizer	1
Electric trolley	1

Regarding the processes involved in the manufacturing process as well as the daily production flow will be the following represented in Illustration 6. Production flow and processes in the brewing process.

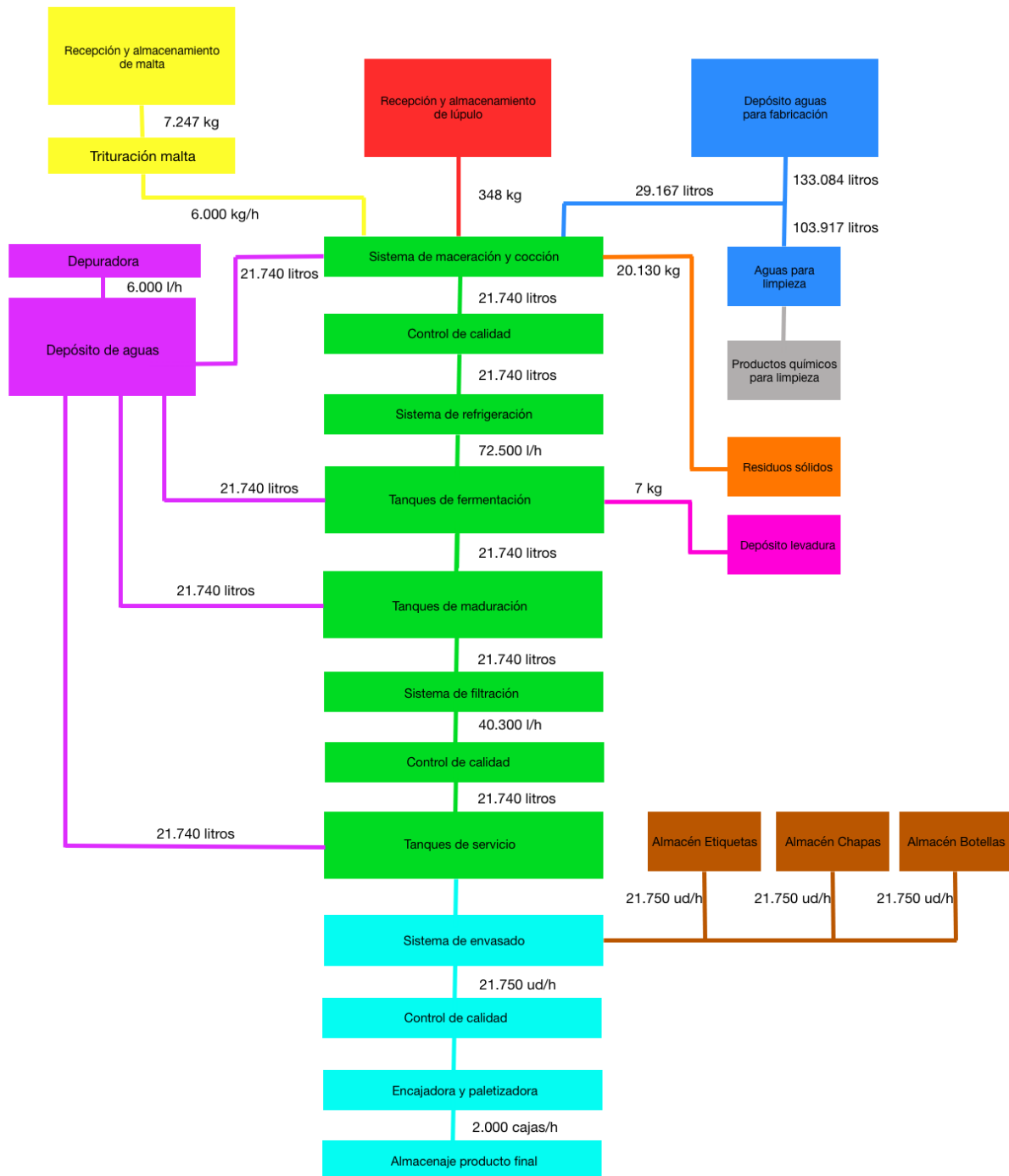


Illustration 6. Production flow and processes in the brewing.

Once the previous sections have been analyzed, the next step is the design and analysis of the factory plant distribution. For this, two different layouts are carried out where the manufacturing processes are distributed according to the type of manufacturing. Being a continuous elaboration process, the distribution of the processes will be online in a U-shape. To determine which layout is the most optimal and efficient, a study of forces and distances is carried out where the relationships between activities are compared both in terms of importance of these boards and the distance between them. Below are the results of this analysis and the layout of the chosen layout.

LAYOUT 1	Average score	Weighing	Result
Materials	3,32	35%	2,32
People	2,36	10%	0,47
Hygiene	2,27	30%	1,36
Control	2,73	25%	1,37
			5,52

LAYOUT 2	Average score	Weighing	Result
Materials	3,63	35%	2,54
People	2,08	10%	0,42
Hygiene	3,42	30%	2,05
Control	3,06	25%	1,53
			6,54

Through a weighting established by criteria of importance, the analysis of efficiency and optimal decision is presented below:

Multicriteria Analysis		
Criteria	Layout 1	Layout 2
Activity/proximity relationship	4,05	4,5
Possibility of extensions	1,75	2,25
Warehouse surface	0,95	0,9
Production line length	1,9	1,8
Total	8,65	9,45

As seen in the previous table, layout number 2 is the most optimal design according to the decision criteria. Therefore, it is decided that the distribution of the plant is that of design 2, which is represented below in the following Illustration 7. Distribution in the chosen plant.

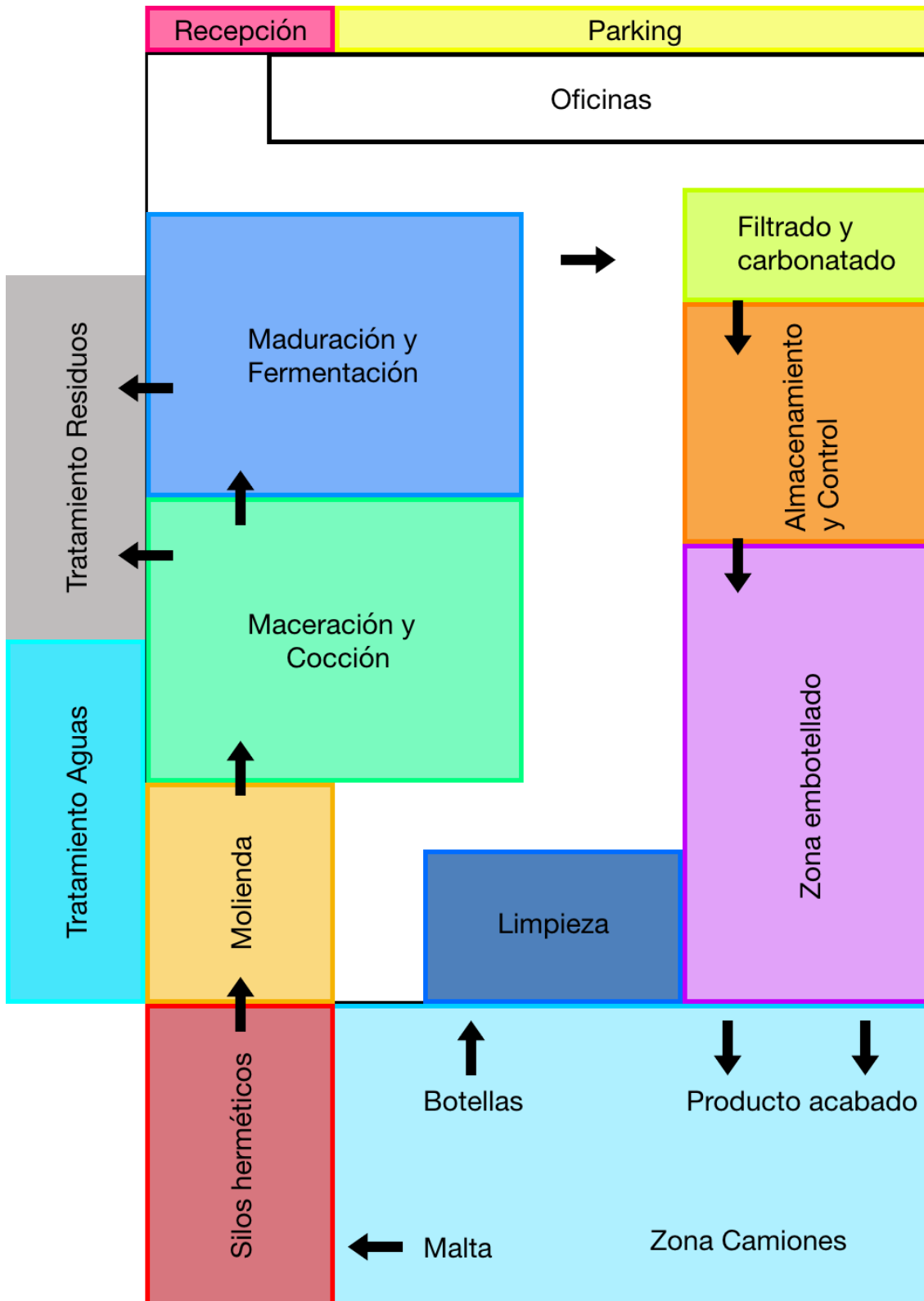


Illustration 7. Distribution in the chosen plant.

The results of the project can be efficient in terms of time and process, but efficiency and economic viability must also be analyzed, since the construction of a project that is sustainable over time and that is economically not viable makes no sense. Therefore, the following study analysis is the economic feasibility of the project.

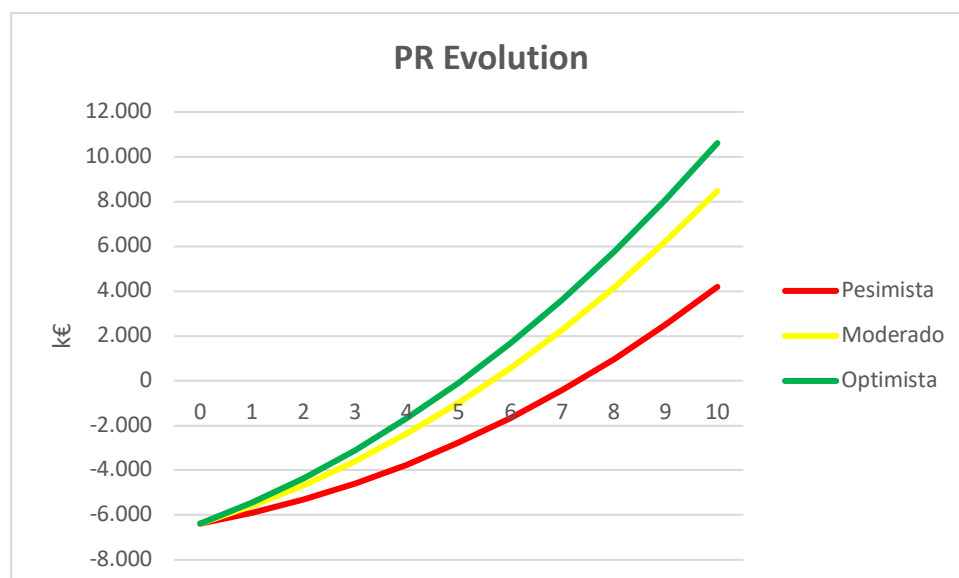
The first step is to proceed with the calculation of costs required by the project. Among them, there are different types of costs that are presented in the following summary table.

			Amount (€)	Total (€)
Direct costs	PC	Machinery & Facilities	2.960.000	13.868.615
		Office Furniture	50.000	
	NPC	Solar	4.930.000	
		Ship construction	5.543.615	
		Permissions & Licenses	385.000	
	Fixed	Personal	589.190	
		Financial	876.898,84	
	Variables	Raw Material	0,715 €/liter	0,775
		Energy Consumption	0,06 €/liter	

Within the economic study, different scenarios are analyzed so that in case of demand peaks or failures in the production system, the project can continue to be profitable and sustainable. Thus the different results are presented.

	Pessimistic	Moderate	Optimistic
NV	3.528.000 €	7.559.000 €	9.575.000 €
IRR	8,4 %	15,6 %	18,8 %
RP	8 years	6 years	5 years

One of the most important factors in an economic study is the return time of the project. As shown in the following graph, in all the scenarios considered, it is observed that the project becomes amortized within the established return time (10 years).



In this way, it can be concluded that the project is profitable.

References

- [MAPA18] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018). “2017 Informe Socioeconómico del sector de la cerveza en España”
- [DIAZ19] A.Díaz (26 Febrero, 2019). “Evolución mensual del número de turistas y excursionistas internacionales que visitaron España en 2018 (en millones)”.
- [EOIS08] Escuela de Organización Industrial de Sevilla (2008). “Los vertidos de las industrias cerveceras”.
- [SOLA15] Joan Solanelles Martí, Carlos Rodríguez Nogal (Junio 2015). “Estudio y análisis de viabilidad para la implantación de una fábrica de cerveza en Cataluña”.

DOCUMENTO I

MEMORIA

ÍNDICE

1	<i>Estudio de mercado</i>	36
1.1	Introducción	36
1.2	Antecedentes	36
1.3	Estado del mercado actual	36
1.4	Sector cervecero en España	38
1.4.1	Producción	38
1.4.2	Ventas de cerveza	39
1.5	Análisis de la demanda	42
1.5.1	Introducción	42
1.5.2	Turismo	42
1.6	Estrategia	44
1.6.1	Producto	44
1.6.2	Precio	44
1.6.3	Plaza	44
1.6.4	Promoción	45
1.7	Objetivos	45
1.8	Análisis DAFO	46
1.9	Conclusiones	47
2	<i>Descripción del proceso industrial</i>	49
2.1	Introducción	49
2.2	Descripción global del proceso	49
2.3	Materias primas de la cerveza	50
2.4	Descripción cualitativa del proceso de fabricación	53
2.5	Proceso de envasado	58
2.6	Dimensionamiento y funcionamiento de la fábrica	61
2.7	Diagrama de flujo	62
3	<i>Maquinaria e instalaciones</i>	65
3.1	Introducción	65
3.2	Maquinaria empleada en la fabricación	65
3.3	Instalaciones de la fábrica	65
3.3.1	Instalación eléctrica y de gas	65
3.3.2	Instalación de evacuación y saneamiento	66
3.3.3	Instalación de aguas	66
3.3.4	Instalación de ventilación	66
3.3.5	Instalación de climatización	66
3.3.6	Instalación de sistema CIP	67
3.3.7	Instalación sistema de Aire Comprimido	67
3.4	Normativa de las instalaciones	68

4	<i>Distribución de la nave industrial en planta</i>	70
4.1	Introducción	70
4.2	Planificación de la distribución en planta	70
4.3	Elección distribución en planta	71
4.4	Cálculos y equilibrado de la línea de embotellado	72
4.5	Diseño Layouts	73
4.6	Elección Layout.....	76
5	<i>Estudio de viabilidad económica</i>	84
5.1	Introducción	84
5.2	Estimación de costes	84
5.2.1	Compra del solar.....	85
5.2.2	Construcción de la nave industrial	85
5.2.3	Permisos y licencias	86
5.2.4	Maquinaria e instalaciones.....	86
5.2.5	Mobiliario oficina y equipos informáticos	87
5.2.6	Costes de financiación	88
5.2.7	Costes de plantilla	89
5.2.8	Costes materia prima	89
5.2.9	Costes consumo energético	90
5.3	Resumen de costes.....	91
5.4	Análisis de la rentabilidad del proyecto	92
5.4.1	Análisis escenario moderado.....	92
5.4.2	Análisis escenario optimista	94
5.4.3	Análisis escenario pesimista	96
5.5	Análisis del conjunto de escenarios	98
5.6	Conclusiones	100
6	<i>Bibliografía</i>	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferentes marcas de cerveza en las grandes cerveceras. Fuente: Elaboración propia.....	37
Tabla 2. Distribución de ventas por zona geográfica en España. Fuente: [MAPA18] .	41
Tabla 3. Tabla informativa de cantidades. Fuente: Elaboración propia.	61
Tabla 4. Relación uso/tiempo maquinaria. Fuente: Elaboración propia.....	62
Tabla 5. Tiempo total procesos. Fuente: Elaboración propia	62
Tabla 6. Tabla maquinaria. Fuente: Elaboración propia.....	65
Tabla 7. Tipos de relación. Fuente: Elaboración propia.	77
Tabla 8. Resultados Layout 1. Fuente: Elaboración propia.....	81
Tabla 9. Resultados Layout 2. Fuente: Elaboración propia.....	81
Tabla 10. Análisis multicriterio. Fuente: Elaboración propia.....	81
Tabla 11. Pesos criterios. Fuente: Elaboración propia.	82
Tabla 12. Resultados Análisis multicriterio. Fuente: Elaboración propia.....	82
Tabla 13. Desglose costes compra solar. Fuente: Elaboración propia.	85
Tabla 14. Desglose costes por zonas. Fuente: Elaboración propia.....	85
Tabla 15. Desglose costes PEC. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 16. Desglose costes Permisos y licencias. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 17. Desglose costes maquinaria. Fuente: Elaboración propia.....	87
Tabla 18. Desglose costes maquinaria e instalaciones. Fuente: Elaboración propia. .	87
Tabla 19. Desglose costes mobiliario oficina. Fuente: Elaboración propia.	87
Tabla 20. Desglose costes de financiación. Fuente: Elaboración propia.....	88
Tabla 21. Desglose pagos anuales y amortización. Fuente: Elaboración propia.....	88
Tabla 22. Desglose salarios empleados. Fuente: Elaboración propia.	89

Tabla 23. Desglose costes materia prima. Fuente: Elaboración propia.....	89
Tabla 24. Coste energía por horas. Fuente: Tarifa de luz hoy (2019). Página web: tarifadeluz.com.	90
Tabla 25. Desglose costes consumo energético. Fuente: Elaboración propia.	90
Tabla 26. Desglose costes consumo energético total. Fuente: Elaboración propia.	91
Tabla 27. Resumen costes. Fuente: Elaboración propia.	91
Tabla 28. Resultados escenario moderado. Fuente: Elaboración propia	94
Tabla 29. Resultados escenario optimista. Fuente: Elaboración propia	96
Tabla 30. Resultados escenario pesimista.	98
Tabla 31. Conjunto resultados según escenario. Fuente: Elaboración propia.....	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grandes marcas cerveceras. Fuente: [MAPA18].....	36
Figura 2. Distribución venta de las grandes cerveceras. Fuente: Elaboración propia.	37
Figura 3. Producción (hl) de cerveza en España en 2017. Fuente: [MAPA18]	38
Figura 4. Centros de producción de cerveza en España. Fuente: [MAPA18]	39
Figura 5. Gráfico canales de venta de cerveza en España. Fuente: Elaboración propia.	40
Figura 6. Gráfico ventas cerveza por tipo de envase. Fuente: Elaboración propia.	41
Figura 7. Gráfico ventas de cerveza (hl) por trimestre. Fuente: Elaboración propia. .	42
Figura 8. Gráfico de turistas en España en 2018 (en millones). Fuente: A. Díaz (26/02/2019). Evolución mensual de turistas y excursionistas internacionales que visitaron España en 2018 (en millones). https://es.statista.com	43
Figura 9. Análisis DAFO. Fuente: Elaboración propia.	46
Figura 10. Resumen proceso elaboración cerveza. Fuente: Elaboración propia	49
Figura 11. Distribución cantidad de agua por hl de cerveza producida. Fuente: Escuela Organización Industrial de Sevilla. Abril 2008. Los vertidos de las industrias cerveceras.	50
Figura 12. Ejemplo de Silo de Carga a Granel. Fuente: Silos de Córdoba (2018). Página web: siloscordoba.com	54
Figura 13. Ejemplo Elevador de cangilones. Fuente: Silos de Córdoba (2018). Página web: siloscordoba.com	54
Figura 14. Molino de malta. Fuente: [GONZ19]	55
Figura 15. Mezcla de la malta y el agua en tanque de maceración. Fuente: [SOLA15]	55

Figura 16. Intercambiador de calor por placas. Fuente: [ELME19]	56
Figura 17. Tanques de fermentación. Fuente: [EQUI19]	56
Figura 18. Ejemplo de Llenadora industrial. Fuente: [AGUA19]	59
Figura 19. Ejemplo Máquina de ensamblaje de cajas. Fuente: [SOLA15].....	59
Figura 20. Ejemplo Robot Apilador. Fuente: [SERF19]	60
Figura 21. Diagrama de flujo de producción. Fuente: Elaboración propia	63
Figura 22. Ejemplo sistema CIP. Fuente: [AURU19]	67
Figura 23. Línea de estaciones equilibrada. Fuente: [ICAI18]	72
Figura 24. Línea de estaciones no equilibrada. Fuente: [ICAI18]	72
Figura 25. Layout 1. Fuente: elaboración propia.....	74
Figura 26. Layout 2. Fuente: elaboración propia.....	75
Figura 27. Evolución Periodo de Retorno. Fuente: Elaboración propia.....	98
Figura 28. Sensibilidad VAN al precio. Fuente: Elaboración propia	99
Figura 29. Sensibilidad TIR al precio. Fuente: Elaboración propia	100

1. Estudio de mercado

1 Estudio de mercado

1.1 Introducción

En el siguiente apartado se realizará la investigación y evaluación del producto dentro del mercado español. Se estudiará tanto la situación actual como su tendencia de consumo en los próximos años teniendo en cuenta diversos factores como: localización, consumo diario, preferencias en el tipo de cerveza; y otros criterios más específicos como: dónde suele consumir el cliente el producto, qué tipo de envase es su favorito o cuándo suele consumir el producto.

