



# Universitat Jaume I

**Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals**

**Grau en Enginyeria Química**

## *Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet*

**Trabajo Fin de Grado**

Autor/a

Eduard Córdoba Bou

Tutor

Vicente Sanz Solana

Castellón, Septiembre de 2020

---

# 0. Resumen

En el presente trabajo final de grado se muestra el diseño de una planta de fabricación de tintas de inyección destinadas a la decoración de baldosas cerámicas, con una producción anual de 48000kg.

La tecnología de impresión por chorro de tinta ha tenido un gran desarrollo desde sus orígenes, lo que le ha permitido tener una implementación industrial masiva en la fabricación de baldosas cerámicas, gracias a la eficiencia de recursos y precisión que supone frente a las técnicas de decoración tradicionales.

La planta estará anexionada a la nave utilizada por la empresa fabricante de productos cerámicos, de manera que las tintas se fabricarán para cubrir las necesidades de ésta con el objetivo de reducir costes y obtener una mayor personalización de los productos.

Se procederá a diseñar una planta con todas las partes necesarias para poder producir estas tintas inkjet, seleccionando la materia prima, sus proporciones y el equipo necesario; dando los resultados siguientes:

- Un equipo de mezcla adecuado para la correcta dispersión de sólidos en el vehículo líquido formando una suspensión lista para ser molturada.
- Un molino para realizar la molienda húmeda de la dispersión y la elección de los equipos adicionales y parámetros necesarios como el tiempo de residencia.
- Un filtro de rechazo de las tintas para asegurar que ninguna partícula exceda el máximo tamaño permitido para así garantizar la correcta impresión posterior en el soporte cerámico.
- Un sistema de dosificación y llenado de garrafas para un apropiado almacenamiento de tintas o una directa utilización de éstas.

Finalmente, se realizará un estudio de viabilidad económica que servirá para demostrar la rentabilidad o no de este tipo de planta anexa a la empresa cerámica a la hora de decorar sus productos frente al uso de tintas provenientes de suministradores externos.

# **1. Índice general**

Los documentos básicos del proyecto “Diseño de una planta industrial para fabricar tintas inkjet” son los siguientes:

0. Resumen

1. Índice General

2. Memoria

3. Anexos

4. Planos

5. Pliego de Condiciones

6. Estado de Mediciones

7. Presupuesto

# 2. Memoria

# ÍNDICE

1. Objeto.....	4
2. Alcance .....	5
3. Antecedentes .....	6
3.1 La decoración cerámica por inkjet.....	6
3.1.1 Historia y recorrido de la tecnología inkjet.....	6
3.1.2 El mercado cerámico en España.....	10
3.1.3 Funcionamiento de la tecnología inkjet .....	11
3.2 Proceso productivo de las tintas inkjet.....	26
3.2.1 Molienda de tintas .....	28
3.2.2 Capacidad productiva.....	31
3.2.3 Secuencia de fabricación de colores.....	32
4. Normas y referencias .....	33
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	33
4.2 Bibliografía y Webgrafía.....	33
4.3 Programas de cálculo .....	35
5. Definiciones y abreviaturas.....	36
6. Requisitos del diseño .....	39
7. Análisis de soluciones.....	42
7.1 Materias primas .....	42
7.1.1 Pigmento .....	42
7.1.2 Vehículo.....	43
7.1.3 Aditivos.....	46
7.1.4 Requerimientos de la producción .....	48
7.2 Recepción y almacenaje de materia prima.....	1
7.3 Dosificación y mezclado de las materias primas .....	3

7.4 Sistema de molienda.....	7
7.4.1 Potencia y tiempo de residencia.....	9
7.4.2 Microesferas empleadas.....	9
7.4.3 Sistema de refrigeración .....	11
7.5 Filtración .....	12
7.6 Sistema de llenado y almacenaje de producto.....	16
7.7 Laboratorio de control e investigación.....	18
7.7.1 Molino de laboratorio .....	18
7.7.2 Control de la estabilidad de la suspensión.....	19
7.7.3 Control del tamaño de partícula.....	19
7.7.4 Control de color .....	20
7.7.5 Sistema para probar nuevas tintas.....	20
7.7.6 Otros equipos de laboratorio.....	22
7.8 Distribución en planta .....	23
8. Resultados finales. ....	27
8.1 Sistemas de almacenaje de materia prima y producto .....	27
8.2 Sistema de dosificación de materias primas .....	27
8.3 Sistema de dispersión.....	28
8.4 Depósitos empleados.....	30
8.5 Molienda.....	30
8.6 Bombas y válvulas. ....	33
8.7 Filtración .....	35
8.8 Sistema de llenado y almacenaje de producto.....	36
8.7 Distribución.....	37
8.8 Requerimientos de agua y potencia eléctrica .....	38
8.9 Personal de la planta.....	42

9.	Seguridad e higiene en la industria.....	44
9.1	Seguridad Estructural.....	46
9.2	Iluminación.....	46
9.3	Electricidad.....	47
9.4	Ventilación y temperatura.....	47
9.5	Limpieza y orden.....	48
9.6	Equipos de protección personal (EPP).....	50
9.7	Señalización.....	50
9.8	Riesgos químicos y de incendios.....	51
9.9	Actuación ante emergencias y accidentes.....	52
10.	Seguridad e higiene en la manipulación de tintas.....	53
10.1	Tintas y disolventes.....	53
10.2	Riesgos de incendio, volatilidad y explosión.....	53
10.3	Riesgos y efectos sobre la salud de tintas y disolventes.....	54
10.4	Medidas preventivas.....	54
11.	Impacto ambiental.....	56
12.	Estudio económico.....	57
12.1	Inversión.....	57
12.2	Costes variables.....	61
12.2.1.	Coste de la materia prima.....	61
12.2.2.	Electricidad y agua.....	63
12.2.3	Personal y material de oficina para el laboratorio.....	64
12.2.4	Coste de producción.....	66
12.3	Flujo Neto de Caja (NCF).....	67
12.4	Cálculo del VAN y el TIR.....	69

## 1. Objeto

La decoración es una característica de suma importancia en el sector cerámico, ya que aumenta el valor de los productos elaborados al otorgarle un plus estético.

