

TRABAJO FIN DE GRADO  
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL CERVECERA**

DOCUMENTO 2:  
**ANEXOS**

Autor:

Víctor Manuel Roldán Crespo

Tutor:

Francisco Carrillo de la Fuente



## 1. SIMULACIÓN DEL PROCESO.

En este apartado se realizará la simulación del proceso de fermentación para poder determinar la cantidad de azúcares y, por tanto, los gramos de malta necesaria para obtener una cerveza tipo Ale de 6,7° de alcohol.

En primer lugar, para poder realizar la simulación del proceso es necesario determinar los parámetros cinéticos de la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*. En la siguiente tabla se recogen dichos parámetros:

*Tabla 1. Parámetros cinéticos de la levadura Saccharomyces Cerevisiae [41].*

Parámetros (°C)	Valor
$\mu_{\text{máx.}}$	0,084 h <sup>-1</sup>
$K_s$	213,6 g/L
$Y_{xs}$	0,136 g·g <sup>-1</sup>
$Y_{px}$	4,913 g·g <sup>-1</sup>

Siendo:

$\mu_{\text{máx.}}$  = Constante de velocidad máxima de crecimiento de las células.

$K_s$  = Constante de Monod.

$Y_{xs}$  = Rendimiento de las células frente al sustrato.

$Y_{px}$  = Rendimiento del producto frente a las células.

Estos parámetros son necesarios puesto que se llevará a cabo un modelo matemático para el diseño de un biorreactor discontinuo.

En este modelo se usará la ecuación de Monod para determinar el crecimiento exponencial de las células. A continuación, se detallan los balances de masa y leyes de velocidad correspondientes para la fermentación de la levadura:

### 1. Balances de materia:

-Células: 
$$V \frac{dC_c}{dt} = (r_g - r_d)V$$

-Sustrato: 
$$V \frac{dC_s}{dt} = (r_s - r_{sm})V$$

-Producto: 
$$V \frac{dC_p}{dt} = r_p V$$

2. Leyes de velocidad:

$$r_g = \mu_{m\acute{a}x} \left(1 - \frac{C_p}{C_{p^*}}\right)^n \frac{C_c C_s}{K_s + C_s}$$

$$r_d = K_d C_c$$

$$r_{sm} = m C_c$$

3. Estequiometría:

$$r_p = Y_{p/c} r_g$$

$$r_s = Y_{s/c} (-r_g)$$

4. Combinando y eliminando el volumen del reactor:

$$\frac{dC_c}{dt} = \mu_{m\acute{a}x} \left(1 - \frac{C_p}{C_{p^*}}\right)^n \frac{C_c C_s}{K_s + C_s} - K_d C_c$$

$$\frac{dC_s}{dt} = -Y_{s/c} \mu_{m\acute{a}x} \left(1 - \frac{C_p}{C_{p^*}}\right)^n \frac{C_c C_s}{K_s + C_s} - m C_c$$

$$\frac{dC_p}{dt} = Y_{p/c} r_g$$

Siendo [42]:

$n = 0,5$  (Constante empírica).

$C_{p^*} = 93$  g/L (Concentración del producto en el cual todo metabolismo cesa).

$C_s$  = Concentración de sustrato.

$C_c$  = Concentración de células.

$C_p$  = Concentración de etanol.

$K_d = 0,01$  h<sup>-1</sup> (Constante de tasa de muerte específica).

$m = 0,04$  h<sup>-1</sup> (Constante de mantenimiento celular).

Una vez recopilado todas las constantes presentes en el proceso de fermentación de la levadura *Saccharomyces Cerevisiae*, se dispone a simular el proceso en Polymath, sabiendo que las concentraciones iniciales de sustrato y de la levadura son:  $C_{s0} = 156,6$  g/L y  $C_{c0} = 0,6$  g/L. No obstante, el valor del sustrato inicial se ha modificado empleando la simulación para la obtención de una graduación alcohólica de 6,7°, tras una semana de fermentación. La concentración inicial de levadura y la duración del proceso de fermentación se

han extraído de la bibliografía [43] para la fabricación de una cerveza tipo Indian Pale Ale.