El objetivo del estudio es averiguar el perfil del consumidor y conocer su comportamiento para futuras estrategias. También será útil para definir el tamaño del mercado e identificar posibles componentes que hagan revolucionar el sector, como puede ser la introducción de un nuevo proceso de elaboración del producto.

1.2 Antecedentes

La producción de cerveza, como se entiende en la actualidad, se remonta hacia el año 1516 cuando el duque Guillermo IV de Baviera estableció la *Ley de pureza* (*“Reinheitsgebot”*) [ALWO16] donde se determinaron los ingredientes principales para la elaboración del producto: agua, malta de cebada y lúpulo. Pero no se puede, hasta el siglo XIX, hablar propiamente de una industria cervecera; siglo en el que comienzan a aparecer las primeras fábricas de tamaño industrial.

En España, a finales del siglo XIX y principios del XX, fábricas de cerveza como: Mahou, La Salve Bilbao, Cruzcampo o Estrella Galicia; comienzan a producir en grandes cantidades en el país. Con el paso de los años, el sector cervecero español ha experimentado tanto una fase de decadencia, producida en los años noventa debido a una fuerte inversión extranjera que provocó el sobredimensionamiento de las fábricas junto con un estancamiento del consumo de cerveza en el país; así como una fase beneficiosa en los últimos años gracias a la expansión en los productos dentro de las fábricas: agua mineral y zumos; y también un alto consumo del producto llegándose a considerar un símbolo referente del turismo español.

1.3 Estado del mercado actual

El mercado español de la cerveza actual según [MAPA18] está regentado por seis grandes compañías cerveceras que producen aproximadamente el 99% del total del producto en el país, éstas son:



m MAHOU
SANMIGUEL



★ HEINEKEN



Damm



COMPañIA
CERVECERA DE
CANARIAS, S.A.



LA ZARAGOZANA
FABRICA DE CERVEZA Y MALTAS
Fundada en 1907

Figura 1. Grandes marcas cerveceras. Fuente: [MAPA18]

Dentro de estos seis grandes grupos, existen diferentes marcas de cerveza que se desglosan a continuación en la siguiente tabla:

	Mahou, San Miguel, Alhambra, Reina, Salve, Nómada
	Heineken, Cruzcampo, Amstel, Buckler
	Estrella Damm, Vol Damm, Keler, Turia
	Estrella Galicia, 1906
	Ambar, 1900
	Dorada, Tropical

Tabla 1. Diferentes marcas de cerveza en las grandes cerveceras. Fuente: Elaboración propia.

El motivo de las compañías cerveceras de tener diferentes marcas de cerveza dentro de una misma empresa se debe a un deseo de ampliar su mercado. Un mercado que se caracteriza por ser del tipo geográfico, es decir, los clientes consumen la cerveza propia de su región o localidad. Y es que cada una de las grandes marcas dispone de una posición dominante dentro del mapa español, véase en el siguiente mapa:



Figura 2. Distribución venta de las grandes cerveceras. Fuente: Elaboración propia.

Esta distribución del mercado por zonas geográficas se debe quizás a dos aspectos, los cuales se discuten a continuación:

1. **Fidelidad:** generalmente el consumidor de cerveza habitual posee una marca de cerveza preferida y es poco probable que innove a la hora de querer consumir el producto. El cliente tiene una relación de pertenencia a la marca de cerveza que consume, es por ello que un habitante de Galicia, por ejemplo, prefiera tomar la cerveza que se elabora en su región.
2. **Puntos de venta:** los lugares donde se consume más cerveza, y por tanto más se vende, son los locales relacionados con la hostelería (bares, restaurantes, etc.) Por tanto, resulta lógico pensar que a nivel logístico y económico resulta más fácil tanto para el hostelero como para la cervecera llegar a un acuerdo comercial en el que solo se venda un tipo de cerveza en el local, en vez de tener una amplia gama de marcas distintas.

La unión de estos dos aspectos, provoca que las marcas se “hagan fuertes” dentro una zona y el consumidor solo pueda disfrutar de un solo tipo de cerveza en función de dónde se ubique. Esta situación produce que las grandes marcas puedan realizar actividades cercanas al monopolio como establecer el tipo de productos que se consumen o controlar la oferta y el precio del producto.

1.4 Sector cervecero en España

1.4.1 Producción

El país español se encuentra dentro del grupo donde más cerveza se produce en el continente europeo, situándose en cuarta posición solo por detrás de Alemania, Reino Unido y Polonia; países con gran tradición cervecera.

A partir del año 2013, España ha experimentado un crecimiento realmente importante respecto a su producción de cerveza, llegando a aumentarla en un 15% en estos últimos años. En el siguiente gráfico se pueden observar las cantidades en hectolitros de cerveza producida por las diferentes compañías en el año 2017.

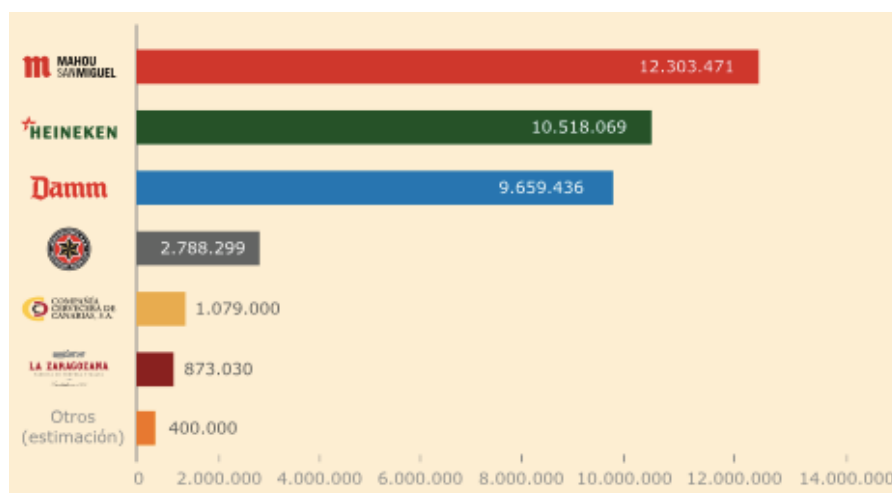


Figura 3. Producción (hl) de cerveza en España en 2017. Fuente: [MAPA18]

Estos buenos resultados, van acompañados de un gran crecimiento de las compañías cerveceras. Prueba de ello son las 521 cerveceras inscritas en el territorio español, habiendo un incremento de 36 respecto al año anterior. En este crecimiento destacan comunidades autónomas como: Cataluña (con 103 cerveceras), Andalucía (83) y Castilla y León (51).

Este crecimiento, uno de los más altos en Europa, han supuesto un mayor dinamismo del sector y ha conseguido establecer una fuerte cultura cervecera en España. La existencia de un mayor abanico de variedades de este producto es altamente valorado por el consumidor español que agradece la variedad de producto en cada momento de su consumo; se toma como ejemplo el incremento de consumo de cerveza artesanal.

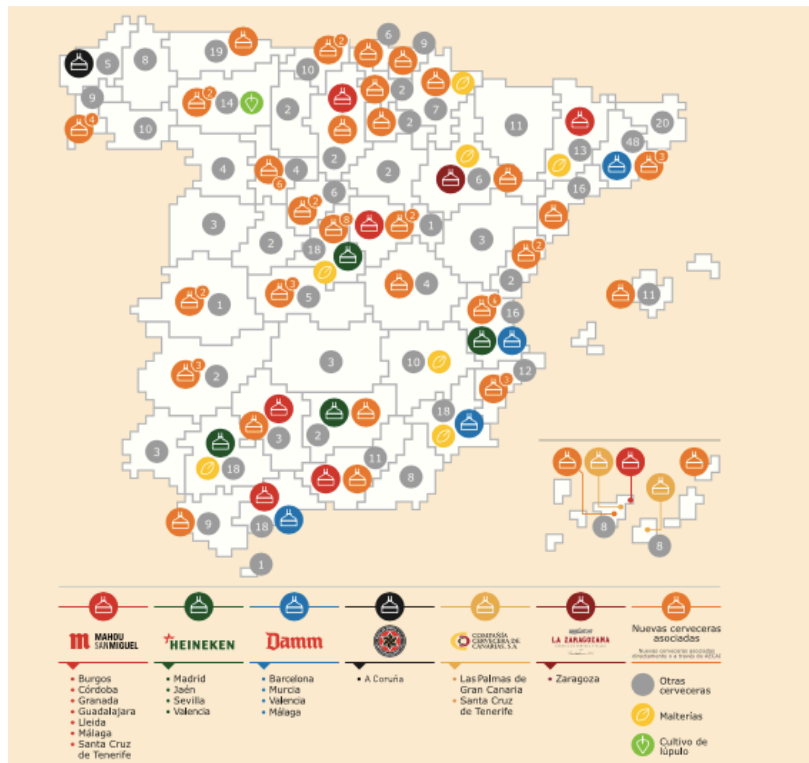


Figura 4. Centros de producción de cerveza en España. Fuente: [MAPA18]

1.4.2 Ventas de cerveza

En el año 2017, según datos de la Asociación de Cerveceros Españoles, se comercializaron 35,7 millones de hectolitros de cerveza; suponiendo un incremento del 3,8% de ventas respecto a las compañías fundadoras de Cerveceros de España. Este incremento está relacionado con el aumento de la llegada de turistas al país español que se detallará más adelante.

En el siguiente apartado se clasificarán las ventas según cuatro categorías que se mencionan a continuación:

- Ventas por canal
- Ventas por tipo de envase
- Ventas por zona geográfica
- Ventas por trimestre

Ventas por canal

Los canales de distribución se pueden distinguir en dos categorías:

1. Hostelería
2. Ventas a hogar

La hostelería sigue manteniéndose como principal canal de consumo en España y mantiene esa línea ascendente desde el año 2014. Prueba de ello son sus aproximadamente 20 millones de hectolitros consumidos por este canal en el último año, alcanzando un incremento del 4,3% de ventas en este canal.

Respecto a las ventas de cerveza al hogar, no se distancia mucho sus datos en relación al consumo en hostelería, llegando a consumir unos 16 millones de hectolitros por los particulares. Así pues, el gráfico de distribución en ventas por canal queda de la siguiente forma:

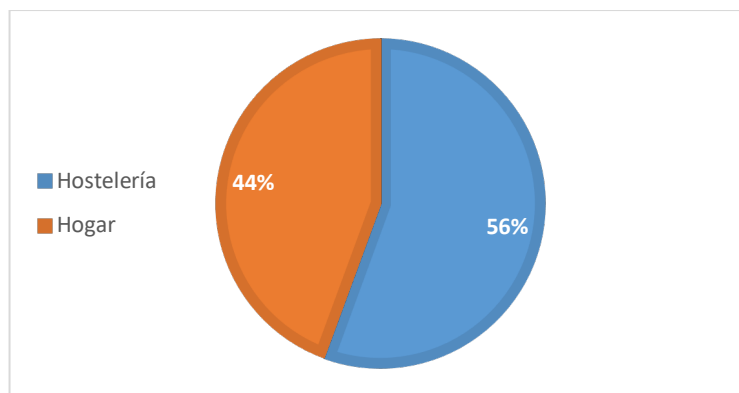


Figura 5. Gráfico canales de venta de cerveza en España. Fuente: Elaboración propia.

Ventas por tipo de envase

La cerveza es comercializada en tres tipos de envases: barril, botella de vidrio y lata. Debido al aumento en consumo de cerveza en el canal de hostelería, donde el consumo de cerveza viene determinado por los envases barril y botella de vidrio, el incremento en el uso de este tipo de envases ha ido correlacionado. Por ello las ventas de cerveza entre estos dos envases abarcan el 68% de la bebida consumida en España.

Este tipo de envases comienza a coger fuerza en su uso dado a su alta tasa de retorno y reciclaje. En una industria donde el cuidado del medioambiente es un factor importante, la evolución hacia un mayor uso de estos envases es una gran noticia.

A continuación se mostrará un gráfico de distribución de ventas por tipo de envase:

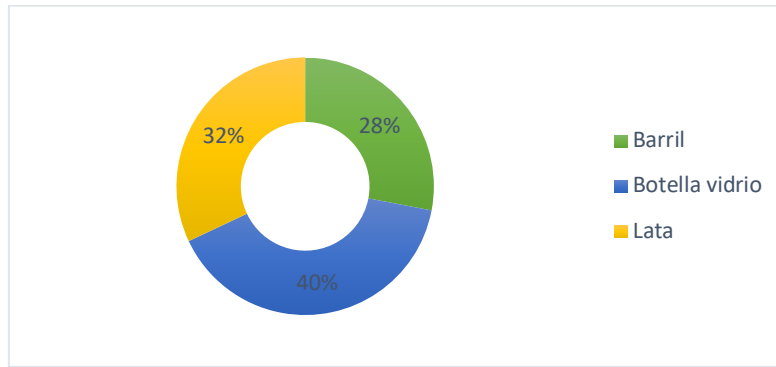


Figura 6. Gráfico ventas cerveza por tipo de envase. Fuente: Elaboración propia.

Ventas por zona geográfica

Las ventas en esta categoría vienen determinadas principalmente por dos factores:

- Turismo
- Temperatura media de la zona

Estos dos factores tienen una gran importancia en el consumo de la bebida dado que ésta se considera una bebida refrescante y de consumo social. Por ello, al dividir el mapa del territorio español en 7 zonas geográficas, se observa una gran cuota de ventas en las zonas cercanas a la costa y donde el porcentaje de turistas es mucho mayor. En la siguiente tabla se dispone a clasificar las siete zonas geográficas del territorio español, su cuota de ventas y la cantidad de millones de hectolitros consumidos en ellas.

Zona	Región	Cuota de ventas (%)	Cantidad (millones de hectolitros)
Zona 1	Noreste e Islas Baleares	20%	7,15
Zona 2	Levante, Albacete y Murcia	15,9%	5,66
Zona 3	Andalucía, Sur de Extremadura, Ceuta y Melilla	23,7%	8,44
Zona 4	Centro	22%	7,86
Zona 5	Noroeste	6,6%	2,35
Zona 6	Norte de España y Norte de Castilla y León	7,2%	2,57
Zona 7	Canarias	4,7%	1,66

Tabla 2. Distribución de ventas por zona geográfica en España. Fuente: [MAPA18]

Como se observa en la tabla, las cuotas de ventas van correlacionadas con los factores anteriormente mencionados. En zonas como las Islas Baleares o Andalucía donde la temperatura media suele ser bastante alta y suponen una parte importante del turismo en España copan casi la mitad de las ventas con 43,7% de ellas.

Ventas por trimestre

En este apartado ocurre algo parecido a las ventas por zona geográfica donde el mayor consumo se produce en zonas calurosas y donde existe una mayor cultura de ocio y ambiente social. Reforzando así la imagen que la gente tiene sobre la cerveza y el momento de su consumo, siendo una bebida refrescante y de consumo meramente social.

Por tanto, los trimestres más calurosos y donde hay un auge del turismo en el país; es decir trimestre 2 (abril, mayo, junio) y trimestre 3 (julio, agosto, septiembre), serán los que más cervezas consumidas tengan. Así lo revelan los datos que se exponen a continuación:

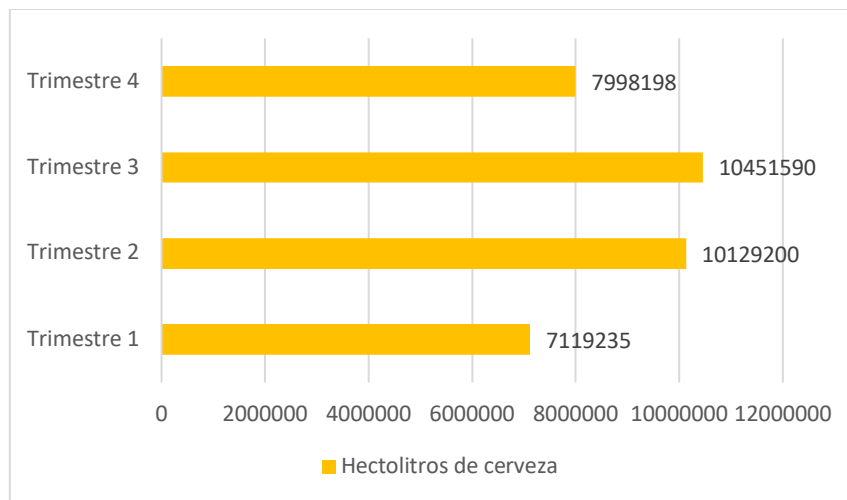


Figura 7. Gráfico ventas de cerveza (hl) por trimestre. Fuente: Elaboración propia.

1.5 Análisis de la demanda

1.5.1 Introducción

En los países mediterráneos, como lo es España, su dieta gastronómica incluye un consumo moderado de alcohol de baja graduación como lo son la cerveza o el vino. Estos productos son principalmente consumidos durante las comidas, especialmente el vino, pero en los últimos años, el producto de la cerveza también se está introduciendo en actos sociales como: conciertos, festivales, ferias, etc. Y el público, especialmente joven, comienza a consumir más cerveza que vino produciéndose de esta forma un aumento en las ventas de ésta.

El 90,3% de la cerveza que se consume en hostelería tiene lugar principalmente durante las horas de la tarde, comida y aperitivo. Y prácticamente siempre en compañía (94%).

Según datos de la Asociación de Cerveceros Españoles, el consumo anual de cerveza per cápita es de unos 48,3 litros, muy por debajo de los países donde hay mayor consumo de cerveza como son República Checa o Alemania con un consumo medio de 120 litros per cápita. La media europea de consumo es de unos 70 litros anuales por persona. Pero dentro de estos datos, no se incluye el consumo realizado por los más de 82 millones de turistas que visitaron España en el año 2017, que supone una cuarta parte de las ventas de cerveza. Además, el turista medio que visita el país suele venir de regiones como: Alemania, Reino Unido, etc. Países donde el consumo de cerveza es de los más altos de Europa.

1.5.2 Turismo

En el año 2017, según **[DIAZ19]** hubo un incremento del número de turistas que visitaron España llegando a ser un total de 82 millones de personas. Esto supone un incremento del 8,9% respecto al año 2016. Entre los países con más afluencia en visitar la región, destacan: Reino Unido, Alemania y Francia.

Por destinos nacionales, las comunidades autónomas más visitadas fueron:

- **Cataluña:** 18,2 millones de turistas internacionales.
- **Islas Baleares:** 13,7 millones de turistas internacionales.
- **Islas Canarias:** 13 millones de turistas internacionales.

Como se observa, la Comunidad de Madrid no se encuentra entre las tres comunidades más visitadas de España. Aún así, el número de turistas que la visitaron en el año 2017 rondó los 12 millones. Las nacionalidades que más visitan la Comunidad de Madrid provienen de países como: China, Japón y Estados Unidos. Este dato viene a ser relevante, porque estos tres países se encuentran entre los mayores productores y consumidores de cerveza en el mundo, ocupando las posiciones: China (1ª), Estados Unidos (2ª) y Japón (7ª). En adición, este tipo de turista es el que más gasto medio realiza cuando visita nuestro país, dado que suelen ser de clase media alta.

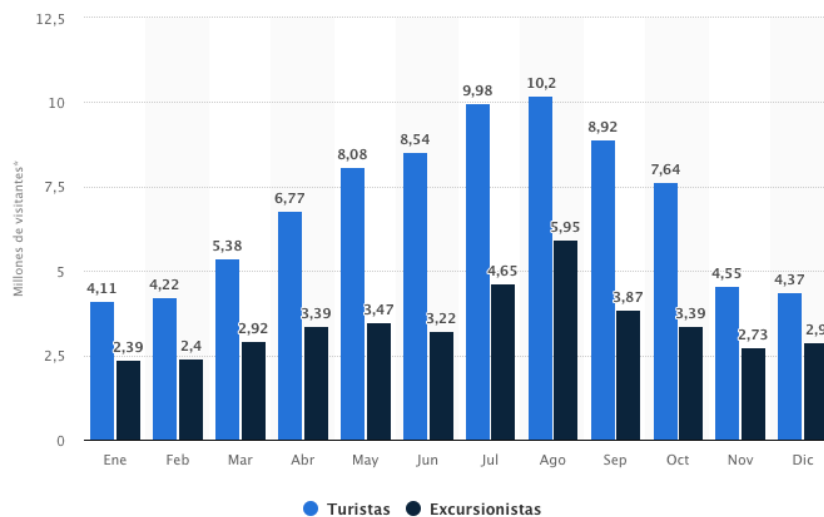


Figura 8. Gráfico de turistas en España en 2018 (en millones). Fuente: A. Díaz (26/02/2019). Evolución mensual de turistas y excursionistas internacionales que visitaron España en 2018 (en millones). <https://es.statista.com>.