En las últimas décadas, la tecnología inkjet ha tenido un fuerte desarrollo y crecimiento dentro del sector cerámico. Los reducidos costes y la precisión que supone frente a las técnicas tradicionales auguran una gran proyección en la industria cerámica, de modo que introducirse en este mercado asegura un gran futuro comercial.

Por otro lado, durante los últimos años la conciencia medioambiental ha penetrado en la industria de las tintas y ha contribuido al desarrollo de nuevos productos que respondan a la creciente demanda ecológica generando un menor impacto tanto en el medio como en la salud de las personas.

Por este motivo, el objetivo del proyecto es el diseño de una planta de producción de tintas inkjet sostenibles para poder cubrir las necesidades de cualquier empresa del sector cerámico que desee incorporar esta técnica de decoración en su proceso productivo. Esto se logrará mediante la integración de una planta de fabricación anexa a la nave de dicha compañía cerámica.

De esta manera, se conseguirá reducir los costes de fabricación de las tintas al mismo tiempo que se permitirá lograr una mayor personalización de los productos, escapando de la limitada producción de tintas controlada por los proveedores de máquinas de impresión y consiguiendo la diferenciación del producto y la adaptación a los distintos clientes y mercados.

Por otra parte, este proyecto servirá para actualizar trabajos anteriores que pudieran contar con máquinas ya obsoletas o procesos de producción menos sostenibles que los disponibles actualmente.

## 2. Alcance

Se pretende confeccionar una planta de producción de tintas de inyección para la decoración de baldosas cerámicas, pasando por todas las fases de producción que las tintas conllevan, las cuales se citan a continuación:

- Mezcla de las materias primas. En primer lugar, se añaden las materias primas (pigmentos, vehículo y aditivos) en la proporción adecuada en un sistema de dispersión.
- Molienda. Una vez las tintas salen del sistema de mezcla con sus correspondientes disolventes y aditivos, se introducen en el sistema de molienda.
- Filtración. A continuación, es necesario eliminar las partículas gruesas que puedan existir en las tintas mediante un sistema de filtrado.
- Embalaje. Finalmente, se envasa y se almacena la tinta para su posterior distribución.

Así pues, la instalación de producción estará compuesta principalmente por:

- Un dispersor
- Un molino
- Un filtro
- Una máquina envasadora

Por tanto, el alcance del proyecto será:

- Diseñar y dimensionar la planta de producción de tintas.
- Realizar el estudio económico que incluya los costes de construcción y funcionamiento de la planta.

### **3. Antecedentes**

Para entender mejor la finalidad del proyecto, se procede a explicar primeramente la decoración cerámica por inkjet para la cual se fabricarán las tintas y posteriormente se hará una introducción a la actividad productiva a la que se dedicará la planta.

#### **3.1 La decoración cerámica por inkjet**

En este apartado se procede a explicar el origen y recorrido de la decoración cerámica por impresión de chorro de tinta y el funcionamiento de esta tecnología.

##### **3.1.1 Historia y recorrido de la tecnología inkjet**

Frente a las técnicas de decoración tradicionales, en las últimas décadas se han popularizado los sistemas de impresión electrónicos que han penetrado en las artes gráficas, la fotografía, la industria textil y en otros sectores donde su introducción ha supuesto un gran avance. Por el contrario, en otras áreas industriales consolidadas como la cerámica, la implementación de esta tecnología resultó más dificultosa y se mantuvieron las técnicas de decoración clásicas durante más tiempo.

Sin embargo, con el paso de los años, la inyección de tinta digital se acabó imponiendo debido a su gran número de ventajas en el proceso de decoración, tales como:

- Automática separación de tintas y mezclas de colores
- Reducido número de pruebas de retoque hasta lograr el prototipo deseado, ya que se usa la misma máquina en el trabajo de laboratorio y en la producción industrial, por lo que no se requiere ajustar variables
- No precisa soportes físicos como rodillos o pantallas para grabar o serigráficas.
- Almacenamiento de diseños en formato digital sencillo y económico (sin plantillas)
- Se logra la localización precisa de cada gota según coordenadas x-y, pudiendo modificarse a tiempo real y obtener productos diferenciados en una secuencia.
- Personalización sencilla a través de pequeños cambios en un diseño básico, facilitando el cambio de tamaño de la imagen para acomodarse al de la baldosa
- Absoluta estabilidad de las imágenes, reducción del tiempo de cambio de dibujos y colores y posibilidad de obtener una decoración texturizada de máxima resolución

- Capacidad tanto de procesar piezas frágiles al no entrar en contacto con el cabezal como de hacerlo hasta el límite del borde de una pieza (por ejemplo, mediante la serigrafía las superficies cóncavas o convexas no podían decorarse)
- Al ser una impresión gota a gota en el punto preciso, se tiene un uso de tintas más eficiente y un menor desperdicio, así como una huella ecológica más pequeña que en las técnicas tradicionales

Por consiguiente, esta técnica supuso una drástica reducción de costes en la incorporación de las tintas además de un alto grado de fiabilidad, lo que repercutió muy positivamente en toda compañía que apostó por ella y fue una auténtica revolución a nivel industrial.