A continuación, se muestran la simulación informática mediante Polymath y una representación gráfica del proceso de fermentación:

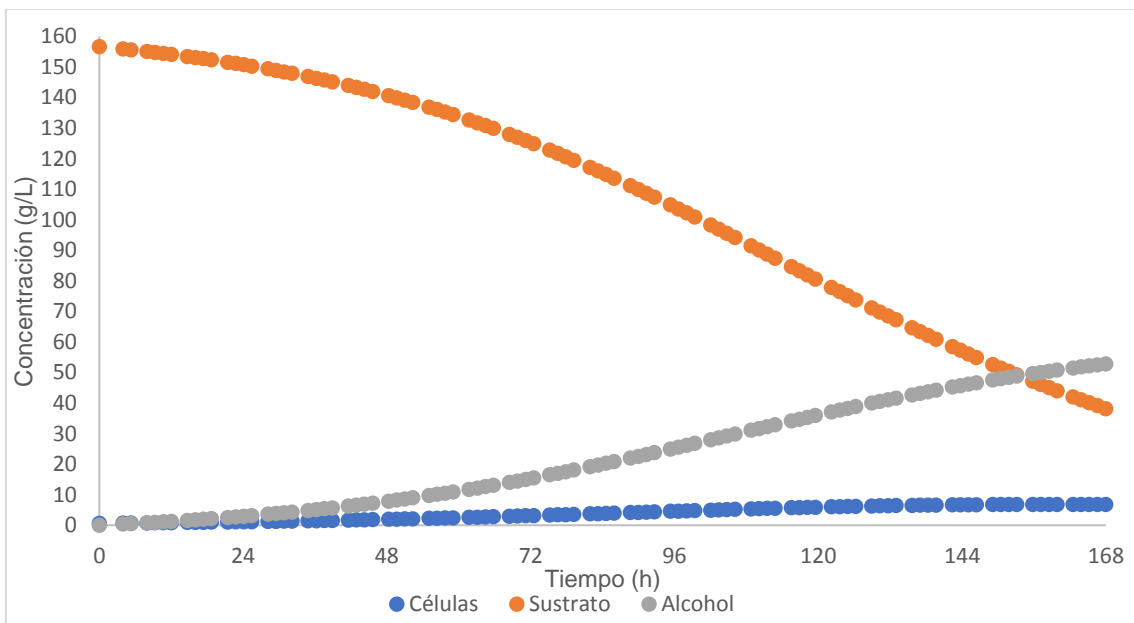
```

POLYMATH 6.10 Professional Release - [Ordinary Differential Equations Solver]
File Program Edit Format Problem Examples Window Help
d(e) x= ini- fini RKF45 Iable Graph Report
Differential Equations: 3 Auxiliary Equations: 9 Ready for solution

d(Cc) / d(t) = rg-rd
Cc(0) = 6e-1
d(Cs) / d(t) = (Ysc*(-rg)-rsm)
Cs(0) = 15660e-2
d(Cp) / d(t) = rg*Ypc
Cp(0) = 0
rd=Cc*(1e-2)
Ysc=(1/(136e-3))
Ypc=4193e-3
rg=kobs*Cc*(Cs)/(Ks+(Cs))
kobs=(umax*(1-Cp/93)^(5e-1))
umax=84e-3
rsm=m*Cc
t(0) = 0
t(f) = 168
Ks=2136e-1
m=4e-2
    
```

Figura 17. Simulación de la fermentación mediante Polymath.

Gráfica 1. Representación de las concentraciones del sustrato, células y alcohol frente al tiempo.



Como se puede observar, tras 168 horas de fermentación se obtiene una concentración de etanol igual a 52,81 g/L. Sabiendo que la densidad del etanol es 0,789 g/mL:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{52,81g}{0,789g/mL} = 66,93 mL$$

Por tanto, para un litro de cerveza se obtienen 66,93 mL de etanol que equivale a 6,7° de alcohol.

Se observa que se produce un consumo de sustrato mayor a partir de las 48 horas de fermentación, que es cuando la levadura se encuentra acomodada al medio y ha comenzado a reproducirse. Además, este aumento del consumo de sustrato coincide con un aumento exponencial de la concentración de etanol en la cerveza.