Como muestra el gráfico superior, la llegada de turistas a España al igual que las ventas por trimestre, suele ser estacional; es decir, el incremento de llegada se produce en los meses de mejor tiempo y mayor temperatura lo que supone un aumento de los planes de ocio y por tanto consumo de cerveza.

1.6 Estrategia

1.6.1 Producto

La idea sería elaborar las cervezas de tipo artesanal de una gran marca cervecera como puede ser Mahou o Heineken, de tal forma que se puedan optimizar procesos y maquinaria para una producción a gran escala y liberar de productos a otras fábricas para así concentrar la producción en una sola.

La cerveza artesanal requiere mucha más inversión que una cerveza lager industrial por los siguientes motivos:

1. Al considerarse un producto artesanal, la materia prima debe ser de mejor calidad y por tanto tendrá un coste mayor.
2. Los tiempos de fermentación y maduración de la cerveza son más amplios por lo que reduce la capacidad de producir más litros del producto.
3. Desde el punto de vista del marketing, el packaging del producto debe ser más elaborado. Tanto desde el punto de vista del diseño como del propio material.
4. Al ser un producto para gente fanática de la cerveza, el mercado de clientes es más pequeño y por tanto el coste de venderlo a proveedores será más alto.
5. La producción es mucho más pequeña a diferencia de otros tipos de cerveza, por esta razón a nivel productivo saldrá costoso.

Para conseguir sobrepasar estos obstáculos, se hará un estudio minimizado sobre los procesos de producción y maquinaria para así abaratar costes y competir en el mercado. Más tarde se estudiará tanto el mercado que se desea abarcar como los precios que se establecerán.

1.6.2 Precio

En la actualidad, los precios sobre las cervezas artesanales es demasiado alto. Quizás porque el pequeño tamaño del mercado o la duda sobre la producción que aumenta los costes de ella. El precio final para el consumidor ronda entre los 8-9€/litro de cerveza artesanal.

El objetivo sería alcanzar como precio de venta final al consumidor unos 4,5-5€/litro lo que supondría una reducción del 37,5% del precio. Una reducción bastante considerable suponiendo que es una cerveza con la misma calidad pero que gracias a la optimización de procesos y volúmenes de producción amplios se podría llegar a alcanzar. El precio final de venta al distribuidor sería 2€ inferior al precio del consumidor, es decir, 2,5-3€/litro.

Una vez establecida la política de precios, se dará paso al estudio de volúmenes tanto de producción como de ventas para conseguir alcanzar el objetivo deseado. La evolución exponencial del mercado hace presagiar que los precios pueden llegar a ser razonables.

1.6.3 Plaza

La distribución del producto está pensado para su consumo en lugares de hostelería con los que se tenga convenios comerciales y hogares, especialmente. Una vía que se podría considerar sería la apertura de bares especializados/taprooms temporales donde poder consumir la cerveza artesanal de forma más personal y detallada.

El producto de estudio no es un producto similar a la cerveza lager. El consumidor desea disfrutar del producto en un entorno cómodo, adecuado y relajado; para poder experimentar la diferencia entre una cerveza normal y otra con mayor elaboración. Es por esto, por lo que los canales de distribución serán supermercados y tiendas especializadas (para consumo en el hogar) o bares especializados en el aspecto cervecil.

1.6.4 Promoción

Al ser productores de cerveza artesanal de una gran compañía cervecera, afortunadamente el presupuesto de publicidad es amplio, así como el “*know how*” tanto de la empresa como de los clientes sobre sus productos y su promoción.

Aunque no solo basta con tener buena reputación, también los precios deben ser competitivos frente a la calidad del producto. Es por ello que la reducción del 37,5% en el precio respecto de las otras marcas será un gran factor de promoción a favor del producto.

Los consumidores de cerveza artesanal son curiosos a la hora de probar otras cervezas, es por ello que al ver la diferencia de precios respecto de las otras marcas, consideren que no pierden nada por probarla y que ganan mucho si les gusta. En cambio, los consumidores habituales de cerveza no artesanal, sentirán curiosidad por poder acceder a una cerveza Premium por un precio asequible.

La política de precios unida a la reputación de la gran cervecera, dará una gran ventaja competitiva respecto a las demás marcas a la hora de escoger el producto; ya sea tanto clientes habituales como potenciales.

1.7 Objetivos

La producción de cerveza artesanal en España ronda los 150.000HI actualmente. Una gran compañía cervecera como Mahou o Heineken se encarga del 33% de la producción de cerveza en España. Por lo que se calcula que se producirán 50.000 HI en la fábrica a construir. La inauguración de una fábrica en Córdoba del grupo Mahou San Miguel según [SANT19] hace presagiar que la cantidad a producir es asequible.

Abarcar el 33% del mercado permitirá abaratar costes y por tanto reducir el precio del producto a un precio más competitivo con una reducción del 37,5% como se ha explicado anteriormente. Estableciendo un precio un 37,5% más barato que otras marcas, sin sacrificar calidad, permitirá a la compañía abarcar una tercera parte del mercado. Un mercado que está en constante crecimiento y que no termina de ganar tamaño.

1.8 Análisis DAFO

Este estudio será útil para entender las características internas como la situación externa de un producto. Desde el punto de vista interno aparecen dos categorías:

- **Debilidades:** son los elementos del producto que pueden resultar un obstáculo para la consecución del objetivo.
- **Fortalezas:** elementos del producto que le diferencian en el mercado y pueden resultar una ventaja competitiva.

Y desde el punto de vista externo existen también dos categorías:

- **Oportunidades:** situaciones ajenas al producto que pueden favorecer su evolución.
- **Amenazas:** aspectos externos al producto que pueden afectar a su desarrollo.

En la siguiente imagen se muestran las distintas características del producto en función de si pertenecen a debilidades, fortalezas, oportunidades o amenazas.



Figura 9. Análisis DAFO. Fuente: Elaboración propia.

1.9 Conclusiones

De los apartados anteriores se pueden considerar las siguientes conclusiones:

- Ser un mercado territorial. Cada región vende su propia cerveza y es consumida principalmente en su localidad.
- Tener una evolución exponencial. Dado que tanto la producción como las ventas no han parado de crecer en los últimos años.
- El consumidor suele ser fiel a la marca de cerveza que consume habitualmente excepto en el caso de cervezas artesanales donde suele ampliar su abanico de productos.
- El sector de cerveza español cada vez es más fuerte a nivel de producción tanto en el ámbito europeo como en el mundial.
- El consumo de cerveza viene determinado por tres factores:
 - Turismo. Suponiendo una cuarta parte del consumo total por parte de los turistas.
 - Estacionalidad. El consumo aumenta en los meses de mejor tiempo y por tanto mayor turismo.
 - Geografía. La localización de la región tanto a nivel de turismo como a nivel de calidad meteorológica guarda una fuerte relación con el alto consumo y cuotas de ventas de cerveza.
- La cerveza en el territorio español debe competir con otro producto muy instaurado dentro de la dieta ibérica: el vino. La guía de ruta con la cerveza artesanal deberá ser la misma para así poder alcanzar la

2. Descripción del proceso industrial

2 Descripción del proceso industrial

2.1 Introducción

Tras el estudio de mercado realizado en el apartado anterior, se conocen distintos elementos como el tamaño del mercado o el tipo de cliente que deseará el producto. Una vez estos datos son conocidos, el siguiente paso es la ejecución de la producción del producto, es decir, el proceso de fabricación de la cerveza paso por paso para así determinar distintos factores que influirán en la distribución de la planta y el tipo de maquinaria que se debe usar para obtener un producto de calidad y con un proceso de fabricación optimizado.

También se deben estudiar las diversas materias primas necesarias para la obtención de la cerveza así como las cantidades exactas para su correcta fabricación. Para ello, se realizará una primera visión global del proceso y más adelante una descripción más detallada de las distintas fases del mismo. De esta forma, se podrá dimensionar la fábrica tanto a nivel de maquinaria como de personal necesario.

2.2 Descripción global del proceso

El desarrollo del producto de la cerveza consta de varias y diversas fases en las que en algunas hay que prestar especial atención dado que se puede echar a perder el producto en su totalidad si no se realiza un meticuloso seguimiento. A continuación se muestra un diagrama de fases representativo del proceso.



Figura 10. Resumen proceso elaboración cerveza. Fuente: Elaboración propia

Durante la producción, el uso del agua es abundante, tanto para limpieza de maquinaria y procesos de reciclaje como uno de los ingredientes principales de la cerveza. El tiempo de uso de la fábrica será de 230 días laborales con una producción diaria de 218 HI de cerveza; de esta forma se alcanzará el objetivo de producir unos 50.000 HI anuales.

2.3 Materias primas de la cerveza

Los ingredientes principales necesarios para la elaboración de la cerveza son los siguientes:

- Agua
- Malta de Cebada
- Lúpulo
- Levadura
- Los Adjuntos

Otros ingredientes a tener en cuenta dentro de la elaboración pero que se pueden considerar opcionales son: las frutas o las especias. Estos son usados para la diferenciación respecto a los tipos de cerveza. Estos datos han sido obtenidos de [LUPU15]

Agua

Es el ingrediente más utilizado en la composición de la cerveza, ya que el 90% del producto está formado por ella. Por esta razón, la cerveza es una bebida refrescante e hidratante al mismo tiempo. A su vez, las características del agua influyen de forma notoria en distintos factores como: el sabor, el proceso de germinación, etc.

Según [EOIS08] por cada hectolitro de cerveza producida, se utilizan 7 hectolitros de agua que serán repartidos según de la siguiente forma como se observa en el esquema inferior:

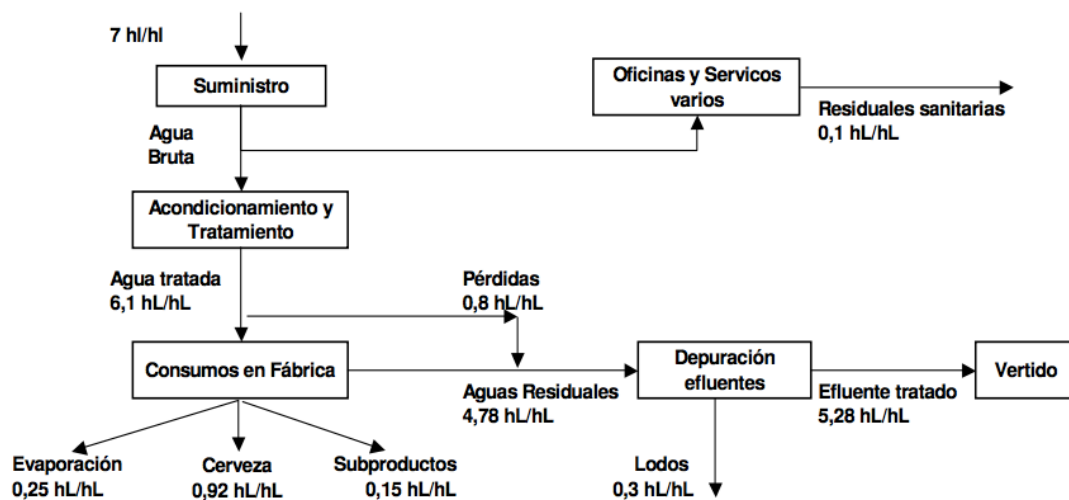


Figura 11. Distribución cantidad de agua por Hl de cerveza producida. Fuente: Escuela Organización Industrial de Sevilla. Abril 2008. Los vertidos de las industrias cerveceras.

Las características del agua son un factor importante para obtener un producto de calidad debido a que aspectos como la dureza o la cantidad de Calcio afectan en gran medida en el sabor. La principal prioridad es que el agua debe ser pura, es decir, limpia de bacterias. Debe ser potable, libre de olores, sin materia orgánica y sin exceso de sales.

Las sales minerales que presiden en el agua, determinarán de forma indirecta en el sabor de la cerveza final. Las sales producen distintas reacciones enzimáticas durante el proceso de

elaboración, como el sulfato que provoca un sabor seco en la cerveza; en cambio, el potasio produce un sabor más salado.

El calcio es otro de los componentes que afectan al gusto de una cerveza, ya que reduce el pH. De esta forma, si se quiere obtener una cerveza del tipo Pilsen/lager se usará un agua de baja dureza. En cambio, si se quiere producir una cerveza oscura, se necesitará un agua con alta dureza para así facilitar la floculación de la levadura.

Malta de Cebada

Otro de los ingredientes imprescindibles dentro de la fabricación de cerveza es la malta de cebada. Ésta surge del cereal de la cebada que se somete a un proceso de germinación y tostado para obtener el malteado.

La cebada contiene los azúcares y el almidón que transformarán en alcohol y dióxido de carbono (CO₂) más adelante al juntarse con la levadura.

Hay otros tipos de cereales que pueden ser malteados también: avena, trigo e incluso arroz. Pero la cebada es el cereal más utilizado en la fabricación de cervezas ya que existen muchos tipos diferentes dependiendo del proceso de malteado que se haya realizado previamente; obteniendo así maltas claras o más caramelizadas por ejemplo.

En función de las maltas empleadas y en qué cantidades, se obtendrá una cerveza con mayor graduación de alcohol, de sabor seco o dulce y de distintos colores. La cantidad necesaria de malta por cada litro de cerveza producida es de 200 gramos.

Lúpulo

Este ingrediente es el que aporta el aspecto característico de la cerveza: la amargura. La planta de la que se obtiene este producto debe ser femenina antes de que sean fecundadas y solo se usan las flores de ella que previamente se han secado.

Además del amargor, el lúpulo aporta aroma y sabor a la cerveza llegando a ofrecer un rango variado como: floral, cítrico, picante y otros muchos más.

El lúpulo sirve de equilibrio frente al dulzor que genera la malta al desprender sus azúcares durante el malteado.

Levadura

La levadura es la encargada de transformar el mosto obtenido del malteado, en alcohol y dióxido de carbono principalmente. También aporta aroma y sabor según el tipo de levadura que se utilice. Existen dos grandes tipos de levaduras:

- **Levadura Ale:** es un tipo de levadura de alta fermentación, en otras palabras, fermentan a temperaturas elevadas (15-25 °C) y aportan un aroma más afrutado.
- **Levadura Lager:** levadura de baja fermentación que produce aromas más blandos y limpios. Fermenta a temperaturas entre los 5-15 °C.

Los adjuntos

Son cereales malteados sustitutivos de la cebada y su ventaja es que son fermentables más baratos. Dentro de la legislación española, solo se puede usar un máximo de 50% de adjuntos en la composición del mosto, de otra forma no se podría considerar un producto de cerveza propiamente dicho. Los tipos de adjuntos se describen a continuación:

- **Arroz:** este producto aporta una gran cantidad de fermentables sin afectar a características de la cerveza como el olor o el sabor consiguiendo cervezas con mayor graduación alcohólica y menor cuerpo. Provoca una cerveza más clara pero con menos espuma.
- **Maíz:** propiedades similares al arroz. Aporta un color más llamativo y dorado. El uso abusivo de este adjunto puede provocar unos olores sulfurosos. Se utilizan los copos de maíz, los cuales no contienen azúcares.
- **Azúcar:** favorece la carbonatación y su empleo puede producir productos con un toque asidrado o matices de dulzor. Es empleado para aumentar la graduación alcohólica de la cerveza. Se debe incorporar en el momento de la cocción del mosto justo antes de que empiece a hervir.
- **Avena:** este adjunto contiene propiedades totalmente distintas a los adjuntos anteriores. La avena provoca un aumento de espuma y turbidez en la cerveza debido a la gran cantidad de glucoproteínas que aporta la avena. Este adjunto se emplea en las cervezas de tipo Stout ya que aportan una mayor sensación de cuerpo a la cerveza.

Frutas y especias

Estos ingredientes son empleados para la diferenciación frente a otras cervezas más allá de los ingredientes tradicionales que se emplean en todas las cervezas. Son utilizados para aportar un aroma o sabor al producto que le haga ser diferente.

Algunos de estos ingredientes y sus propiedades se describen a continuación:

- **Café:** dar mayor complejidad a cervezas del tipo Stout. Se añade su extracción tras la fermentación en frío.
- **Albahaca:** aportación de aromas delicados similares a la menta o el anís.
- **Piel de naranja:** se añade durante el proceso de cocción del mosto. Aporta aromas cítricos.
- **Pimienta negra:** uso reducido del ingrediente por ser picante. Aporta complejidad y cuerpo a las cervezas del tipo oscuras.
- **Miel:** se puede añadir durante la cocción o la fermentación. Su gran cantidad de azúcares aporta dulzor al producto.

Como se observa, la cantidad de ingredientes que se pueden utilizar dentro de la elaboración de la cerveza es realmente amplia y creativa.

2.4 Descripción cualitativa del proceso de fabricación

Como se observa en [CERV19], el proceso de fabricación de la cerveza se puede dividir en 6 grandes fases principales que se dividen a su vez en otras subfases que serán descritas más adelante. Estas 6 etapas son:

- **Malteado:** se sumergen los granos del cereal dentro de agua para que comiencen a germinar y después se secan poco a poco con aire caliente. En función del tiempo de tostado se conseguirá una malta más clara u oscura que dará color a la cerveza.
- **Molienda y Maceración:** se realiza el mosto a través de la trituración del grano mezclado con agua para extraer el azúcar.
- **Cocción:** proceso donde se hierve el mosto para eliminar las bacterias que hayan aparecido en el proceso anterior y se añade el lúpulo. Suele durar varias horas.
- **Fermentación de la cerveza:** proceso donde se añade la levadura para transformar los azúcares del grano en alcohol. Hay dos tipos de fermentación: alta (realizada a temperaturas elevadas) y baja (bajas temperaturas). Dependiendo de la fermentación se obtendrá una cerveza tipo Lager o Ale.
- **Maduración:** el líquido obtenido de los procesos anteriores se almacena en un depósito a una baja temperatura para que el sabor y aroma de la cerveza se estabilice.
- **Embotellado:** el producto final pasa a ser envasado en distintos tipos de envases y distribuido para su posterior consumo.

A continuación, se describirán las distintas etapas dentro de las seis principales de manera más detallada. El proceso de elaboración y sus fases han sido extraídos de [SOLA15]

a. Recepción de la materia prima y almacenamiento

Los diversos ingredientes y materia prima para la elaboración de la cerveza son recibidos en camiones, por tanto, la fábrica deberá tener una zona de acceso para ellos y otra zona de descarga para poder bajarlos del vehículo. También se deberá disponer de un control de calidad para verificar que la materia prima que entra en la producción no tiene ningún defecto y que es correcta para la producción.

Ingredientes como la malta o los adjuntos son recibidos a granel. En cambio, el lúpulo debe estar envasado al vacío y es recibido en forma de sacos apilados sobre pallets.

La malta y adjuntos serán almacenados en silos herméticos del tipo carga a granel de la marca Silos de Córdoba modelo 4.58/6 que dispone de 135 m³ de capacidad de almacenamiento. Al tener que utilizar 138.896 kilogramos de malta para la producción mensual y siendo la densidad de la cebada 353 kg/m³ se necesitarán 394 m³ para almacenar esa cantidad. Se dispondrá de tres silos herméticos del tamaño mencionado anteriormente, ya que la entrega de la malta y los adjuntos será mensual.



Figura 12. Ejemplo de Silo de Carga a Granel. Fuente: Silos de Córdoba (2018). Página web: siloscordoba.com.

Respecto al transporte de la malta desde los silos herméticos hasta la siguiente fase se realizará a partir de elevadores de cangilones. En ellos, se dispondrá de dispositivos de seguridad, así como sensores y alarmas en caso de atasco de los ingredientes o aumento de la temperatura en la zona de transporte que pueda afectar a la materia prima.



Figura 13. Ejemplo Elevador de cangilones. Fuente: Silos de Córdoba (2018). Página web: siloscordoba.com.

b. Molienda de la malta

Tras la colección de la materia prima y su debido transporte desde los silos de carga, el siguiente paso es el de su trituración para transformarla en la harina que será empleada para la producción del producto. La razón de este proceso es para separar la cáscara del grano del endospermo para que puedan producirse las reacciones enzimáticas de la maceración.