Aunque los primeros estudios sobre su utilización se remontan a los años 80, la introducción de esta tecnología en el sector cerámico comienza en 1998 cuando se crea la empresa castellonense KERAJET y ésta desarrolla el primer prototipo de máquina industrial de chorro de tinta para la decoración de superficies cerámicas.

El gran precio de tintas y máquinas, el pequeño intervalo cromático y la dependencia del esmalte utilizado, lastraron la difusión inicial de la técnica. Sin embargo, finalmente logró expandirse a gracias al desarrollo de nuevos cabezales y tintas pigmentadas, junto a la evolución del sistema de transporte de la baldosa y suministro de la tinta, la introducción de los datos, los sistemas de control asociados y la integración del conjunto en un entorno industrial de producción.

Actualmente, existen numerosas empresas en el mundo dedicadas a la fabricación de sistemas de impresión digital, principalmente en España, Italia y China. Las máquinas de estos países comparten la misma estructura: un cabezal de impresión similar, un ordenador para el control del diseño y las conexiones para la transferencia de datos a la máquina de impresión. Se consigue así un gran dominio de las condiciones de impresión, un diseño personalizado de mayor calidad y unos menores costes.

En la impresión de inyección de tinta se utilizan imágenes digitales, las cuales son representaciones numéricas, normalmente binarias. Cuando se observan en un monitor o en una cámara digital, la imagen que se ve no es continua como un dibujo a lápiz, sino que se compone de muchos elementos diminutos llamados píxeles, uno al lado del otro, que cuando hay suficientes provocan la ilusión de ver una imagen.

Antes de la impresión digital se usaba un proceso de transferencia de tinta del modelo al sustrato mediante contacto directo que se realizó durante cientos de años: la serigrafía. Para cualquier nuevo diseño, los técnicos mezclaban los componentes determinados de las tintas para alcanzar el color deseado después de la cocción, aplicando después el diseño en una superficie para obtener una muestra de laboratorio.

Luego, para poder pasar a mayores volúmenes se pasó de la impresión plana a la rotativa, se preparaba una cinta de prueba para ensayar el efecto del diseño con una malla cilíndrica. Si todas las operaciones previas se realizaban correctamente, se encargaba el cilindro grabado en su totalidad y se realizaban pruebas industriales del diseño en la propia línea de esmaltado.

Con la impresión de chorro de tinta mediante control digital, se cambia fundamentalmente el proceso; todos estos pasos para nuevos diseños se eliminan y no es necesario preparar y mezclar los colores en un laboratorio ni realizar tantas pruebas para elaborar un diseño.

Desde la aparición de la primera máquina de impresión para cerámica en el año 2000, mencionada anteriormente, los equipos empleados han ido mejorándose y desarrollándose, habiendo en la actualidad una amplia gama en el mercado.

Las transformaciones de las líneas de decoración tradicionales por otras de inkjet impulsaron el negocio a nivel mundial, teniendo actualmente como grandes competidores a Italia y China, ligeramente avanzados respecto España en maquinaria, pero siendo superados en I+D+I.

En los inicios de la década, China, India y Brasil tenían un número relativamente pequeño de máquinas instaladas, pero la cifra se ha incrementado considerablemente y han pasado a ser el tercer, cuarto y quinto país en número de máquinas instaladas, por detrás de España e Italia. En otros países del mundo también se está produciendo una rápida expansión de la tecnología de decoración digital en cerámica, tales como México, Argelia, Turquía, Túnez, Egipto, Arabia Saudí, Irán, Vietnam e Indonesia.

A pesar de la crisis económica mundial, se fue incrementando la producción de máquinas y tintas de inyección al aprovechar las empresas esta situación para cambiar su modelo de producción apostando por otra tecnología más personalizada que les permitiese volver a aumentar sus ventas.

Los países que siempre han predominado en esta producción han sido España e Italia, pero cabe destacar la fuerte producción que está generando el gigante asiático, China.

Además, Castellón alberga actualmente las que son las empresas punteras en materia de decoración digital: Kerajet y Efi Cretaprint, cuyos resultados no paran de crecer en los últimos años y que se han convertido en un referente en el ámbito de I+D+I.

La tecnología de impresión por chorro de tinta está en continuo desarrollo desde sus inicios, y hoy en día esta no se limita a la decoración, sino que permite obtener múltiples efectos cerámicos (acabados de efecto brillo, mate, opacos y metálico), relieves e incluso la aplicación de esmaltes.

En un futuro, el estudio en esta ciencia permitirá ampliar el número de materiales a utilizar. Por ejemplo, pueden elaborarse baldosas que incorporen sensores táctiles, de presión o proximidad para que puedan usarse como conmutadores o detectores de pisadas para controlar las luces, abrir las puertas, contar el tránsito humano, etc. De esta manera, se podrían obtener nuevas aplicaciones funcionales e incluso transformar el proceso de fabricación de baldosas y desarrollar nuevos modelos de negocio.

En el presente, existen estudios de I+D+I centrados en la innovación del producto, del proceso, de la gestión y de marketing de las empresas que se dedican a la fabricación tanto de tintas y maquinaria como de baldosas cerámicas, pudiendo tratar temas como por ejemplo la obtención de nuevas baldosas antideslizantes mediante la tecnología inkjet, de tal forma que no se requiera que el producto antideslizante cubra toda la pieza.

Uno de los últimos avances que se ha incorporado es la tecnología HD (alta definición), que aporta un mayor realismo, precisión y excelencia a cada pieza. De esta manera, se logra crear diseños cerámicos ricos en detalle y con un cromatismo sin precedentes.

Estos procesos de investigación se deben desarrollar juntamente con la nanotecnología, ya que las tintas inkjet se basan en partículas de dimensiones del orden de micras. Además, también pueden ayudarse de la irrupción de las impresoras en 3D y de su posible uso en distintas aplicaciones para conseguir el mejor aprovechamiento de la impresión digital, pudiendo crear texturas y obtener nuevos efectos estéticos.