Por otro lado, en el gráfico se muestra un exceso de azúcares fermentables que quedan tras discurrir el tiempo de fermentación. Estos azúcares se muestran porque no se ha tenido en cuenta la fase de latencia y respiración de la levadura, en la cual los azúcares son consumidos sin que se produzca etanol.

## 2. BALANCE DE MATERIA Y DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.

### 2.1. Balance de materia.

Para determinar la cantidad de materia prima necesaria para elaborar un litro de cerveza, se ha escogido una receta de la bibliografía [43]. No obstante, gracias a la simulación del proceso de fermentación, se ha modificado la receta para obtener un producto con una graduación alcohólica aproximada a 6,7°. A continuación, se detallará la cantidad de materia prima por litro de cerveza:

- Agua: Según la bibliografía el consumo medio de agua por cada litro de cerveza elaborada es de cinco litros; incluyendo el agua necesaria para la maceración, la filtración y la limpieza de los equipos.
- Malta de cebada: Los gramos de malta necesarios por cada litro de producto se han determinado gracias a la simulación del proceso. En la figura 17 se establecen 156,6 g de azúcares fermentables por cada litro de cerveza, teniendo en cuenta, que por cada 100 g de malta de cebada se obtienen 78,3 g de azúcares se precisarán [44]:

$$X = \frac{156,6 \cdot 100}{78,3} = 200 \frac{g \text{ malta de cebada}}{L \text{ de cerveza}}$$

Como se desea elaborar una cerveza tipo Indian Pale Ale, los porcentajes del tipo de malta utilizada varían:

Malta Pale (95,6%): 191,2 g de malta Pale/L de cerveza.

Malta Crystal (4,4%): 8,8 g de malta Crystal/L de cerveza.

- Levadura: La cantidad de levadura tipo Ale por cada litro de cerveza son 0,6 gramos.
- Lúpulo: La receta estudiada establece añadir en total 5 gramos de lúpulo tipo Cascade y 1,25 gramos de lúpulo tipo Fuggle.
- Azúcar: Los gramos de azúcar necesarios para obtener una carbonatación de 2,45 vol. CO<sub>2</sub> (valor medio de carbonatación según la bibliografía) se determinan de la siguiente manera:

$$\text{Vol. CO}_2 \text{ a adicionar} = \text{Vol. CO}_2 \text{ deseados} - \text{Vol. CO}_2 \text{ residuales}$$

El vol. de CO<sub>2</sub> deseados son 2,45 y el vol. de CO<sub>2</sub> residuales son 0,86 (observando la Tabla 5 a una temperatura de 20°C), por tanto:

$$\text{Vol. CO}_2 \text{ a adicionar} = 2,45 - 0,86 = 1,59 \text{ vol.}$$

Sabiendo que cada gramo de azúcar equivale a 0,23 vol. de CO<sub>2</sub>:

$$X = \frac{1,59}{0,23} = 6,9 \text{ gramos de azúcar.}$$

Puesto que el objetivo del proyecto es la fabricación de 4000 L de cerveza al mes y el ciclo de producción de la cerveza Indian Pale Ale dura 15 días, se establecen dos ciclos de producción al mes, siendo cada uno, de 2000 L.

A continuación, se tabulan las cantidades de materia prima necesaria por cada litro de producto y para cada ciclo de producción (2000 litros):