Existen dos tipos de molido: fino y grueso. El proceso del tipo fino es de mayor eficiencia y genera más azúcares fermentables, así como un producción mayor de alcohol. Para esta etapa, se instalará un molino de malta, el cual deja intacta la cáscara del grano y aumenta la productividad al no tener que humedecer el grano previamente.

El tipo de molino de malta estará dotado de unos 4-6 rodillos que permitirán realizar procesos de pre-molido que incrementarán la eficiencia de la cervecería. La capacidad de trituración del molino debe ser de al menos 2.000 kilogramos por hora.



Figura 14. Molino de malta. Fuente: [GONZ19]

c. Maceración

Los 7.247 kilogramos de malta serán mezclados con 21.740 litros de agua tratada previamente para su uso en el proceso de maceración, como eliminación de bacterias que puedan afectar a los procesos enzimáticos. En el proceso de maceración se produce la extracción de los azúcares del mosto.

El tanque de maceración será de acero inoxidable para evitar la oxidación del material debido al alto uso del agua en el proceso. En el fondo del tanque se dispondrá de un agitador para realizar el proceso de movimiento uniforme y moderada para evitar la rotura de la cáscara y mezclar el agua con la malta a una temperatura uniforme durante toda la mezcla. La capacidad del tanque será de 29,4 m³.



Figura 15. Mezcla de la malta y el agua en tanque de maceración. Fuente: [SOLA15]

d. Cocción

Normalmente se suele incluir la maceración y cocción en un mismo equipo adaptado. En este proceso se añade el lúpulo y se eliminan las bacterias que hayan podido surgir en el proceso de maceración y que pueden afectar a la fermentación.

En esta fase, se añaden 7.247 litros de agua a los 21.740 litros de mosto previamente producidos en la maceración. En el fondo del tanque, los cuchillos desgarrarán la capa intensa de malta formada en la parte inferior y que imposibilita la entrada del líquido en el depósito. El líquido es separado del sólido que posteriormente será vendido como alimento del ganado. El siguiente paso es añadir el lúpulo y subir la temperatura a unos 100°C alrededor de una hora, obteniendo la cantidad de mosto deseada. La cantidad de lúpulo añadida será de 348 kilogramos.

e. Refrigeración del mosto

Tras la cocción donde la temperatura ronda los 100°C, el mosto resultante debe ser rápidamente enfriado a una temperatura de 10°C. El proceso de enfriamiento se realiza a través de un intercambiador de calor por placas, por el cual circula un líquido refrigerante (agua) que será el encargado de bajar la temperatura del mosto. A su vez, el líquido refrigerante es calentado por la alta temperatura del mosto. Este intercambio de calor ahorrará esfuerzos y energías en calentar el agua que se utilizará en las tareas de limpieza que son más efectivas a temperaturas de 60-70°C.



Figura 16. Intercambiador de calor por placas. Fuente: [ELME19]

El circuito de intercambio de calor y transporte del líquido refrigerante es llevado a cabo por una instalación que incluye una máquina refrigerante que enfría el líquido y un circuito que recircula el líquido para las máquinas de limpieza. La capacidad del intercambiador será de 18.000 litros por hora. Se instalarán dos sistemas de intercambio, de forma que la cantidad de mosto para la fermentación estará lista en menos de una hora.

f. Fermentación

Esta fase hay que realizarla con especial atención y cuidado dado que un fallo en el proceso podría desembocar en la pérdida total de la producción del mosto. En esta etapa se añade la levadura para transformar los azúcares del grano en alcohol. La cantidad a utilizar de levadura es de 7 kilogramos. Ya que el proceso requiere un cuidado intensivo, el tanque dispondrá de diferentes sensores para la vigilancia del estado del producto. El proceso dura varios días, entre 5 y 6 días, en función de las características que se quieran contener en la cerveza final. Por ello, la fábrica dispondrá de 5 depósitos de fermentación de unos 30,2 m³ de capacidad.



Figura 17. Tanques de fermentación. Fuente: [EQUI19]

g. Maduración

En este proceso, se mantiene la cerveza a una baja temperatura para que se estabilicen las reacciones y aromas de la cerveza. Este proceso requiere entre una y dos semanas de almacenamiento. En estos depósitos será donde se guarde el producto de la cerveza previamente a pasar a ser envasado, por lo que se dispondrá de 10 tanques con la misma capacidad que los de fermentación.

h. Filtrado del producto

El objetivo de esta fase es la eliminación de las diferentes partículas restantes que quedan de los procesos anteriores y así poder evitar la generación de bacterias y aumentar la fecha de expiración de la cerveza.

La filtración se realizará a través de la inyección a presión del líquido en unos filtros entrelazados que eliminan las partículas. De esta forma conseguimos aclarar la turbidez de la cerveza.

i. Carbonatación y almacenamiento del producto

Una vez filtrada la cerveza, se dispone a realizar el proceso de carbonatación de ella para que la cerveza produzca una buena formación de espuma y se pueda servir a presión. Esto se consigue a través de la inyección de gas carbónico en los que se añaden también antioxidantes o vitamina C.

Una vez realizada la carbonatación, se dispone a almacenar en depósitos presurizados, durante 4-8 horas para después pasar a la fase de envasado o embotellamiento.

j. Limpieza y preparación de envases

El tipo de envase del producto serán botellas. Éstas podrán venir de dos puntos distintos, pueden ser nuevas, compradas a un proveedor que las fabrica; o las botellas recicladas de los distintos puntos de hostelería a las que se les vende el producto.

En función de dónde procedan los envases, recibirán un tipo de limpieza más exhaustiva o no. Si las botellas son nuevas, simplemente serán rociadas con agua para quitar polvo y diferentes partículas que puedan estar presentes. Mientras que las botellas recicladas deben pasar un lavado de desinfección provisto de duchas a presión con sosa, detergente y agua.

También se realizará la preparación de los otros componentes del envase: chapa y etiqueta. Estos deben estar controlados y regulados a partir de una hoja de inventario que se rellenará conforme vayan llegando los pedidos.

k. Tratamiento de aguas

Este proceso incluye tres tipos de tratamiento en función del tipo de proceso para el que se vaya utilizar el agua. Hay tres tipos:

- **Agua para consumo:** Es la utilizada en el proceso de producción de la cerveza: maceración y cocción. Esta agua debe ser purificada y eliminada de bacterias que puedan afectar a la calidad del producto.
- **Agua para limpieza:** Esta agua es la que se utilizará en el proceso de limpieza de las botellas y de la maquinaria. Se le aplicarán distintos componentes químicos para mejorar y hacer eficiente el lavado.
- **Aguas residuales:** son las resultantes del proceso de limpieza así como de los procesos de filtración del producto. Son aguas que deben ser tratadas a partir de una estación depuradora de aguas residuales previamente a ser devueltas al medioambiente.

2.5 Proceso de envasado

La etapa donde se produce el envasado del producto es un proceso formado por diversas etapas que hacen de él un proceso complejo y que requiere especial atención y control al ser el último paso previo al consumo de la cerveza por el cliente, excluyendo el transporte hasta el lugar de consumo. Las diferentes etapas se describen a continuación:

1º Control de calidad del producto previo al envasado

Tras la maduración de la cerveza y antes de ser pasada a ser embotellada, se hará un control de calidad del producto donde se medirán si cumple las diferentes categorías de calidad y características requeridas en él: sabor, olor, color, grado de alcohol entre otros.

Esta etapa no requiere de ningún tipo de maquinaria especializada, sino más bien un empleado de control de calidad para dar validez al producto.

2º Proceso de llenado y chapado de la botella

En esta etapa, se utiliza una máquina especial denominada Llenadora, la cual se encarga de envasar la cerveza en la botella. El proceso comienza con el operario situando las botellas en la cinta transportadora de la máquina. A continuación, la cerveza es impulsada a presión por tuberías de acero inoxidable desde los tanques de carbonatación hasta la Llenadora. Esta recibe la cerveza y cuando detecta la presencia de una botella vacía, mediante diferentes sensores, pasa a llenar la botella con la cantidad establecida. La cantidad de cerveza se calcula a partir de un sensor de presión y tiempo de apertura de la boquilla en caso de fallo.

De forma paralela, se dispondrán las chapas de envasado dentro de la tolva de recepción que pasarán a ser ordenadas en fila para su puesta en la botella. Una vez la botella pase por el sensor de presencia de la zona de chapado, ésta será chapada y trasladada a la zona de control de fallos, donde se revisará que las botellas tienen la cantidad de cerveza adecuada y su chapa bien introducida. En caso de no pasar el control, la botella será retirada por un operario.



Figura 18. Ejemplo de Llenadora industrial. Fuente: [AGUA19]

El rendimiento de las Llenadoras industriales ronda las 5.000-10.000 botellas/hora. Por lo que el proceso de envasado será uno de los que más tiempo necesite aunque la máquina opere en máximo rendimiento.

3º Etiquetado de la botella

Una vez llenada la botella y pasado el primer control, la botella circula a través de la cinta transportadora hacia la zona de etiquetado. Aquí se procede a la puesta de la etiqueta identificativa del producto.

La etiquetadora cuenta con cuatro cabezales para la puesta de dos etiquetas, una delantera donde se ubique la marca identificativa de la cerveza, y otra trasera donde se observe los ingredientes de ella así como su proceso de elaboración. Las bobinas de etiquetas están dispuestas en formato de papel de pegatina para su mejor colocación.

4º Ensamblaje en cajas y precintado

El producto ya está envasado y etiquetado, por tanto se procede a su embalado y precintado en cajas de cartón para su mejor transporte. Para ello se hará uso de una embaladora de cajas que a través de un sistema de ventosas y brazos mecánicos, desplegará la caja, previamente dispuesta de forma plana al inicio de la máquina; y se introducirán las cervezas en paquetes de unas unidades determinadas a través de un estudio que optimice el tamaño y peso ideal de la caja.

Una vez la caja resulta estar llena, se procede a cerrarla a partir de cinta adhesiva. Este proceso puede ser realizada de forma automática o hacer uso de un operario para su correcto cierre. La capacidad de empacado de la máquina será de 2.000 cajas por hora.



Figura 19. Ejemplo Máquina de ensamblaje de cajas. Fuente: [SOLA15]

Una vez está la caja cerrada y precintada, se procede a la instauración de un código de barras para su identificación. Este se coloca mientras la caja se mueve a través de la cinta transportadora en dirección a la fase final del envasado.

5º Apilación y almacenamiento de las cajas

Las cajas, cerradas y precintadas, serán apiladas en diferentes palets para su posterior transporte y carga en los camiones de distribución. El paletizado se realizará de forma automática a partir de un robot apilador que recoja las cajas y las deje en el palet correspondiente en su respectiva posición dentro de la programación del PLC. Para realizar esta tarea, el robot debe contar con al menos cuatro grados de libertad (x, y, z, w) para poder moverse libremente sin llegar a puntos vacíos.



Figura 20. Ejemplo Robot Apilador. Fuente: [SERF19]

Cuando el robot termine de colocar las cajas en el orden correspondiente, se procederá a envolver en un plástico protector para evitar su caída y rotura durante el transporte y colocación en el camión. Terminado este proceso, se almacenarán los palets hasta tener los suficientes para rellenar el camión de una futura entrega.

6º Distribución del producto y transporte

La distribución correrá a cargo de la empresa para la que se fabrique la cerveza. Normalmente suele producirse en camiones de tipo tráiler de gran tamaño para introducir la mayor carga posible y reducir el número de operaciones tanto de carga como de transporte. Para la carga de los palets dentro del camión se dispondrá de un apilador/carretilla eléctrica capaz de cargar con 600 kilogramos y subir hasta una altura de 3,2 metros.

2.6 Dimensionamiento y funcionamiento de la fábrica

En este apartado se mostrarán los datos relativos al tiempo y rendimiento del proceso de fabricación de cerveza en la fábrica así como las cantidades de materia prima necesarias para la producción. Para el dimensionamiento, se ha utilizado de referencia el [SOLA15]. A continuación se muestra una tabla informativa de las cantidades necesarias para el proceso de fabricación:

MATERIA PRIMA	CONSUMO MATERIA PRIMA DIARIA		CONSUMO MATERIA PRIMA MENSUAL		CONSUMO MATERIA PRIMA ANUAL	
Producción cerveza	21.740	litros	416.667	litros	5.000.000	litros
Malta	7.247	Kg	138.896	Kg	1.666.744	Kg
Agua proceso maceración	21.740	litros	416.667	litros	5.000.000	litros
Agua proceso cocción	7.247	litros	138.896	litros	1.666.744	litros
Agua de limpieza	103.917	litros	1.991.668	litros	23.900.000	litros
Agua total	133.084	litros	2.547.231	litros	30.566.744	litros
Levadura	7	Kg	140	Kg	1.680	Kg
Lúpulo	348	kg	6.960	kg	83.520	kg
Botellas vacías	65.879	unidades	1.262.628	unidades	15.151.516	unidades

Tabla 3. Tabla informativa de cantidades. Fuente: Elaboración propia.

En lo que concierne al tiempo y uso de la maquinaria durante el proceso productivo, se estiman 230 días de funcionamiento de la fábrica y con un rendimiento en torno al 80%, en caso de que haya un pico de demanda y sea capaz de producir a máximo rendimiento.

La siguiente tabla muestra una relación uso/tiempo de la maquinaria en las fases más importantes del proceso de fabricación de la cerveza. Al no disponer de datos suficientes, se ha decidido realizar una equiparación de tiempos respecto del proyecto realizado por Joan Solanelles Martí y Carlos Rodríguez Nogal

RELACIÓN USO/TIEMPO DE LA MAQUINARIA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN					
ACTIVIDAD	CONSUMOS DIARIOS	RENDIMIENTO MAQUINARIA	TIEMPO TEÓRICO	TIEMPO REAL (EFICIENCIA %)	
Trituración malta	7.247 kg	6000 kg/h	72 min	80 %	86 min
Maceración	21.740 litros	12.000 l/h	108 min	80 %	130 min
Cocción	21.740 litros	16.100 l/h	81 min	80 %	97 min
Fermentación	21.740 litros	72.500 l/h	18 min	80 %	22 min
Filtrado	21.740 litros	40.300 l/h	32 min	80 %	39 min
Tratamientos agua	133.084 litros	13.600 l/h	586 min	90 %	645 min
Preparación levadura	7 kg	2 kg/h	211 min	80 %	253 min
Envasado	65.879 botellas	21.750 ud/h	182 min	60 %	255min
Encajado	2745 cajas	2.000 ud/h	82 min	80 %	98 min

Paletizado	56 palets	60 ud/h	55 min	80 %	65 min
------------	-----------	---------	--------	------	--------

Tabla 4. Relación uso/tiempo maquinaria. Fuente: Elaboración propia

Estos tiempos han sido calculados con un coeficiente de eficiencia en caso de imprevistos como fallos en la maquinaria o previstos como los trabajos de mantenimiento o control de calidad. Una vez determinados todos los tiempos, se muestran en dos partes la suma de los tiempos según la fase:

Proceso de Fabricación	374	Minutos
Proceso de Empaquetado	418	Minutos

Tabla 5. Tiempo total procesos. Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos de las tablas anteriores, el proceso de fabricación del producto llevará unas 6 horas aproximadamente. Mientras el proceso de empaquetado final durará unas 7 horas. Pero, dentro de ambos procesos algunas etapas se pueden solapar dado que no es necesario la finalización de éstas para la continuación del proceso. Por esta razón el tiempo del proceso de empaquetado vendrá determinado por el mayor de los tiempos de sus fases, es decir, el envasado (255 min). Por tanto, el proceso de empaquetado durará unas 4,25 horas. En la otra mano, el proceso de fabricación puede solapar la trituración de malta con el proceso de maceración, dado que éste puede comenzar mientras se va triturando la malta. Por ello, el proceso de fabricación tendrá una duración de 287 minutos, lo que es equivalente a 4,8 horas aproximadamente.

En total, la suma de los tiempos da un total de 9 horas aproximadamente. Este rango de tiempo a un 80% de eficiencia de la fábrica, permite que en caso de picos de demanda pueda trabajarse el mismo número de horas sin afectar a la producción.

2.7 Diagrama de flujo

En este apartado se muestra un diagrama de flujo de los procesos empleados en la fabricación de la cerveza, así como sus flujos de producción.

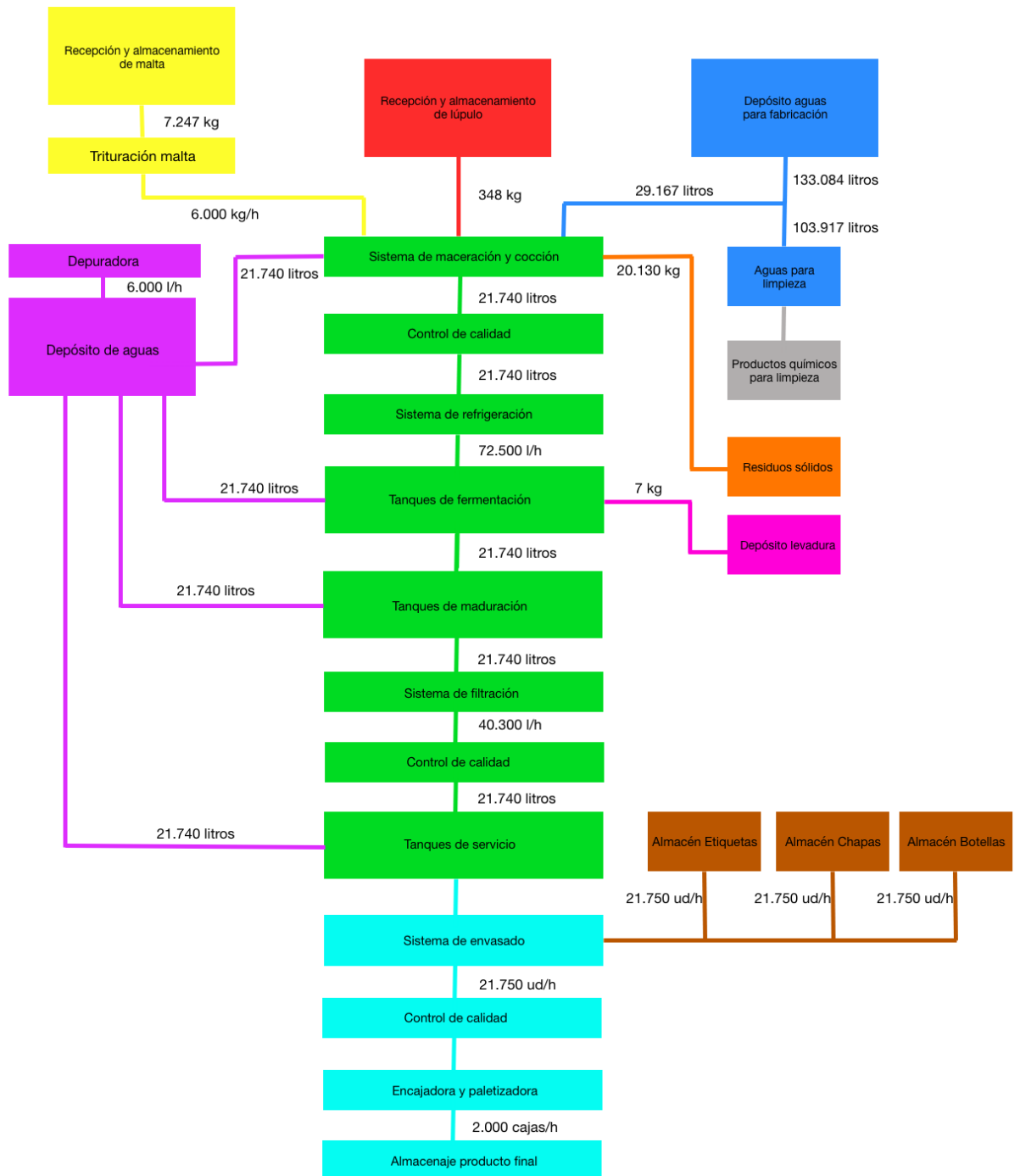


Figura 21. Diagrama de flujo de producción. Fuente: Elaboración propia

3. Maquinaria e instalaciones

3 Maquinaria e instalaciones

3.1 Introducción

La fabricación de cerveza es un proceso no demasiado complejo pero que requiere de determinadas instalaciones que deben ser de gran calidad y en las cuales deben realizarse tareas de mantenimiento para garantizar la calidad del producto final a consumir.

Por esta razón, se hará una descripción de las diferentes máquinas e instalaciones necesarias para la fábrica a construir y conseguir una alta eficiencia y un producto de calidad. Se ha tomado como referencia para la maquinaria y las instalaciones el [SOLA15].