### 3.1.2 El mercado cerámico en España

Por lo que refiere al sector cerámico, la industria española es una de las más competitivas en el panorama internacional, gracias a su calidad y su constante apuesta por la innovación y el desarrollo de nuevos productos y aplicaciones.

Particularmente, en la provincia de Castellón se concentra el 94% de la producción cerámica nacional, situándose la mayor parte de las azulejeras en el clúster o distrito industrial de Alcora, Onda y Villarreal.

En la actualidad, nuestro país es el primer exportador en volumen de la UE y el quinto a nivel internacional (exportamos a 185 países) con un 4% de la producción mundial, por debajo de China, India, Brasil y Vietnam.

El ejercicio de 2019 se cerró en España con una facturación conjunta de 3.757 millones de euros, un 4,5% más que en 2018, como se puede observar en los informes de Ascer:

#### Magnitudes principales. Datos anuales

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Producción (mill. m <sup>2</sup> )	366	392	404	420	425	440	492	530	530	510
Variación anual (%)	12,8%	7,1%	3,1%	4,0%	1,1%	3,6%	11,8%	7,7%	0,0%	-3,8%
Empleo directo	16.200	15.500	14.400	14.300	14.400	14.500	15.000	15.600	15.400	15.800
Variación anual (%)	-8,5%	-4,3%	-7,1%	-0,7%	0,7%	0,7%	3,4%	4,0%	-1,3%	2,6%
Ventas totales (mill. €)	2.535	2.587	2.647	2.787	2.893	3.085	3.303	3.495	3.597	3.757
Variación anual (%)	-1,7%	2,1%	2,3%	5,3%	3,8%	6,6%	7,1%	5,8%	2,9%	4,5%
Exportación (mill. €)	1.747	1.892	2.082	2.240	2.328	2.452	2.570	2.686	2.727	2.818
Variación anual (%)	4,4%	8,3%	10,0%	7,6%	4,0%	5,3%	4,8%	4,5%	1,5%	3,4%
Ventas nacional (mill. €)	788	695	565	547	565	633	733	809	870	939
Variación anual (%)	-12,9%	-11,8%	-18,7%	-3,2%	3,3%	12,0%	15,8%	10,4%	7,5%	7,9%
Importación (mill. €)	91,8	80,0	59,7	62,0	75,4	68,0	77,1	89,1	91,3	98,8
Variación anual (%)	26,1%	-12,8%	-25,4%	3,9%	21,5%	-9,8%	13,3%	15,6%	2,4%	8,2%
Superávit com. (mill. €)	1.655	1.812	2.022	2.178	2.253	2.384	2.493	2.597	2.636	2.720
Variación anual (%)	3,4%	9,5%	11,6%	7,7%	3,5%	5,8%	4,6%	4,2%	1,5%	3,2%

**Figura 3.1** Evolución del mercado del sector cerámico en España. (Fuente: ASCER)

Sin embargo, la actual crisis del coronavirus ha tenido efectos muy adversos en la economía global y el sector cerámico se ha visto resentido, ya que se ha producido una caída en picado de la demanda que ha supuesto la parada de muchos hornos.

Esto ha originado un escenario industrial de plena incertidumbre donde el reinicio completo de la actividad se vislumbra a lo lejos y sólo se contempla a través de una etapa larga y muy complicada para las empresas.

Según los datos consultados, el proceso empresarial cerámico desde la fabricación a la venta de los productos tarda alrededor de 257 días de media, por lo que las nefastas consecuencias de la pandemia se podrán observar a largo plazo, produciendo una gran cantidad de impagos. Además, el sector se está viendo amenazado en esos mercados internacionales por otros productores internacionales que no han tenido que parar su fabricación.

La industria cerámica española deberá demostrar su resiliencia para superar su cuarta crisis de la historia, afrontando en este caso la mayor caída de demanda hasta la fecha. Los pasos a seguir se basarán en aquellas estrategias que le permitieron sobrevivir en los anteriores entornos cambiantes y futuros inciertos, identificando y aprovechando nuevas oportunidades que se puedan generar a través de la exportación (el 75% de ventas totales del sector), la innovación, la concentración empresarial, las reformas y la gestión de la liquidez y el riesgo.

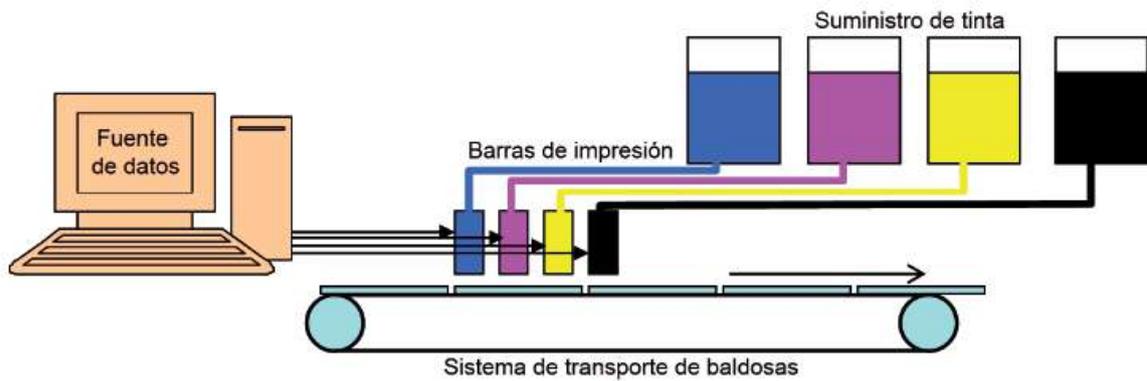
### **3.1.3 Funcionamiento de la tecnología inkjet**

La técnica de impresión por chorro de tinta se caracteriza frente a otros sistemas decorativos por la ausencia de contacto entre la pieza a decorar y la máquina encargada de hacerlo. Las únicas fuerzas que son aplicadas sobre el sustrato son fruto del impacto de gotas muy pequeñas de líquido.