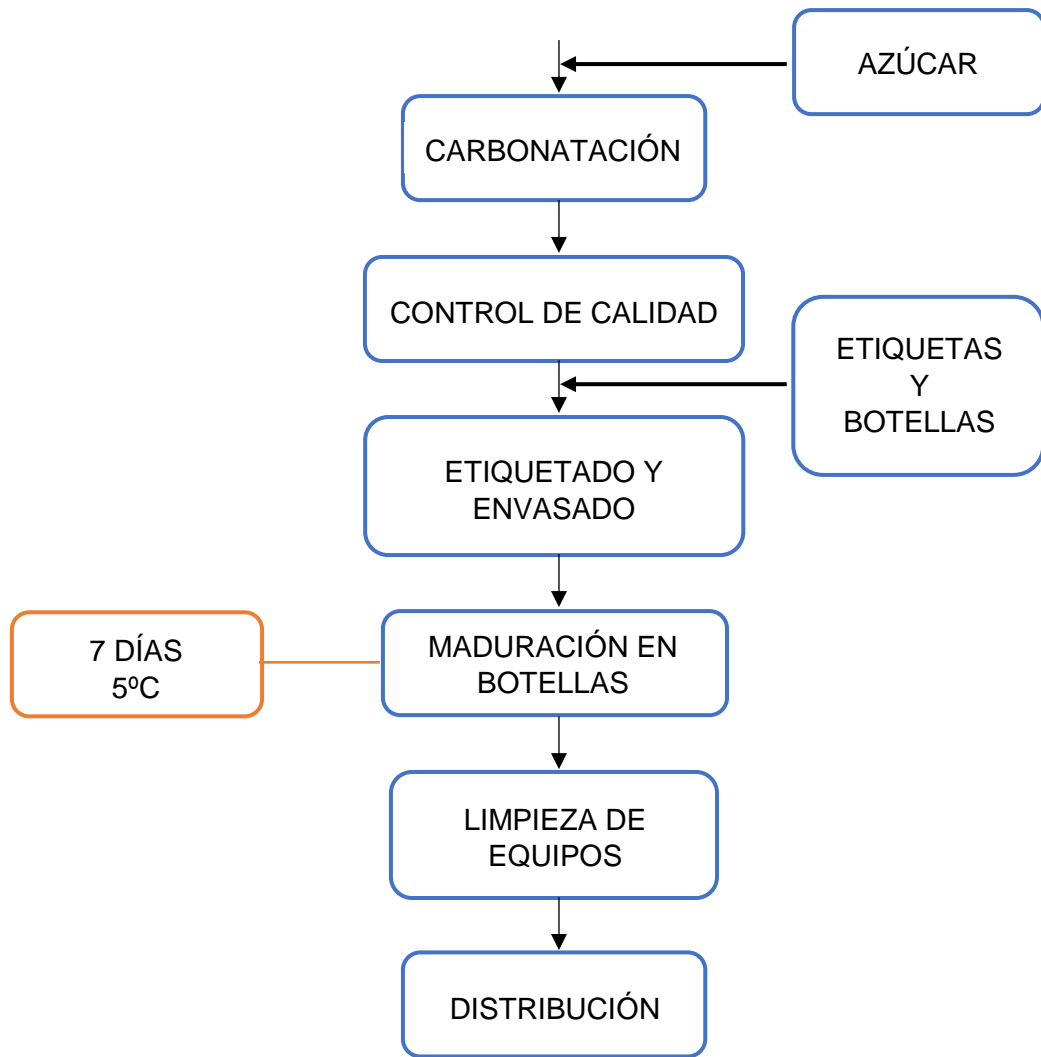
**Tabla 2.** Materia prima necesaria por litro de producto y ciclo de producción.

Materia Prima	Tipo	Por litro de producto	Ciclo de producción
Agua	-	5 L	10000 L
Malta de cebada	Pale	191,2 g	382,4 kg
	Crystal	8,8 g	17,6 kg
Levadura	Ale	0,6 g	1,2 kg
Lúpulo	Cascade	5 g	10 kg
	Fuggle	1,25 g	2,5 kg
Azúcar	-	6,9 g	13,8 kg