3.2 Maquinaria empleada en la fabricación

En la siguiente tabla se muestran los distintos tipos de máquinas que se utilizan en el proceso de fabricación de la cerveza:

MÁQUINA	CANTIDAD
Silos herméticos	3
Cinta transportadora	1
Molino de malta	1
Sistema de maceración y cocción	1
Sistema de refrigeración	1
Tanques de fermentación	5
Tanque de maduración	10
Sistema de filtrado	1
Sistema de carbonatación	1
Tanques presurizados	3
Sistema de limpieza de envases	1
Llenadora	1
Etiquetadora	1
Cinta de transporte envases	1
Máquina de ensamblaje	1
Paletizadora	1
Carretilla eléctrica	1

Tabla 6. Tabla maquinaria. Fuente: Elaboración propia.

3.3 Instalaciones de la fábrica

3.3.1 Instalación eléctrica y de gas

La instalación gaseosa es utilizada para los sistemas de calefacción y agua caliente necesarios para un ambiente de trabajo adecuado. El sistema se construirá a partir de tuberías de cobre.

El sistema eléctrico se instala para el funcionamiento de las máquinas del proceso de fabricación así como para aportar la luz necesaria para la iluminación en la fábrica. El aporte de electricidad será realizado por la compañía eléctrica con la que se realice el contrato, pero se deberá instalar una estación transformadora (ET), un centro de protección de medida (CPM) y un cuadro de control de baja tensión (CCBT). El transporte de la electricidad se realizará a través de cables de cobre recubiertos con un buen aislamiento.

Se dispondrán de tomas de tierra distribuidas en distintos elementos de la fábrica para evitar las diferencias potenciales entre tierra y elementos eléctricos.

3.3.2 Instalación de evacuación y saneamiento

Esta instalación se requiere para la circulación de las aguas fecales o grises. El circuito estará compuesto por unos tubos de plástico de material PVC con una inclinación del 2% para aprovechar la fuerza gravitatoria durante su circulación. Los tubos conectarán con la red de saneamiento municipal correspondiente.

3.3.3 Instalación de aguas

Esta instalación se divide en los siguientes tipos de instalación según su uso:

- **Instalación de agua fría:** esta instalación servirá para la circulación de aguas para uso industrial, antincendios o sanitario. Esta instalación se conecta a la red de agua pública y no necesita ningún tratamiento dado que ya viene procesada para su consumo.
- **Instalación tratamiento de aguas residuales:** esta instalación se utilizará para tratar y circular las aguas sucias que resultan del proceso de fabricación de la cerveza y la limpieza de las máquinas industriales antes de ser devueltas al medio ambiente. La instalación suele ser una estación depuradora de aguas residuales (EDAR) que realiza este proceso de manera eficiente y ecológica.
- **Instalación agua de consumo:** este es el agua que se utiliza en la elaboración de la cerveza, formando parte un 90% del producto final. Debido a esto, el agua que se use debe ser de calidad y cumpliendo todos los requisitos de consumo.

3.3.4 Instalación de ventilación

La siguiente instalación se construirá para proceder a la extracción de aires perjudiciales para los trabajadores debidos a los distintos procesos de fabricación, así como una renovación del aire y ambiente de trabajo debido al calor latente que desprenden tanto máquinas como trabajadores de la fábrica.

Por ello, la fábrica será dotada con distintos equipos de ventilación que permitan conseguir el objetivo de ventilar los aires. Estos equipos pueden ser: ventiladores (metálicos, axiales o centrífugos entre otros), extractores de aire, cajas de ventilación, etc. Con estos equipos se introducirá aire del exterior, puro y libre de contaminantes; y se extraerá el aire interior, un aire cargado de contaminantes y cargado debido al calor latente desprendido en los procesos de fabricación.

3.3.5 Instalación de climatización

Esta instalación está enfocada al empleado y su confort en el lugar de trabajo. La instalación contará con distintos equipos para el ajuste de la temperatura del área de trabajo elegida por el trabajador. Los equipos estarán dotados de una bomba de calor y otra de fría para poder ajustar la temperatura tanto en las estaciones frías (otoño e invierno) como las calurosas (primavera, verano).

Las únicas zonas que se climatizarán serán los lugares de mayor riesgo de fallo de los sistemas en caso de sobrecalentamiento. De la otra forma si se climatizase zonas como el almacén el coste sería demasiado elevado.

3.3.6 Instalación de sistema CIP

El sistema de limpieza CIP se define como "Cleaning In Place". Este sistema es muy utilizado en las industrias alimentarias, medioambientales e industriales, y permite el lavado automático del equipo de producción sin desmontaje alguno, es decir, in situ.

El proceso consiste en recircular, mediante intercambiadores, tuberías o bombas de calor; la solución de limpieza a través de los diferentes componentes del equipo de producción. La solución de limpieza, que recorre las tuberías a alta velocidad tiene como objetivo eliminar la suciedad que generan los productos alimentarios como: grasas e hidratos de carbono entre otros; y que favorecen la aparición de bacterias y la biocorrosión. La eliminación de la suciedad se realiza generando fricción. Datos obtenidos de [AURU19].

Este sistema altamente configurable para ciclos de enjuague, ácido y base; así como con solución de recuperación de limpieza es muy importante dentro de una fábrica alimentaria dado que la limpieza es un requisito básico para la obtención de un producto alimentario de calidad.



Figura 22. Ejemplo sistema CIP. Fuente: [AURU19]

3.3.7 Instalación sistema de Aire Comprimido

El sistema de aire comprimido es necesario para los procesos de limpieza así como en el proceso de producción del producto utilizado en distintas máquinas. Estos sistemas están formados por diferentes elementos:

- **Compresor:** toma el aire exterior a presión atmosférica y la aumenta hasta las necesidades de consumo.
- **Equipo refrigerador posterior:** el aumento de presión implica aumento de temperatura, por ello debe enfriarse produciéndose así la condensación.
- **Depósito de acumulación:** para el almacenaje del aire comprimido producido.
- **Filtros:** se utiliza para evitar el paso de las partículas contaminantes y sólidas presentes en el aire exterior.
- **Secado del aire comprimido:** en el aire comprimido existe una presencia de humedad que puede afectar al funcionamiento del sistema. Por esta razón se debe producir el secado del mismo.
- **Separador de aceite/agua:** la condensación producida en los depósitos de acumulación como en los filtros separadores contiene un porcentaje de aceite en la solución acuosa.

Esta solución no puede introducirse en la red de saneamiento pública porque se dañaría el medioambiente. Por ello, debe separarse el aceite de la solución acuosa mediante el sistema mencionado previamente.

Para que el sistema funcione eficientemente, debe cumplir con tres objetivos: que la pérdida de carga sea mínima, disminuir las fugas en el sistema y que su diseño facilite el drenaje de agua condensada en el interior del sistema.

Una vez se haya producido la compresión del aire, hace falta distribuirlo. Para ello se implantará una red de distribución que transportará el aire comprimido desde el acumulador hasta el punto de consumo. La red estará formada por un grupo de tuberías de aluminio recubiertas de un aislante térmico, que saldrán desde el depósito de acumulación de aire comprimido hasta las máquinas de consumo del mismo. El intervalo de presión de suministro será entre 8-10 bares con un 5% de humedad en toda la instalación. Los conceptos fueron extraídos de [INGE19].

3.4 Normativa de las instalaciones

Para la construcción e implantación de las instalaciones mencionadas anteriormente, debe seguirse una normativa establecida que se presenta a continuación:

- **RD 486/1997:** normativa relacionada a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo. En ella se establece que las condiciones de trabajo deben ser seguras y no suponer un riesgo para la salud de los empleados. Aspectos como la temperatura, la humedad, la renovación mínima del aire; son tratados en esta normativa. También se habla del sistema de iluminación necesario para un correcto ambiente de trabajo. [MTAS97]
- **RD 2267/04:** este reglamento establece las condiciones y medidas de seguridad en caso de incendio en las fábricas industriales. [MITC04]
- **RITE y UNE 35:** reglamentos para la construcción de las instalaciones de climatización y ventilación.
- **RD 53/1995:** este real decreto establece las medidas sanitarias necesarias para la circulación, elaboración y comercio del producto de la cerveza. [MPRE95]
- **RD 314/2006:** respecto a la construcción y edificación de las instalaciones, se determina un código técnico a seguir. [MAPA06]

La diferente normativa se podrá consultar en la bibliografía y anexos respectivos a este proyecto final de máster.

4. Distribución de la nave industrial en planta

4 Distribución de la nave industrial en planta

4.1 Introducción

Tras los estudios de procesos de fabricación y de la maquinaria necesarios para la fabricación de la cerveza, se continúa a la siguiente fase que es la distribución de los mismos dentro de la fábrica para su diseño y dimensionamiento.

Este apartado permite la obtención de una distribución eficiente y que haga óptimo tanto el proceso de producción como el consumo de energía y tiempo en la fábrica, reduciendo costes innecesarios y que pueden perjudicar a la compañía. La buena distribución se basará en la eficiencia de la circulación en materiales, empleados y productos; sin olvidar aspectos importantes como la seguridad de los trabajadores y sus condiciones ambientales de trabajo y dejar distancias inútiles entre maquinaria que obliguen a aumentar el área de trabajo.

4.2 Planificación de la distribución en planta

La planificación es una decisión clave para la eficiencia a largo plazo de las operaciones teniendo en cuenta factores prioritarios como: capacidad, procesos, costes, flexibilidad y muchos más. En ella, se establecen decisiones como la disposición física de los centros de actividad económica necesarios en los procesos. Dentro de la planificación, un aspecto importante es el diseño de la distribución (layout) de la planta, en la que se debe tener en cuenta:

- Mejor utilización del espacio, equipo y personas.
- Mejora del flujo de información, materiales y personas.
- Mejora de las condiciones de trabajo de los empleados.
- Mejora de la interacción con el cliente (servicio).
- Flexibilidad.

Para realizar una buena planificación, se deben considerar algunas características importantes dentro de una buena distribución en planta:

1. **Manutención:** aquí se establece la selección de los diferentes equipos apropiados para la producción del producto.
2. **Requisitos:** tanto de capacidad como de espacio. El área de trabajo es limitada así como la capacidad de la maquinaria como horaria de los trabajadores.
3. **Imagen:** decisiones acerca del entorno y la estética de la fábrica. Afecta a la visión acerca de la compañía tanto del cliente como del trabajador.
4. **Flujo de la información.**
5. **Coste de movimiento:** se estudia el coste que supone cada proceso dentro de la fabricación del producto. Puede ser un coste temporal o monetario.

4.3 Elección distribución en planta

La distribución física dentro de la fábrica tiene muchas implicaciones prácticas y estratégicas. Aspectos como la facilidad en el flujo de la información, incrementar la eficiencia y utilización de la maquinaria y empleados o reducir los riesgos de los trabajadores; son algunos de los factores que una buena distribución puede conseguir solventar. Además, se deben tener en cuenta algunos criterios a la hora de elegir el tipo de distribución:

- **Satisfacción del cliente:** Principalmente en la prestación de servicios.
- **Inversión de capital:** Coste de recursos y de espacio.
- **Manutención:** Traslado de materiales, productos, personas.
- **Flexibilidad:** Capacidad de adaptación a los cambios de procesos requeridos y recursos disponibles.
- **Otros:** ambiente de trabajo, facilidad para mantenimiento de instalaciones, actitudes de los empleados y de los clientes.

Una vez se han valorado estos criterios, se toma la decisión del tipo de distribución que se desea según las necesidades.

Según las necesidades la fábrica a construir y el tipo de producto que se elabora en ella, la distribución elegida para la fábrica es del tipo: **distribución en línea**. A continuación, se hace una descripción del por qué de esta elección.

Las razones por las que se ha elegido este tipo de distribución son varias. El volumen de producción de producto es elevado (50.000 hl) y los procesos de producción están claramente definidos. Además, al trabajar para una sola compañía, los tipos de cerveza no variarán mucho respecto a método de fabricación simplemente en composición de ingredientes y tiempos de cocción y maduración. Este tipo de distribución provocará un ritmo de procesado más rápido, una cantidad de inventario más reducida y una aplicación menor de tiempo de cambio entre los pedidos. Con este tipo de distribución, se persigue crear un flujo de materiales fluido y continuo a lo largo de la línea, con un tiempo mínimo de inactividad en y entre cada estación de trabajo.

El proceso de elaboración de la cerveza es del tipo “*Continuous Flow*” por lo que la elaboración de los componentes va al ritmo de las máquinas debidamente secuenciadas y los procesos son repetitivos. Para ello, se necesita una línea equilibrada; que se conseguirá a través de cambios mecánicos y/o de ingeniería. Algunas de las ventajas de esta distribución se muestran a continuación:

- Bajo coste variable por unidad.
- Bajos costes de manejo de materiales.
- Menores inventarios de trabajo en curso de fabricación.
- Formación y supervisión más fáciles.
- Producción rápida.

La distribución en línea puede ser en distintas formas: I, L, O, S y U. La forma escogida para la fábrica será del estilo “U”, dado que permitirá que la zona de entrega de la materia prima y de retirada del producto final sea la misma y por tanto no se necesiten dos áreas para los camiones de transporte y el proceso tanto de entrega como retirada sea mucho más sencillo.

Debido a que la elaboración de la cerveza requiere unos tiempos determinados y establecidos que no se pueden modificar por razones de calidad de producto y sanitarias, se realizará un equilibrado de la línea y un estudio de tiempos únicamente de la línea de embotellado. Esto se

debe a la normativa establecida por el gobierno español en su boletín del estado y su Real Decreto 678/2016 [MPAT16] en el que se recogen tanto las técnicas de fabricación como las prohibiciones a la hora de su elaboración.

A su vez, se desea conseguir una fábrica que sea flexible al cambio de la elaboración de un producto debido a una nueva demanda o un cambio en las tendencias de consumo. Por ello, se aplicarán medidas de distribución para la obtención de una distribución flexible obteniendo de la siguiente forma, dos layouts de la planta los cuales mediante métodos de distancia e importancia ponderada se establecerá cuál es la distribución más óptima.

4.4 Cálculos y equilibrado de la línea de embotellado

Para la instauración de una distribución en línea, el principal objetivo a cumplir es el **equilibrado de la línea**. Es decir, asignar un trabajo para cada estación para alcanzar una tasa de producción óptima con el menor número de estaciones posible para así maximizar la eficiencia. Se seguirá el modelo de equilibrado perteneciente a [ICAI18]

El objetivo del equilibrado de la línea es conseguir establecer estaciones de trabajo con carga equilibrada de modo que la utilización de las estaciones sea lo más uniforme posible.



Figura 23. Línea de estaciones equilibrada. Fuente: [ICAI18]

Por razones tecnológicas y de producción, habrá estaciones que necesiten mayor tiempo para su tarea en comparación por otras. Por ello, puede no ser posible obtener una línea equilibrada a la perfección, pero ello no impide que pueda ser eficiente. La estación que más carga de trabajo tiene será la que establezca la **tasa de producción (r)**. Esta tasa está expresada en unidades producidas por unidad de tiempo.



Figura 24. Línea de estaciones no equilibrada. Fuente: [ICAI18]

También se necesitará calcular el tiempo de ciclo (c). Este, es el tiempo máximo permitido para trabajar en una unidad de producto en cada estación. Si este tiempo es superado en alguna de las estaciones, se estará en una situación de cuello de botella que no permitirá alcanzar la tasa de producción requerida.

$$c = \frac{1}{r} = \frac{1}{\text{Tasa de producción en unidades por hora}}$$

Ecuación 1. Fórmula de cálculo del tiempo de ciclo (c).

La producción diaria de botellas es de 65.879 unidades. Por lo que semanalmente si la fábrica trabaja 5 días laborales, el total de botellas producidas en una semana será la producción diaria

multiplicada por cinco, dando un total de: 329.395 unidades. Si la línea funciona 40 horas a la semana (5 jornadas laborales de 8 horas), la tasa de producción será:

$$r = \frac{329.395 \text{ unidades}}{40 \text{ horas}} = 8.235 \text{ unidades/hora}$$

Por tanto, el tiempo de ciclo (c) por unidad resulta ser:

$$c = \frac{1}{r} = \frac{60 * 60 \text{ segundos}}{8.235 \text{ unidades/hora}} = 0,437 \text{ segundos/unidad}$$

A continuación, se realiza un estudio de tiempos necesarios por tarea y sus precedencias para la producción de cerveza:

Elemento de trabajo	Descripción	Tiempo (seg)	Predecesor
A	Situar botella	1	-
B	Llenado botella	2	A
C	Poner chapa	1	B
D	Etiquetar botella	3	C
E	Puesta caja	1	-
F	Despliegue caja	3	E
G	Poner botella en caja	1	D,F

4.5 Diseño Layouts

A continuación, se muestran las dos elecciones de distribución en planta diseñadas para la construcción de la fábrica. Posteriormente se elegirá la más óptima.

LAYOUT 1

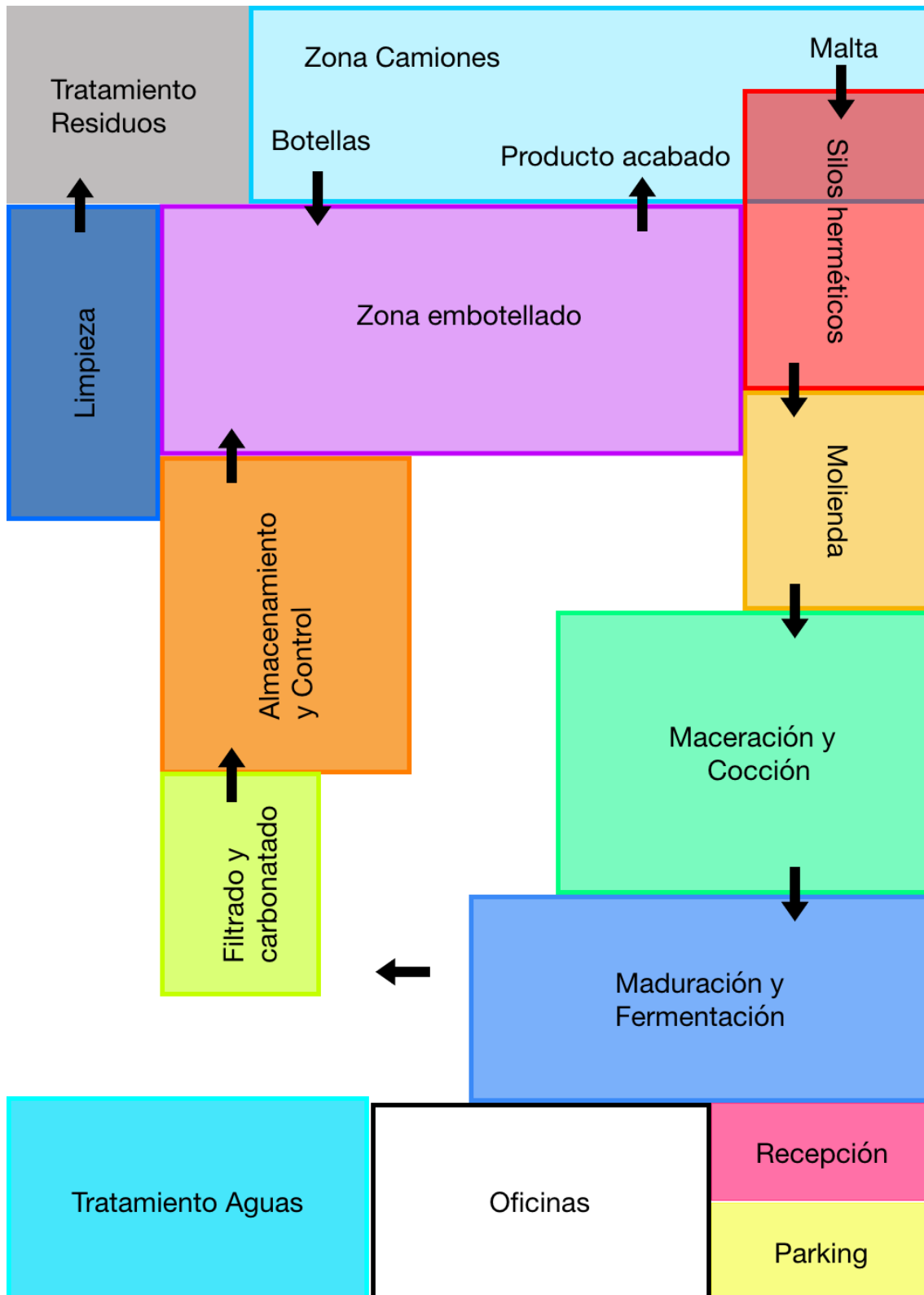


Figura 25. Layout 1. Fuente: elaboración propia.