Para incorporar una impresión eficiente en una línea de producción de baldosas basta con un proceso de una única pasada en el que estas piezas pasan a través de la máquina de impresión. La impresora deberá depositar con precisión la cantidad correcta de color en toda la superficie que va a ser decorada. Para aumentar la resolución puede usarse la impresión con múltiples pasadas.

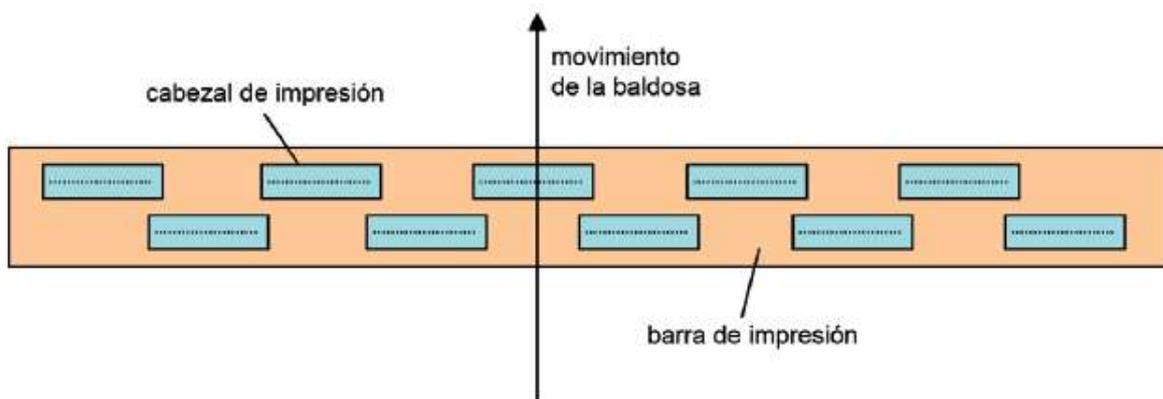


*Figura 3.2 Ejemplo de una impresora de pasada única en línea*



**Figura 3.3** Representación esquemática de los componentes de un sistema de impresión de una única pasada de cuatro colores

Para cada color, los cabezales de impresión se montan en serie formando barras de impresión que presentan una línea continua de inyectores a lo largo de la anchura de la baldosa.



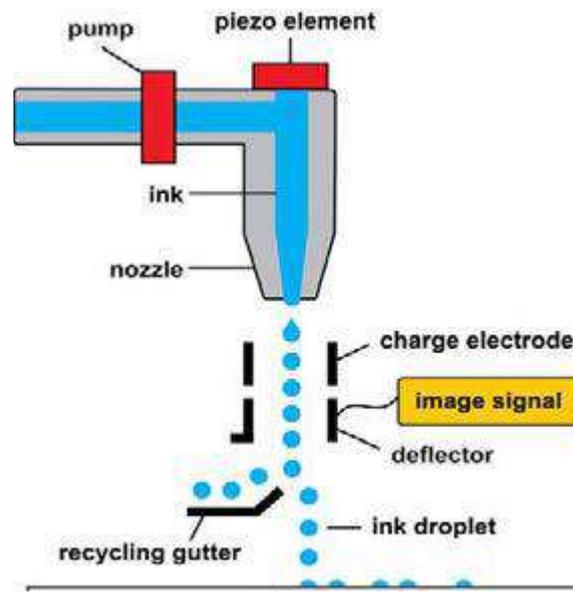
**Figura 3.4** Diagrama de diez cabezales de impresión individuales ensamblados para formar una única barra de impresión

Estas barras de impresión están dispuestas sobre el sistema de transporte de la baldosa cerámica. La imagen definida digitalmente se genera controlando los cabezales de impresión, alimentados con tinta, con señales de control sincronizadas con el movimiento continuo de baldosas.

Según el modo de generación de gotas para su posterior deposición; hay dos técnicas distintas, ambas basadas en boquillas de comúnmente menos de  $20\ \mu\text{m}$  de diámetro (más estrechas que un pelo humano) que generan gotas de unos 10 picolitros ( $10^{-12}\ \text{L}$ ). Estos dos métodos son la producción de gotas continua (CIJ) o bajo demanda (DOD).

En el CIJ se emite un chorro de tinta continuo desde una boquilla, el cual se rompe por inestabilidad del flujo formando una corriente de gotas de tintas esféricas e iguales.

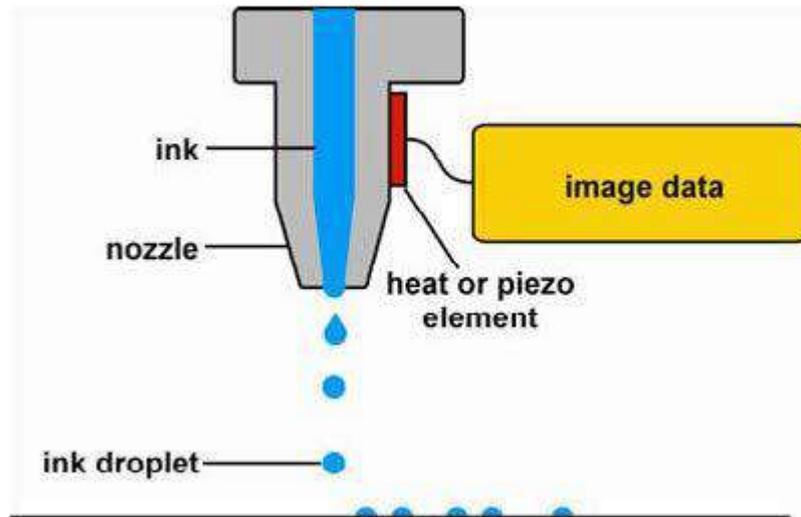
Cada una de las gotas individuales se carga eléctricamente por inducción desde un electrodo cercano. Al pasar por una placa deflectora que genera un campo eléctrico, las gotas de tinta se desvían según su nivel de carga inducida, dibujando los puntos deseados sobre el sustrato para obtener una decoración concreta. Las gotas que no han sido cargadas no se desviarán y serán reutilizadas por medio de un canal de recirculación.