2.2. Diagrama de flujo.





### 3. SELECCIÓN DE MÁQUINAS.


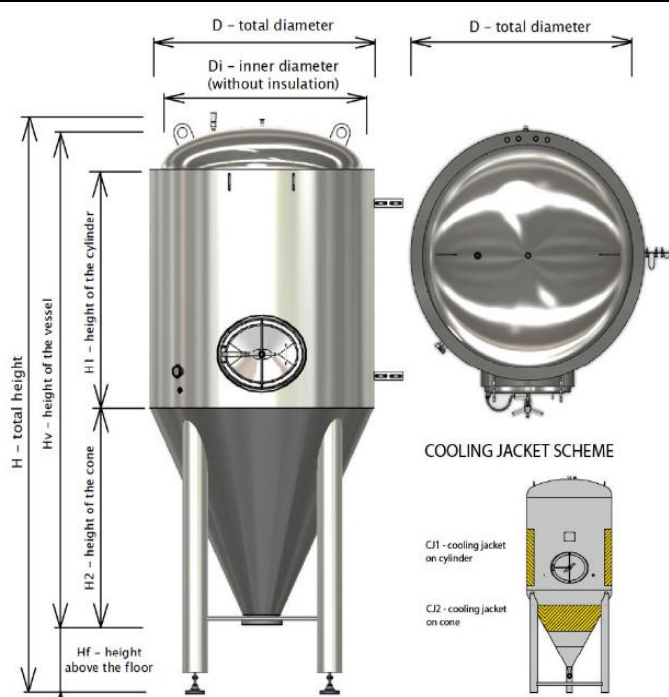
Una vez se ha determinado el flujo de material que interviene en cada proceso y se conocen los tiempos de actividad de cada máquina, se procede a la elección de los equipos. No obstante, las especificaciones técnicas vendrán expuestas en las fichas técnicas de los equipos:

Todos los equipos se han adquirido en Czech Brewery System.

- Tanque de fermentación: Se ha escogido un fermentador troncocónico, cuyo modelo es CCTM-2000/2400 L, con una sobrepresión admisible de 0,5 bares, ya que el proceso ocurre a presión atmosférica.
- Macerador, Lauter-Tun y Whirpool: En este caso se ha optado por un conjunto denominado Tritank-2000. Incluye los tres recipientes denominados y todos los accesorios requeridos.
- Estación de limpieza (CIP): Se ha elegido una estación de limpieza, (CIP)-51, con un volumen utilizable de 50 litros, para la limpieza, saneamiento y esterilización de los equipos. Este volumen es suficiente para limpiar un depósito de 2000 litros.
- Molino de malta: Para la molturación de los granos de malta de cebada se escoge un molino MM-503EWR (500kg/h). Este molino es ideal ya que se necesitan 400 kg de malta de cebada por cada ciclo de producción.
- Generador de vapor: Puesto que el macerador elegido opera mediante vapor de agua, se necesitará un generador de vapor eléctrico. Se opta por el modelo ESG-180 (180kg/h) bajo recomendación del fabricante.
- Depósito de refrigeración de agua: Para la refrigeración de la cerveza en los fermentadores se elige el modelo ICWT-1000. Este depósito es necesario para establecer la temperatura del agua de las camisas a 20°C.
- Sistema de medición de temperatura y control: La elección del modelo TTMMCS2-1AS es necesaria para el control de la temperatura en el tanque de fermentación. Además, el tanque elegido posee camisas separadas y carece de agitación, por lo que es fundamental el control de las dos zonas.

- Refrigerador y aireador: Es necesario un refrigerador a la salida del whirpool para que el mosto entre a 20°C dentro del fermentador. Además, es de vital importancia airear el mosto para que aumente la concentración de oxígeno disuelto, de esta manera se favorece la reproducción de la levadura. El modelo elegido es WCASB-2000.
- Cámara frigorífica: Debido a que tras la etapa de maduración es necesaria una fermentación de 7 días en botella a una temperatura de 5°C, se opta por la cámara MCB-45, que posee 4,5 m<sup>3</sup> de volumen interno.
- Etiquetadora y envasadora: Para el etiquetado de las botellas se ha escogido el modelo BLA-MB 1000, capaz de etiquetar 1800 botellas/h. La máquina envasadora elegida es el modelo BFA-MB 1000, cuya capacidad es de 550 botellas/h.