LAYOUT 2

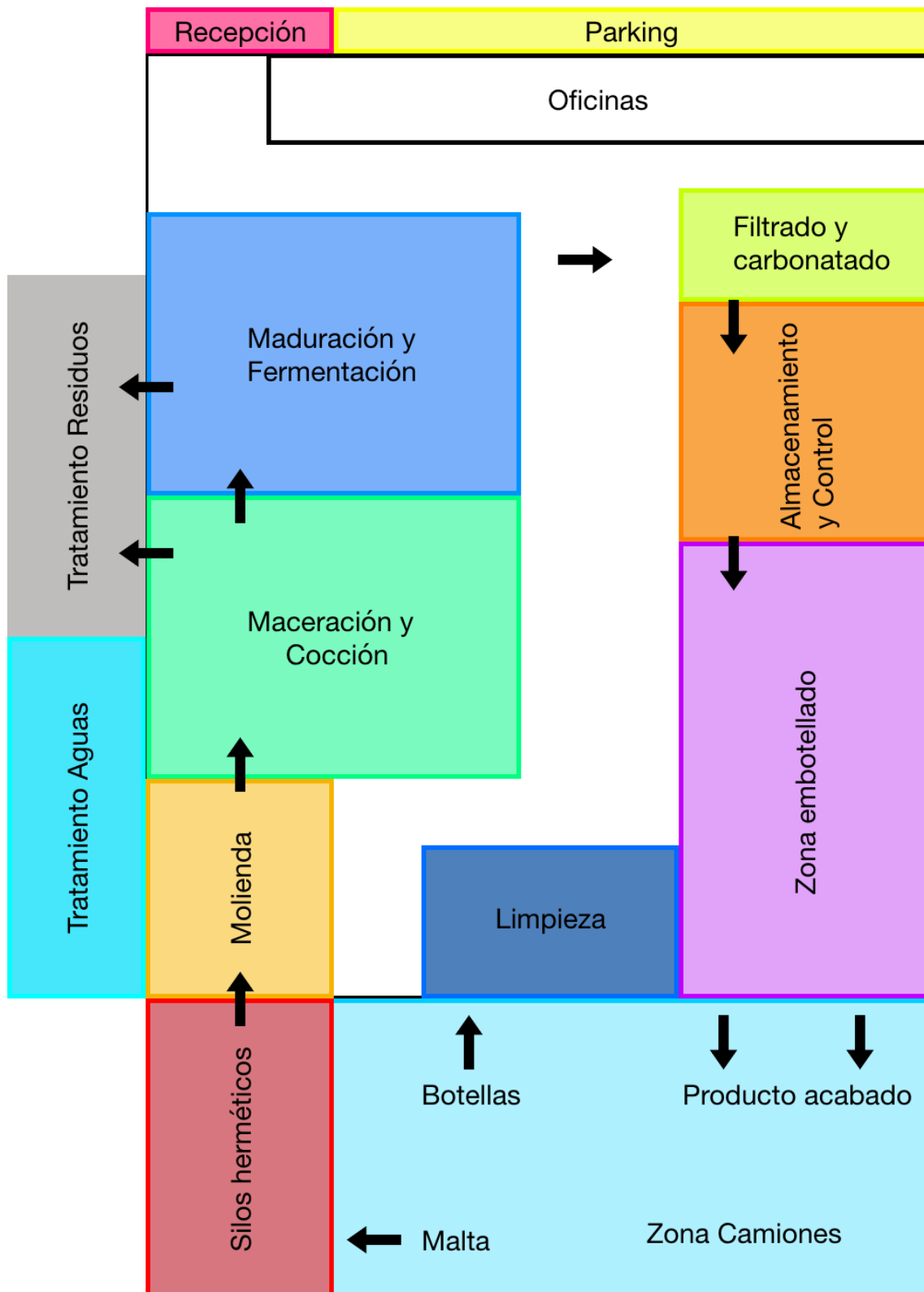


Figura 26. Layout 2. Fuente: elaboración propia.

4.6 Elección Layout

En este apartado se realiza la decisión de la mejor distribución para la fábrica a partir de unos criterios constructivos y adecuados al proceso de fabricación que se desean llevar a cabo en la fábrica. Los criterios establecidos son los siguientes:

- **Relación actividad/cercanía:** este criterio es el más importante de todos dado que marcará la eficiencia del proceso de elaboración de la cerveza. La relación entre actividades del proceso es más fuerte en ciertos puntos de línea que en otros y por tanto la distancia que las separa es un factor a tener en cuenta. Se realizará un estudio de adecuación de relaciones para obtener un número cuantitativo que ayude a tener una visión más clara del layout óptimo.
- **Posibilidad de ampliaciones:** dado que la fábrica debe ser rentable a futuro, hay que tener en cuenta la posibilidad de tener que realizar ampliaciones de instalaciones debido a factores como: aumento de demanda, mejora de la maquinaria o aumento de la cantidad de productos producidos.
- **Superficie del almacén:** el almacenamiento de la cerveza es un criterio muy importante dado que la distribución de ella queda a cargo de la compañía distribuidora. Por ello, se debe contar con una superficie que permita el almacenamiento de una mayor cantidad de productos en caso de fallo de la distribución o reducción de la demanda.
- **Longitud de la línea de producción:** el tamaño de la línea de producción es un factor a considerar dado que influye directamente en dos aspectos de la fábrica: la superficie y los tiempos de producción. Estos dos aspectos pueden generar mucho coste si no se realiza un estudio adecuado de ellos.

A partir de estos criterios establecidos en [SOLA15], a los que se les asignará un porcentaje de importancia, se procede a comparar ambos layouts y así determinar cuál será el más óptimo y eficiente.

La relación de actividad/cercanía se realiza estableciendo una importancia para cada actividad del proceso de elaboración y su cercanía con el resto de actividades, siendo el número 5 el grado de importancia y cercanía más alto y el número 1 el más bajo para ambos. Dentro de los procesos, los tipos de relación que se establecen son los siguientes:

- Materiales: importancia al movimiento y cantidad de materiales que se produce dentro del proceso.
- Personas: importancia por el movimiento y cantidad de personas dentro del proceso.
- Higiene: importancia por la calidad y limpieza dentro del proceso.
- Control: importancia por la vigilancia del proceso en caso de fallos.

Para clasificar los tipos de relación dentro de la tabla, se le asignará un color a cada una de ellas, de esta forma se identifica de una forma más rápida en la presentación de los resultados de la actividad/cercanía.

Tipo de Relación	
	Materiales
	Personas
	Higiene
	Control

Tabla 7. Tipos de relación. Fuente: Elaboración propia.

Cada uno de los espacios dentro de una actividad tiene un significado determinado que se describe a continuación:

X	XX
---	----

- El primer valor “X” determina la importancia de la relación entre actividades.
- El segundo valor “XX” determina la distancia a la que está de la actividad dentro del layout.

De esta forma, los diferentes resultados quedan de la siguiente forma:



ESTUDIO Y ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN
DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Jaime Machés Rueda
20130122

Realizando la suma de los segundos valores de cada una de las actividades en función de los distintos criterios tenidos en cuenta permitirá obtener de forma numérica y cuantitativa cuál de los 2 layouts será el más óptimo y eficiente. El layout que obtenga un número mayor será el diseño que se decida construir para la fábrica.

No obstante, los criterios constan de una ponderación establecida por el autor en función de la importancia del mismo dentro de las actividades de la fábrica. Por ejemplo, la higiene es un aspecto importante de un centro de trabajo donde se elabora un producto alimenticio. En cambio, el paso de personas es un criterio de poca influencia dentro del centro de trabajo dado que prácticamente todo el proceso está automatizado y requiere de poca participación humana.

Teniendo las ponderaciones en cuenta, los resultados respecto de los layouts quedan de la siguiente forma:

LAYOUT 1	Puntuación media	Ponderación	Resultado
Materiales	3,32	35%	2,32
Personas	2,36	10%	0,47
Higiene	2,27	30%	1,36
Control	2,73	25%	1,37
			5,52

Tabla 8. Resultados Layout 1. Fuente: Elaboración propia.

LAYOUT 2	Puntuación media	Ponderación	Resultado
Materiales	3,63	35%	2,54
Personas	2,08	10%	0,42
Higiene	3,42	30%	2,05
Control	3,06	25%	1,53
			6,54

Tabla 9. Resultados Layout 2. Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista del criterio relación/actividad, el layout 2 parece resultar ser el más óptimo y con las áreas mejor relacionadas entre ellas. A continuación, se realizará un análisis multicriterio con el fin de obtener en función del resto de criterios, qué distribución de la fábrica resulta ser más óptima. Para ello, se presentan las consideraciones respecto de los demás criterios ambos layouts en función de una nota de 0 a 10 siendo la última la de mayor valor:

Análisis multicriterio		
Criterio	Layout 1	Layout 2
Relación actividad/cercanía	9	10
Posibilidad de ampliaciones	7	9
Superficie almacén	9,5	9
Longitud línea de producción	9,5	9

Tabla 10. Análisis multicriterio. Fuente: Elaboración propia.

A cada uno de estos criterios se le asigna un peso determinado según importancia, siendo el criterio de relación actividad/cercanía el más importante. A partir de los pesos, se obtendrá un resultado numérico que determinará la distribución más óptima final y que será la decisión definitiva que se tome para su construcción en la fábrica.

Criterio	Peso
Relación actividad/cercanía	45%
Posibilidad de ampliaciones	25%
Superficie almacén	10%
Longitud línea de producción	20%

Tabla 11. Pesos criterios. Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecidos los pesos de importancia de los criterios, se procede al cálculo de la distribución más óptima.

Análisis multicriterio		
Criterio	Layout 1	Layout 2
Relación actividad/cercanía	4,05	4,5
Posibilidad de ampliaciones	1,75	2,25
Superficie almacén	0,95	0,9
Longitud línea de producción	1,9	1,8
Total	8,65	9,45

Tabla 12. Resultados Análisis multicriterio. Fuente: Elaboración propia.

Observando los resultados se determina que el mejor y más óptimo layout para construir es el **diseño 2**.

5. Estudio de viabilidad económica

5 Estudio de viabilidad económica

5.1 Introducción

En el siguiente apartado, se realiza un estudio de rentabilidad económica en relación al proyecto de estudio. En este estudio se analiza la rentabilidad de la inversión a partir de los análisis de los costes tanto iniciales como durante la utilización de la fábrica.

Una vez analizados todos los costes que influyen en el proyecto, se realizará una estimación de la evolución de la fábrica y su rentabilidad a lo largo de los años desde tres posibles escenarios: moderado, optimista y pesimista. De esta forma se conseguirán obtener los diferentes indicadores de rendimiento que marcarán la rentabilidad del proyecto.

5.2 Estimación de costes

Para iniciar el estudio económico de rentabilidad, primero se debe realizar un desglose de la inversión del proyecto. Este desglose se divide en dos grandes grupos:

- **Activo fijo (inmovilizado, INV):** referido al montante económico destinado a la implantación del proyecto, por ejemplo: compra de terrenos, construcción de naves e infraestructuras, maquinaria y otros muchos más que se detallan posteriormente. Dentro del activo fijo se distinguen dos tipos de costes:
 - **Costes directos (CD):** son aquellos relacionados con la mano de obra necesaria, materiales para la elaboración del producto, coste de equipos permanentes y otros recursos envueltos en el proceso de fabricación así como de la instalación de infraestructuras permanentes.
 - **Costes indirectos (CI):** son los costes necesarios para completar la buena actividad del proyecto aún sin llegar a formar parte permanente de las infraestructuras.
- **Inversión total (INV_T):** es la suma del activo fijo unido a otras partidas participantes dentro de la inversión del proyecto como pueden ser costes de puesta en marcha, capital circulante o activos intangibles como licencias o I+D.

Una vez descritos los costes y categorizados, se procede a establecer una serie de consideraciones dentro del estudio, a continuación, se describen:

- El personal necesario para la elaboración del producto no variará a pesar de variaciones dentro de la demanda de cerveza.
- Las materias primas necesarias para la fabricación de la cerveza no variarán su precio durante el tiempo.
- Los costes de distribución corren a cargo de la empresa financiadora del proyecto, por lo que no se considerarán dentro del estudio económico.
- Los periodos de amortización de los bienes se establecen a continuación:
 - Edificación: 50 años.
 - Maquinaria: 20 años.
 - Mobiliario 10 años.
 - Equipos informáticos: 5 años.
 - Utillajes: 5 años.

5.2.1 Compra del solar

Para la construcción de cualquier edificio, el primer coste necesario dentro de la inversión será la compra del solar que alberga la superficie de construcción del proyecto. Los precios son recogidos según **[PLAZ10]**

El solar se encontrará dentro de la comunidad autónoma de Madrid, donde el precio de venta en relación a los solares ronda los 232,5 €/m². Siendo la superficie de nuestra nave de unos 20.000 m², el precio bruto de la comprar ascenderá a 4.650.000 €

Se considerará la compra del solar edificable en Madrid se realiza a un particular (persona física no empresario o profesional). En este supuesto, la transmisión estará sujeta al Impuesto sobre Transmisiones Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados (ITPyAJD) en la modalidad de Transmisiones Patrimoniales Onerosas (TPO) y por tanto no sujeta a IVA. El tipo impositivo varía según la localización del solar. Dado que el solar está localizado en la Comunidad de Madrid, el tipo aplicable sería del 6% sobre el valor real del solar.

Por tanto el desglose de costes en la compra del solar para la nave será:

	Impuesto (%)	Importe (€)
Solar nave	-	4.650.000
ITPyAJD	6%	279.000
Notario y Registro de la propiedad	-	1.000
Total		4.930.000

Tabla 13. Desglose costes compra solar. Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Construcción de la nave industrial

En este apartado se realiza el estudio del siguiente coste a estudiar, siendo este el respectivo a la construcción de la nave en la que se instaurará la fábrica de cerveza. Dentro de la zona de la nave industrial se distinguirán tres zonas claramente diferenciadas: zona transporte y almacén, zona producción y oficinas. A cada una de las zonas se le otorga una superficie determinada en la siguiente tabla, la superficie restante no establecida para ninguna zona será utilizada como superficie para próximas ampliaciones. Se dejará un 20% del solar total para posibles ampliaciones siendo un equivalente de 4.000 m². A continuación se desglosa el reparto de superficies y sus respectivos costes:

Zona	Superficie (m ²)	Coste (€/m ²)	Importe (€)	IVA (21%)	Total (€)
Almacén y transporte	5.500	100	550.000	115.500	665.500
Producción	10.000	300	3.000.000	630.000	3.630.000
Oficinas	500	600	300.000	63.000	363.000
Total	16.000		3.850.000	808.500	4.658.500

Tabla 14. Desglose costes por zonas. Fuente: Elaboración propia.

A estos costes, denominados Presupuesto de Ejecución Material, se les deben sumar otros dos correspondientes a los gastos generales que son un 13% y el beneficio industrial para la constructora que es un 6%. Estos costes se aplican sobre el PEM, de esta forma el desglose de costes queda reflejado en la siguiente tabla:

	Importe (€)
Presupuesto de Ejecución Material	3.850.000
Gastos generales (13%)	500.500
Beneficio Industrial (6%)	231.000
Presupuesto Ejecución Contrato	4.581.500
IVA (21%)	962.115
Total	5.543.615

Tabla 15. Desglose costes PEC. Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Permisos y licencias

Para la construcción del proyecto se necesitarán diversos documentos como permisos de construcción o licencias de obra para llevar a cabo la construcción de la fábrica. Esto forma parte del estudio de viabilidad económica como costes no instalados o de no emplazamiento (CNE). Dentro de estos costes se pueden encontrar los distintos aspectos:

- Permisos y licencias de obra otorgados por el ayuntamiento.
- Gastos jurídicos y notariales.
- Contratación servicios de construcción.
- Retribuciones de los proyectos.

Una estimación razonable sobre este coste es que sea del orden del 10% del presupuesto de ejecución material. De esta forma los costes desglosados se observan a continuación:

	Porcentaje	Importe (€)
Gestión del proyecto	10 %	385.000
Permisos y licencias de obra	40 %	154.000
Gastos jurídicos y legales	15 %	57.750
Contratación de servicios	30 %	115.500
Retribuciones	15 %	57.750
	100 %	385.000

Tabla 16. Desglose costes Permisos y licencias. Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Maquinaria e instalaciones

El coste de la maquinaria se realiza con ayuda de la **Tabla 4** de este mismo proyecto en la que se reflejan las maquinas necesarias para la elaboración de la cerveza. Se añadirá a ella una columna con el importe económico que supone cada una de ellas como se observa a continuación en la siguiente tabla:

Máquina	Cantidad	Importe (€)
Silos herméticos	3	60.000
Cinta transportadora	1	90.000
Molino de malta	1	30.000
Sistema de maceración y cocción	1	500.000
Sistema de refrigeración	1	45.000
Tanques de fermentación	5	100.000
Tanque de maduración	10	200.000
Sistema de filtrado	1	15.000
Sistema de carbonatación	1	10.000
Tanques presurizados	3	60.000
Sistema de limpieza de envases	1	90.000
Llenadora	1	380.000
Etiquetadora	1	150.000
Cinta de transporte envases	1	20.000
Máquina de ensamblaje	1	340.000
Paletizadora	1	200.000
Carretilla eléctrica	1	10.000
		2.300.000 €

Tabla 17. Desglose costes maquinaria. Fuente: Elaboración propia.

Considerando que la instalación de las máquinas supone un 20% del importe de las mismas, el coste de la instalación supondrá unos 460.000 €. Añadiendo un coste de 200.000 € para los sistemas auxiliares de aire comprimido y tratamientos de aguas, el desglose de costes en este apartado queda de la siguiente forma:

	Importe (€)
Maquinaria	2.300.000
Instalaciones	460.000
Sistemas auxiliares	200.000
Total	2.960.000

Tabla 18. Desglose costes maquinaria e instalaciones. Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Mobiliario oficina y equipos informáticos

La fábrica dispondrá de una zona de oficinas destinadas al control de la fábrica, así como distintas actividades destinadas al buen funcionamiento de la misma (pago de salarios, contratación, búsqueda de proveedores, etc). Para ello, se necesitará de material de oficina y equipos informáticos que faciliten el trabajo. A continuación, se desglosan los costes procedentes de ambos grupos:

	Importe (€)
Mobiliario oficina	20.000
Equipos informáticos	30.000
	50.000

Tabla 19. Desglose costes mobiliario oficina. Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 Costes de financiación

La compañía se hará cargo del 25% de la inversión en los costes relacionados con la compra del solar y la construcción de la nave, dejando el 75% del resto de esa inversión en función de una hipoteca que será amortizada unos años después. El resto de costes derivados como mobiliario y maquinaria correrán a cargo de la compañía. Por lo mencionado, el desglose de costes será el siguiente:

	Importe (€)	Compañía (25%)	Financiación (75%)
Compra solar	4.930.000	1.232.500	3.697.500
Construcción nave	4.658.500	1.164.625	3.493.875
Gastos de gestión	385.000	96.250	288.750
		2.493.375 €	7.480.125 €

Tabla 20. Desglose costes de financiación. Fuente: Elaboración propia.

Para la financiación del proyecto, se deben establecer unas condiciones para el crédito entre las que destacan:

- Importe total: 7.480.125 €
- Plazo de retorno (n): 10 años
- Tipo de interés (i): 3%
- Entrada de la hipoteca (1% de la cantidad prestada): 74.802 €
- Los pagos serán realizados en cuotas anuales.

En la siguiente tabla se representan las cuotas anuales de pagos de la hipoteca desglosados en intereses, amortización y pendiente:

Fecha	Cuota	Pago anual	Intereses	Amortización	Pendiente
					7.480.125
01/01/2020	1	876.898,84	224.403,75	652.495,09	6.827.629,91
01/01/2021	2	876.898,84	204.828,89	672.069,94	6.155.559,97
01/01/2022	3	876.898,84	184.666,80	692.232,04	5.463.327,93
01/01/2023	4	876.898,84	163.899,83	712.999,00	4.750.328,93
01/01/2024	5	876.898,84	142.509,86	734.388,97	4.015.939,96
01/01/2025	6	876.898,84	120.478,20	756.420,64	3.259.519,32
01/01/2026	7	876.898,84	97.785,58	779.113,26	2.480.406,06
01/01/2027	8	876.898,84	74.412,18	802.486,65	1.677.919,41
01/01/2028	9	876.898,84	50.337,58	826.561,26	851.358,09
01/01/2029	10	876.898,84	24.640,74	851.358,09	0,0

Tabla 21. Desglose pagos anuales y amortización. Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del importe del pago anual así como de la amortización anual, se obtiene de las siguientes ecuaciones matemáticas 1.1 y 1.2:

$$\text{Pago anual} = \frac{\text{Préstamo hipotecario}}{\frac{1-(1+i)^{-n}}{i}} \quad (1.1)$$

$$\text{Pago anual} = \text{Amortización} * (1 + i)^{n-j} \quad (1.2)$$

5.2.7 Costes de plantilla

Para el buen funcionamiento de la fábrica, se deberá contratar una serie de empleados que lleven el control de ella y que en caso de fallo del sistema de producción exista un ente humano capaz de solucionar el problema sin afectar a la producción diaria. Actividades como el control de estados como temperatura y presión de la cerveza en el estado de maduración o la apilado de cajas en caso de fallo del robot, son algunos ejemplos para los que se contrataría mano de obra. En la siguiente tabla se muestra un desglose de salarios anuales por empleado en función de su puesto de trabajo.