*Figura 3.5 Ilustración esquemática del funcionamiento de la boquilla individual para el método CIJ, usando un cabezal piezoeléctrico.*

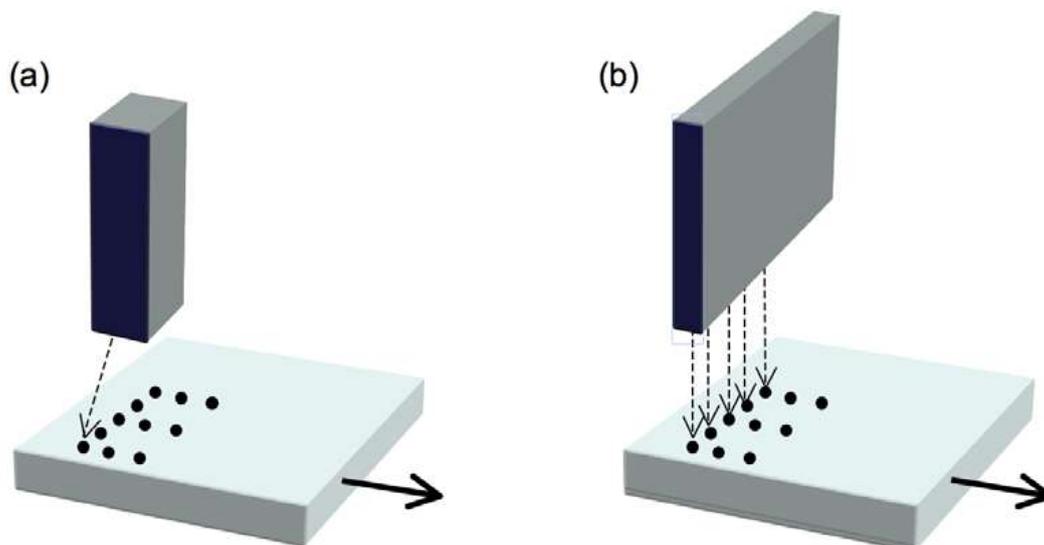
Esta forma de impresión se usa ampliamente dentro de la industria para imprimir las fechas y los códigos de lotes y, en el caso de la cerámica para etiquetar, para embalar o para imprimir los códigos de identificación en los bordes de las baldosas, pero no para su decoración.

Por otro lado, mediante la técnica DOD se tiene un amplio conjunto de boquillas dentro de otra boquilla mayor. Éstas se controlan individualmente para expulsar una gota única cuando se requiera, mediante la acción de un pulso de presión en una cámara de tinta detrás de la boquilla. Las gotas liberadas caen verticalmente en el sustrato cerámico sin ninguna manipulación de su trayectoria.



**Figura 3.6** Ilustración esquemática del funcionamiento de la boquilla para el método DOD, usando un cabezal piezoeléctrico.

En el siguiente gráfico se comparan los dos mecanismos de generación de gotas.



**Figura 3.7** Ilustración de los principios de operación de la impresión por chorro de tinta continuo (a) y bajo demanda (b). En cada caso, las gotas de tinta se emiten desde un cabezal de impresión: en la impresión por CIJ se dirigen de forma individual en sobre el sustrato desde una boquilla individual mediante su carga y desviación, mientras que en la impresión por DOD se emiten en línea recta desde un conjunto de boquillas en respuesta a señales digitales convertidas en pulsos de presión.

Para la decoración de baldosas se usa el método DOD porque la gran precisión que ofrece y su capacidad de producir un alto número de gotas por pulgada permiten que la calidad de la impresión sea óptima.

### 3.1.3.1 Cabezales de impresión

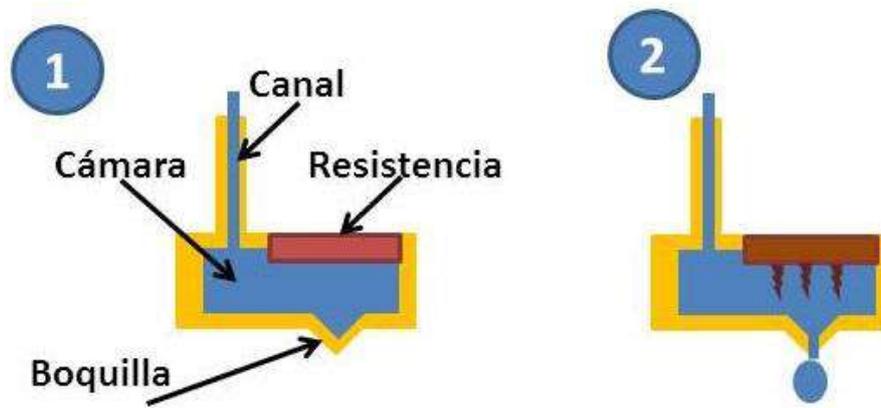
Los cabezales son la parte de la máquina de impresión que genera las gotas. Según el mecanismo de generación, se distinguen dos tipos principales:

#### Cabezales térmicos

Utilizan calor para que el cabezal vaya expulsando gotitas de tinta al soporte cerámico.