#### 4. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

MAQUINARIA INDUSTRIAL			
<b>EQUIPO</b>	TANQUE DE FERMENTACIÓN		
<b>FINALIDAD</b>	FERMENTACIÓN DEL MOSTO		
<b>MODELO</b>	CCTM-B2		
PARÁMETROS DIMENSIONALES		PROPIEDADES Y EQUIPAMIENTO	
Volumen utilizable	2000 L	Presión máxima	0,5 bar
Volumen total	2400 L	Material	DIN1.4301/AISI304
Altura total	3363 mm	Ángulo del cono	60°
Altura cuerpo tanque	2833 mm	Encamisado cilindro	60% / 4"
Altura del cilindro	1410 mm	Encamisado cono	40% / 4"
Altura del cono	1083 mm	Boca-hombre	450x350mm
Altura apertura inferior	430 mm	Apertura inferior	DN150 / NW150 / DIN11851
Diámetro interno	1250 mm	Apertura superior	DN25 / NW25 / DIN32676
Diámetro total	1350 mm	Esfera de lavado	DN25 / NW25
Peso tanque vacío	718 kg	Zócalos de medición de temperatura	DN9 / NW9 / 320 mm
Peso tanque lleno	3118 kg	Válvula de seguridad superior	0.5 bar / 0.2 bar
		Garantía	2 años
 <p>The technical drawing illustrates the CCTM-B2 fermentation tank with various dimensions and cooling jacket configurations. Key dimensions include:         <ul style="list-style-type: none"> <li><b>H</b> - total height</li> <li><b>Hv</b> - height of the vessel</li> <li><b>H1</b> - height of the cylinder</li> <li><b>H2</b> - height of the cone</li> <li><b>Hf</b> - height above the floor</li> <li><b>D</b> - total diameter</li> <li><b>Di</b> - inner diameter (without insulation)</li> </ul>         The drawing also shows a top view of the tank and a 'COOLING JACKET SCHEME' with two options:         <ul style="list-style-type: none"> <li><b>CJ1</b> - cooling jacket on cylinder</li> <li><b>CJ2</b> - cooling jacket on cone</li> </ul> </p>			

**MAQUINARIA INDUSTRIAL**


<b>EQUIPO</b>	MACERADOR, LAUTER-TUN Y WHIRPOOL			
<b>FINALIDAD</b>	MACERACIÓN, COCCIÓN, FILTRADO Y CENTRIFUGADO			
<b>MODELO</b>	TRITANK 2000			
<b>DIMENSIONES</b>	4500 x 4500 x 3600 mm			
<b>PESO</b>	2590 kg			
<b>SISTEMA DE CALEFACCIÓN</b>	VAPOR			
<b>MACERADOR</b>		<b>LAUTER-TUN</b>		
Capacidad utilizable	2826 L	Capacidad utilizable	2649 L	
Diámetro	1500 mm	Diámetro	1500 mm	
Altura	1600 mm	Altura	1500 mm	
Área inferior calentada	1,42 m <sup>2</sup>	Filtrado de 6 segmentos con 8% permeabilidad		
Área cilíndrica calentada	0,72 m <sup>2</sup>	2 brazos agitadores y 12 cuchillas		
Válvula de vapor	DN 25	Indicador mecánico de T <sup>a</sup>	0-120°C	
Descarga de vapor condensado	DN 25	Válvula de regulación de 3 vías	DN 80	
Agitador	Potencia salida	640 Nm	Potencia salida	840 Nm
	Potencia entrada	2,2 kW	Potencia entrada	2400 W
Iluminación	12V / 35W	Iluminación	12V / 35W	
2 x Ducha giratoria sanitaria	DN 20	2 x Ducha giratoria sanitaria	DN 20	
Tubo salida de vapor	DN 100	Equipo automático de descarga		
Aislamiento algodón plastificado	50 mm	Aislamiento algodón plastificado	50 mm	
Revestimiento ext. Acero Inox.	1 mm	Revestimiento ext. Acero Inox.	1 mm	
Cubierta superior en acero inox.		Cubierta superior en acero inox.		