Empleado		Salario Anual (€)	Seguridad Social (33%)	Total (€)
Director de planta	1	55.000	18.150	73.150
Departamento Contabilidad	1	40.000	13.200	53.200
Línea de producción	3	23.000	7.590	91.770
Control y envasado	2	23.000	7.590	61.180
Almacén y logística	3	23.000	7.590	91.770
Mantenimiento y Limpieza	2	23.000	7.590	61.180
Recepción	1	22.000	7.260	29.260
Administrador de oficina	1	28.000	9.240	37.240
Departamento IT	2	34.000	11.220	90.440
	16			589.190 €

Tabla 22. Desglose salarios empleados. Fuente: Elaboración propia.

El número de empleados no variará a pesar de los cambios en la demanda y los diferentes escenarios de estudio.

5.2.8 Costes materia prima

Para la elaboración de la cerveza, serán necesarios también los ingredientes principales para su correcta fabricación. Este factor es muy importante dado que tiene una participación directa en la elaboración del producto. El precio de la materia prima difiere en cuanto a la cantidad de compra de la misma, siendo un precio decreciente a medida que se aumenta el volumen de compra. Así pues, el desglose de costes de materia prima desde una perspectiva de producción de 5 millones litros de cerveza anuales es el siguiente:

Materia Prima	Cantidad		Precio		Importe (€)
Malta	1.666.744	kg	0,72	€/kg	1.200.056
Agua	30.567	m ³	1,00	€/m ³	30.567
Levadura	1.680	kg	0,60	€/kg	1.008
Lúpulo	83.520	kg	6,30	€/kg	526.176
Botellas vacías	15.151.516	ud	0,10	€/kg	1.515.152
Etiquetas	15.151.516	ud	0,02	€/kg	303.031
Total					3.575.990 €

Tabla 23. Desglose costes materia prima. Fuente: Elaboración propia.

5.2.9 Costes consumo energético

Otro de los criterios a tener en cuenta en el estudio económico es el gasto en el consumo de energía necesaria para la elaboración del producto. Este gasto proviene del consumo energético de la maquinaria e instalaciones utilizadas en el proceso de elaboración de la cerveza. Actividades como el calentamiento del mosto, limpieza de las botellas, movimiento de la cinta transportadora, son algunos ejemplos de consumo energético que producirán costes anuales que variarán en función de la tarifa energética de cada año. La tarifa de luz eléctrica ha sido recogida de **[TARI19]**

A continuación, se presenta el precio medio de energía por hora en función de los distintos periodos de tiempo (hora valle, hora pico)

Periodo horarios		
Periodo valle (2-8 h, 16-20h)	Periodo pico (9-15h, 21-1h)	Media
0,107 €/KWh	0,114 €/KWh	0,111 €/KWh

Tabla 24. Coste energía por horas. Fuente: Tarifa de luz hoy (2019). Página web: tarifadeluz.com.

El consumo energético depende de la energía utilizada por la maquinaria y el tiempo de funcionamiento de la misma durante la elaboración de la cerveza. Así pues, se representan en la siguiente tabla las características energéticas así como la cantidad de tiempo que es utilizada la instalación.

Máquina	Cantidad	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Tensión (V)	Horas/Día	Horas/Año	Consumo (KWh/Año)	Precio (€/KWh)	Importe (€)
Silos herméticos	3	3.000	9.000	230	0,5	115	1035	0,107	110,75 €
Cinta transportadora	1	2.000	2.000	400	0,2	46	92	0,107	9,84 €
Molino de malta	1	11.000	11.000	400	1,2	276	3.036	0,107	324,85 €
Sistema de maceración y cocción	1	20.500	20.500	400	2,2	506	10.373	0,114	1.182,52 €
Sistema de refrigeración	1	30.000	30.000	400	0,3	69	2070	0,114	235,98 €
Tanques de fermentación	5	20.500	102.500	400	24	8760	897.900	0,111	99.666,90 €
Tanque de maduración	10	20.500	205.000	400	24	8760	1.795.800	0,111	199.333,80 €
Sistema de filtrado	1	16.000	16.000	400	0,5	115	1840	0,114	209,76 €
Sistema de carbonatación	1	1.500	1.500	230	0,2	46	69	0,114	7,87 €
Tanques presurizados	3	20.500	61.500	400	5	1150	70.725	0,111	7.850,48 €
Sistema de limpieza de envases	1	9.000	9.000	400	5	1150	10.350	0,107	1.107,45 €
Llenadora	1	13.000	13.000	400	2,5	575	7.475	0,114	852,15 €
Etiquetadora	1	12.000	12.000	400	2,5	575	6.900	0,114	786,60 €
Cinta de transporte envases	1	2.000	2.000	400	1	230	460	0,114	52,44 €
Máquina de ensamblaje	1	20.000	20.000	400	5	1150	23.000	0,114	2.622,00 €
Paletizadora	1	20.000	20.000	400	5	1150	23.000	0,114	2.622,00 €
Carretilla eléctrica	1	1.500	1.500	230	1	230	345	0,111	38,30 €
			536.500				2.854.470		317.013,68 €

Tabla 25. Desglose costes consumo energético. Fuente: Elaboración propia.

De la tabla se obtiene que la potencia nominal necesaria para el funcionamiento de la maquinaria es de 536,5 KW y que el consume de KWh anual es de 3 millones aproximadamente, dando lugar a un importe total de 317.013,68 €.

Se debe considerar también, la necesidad de energía en aspectos como el alumbrado de la fábrica o el uso de los sistemas informáticos para el control de la producción. Por ello, se añadirá un consumo auxiliar de 15 KWh.

Al tener una jornada laboral de 8 horas durante 230 días laborales, el número total de horas trabajadas será de 1840 horas. Suponiendo un consumo de 27.600 KWh anualmente. Considerando un precio medio de 0,111 €/KWh. El coste total del consumo auxiliar será de 3.063,6 €.

Considerando un término de potencia de 7 €/KW*mes, el desglose de costes de consumo energético será el siguiente.

	Importe (€/Año)
Consumo maquinaria	317.013,68
Consumo auxiliar	3.063,6
Término de potencia	9.647,64
Total	329.724,92 €

Tabla 26. Desglose costes consumo energético total. Fuente: Elaboración propia.

5.3 Resumen de costes

Una vez analizados los diferentes desgloses de costes, se representa a continuación una tabla que resume el total de los costes en función de su tipo. El resumen de costes queda distribuido de la siguiente forma.

			Importe (€)	Total (€)
Costes directos	CE	Maquinaria e instalaciones	2.960.000	13.868.615
		Mobiliario oficina	50.000	
	CNE	Solar	4.930.000	
		Construcción nave	5.543.615	
	Fijos	Permisos y licencias	385.000	1.466.088,84
		Personal	589.190	
	Variables	Financieros	876.898,84	0,775
		Materia prima	0,715 €/litro	
	Consumo energético	0,06 €/litro		

Tabla 27. Resumen costes. Fuente: Elaboración propia.

Los costes variables se han presentado en función del precio por litro debido a su dependencia de la demanda y cantidad de producción; además a la hora de analizar los diferentes escenarios posibles, facilitará el cálculo de costes.

5.4 Análisis de la rentabilidad del proyecto

En el siguiente apartado se realizará el análisis de rentabilidad del proyecto a partir de la inversión inicial y sus costes derivados. Para ello, se presentan tres escenarios diferentes (moderado, optimista y pesimista) donde se suponen distintos criterios en referencia a la demanda por ejemplo.

La rentabilidad del proyecto vendrá determinada por dos coeficientes calculados a partir de los beneficios y costes obtenidos a lo largo del tiempo así como los impuestos y la evolución del dinero a lo largo del tiempo. Estos coeficientes son:

- Valor Actual Neto (**VAN**).
- Tasa Interna de Retorno (**TIR**).
- Periodo de retorno de la inversión inicial.

5.4.1 Análisis escenario moderado

Dentro de este escenario se analiza la rentabilidad del proyecto para la demanda establecida en el estudio del proyecto, es decir, 5 millones de litros anuales. Con un horizonte de 10 años y un precio final para el consumidor de 3 €/litro, por tanto un precio de 1,5 €/litro de venta de fábrica teniendo en cuenta el beneficio que debe sacar el distribuidor. El precio establecido, se ha impuesto de tal forma que el consumidor pueda tener la oportunidad de obtener una cerveza del estilo premium por un precio más asequible a los manejados en la actualidad, llegándose a pagar 1 € por botellín, abandonando de esta forma el desembolso que se realiza actualmente de alrededor de 2 € el botellín. Se presenta el análisis de rentabilidad a continuación.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Acum	
Producción													
m3		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	
Precio													
€ / m3		1.500,0	1.545,0	1.591,4	1.639,1	1.688,3	1.738,9	1.791,1	1.844,8	1.900,2	1.957,2		
Prima													
€ / m3		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos gen													
k€		7.500,0	7.725,0	7.956,8	8.195,5	8.441,3	8.694,6	8.955,4	9.224,1	9.500,8	9.785,8		
Seguros													
k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Terrenos													
k€		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Manten													
k€		5.340,0	5.393,4	5.447,3	5.501,8	5.556,8	5.612,4	5.668,5	5.725,2	5.782,5	5.840,3		
Admin													
k€		108,0	117,7	128,0	138,8	150,1	162,0	174,5	187,6	201,3	215,8		
Marg bruto													
k€		2.052,0	2.213,9	2.381,4	2.554,9	2.734,4	2.920,2	3.112,4	3.311,3	3.517,0	3.729,8		
Amort													
k€		652,5	672,1	692,2	713,0	734,4	756,4	779,1	802,5	826,5	851,4	7.480,0	
BAIT													
k€		1.399,5	1.541,8	1.689,2	1.841,9	2.000,0	2.163,8	2.333,3	2.508,8	2.690,5	2.878,4		
Res finanz													
k€		224,7	202,2	179,7	157,3	134,8	112,3	89,9	67,4	44,9	22,5	1.235,7	
BAT													
k€		1.174,8	1.339,6	1.509,5	1.684,6	1.865,2	2.051,4	2.243,4	2.441,4	2.645,6	2.855,9		
Impuestos													
k€		293,7	334,9	377,4	421,2	466,3	512,9	560,9	610,4	661,4	714,0	4.952,9	
BN													
k€		881,1	1.004,7	1.132,1	1.263,5	1.398,9	1.538,6	1.682,6	1.831,1	1.984,2	2.142,0		
Amort													
k€		652,5	672,1	692,2	713,0	734,4	756,4	779,1	802,5	826,5	851,4	7.480,0	
Desemb													
k€		6.379,6	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	13.868,6	
CF													
k€		-6.379,6	784,7	927,8	1.075,4	1.227,6	1.384,4	1.546,1	1.712,8	1.884,6	2.061,8	2.244,4	8.470,1
CF Acum													
k€		-6.380	-5.595	-4.667	-3.592	-2.364	-980	566	2.279	4.164	6.226	8.470	

Invers	13.869	k€
% financiado	54%	%
años	10	
anuales	3,0%	%
Imp sociedades	25,0%	%
Gasto mant	1,068	€ / m3
Gasto Admin	5,0%	%
Seguro	0	€ / torre
Alg terrenos	0,00	€ / kW
Inflación	1%	%
Increment Pool	3%	%
Incremento primas	0%	%

Del cuadro de análisis de la página anterior se obtienen los siguientes resultados para los coeficientes de estudio:

VAN	7.559.000 €
TIR	15,6 %

Tabla 28. Resultados escenario moderado. Fuente: Elaboración propia

El periodo de retorno del proyecto oscila en torno a los 5-6 años, dentro del margen establecido anteriormente de unos 10 años. De esta forma, el siguiente paso para establecer si el proyecto es rentable, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- $VAN \geq 0 \rightarrow VAN = 7.559.000 \text{ €} \geq 0$
- Período de recuperación de la inversión (PR) $\leq N \rightarrow 6 \leq 10$
- $TIR \geq i \rightarrow 15,6 \geq 3,0$

Así pues, se certifica que el proyecto desde un escenario moderado, es rentable.

5.4.2 Análisis escenario optimista

En este apartado, se estima una producción anual superior en un 10% a la de estudio, es decir, 500.000 litros más de producción de cerveza. Se mantendrán el resto de factores: precio de venta y tasa de inflación entre otros.

En la siguiente página se presenta el cuadro de evolución del proyecto.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Acum
Producción	m3	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500
Precio	€ / m3	1.500,0	1.545,0	1.591,4	1.639,1	1.688,3	1.738,9	1.791,1	1.844,8	1.900,2	1.957,2	
Prima	€ / m3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ingresos gen	k€	8.250,0	8.497,5	8.752,4	9.015,0	9.285,4	9.564,0	9.850,9	10.146,5	10.450,9	10.764,4	
Seguros	k€	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Terrenos	k€	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Manten	k€	5.874,0	5.932,7	5.992,1	6.052,0	6.112,5	6.173,6	6.235,4	6.297,7	6.360,7	6.424,3	
Admin	k€	118,8	129,5	140,8	152,6	165,1	178,2	191,9	206,3	221,5	237,3	
Marg bruto	k€	2.257,2	2.435,2	2.619,6	2.810,4	3.007,9	3.212,2	3.423,7	3.642,4	3.868,7	4.102,7	
Amort	k€	652,5	672,1	692,2	713,0	734,4	756,4	779,1	802,5	826,5	851,4	7.480,0
BAIT	k€	1.604,7	1.763,2	1.927,3	2.097,4	2.273,5	2.455,8	2.644,5	2.839,9	3.042,2	3.251,4	
Res finanz	k€	224,7	202,2	179,7	157,3	134,8	112,3	89,9	67,4	44,9	22,5	1.235,7
BAT	k€	1.380,0	1.561,0	1.747,6	1.940,1	2.138,7	2.343,5	2.554,7	2.772,5	2.997,3	3.228,9	
Impuestos	k€	345,0	390,2	436,9	485,0	534,7	585,9	638,7	693,1	749,3	807,2	5.666,1
BN	k€	1.035,0	1.170,7	1.310,7	1.455,1	1.604,0	1.757,6	1.916,0	2.079,4	2.248,0	2.421,7	
Amort	k€	652,5	672,1	692,2	713,0	734,4	756,4	779,1	802,5	826,5	851,4	7.480,0
Desemb	k€	6.379,6	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	748,9	13.868,6
CF	k€	-6.379,6	938,6	1.093,9	1.254,0	1.419,2	1.589,5	1.765,1	1.946,2	2.133,0	2.325,5	10.609,6
CF Acum	k€	-6.380	-5.441	-4.347	-3.093	-1.674	-84	1.681	3.627	5.760	8.085	10.610

Invers	13.868	k€
% financiado	54%	%
años	10	
interes	3,0%	%
Imp sociedades	25,0%	%
Gasto mant	1,068	€ / m3
Gasto Admin	5,0%	%
Seguro	0	€ / torre
Alt terrenos	0,00	€ / kW
Inflación	1%	%
Increment Pool	3%	%
Incremento primas	0%	%

Los indicadores de rentabilidad del cuadro anterior son los siguientes:

VAN	9.575.000 €
TIR	18,8 %

Tabla 29. Resultados escenario optimista. Fuente: Elaboración propia

El periodo de retorno (PR) del proyecto, sigue estando dentro, al igual que en el escenario moderado, del intervalo de 5-6 años. Pero siendo menor al intervalo de tiempo establecido de 10 años. Así pues, se procede al análisis y cumplimiento de las condiciones de rentabilidad:

- $VAN \geq 0 \rightarrow VAN = 9.575.000 \text{ €} \geq 0$
- Período de recuperación de la inversión (PR) $\leq N \rightarrow 5 \leq 10$
- $TIR \geq i \rightarrow 18,8 \geq 3,0$

Observando los índices de rentabilidad, se puede determinar que en el escenario optimista, el proyecto sigue siendo rentable.

5.4.3 Análisis escenario pesimista

Dentro de este apartado, se estima una reducción de la producción anual del 20%, siendo un total de 4.000.000 de litros producidos cada año. Se mantendrán el resto de factores: precio de venta y tasa de inflación entre otros.

En la siguiente página se presenta el cuadro de evolución del proyecto.

Los indicadores de rentabilidad del proyecto, desde un escenario pesimista se presentan a continuación:

VAN	3.528.000 €
TIR	8,4 %

Tabla 30. Resultados escenario pesimista.

El PR del proyecto se encuentra llegados los 8 años de uso, un intervalo de tiempo mayor que en los demás escenarios pero dentro de los límites establecidos. A continuación, se estudian y analizan las condiciones de rentabilidad del proyecto:

- $VAN \geq 0 \rightarrow VAN = 3.528.000 \text{ €} \geq 0$
- Período de recuperación de la inversión (PR) $\leq N \rightarrow 8 \leq 10$
- $TIR \geq i \rightarrow 8,4 \geq 3,0$

Como se observa en los puntos anteriores, el proyecto cumple todas las condiciones establecidas para que sea rentable. Por esta razón se puede afirmar que el proyecto es rentable desde el escenario pesimista.

5.5 Análisis del conjunto de escenarios

En la siguiente tabla se muestra el conjunto de resultados de los distintos escenarios de estudio (pesimista, moderado y optimista).

	Pesimista	Moderado	Optimista
VAN	3.528.000 €	7.559.000 €	9.575.000 €
TIR	8,4 %	15,6 %	18,8 %
PR	8 años	6 años	5 años

Tabla 31. Conjunto resultados según escenario. Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico, de elaboración propia, se muestra la evolución del período de retorno (PR) del proyecto entre los distintos escenarios sometidos a estudio.

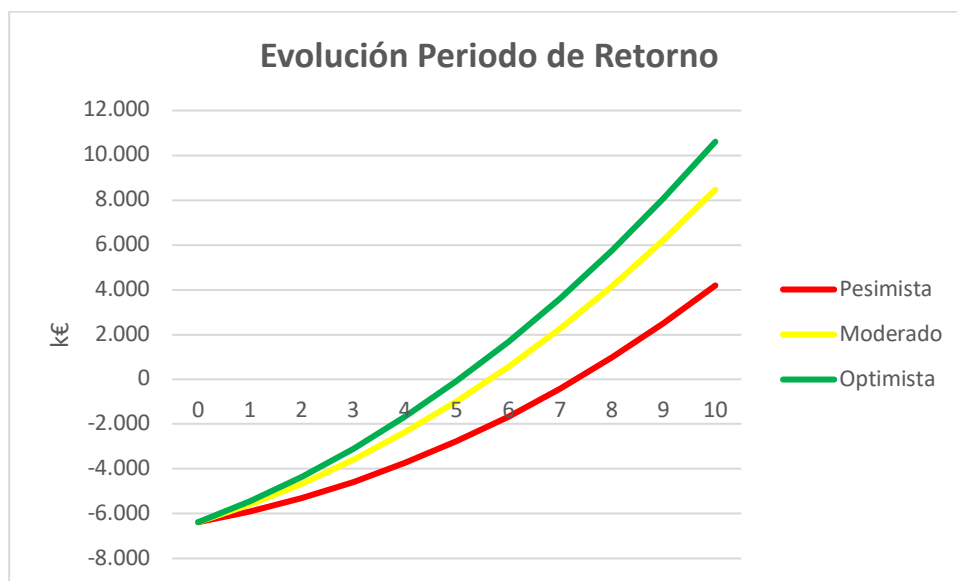


Figura 27. Evolución Período de Retorno. Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior se puede observar un payback del proyecto razonable en términos de tiempo, oscilando entre los 5 y 7 años en función del escenario y dentro de los límites establecidos. Los resultados obtenidos demuestran que el payback depende en gran medida en función de las ventas sobre todo en los últimos años donde se distancian en gran medida los resultados obtenidos entre el escenario moderado y pesimista llegando a tener el último un valor de la mitad respecto al otro.

A continuación, se presenta, en los siguientes gráficos, la sensibilidad de los indicadores VAN y TIR en función del precio de venta del producto. Estos resultados son obtenidos a partir de las condiciones del escenario moderado, donde la producción anual del producto es de 5.000.000 de litros y los intereses, gastos de mantenimiento e inflación se mantienen intactos.