Esto se consigue pasando pulsos de corriente eléctrica a través de una resistencia, que se calienta a una temperatura entre 300 y 400 grados.

El cabezal tiene una cámara con tinta. Cuando se calienta genera una burbuja de vapor que al estallar expulsa una microgota de tinta hacia el exterior a través de la boquilla o inyector. Al expulsarse la tinta, la cámara se vuelve a llenar para compensar ese vacío y el proceso se repetirá nuevamente.

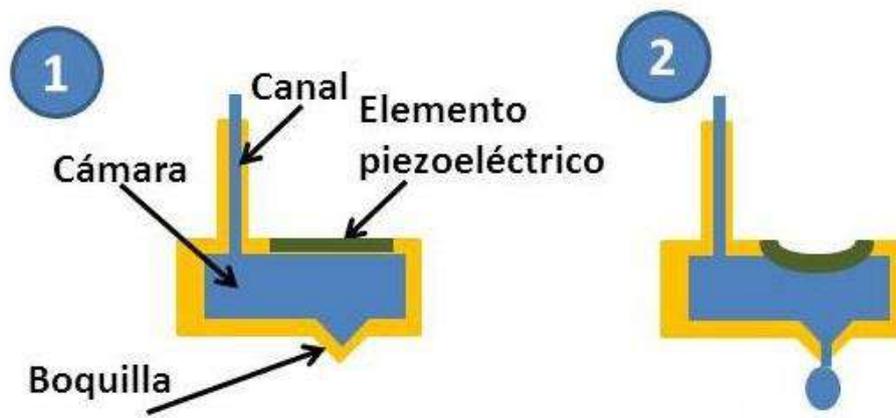


*Figura 3.8 Ilustración esquemática de un cabezal térmico*

Una de las restricciones que supone este tipo de cabezal es que la tinta debe ser relativamente volátil para poder generar burbujas a esa temperatura. Por otra parte, debido a los ciclos de altas temperaturas, se suelen producir fallos. El calentamiento puede descomponer la tinta produciendo precipitados que reducen el rendimiento de la resistencia, además de que pueden tapan las boquillas. Por otro lado, la resistencia tiene una vida limitada debido a la rapidez de los ciclos.

### Cabezales piezoeléctricos

Se basan en la aplicación de una corriente eléctrica a un cristal piezoeléctrico que por su naturaleza se deforma y provoca la expulsión de las gotas como consecuencia del aumento de presión originado en el interior del cabezal. De esta manera, las gotas son proyectadas a través de la boquilla y depositadas sobre el sustrato cerámico. Al cesar la corriente eléctrica, el elemento piezoeléctrico vuelve a su estado normal y la cámara vuelve a cargarse de tinta. Este ciclo se repite 14.000 veces por segundo.



*Figura 3.9 Ilustración esquemática de un cabezal piezoeléctrico*

Cuando a un material piezoeléctrico se le aplica un campo eléctrico, éste sufre una distorsión proporcional a la corriente aplicada, lo cual hace posible controlar con exactitud la cantidad de tinta proyectada en el proceso dando mayor resolución a las imágenes a la vez que permite producir gotas con una mayor velocidad. Esto, junto a una mayor vida útil que los cabezales térmicos, supone una gran ventaja por parte de la tecnología piezoeléctrica.

Además, al no requerir de altas temperaturas, esta técnica permite el uso de formulaciones de tinta que sequen muy rápido o de pigmentos que se adapten mejor al proceso y que podrían dañarse u obturar la boquilla si fueran sometidos a altas temperaturas como en el método térmico.

Por estas razones, se elegirá el cabezal piezoeléctrico para el presente proyecto, cuya imagen se adjunta a continuación:



*Figura 3.10* Cabezal piezoeléctrico de impresión industrial DOD con 1000 boquillas y una anchura de impresión de 70 mm. Todas estas boquillas se pueden dirigir de forma individual

### 3.1.3.2 Composición de las tintas

Como en todo sistema de impresión, las tintas tienen una gran importancia en la calidad del producto final, así como en la fiabilidad y el coste.

Las tintas inkjet para la decoración de baldosas cerámicas son suspensiones formadas por tres componentes principales: **el pigmento, el vehículo y los aditivos**. Estos tres elementos determinarán el tipo de tinta.

En primer lugar, el **vehículo** es el medio líquido en el que se encuentra disperso el pigmento que da color y que permite transportarlo desde la cámara de tinta hasta el soporte. Debe ser, por tanto, un fluido que se pueda desplazar por conducciones, estable a la temperatura de trabajo, de baja volatilidad, fácil de dosificar, que contribuya a la estabilidad de las tintas y que permita que éstas se apliquen correctamente.

Una vez aplicada la tinta, el vehículo se evaporará de manera controlada en el transcurso del proceso de cocción de la pieza cerámica.

Dependiendo del sistema de impresión a utilizar y del tipo de sustrato a decorar, las tintas pueden presentarse en base acuosa o en base orgánica como hidrocarburos, glicoles o ésteres.

Las tintas gráficas clásicas, por ejemplo, están basadas en pintura acrilatadas; sin embargo, para las tintas inkjet de decoración cerámica, se usan glicoles, alcanos, o ésteres como vehículos, los cuales tienen una mayor durabilidad.

Los solventes orgánicos tienen el inconveniente de emitir compuestos orgánicos volátiles (COVs) durante el periodo de secado de la tinta e incluso durante más tiempo. Estos gases de efecto invernadero resultan tóxicos tanto para las personas (trabajadores de las empresas y usuarios de los productos) como para el medio ambiente, ya que son precursores de la lluvia ácida y del ozono troposférico que causa efectos oculares y respiratorios perjudiciales, debilitan el sistema inmunológico y cardiovascular y dañan los cultivos y la vegetación.