<b>WHIRPOOL</b>		<b>TUBERÍAS Y ARMADURAS</b>	
Capacidad utilizable	2649 L	Vía principal con 5 válvulas	DN 50
Diámetro	1500 mm	Vía drenaje con 3 válvulas	DN 50
Altura	1500 mm	Vía sanitaria con 4 válvulas	DN 32
Boca-hombre	430x340 mm	Suministro de agua y vías adicionales con 5 válvulas	DN 32
2 x Ducha giratoria sanitaria	DN 20	Filtro del mosto	4000 L/h DN125
Boquilla tangencial	DN 20	Bomba de maceración y fermentación	DWO 150 Ebara
Indicador nivel llenado	DN 20	Potencia de entrada	1100 W
2 x Válvula de fermentación	DN 32	H. máx.	2,2 bar
Aislamiento algodón plastificado	50 mm	Bomba controlada mediante el convertidor de frecuencia Fronic 2,2 kW	
Revestimiento ext. Acero Inox.	1 mm		
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			
Interruptor principal 3x25A			
Motor de arranque 3x2,5-4A			
1 x Convertidor de frecuencia Fronic mini 1,5 kW			
2 x Convertidor de frecuencia Fronic mini 0,75kW			
Regulador digital de Tª del macerador, Dixel XR20D			
Regulador digital de Tª de salida del mosto, Dixel XR20D			
Disyuntor 6A 230V			
Disyuntor 10A 230V			
Disyuntor 4A 230V			
Tablero de conmutadores de 36 módulos			

**MAQUINARIA INDUSTRIAL**

<b>EQUIPO</b>	ESTACIÓN DE LIMPIEZA (CIP)				
<b>FINALIDAD</b>	LIMPIEZA DE LOS DEPÓSITOS				
<b>MODELO</b>	CIP-51				
<b>PARÁMETROS DIMENSIONALES</b>		<b>PROPIEDADES Y EQUIPAMIENTO</b>			
Ancho	1150 mm	Elemento calefactor	3500 W		
Altura	1460 mm	Tuberías de distribución	DN 25		
Profundidad	480 mm	Armaduras	DN 25 / 1.4301		
Contenedor de NaOH	50 L	Bomba tipo Ebara CDX 70	7,95 L/min 230V / 50 Hz		
Recipiente de neutralización	23 L	Cuadro eléctrico			
Caldera	12 L	Conexión eléctrica principal	3 * 400V / 50 Hz / 16A		
		Disyuntor	230V / 16A		
		Regulador digital Dixel XR 10 D			
		Contactor de calefacción	230V / 16A		
		Motor de arranque	230V		
		Sonda NTC	6 mm		
		5 x Cables	1,5 / 5m		
		Entrada (aspiración)	GG DN 25		
		Salida	GG DN 25		



**MAQUINARIA INDUSTRIAL**



**EQUIPO**

**MOLINO DE MALTA**

**FINALIDAD**

**MOLTURACIÓN DE LOS GRANOS**

**MODELO**

**MM-503EWR**

**PARÁMETROS**

Capacidad de producción	500 kg/h
Número de rodillos	2
Distancia ajustable entre rodillos	
Conexión de alimentación	3F 380-400V / 50 Hz
Consumo	4 kW
Soporte incluido	
Dimensiones (H x L x W)	920 x 600 x 600 mm
Peso	180 kg



**MAQUINARIA INDUSTRIAL**




<b>EQUIPO</b>	<b>GENERADOR DE VAPOR</b>	
<b>FINALIDAD</b>	<b>GENERACIÓN DE VAPOR PARA EL MACERADOR</b>	
<b>MODELO</b>	<b>ESG-180</b>	
<b>PARÁMETROS Y ACCESORIOS</b>		
Potencia	20-120 kW	
Caudal de vapor	26-180 kg/h	
Presión de trabajo	6 bar	
Tª del vapor máx.	155°C	
Tanque de condensado de acero inox.		
Cuatro conjuntos de calentadores		
Bomba de alta temperatura		
Intensidad acústica	<70 dB	
Cuerpo de la caldera de acero inox.	AISI 304	
Capacidad de la caldera	3 x 57 L	
Calentador de la caldera	20-120 kW	
Resto de componentes de acero inox.	AISI 304	
Fuente de alimentación	230V / 400V Trifásica 50 Hz	
Temperatura de trabajo	5 a 80°C	
Dimensiones	1700 x 800 x 1200 mm	
Peso	390 kg	