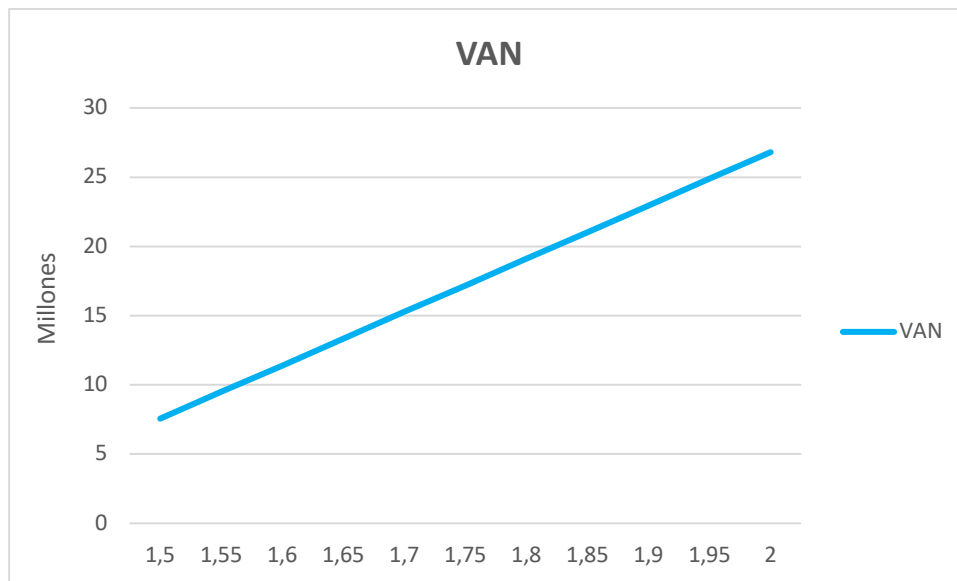


Figura 28. Sensibilidad VAN al precio. Fuente: Elaboración propia

La sensibilidad que sufre el valor neto actual del proyecto con una subida del 33% en el precio de venta supone una subida del VAN 4 veces mayor. Esto implica una sensibilidad elevada que podría perjudicar en caso de que se sufriera una bajada de precios del producto debido a falta de demanda u otros factores ajenos a la empresa que afectasen a los ingresos de la misma.

A continuación, se presenta la evolución del TIR y su sensibilidad respecto al precio de venta, donde se refleja que el aumento de un 33% del precio supone un incremento 3 veces mayor del TIR. Se puede determinar que el TIR sufre una sensibilidad elevada pero menor respecto del VAN, aumentando del 15% al 45%.

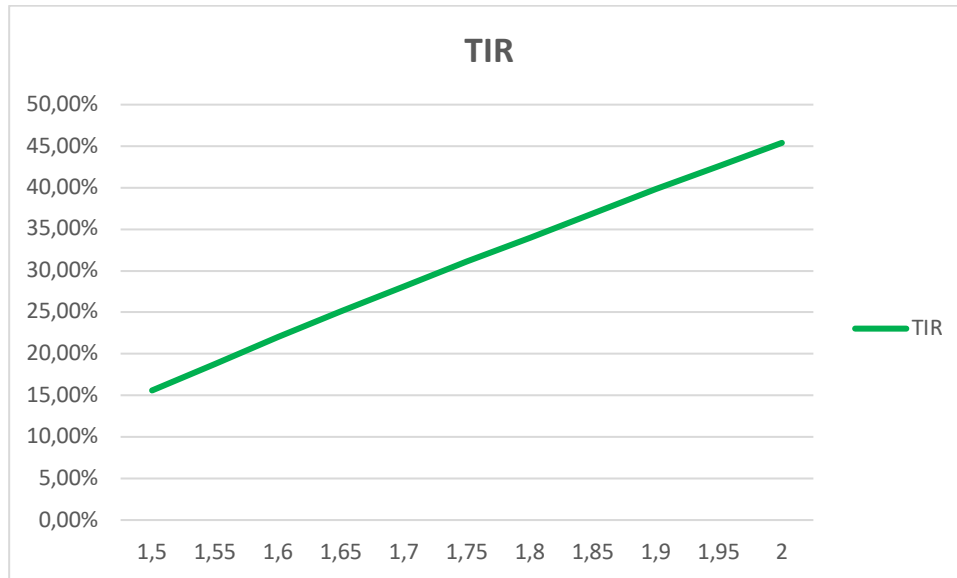


Figura 29. Sensibilidad TIR al precio. Fuente: Elaboración propia

5.6 Conclusiones

A la vista de los estudios realizados en los apartados anteriores y el análisis de los distintos escenarios, los resultados han sido favorables en términos de rentabilidad en todos los casos de estudio (pesimista, moderado y optimista).

Se debe prestar especial atención a las ventas, dado que una bajada considerable de las mismas produce grandes cambios dentro de los indicadores de rentabilidad del proyecto, pudiendo llegar a un determinado punto donde el proyecto no sea rentable y quede obsoleto. De esta forma se podría usar la sensibilidad del precio para revertir la situación en caso de fallo catastrófico.

El precio de venta es bastante competitivo dado que el acceso a una cerveza artesana de carácter Premium no es accesible a todos los consumidores dado que el precio de compra por litro actualmente ronda los 4-5 € de media. La alta producción y los bajos costes de consumo energético debido a una alta eficiencia de la maquinaria y optimización de los procesos permiten la reducción del precio y por tanto mayor consumo por parte del cliente al ser un producto de alta calidad a un precio menor que la media.

Con un periodo de retorno entre los 5 y 7 años, considerable dentro del límite establecido de 10 años y unos indicadores de rentabilidad satisfactorios, podemos considerar el proyecto de construcción de la fábrica de cerveza un proyecto rentable.

6. Bibliografía

6 Bibliografía

- [ALWO16] Alworth, Jeff (1 March 2016). "[Attempting to Understand the Reinheitsgebot](#)". *All About Beer*. Vol. 37 no. 1. Retrieved 23 April 2018.
- [MAPA18] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2018). "2017 Informe Socioeconómico del sector de la cerveza en España"
- [DIAZ19] A.Diaz (26 Febrero, 2019). "Evolución mensual del número de turistas y excursionistas internacionales que visitaron España en 2018 (en millones)".
- [SANT19] Noelia Santos (28 Marzo, 2019). "Mahou San Miguel inaugura en Córdoba la primera fábrica colaborativa de cerveza artesanal".
- [LUPU15] Lupulu.com (30 Junio, 2015). "Ingredientes cerveza".
- [EOIS08] Escuela de Organización Industrial de Sevilla (2008). "Los vertidos de las industrias cerveceras".
- [SOLA15] Joan Solanelles Martí, Carlos Rodríguez Nogal (Junio 2015). "Estudio y análisis de viabilidad para la implantación de una fábrica de cerveza en Cataluña".
- [CERV18] cervecistas.es (2018). "El proceso de fabricación de la cerveza".
- [AURU19] aurum Process Solutions (2019). "Sistema de limpieza CIP".
- [INGE19] ingemecanica.com (23 Agosto, 2019). "Diseño de sistemas de aire comprimido". Tutorial nº 201.
- [MTAS97] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (23 Abril, 1997). "REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE no 97 23-04-1997 "
- [MITC04] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (17 Diciembre, 2004). "Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales".
- [MPRE95] Ministerio de Presidencia (9 Febrero, 1995). "Real Decreto 53/1995, de 20 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de la cerveza y de la malta líquida."

- [MAPA06]** Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (17 Marzo, 2006). *“REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.”*
- [MPAT16]** Ministerio de Presidencia y para las Administraciones Territoriales (16 Diciembre, 2016). “Real Decreto 678/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta.”
- [ICAI18]** Escuela Superior de Ingeniería Industrial (Septiembre, 2018). “Tipos de distribución en una planta industrial”.
- [PLAZ10]** valenciaplaza.com (17 de Diciembre de 2010). “El precio del suelo, por los suelos: agudiza su descenso y baja un 19,7% en el tercer trimestre”.
- [TARI19]** tarifadeluz.com
- [ESCU11]** Álvaro Escudero Muñoz, Darío Hernández Velasco, Ricardo Jaber Velázquez (2011). “SUMINISTRO DE ENERGÍA TÉRMICA EN LA INDUSTRIA CERVECERA, MEDIANTE UNA PLANTA TERMOSOLAR CON CCP ”
- [CESP19]** Cerveceros de España (1 Febrero, 2019). “HECTOLITROS PUESTOS EN EL MERCADO ESPAÑOL POR LAS EMPRESAS ASOCIADAS”
- [GONZ19]** gonzaleztratamiento.es. Gonzalez Tratamiento S.L. Maquinaria vitivinícola y embotellado
- [ELME19]** elmega.com. Intercambiador de calor pequeño modelo.
- [EQUI19]** equipmentimes.com. Tanque para fermentación de cerveza.
- [AGUA19]** aguamaquinas.com. Llenadora automática para cerveza, maquina botellas vidrio tapa corona.
- [SERF19]** serfruit.com. Robot de paletizado.

Documento II

Anexos

Anexo I

Fichas Maquinaria

F.M. 1: Silo Hermético

Marca: Silos Córdoba

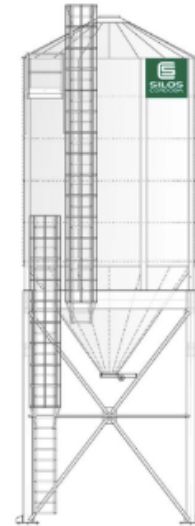
Modelo: 4.58/6

Año: 2019

Datos técnicos

Capacidad: 135 m³
 Diámetro: 4.58 m
 Material: Acero S275JR
 Unidades: 3 unidades

Mod.	m ³	Hs	H
4.58/6	135	8,65	16,65



ENTRADAS

Producto entrante

Almacenaje de cebada malteada

Suministros Electricidad:

Potencia: 3.000 W

Tensión: 230 V

Agua limpieza: Toma de agua

SALIDAS

Producto saliente

Retirada de la cebada hacia los elevadores de cangilones

Residuos

Ninguno

Observaciones:

F.M. 2: Elevador de Cangilones

Marca: Silos Córdoba

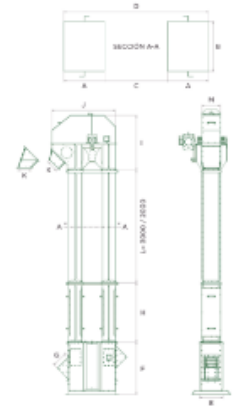
Modelo: ECI 250

Año: 2019

Datos técnicos

Modelo	Código	Rendimiento (tm/h)	Velocidad (m/s)	R.P.M	Cang/m	Capacidad (t)	Banda		Polea	
							Ancho (mm)	Material	Diámetro (mm)	Ancho (mm)
ECI 250	BEI 630/250	250	2,9	88	5,5	5,72	380	EP 800/4	630	380

Material: Acero S350GD



ENTRADAS

Producto entrante

Cebada malteada

**Suministros
Electricidad:**

Potencia:

2.000 W

Tensión:

400 V

SALIDAS

Producto saliente

Cebada malteada

Residuos

Ninguno

Observaciones:

El elevador será el encargado de transportar la malta desde los silos herméticos hasta el molino de malta

F.M. 3: Molino de malta

Marca: KEFID

Modelo: HGM

Año: 2019

Datos técnicos

Modelo	MW880
Diámetro(mm)	800
Cantidad de anillos	3
Cantidad de rodillos	21
Velocidad de motor principal(rpm)	230-240
Dimensión de alimentación(mm)	≤20
Tamaño de producto final(μm)	5-47
capacidad(T/h)	0.4-4.5
Dimensión(m)	13.9x4x6.2
Potencia(Kw)	145-165



ENTRADAS

Producto entrante

Cebada malteada en forma de grano

Suministros

Electricidad:

Potencia: 11.000 W
Tensión: 400 V
Frecuencia: 50 Hz

SALIDAS

Producto saliente

Cebada malteada troceada en harina fina

Residuos

Observaciones:

F.M. 4: Sistema de maceración, cocción y fermentación

Marca: KRONES

Modelo: STEINECKER CombiCube

Año: 2019

Datos técnicos

Volumen de cerveza de venta sin diluir	90.000 hl
Volumen de mosto frío (hl)	60
Cocimientos por día	8
Días de producción/año	225
Volumen de mosto frío/año	96.000
Pérdidas totales (%)	6
Duración de la fermentación principal (días)	5
Duración del almacenamiento (días)	9
Volumen requerido de tanque de fermentación (hl)	3.480
Cantidad de operadores	6
Turnos de trabajo de los operadores (h)	24
Ritmo de premaceración (h)	3
Carga de malta nominal (kg)	1.300
Concentración máxima de primer mosto (°P)	22,0
Cantidad nominal de lúpulo, tipo 90 kg	32,9
Cantidad nominal de lúpulo, tipo 45 kg	47,0



ENTRADAS

Producto entrante

Malta previamente triturada y agua

Suministros

Electricidad:

Vapor: 61,5 KW
Aire comprimido: 40 Nm3/h
Frecuencia: 50 Hz

SALIDAS


Producto saliente

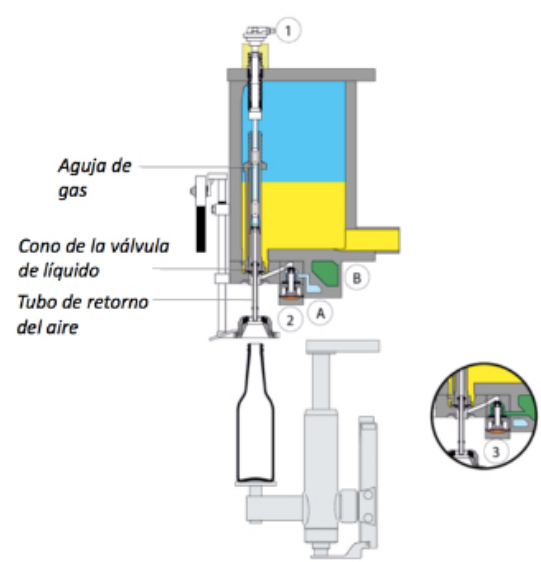
Mosto a 99°C

Residuos

Posos de la malta tras la mezcla, son recogidos y utilizados como alimento para el ganado

Observaciones:

F.M. 5: Lavadora de botellas		
Marca: KRONES	Modelo: Lavatec D4/D5	Año: 2019
<p>Datos técnicos</p> <p>Procesa entre 20.000 y 135.000 botellas por hora</p> <p>Potente motor de accionamiento síncrono para un transporte delicado de las botellas</p> <p>Ejecución completa con Clean Design</p>		
		
ENTRADAS		
<p>Producto entrante</p> <p>Botellas sucias</p>	<p>Suministros</p> <p>Potencia: 9.000 W</p> <p>Tensión: 400 V</p>	
SALIDAS		
<p>Producto saliente</p> <p>Botellas limpias y brillantes</p>	<p>Residuos</p> <p>Aguas residuales con químicos</p>	
<p>Observaciones:</p> <p>Se dispondrá de un circuito de recirculación de las aguas residuales para su posterior tratamiento</p>		

F.M. 6: Sistema de llenado de botellas		
Marca: KRONES	Modelo: Modulfill HRS	Año: 2019
<p>Datos técnicos</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="background-color: #cccccc; padding: 5px; margin-right: 20px;"> <p><i>Funciones</i></p> <p>1 Aguja de gas Cono de la válvula de líquido</p> <p>2 Descarga de presión</p> <p>3 Vacío</p> <p>A Descarga de presión/CIP</p> <p>B Vacío</p> </div> <div>  </div> </div>		
ENTRADAS		
<p>Producto entrante</p> <p>Botellas vacías y cerveza para el llenado</p>	<p>Suministros</p> <p>Viscosidad < 10 mPa·s</p> <p>Pulpa ≤ 0,4 mm/proporción < 10 %</p> <p>Fibras 1 x 5 mm/proporción < 5 %</p>	
SALIDAS		
<p>Producto saliente</p> <p>Botellas llenas</p>	<p>Residuos</p>	
<p>Observaciones:</p> <p>78.000 envases por hora</p>		

F.M. 7: Sistema de etiquetado de botellas

Marca: KRONES

Modelo: Modulfill HRS

Año: 2019

Datos técnicos

Diámetro de la mesa
portaenvases: 2.400 mm

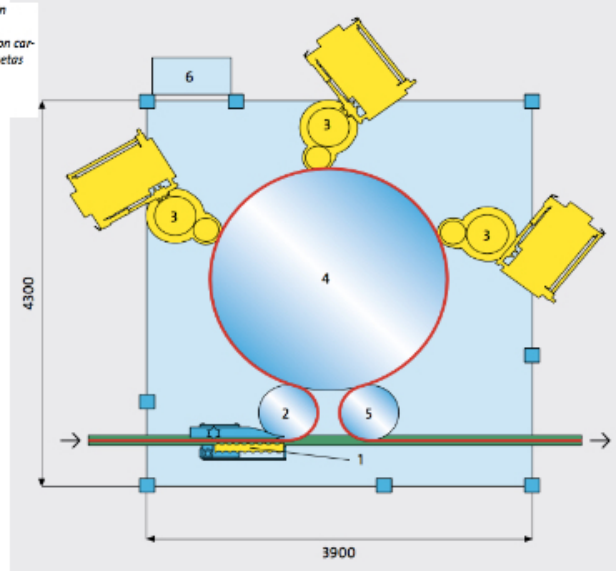
Variante 1: hasta cuatro conjuntos
etiquetadores para procesar
respectivamente dos o más etiquetas

Variante 2: hasta cuatro conjuntos
etiquetadores con ajuste de altura
motorizado

Equipo opcional para desacoplar
conjuntos no utilizados

Cargador automático de etiquetas AMB
opcional

- 1 Tornillo sinfin de separación
- 2 Estrella de entrada
- 3 Conjuntos de etiquetado con cargador automático de etiquetas
- 4 Mesa portaenvases
- 5 Estrella de salida
- 6 Armario de distribución



ENTRADAS

Producto entrante

Botellas llenas de cerveza sin etiqueta

Etiquetas

Suministros

Tensión: 400 W
Frecuencia: 50 Hz

SALIDAS

Producto saliente

Botellas etiquetadas

Residuos

Aquellas botellas etiquetas defectuosas

Observaciones:

72.000 envases por hora

F.M. 8: Robot paletizador

Marca: KRONES

Modelo: Robogrip

Año: 2019

Datos técnicos

Modelo	Rendimiento máximo (impulsos por hora)	Capacidad de carga (kg) en la articulación del sistema de agarre	Zona de rotación
Robogrip de 4 ejes	450	500	2 x 185°



ENTRADAS

Producto entrante

Cajas llenas de botellas de botellas

Suministros

4 ejes de movimiento

Elementos de agarre

Tensión: 400 W

Frecuencia: 50 Hz

SALIDAS


Producto saliente

Palets estructurados en orden

Residuos

Observaciones:

72.000 envases por hora

F.M. 9: Carretilla eléctrica		
Marca: NISSAN	Modelo: LX	Año: 2015
<p>Datos técnicos</p> <p>Capacidad: 600 kg Peso: 1.000 kg Altura elev: 7 m Velocidad elev: 0,45 m/s</p> <div style="text-align: right;">  </div>		
ENTRADAS		
<p>Producto entrante</p> <p>Palets con cajas de cerveza</p>	<p>Suministros</p> <p>Potencia: 1500 W Tensión: 230 V</p>	
SALIDAS		
<p>Producto saliente</p> <p>Paletes con cajas de cerveza</p>	<p>Residuos</p> <p>Ruedas desgastadas</p>	
<p>Observaciones:</p> <p>Trasladar las cajas de la paletizadora al camión o zona de almacenaje</p>		

F.M. 10: Sistema de carbonatación

Marca: STEINFURTH

Modelo: ICS 610

Año: 2017

Datos técnicos

Flow rate: (depending on injector size)	1,000 – 16,000 l/h (265 – 4225 gal/h)
CO ₂ concentration: (continuously variable, temperature-dependent)	0 - 6 g/l / 0 – 3 vol
Required feed pump pressure:	≥ 6 bar / 87 PSI
Maximum operating pressure:	10 bar / 145 PSI
CO ₂ supply pressure:	10 bar / 145 PSI
Dimensions (HxWxD) in mm:	150 x 295 x 100
inch:	5.9 x 11.6 x 3.9
Dimension of mixing stage [mm]:	∅ 80 x 210
[inch]:	∅ 3.2 x 8.3
Rated diameter:	DN 40 or DN 50
Pressure loss:	approx. 3–3.5 bar (43 – 50 psi)
Minimum flow rate:	approx. 2/3 x rated flow



ENTRADAS

Producto entrante

Cerveza sin carbonatar

Suministros

Frecuencia: 50 Hz

Tensión: 230 V

SALIDAS

Producto saliente

Cerveza carbonatada casi lista para consumo

Residuos

Observaciones:

Introducir CO₂ dentro de la bebida para así generar espuma.



ESTUDIO Y ANÁLISIS DE VIABILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN
DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Jaime Machés Rueda
20130122