**MAQUINARIA INDUSTRIAL**



<b>EQUIPO</b>	DEPÓSITO DE AGUA DE REFRIGERACIÓN	
<b>FINALIDAD</b>	REFRIGERACIÓN DEL FERMENTADOR	
<b>MODELO</b>	IWCT-1000	
<b>PARÁMETROS Y ACCESORIOS</b>		
Capacidad total	1058 L	
Capacidad utilizable	1000 L	
Dimensiones	1250 x 850 x 1250 mm	
Peso	280 kg	
Material	Acero inox. 1.4301	
Aislamiento	Poliuretano 50 mm	
Aislamiento cubierto con acero inox. 1.4301		
2 x Entradas de agua	DN 25	
2 x Salidas de agua	DN 32	
Sonda NTC Ø 10 mm		
Mínima T <sup>a</sup> de funcionamiento	-15°C	
Máxima T <sup>a</sup> de funcionamiento	85°C	



<b>MAQUINARIA INDUSTRIAL</b>		
<b>EQUIPO</b>	SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL MANUAL	
<b>FINALIDAD</b>	MEDICIÓN Y CONTROL DE LA TEMPERATURA EN EL TANQUE DE FERMENTACIÓN	
<b>MODELO</b>	TTMMCS2-1AS	
<b>ACCESORIOS</b>		
2 x Regulador digital de temperatura	STTC-FC178F	
2 x Caja de conexión	STTC-CB100F	
2 x Válvulas reguladoras (Acero inox. DN15)	STTC-MV15-24VS	
2 x Kit de cables	CCK-100	
2 x Fuentes de alimentación (230V > 24V /200 VA IP65)	TRMC-23024-200	

**MAQUINARIA INDUSTRIAL**



**EQUIPO**

**REFRIGERADOR Y AIREADOR**

**FINALIDAD**

**ENFRIAMIENTO DEL MOSTO Y AIREACIÓN**

**MODELO**

**WCASB-2000**

**PARÁMETROS Y ACCESORIOS**

Dimensiones

1200 x 500 x  
280 mm

Tuberías

DN 40

Vela de aireación

Manómetro

Mezclador neumático

DN 10

Válvula neumática

DN 25

Termómetro 4x Dixell XT11S



<b>MAQUINARIA INDUSTRIAL</b>		
<b>EQUIPO</b>	<b>CÁMARA FRIGORÍFICA</b>	
<b>FINALIDAD</b>	<b>ENFRIAMIENTO DE BOTELLAS</b>	
<b>MODELO</b>	<b>MCB-45</b>	
<b>PARÁMETROS</b>		
Dimensiones	1500 x 1500 x 2460 mm	
Volumen interno	4,5 m <sup>3</sup>	
Aislamiento	PU 60 mm	

**MAQUINARIA INDUSTRIAL**



**EQUIPO**

**ETIQUETADORA AUTOMÁTICA**

**FINALIDAD**

**ETIQUETADO DE BOTELLAS**

**MODELO**

**BLA-MB1000**

**PARÁMETROS**

Dimensiones

1800 x 800 x  
2300 mm

Producción

1800 bph

Motor trifásico

380 V

Peso

250 kg

Consumo energético

0,54 kW

Consumo de aire

50 NL/min



**MAQUINARIA INDUSTRIAL****EQUIPO**

EMBOTELLADORA AUTOMÁTICA

**FINALIDAD**

LLENADO Y EMBOTELLADO DEL PRODUCTO

**MODELO**

BFA-MB1000

**PARÁMETROS**

Dimensiones	1500 x 1200 x 2000 mm
Peso	700 kg
Producción	550 bph
Diámetro máximo	100 mm
Altura máxima	340-370 mm
Temperatura de llenado	0-4°C
Material	AISI 304
Fuente eléctrica	1 kW 400V
Neumática	Aire comprimido 6 bar
Consumo de aire	400 NL con rosca hembra 3/8" - Tubo Rilsan 10 mm
Agua	3,5 bar con rosca hembra 1/2"
CO <sub>2</sub>	2,5 bar con rosca interior 3/8" - Tubo Rilsan 10 mm