Debido a esto y a la creciente demanda ecológica, durante los últimos años grandes compañías como como EFI, TORRECID, FERRO o ZSCHIMMER-SCHWARZ se interesaron en desarrollar nuevas tintas más sostenibles y respetuosas con el entorno, consiguiendo obtener fórmulas a base de agua para baldosas cerámicas. Por el contrario, aun siendo en base acuosa, estas fórmulas también tienen un porcentaje de solvente orgánico para poder anclar la tinta al sustrato y resistir la humedad, inclemencias del tiempo o la radiación ultravioleta del sol.

Por otro lado, el componente que da color a la tinta inkjet es el **pigmento**, que modifica el color de la luminosidad reflejada por la tinta, al absorber parcialmente la luz. Se almacenan como polvo y están formados por pequeñas partículas insolubles en la tinta que quedan en suspensión con una distribución granulométrica determinada. En impresión se suelen distinguir dos tipos, pigmentos orgánicos (que derivan del carbón) y pigmentos inorgánicos (mezclas químicas).

De forma equivalente al pigmento, también se podrían usar sustancias solubles como los tintes para que hicieran de agente colorante, obteniendo una tinta en disolución válida para artes gráficas. Sin embargo, ésta no sería apta para la decoración cerámica por no tener suficiente resistencia térmica, aparte de que cuando es expuesta a la luz solar sufre una degradación importante por los rayos ultravioleta y una atenuación del color.

Esto ocurre porque los tintes están compuestos por unas moléculas simples de colorante, mientras que los pigmentos son partículas formadas por multitud de moléculas y son más difíciles de degradar por la acción de la radiación de los rayos solares.

Sin embargo, no existe ningún pigmento que resista la acción de los rayos ultravioleta de forma indefinida, por lo que ninguna impresión durará al exterior eternamente.

Como parte del proceso cerámico, después de la decoración las baldosas cerámicas son cocidas a temperaturas muy altas, por lo que se precisa el uso de pigmentos refractarios como son los inorgánicos (los orgánicos se descompondrían).

Además, estos compuestos presentan otras ventajas tales como una alta resistencia a la luz y una gran durabilidad de aplicación.

Por contra, otras propiedades de estos pigmentos como la alta densidad, la dificultad de la molienda y una fuerte tendencia a la sedimentación en la tinta, generan varios desafíos técnicos.

La tendencia a la sedimentación se produce a causa de su alta densidad, del gran tamaño de partícula y del nivel de carga que puede oscilar entre el 20% y 40% del peso de la tinta. No obstante, estos valores pueden ser mantenidos dentro de límites razonables que confieren condiciones estables de operación.

Otro factor que hay que tener en cuenta con los pigmentos es que no reaccionen con el sustrato cerámico al someterse a altas temperaturas, ya que si hay esmalte éste puede descomponerlo. Esto se traduce en tener una buena resistencia química.

Por último, el tercer componente de las tintas son los **aditivos**, los cuales ayudan a conseguir las propiedades adecuadas para una correcta aplicación en el sustrato.

Hay una amplia gama de aditivos según las características que se deseen otorgar a la tinta, como se verá más adelante en el apartado de las materias primas (7.1).

### **3.1.3.3 Propiedades de las tintas**

La calidad y fiabilidad de la impresión digital por chorro de tinta en las superficies cerámicas depende en gran parte del comportamiento de la tinta seleccionada, el cual se define por su composición, densidad y propiedades reológicas y superficiales.

Por otro lado, el comportamiento de la tinta durante la cocción también es importante, debiéndose evitar las reacciones a alta temperatura entre los pigmentos y el soporte (esmalte), para así mantener el color final bajo control.

A continuación, se enumerarán las características principales de las tintas inkjet:

## **Contenido en sólidos**

Para que las tintas logren conseguir un buen decorado de las piezas cerámicas se requiere una cantidad de pigmentos considerable, obteniendo así una gran saturación del color.

Esta elevada carga de sólidos favorece la aglomeración y la formación de flóculos a la vez que disminuye la velocidad de sedimentación por el aumento de la viscosidad.

Por otra parte, al aumentar la carga de partículas también se incrementa otra variable muy importante en la dinámica de formación de gotas: la densidad; por lo que el contenido en sólidos también se deberá controlar bastante por esta razón.

## **Viscosidad**

La viscosidad es un parámetro físico que nos indica la facilidad o dificultad que tiene un líquido para fluir o deslizarse por una superficie, un factor clave en esta técnica de impresión, ya que determina si la tinta es inyectable o no.

La tinta será inyectable si su viscosidad implica una correcta reología de ésta en todos los lugares por donde pasará: lugar de almacenamiento, interior del cabezal de impresión y sustrato cerámico; además de permitir una correcta dinámica en la formación de gotas.

Una tinta muy viscosa dificultaría su paso por las conducciones, podría obturar el cabezal y tendría dificultades para penetrar en los canales capilares del soporte cerámico; mientras que con un valor de viscosidad muy bajo podría dar problemas en la estabilidad del chorro de gotas y durante el almacenamiento se podrían producir problemas de sedimentación o aglomeración.

Muchos equipos de impresión suelen contar con sistemas de control de la temperatura para que la viscosidad de la tinta se mantenga en valores estables, al mismo tiempo que se vigila su valor mediante reómetros. Sin embargo, dependiendo del instrumento de medida utilizado se pueden obtener unos resultados u otros, por eso en una planta siempre se ha de gastar el mismo equipo y tener esto en cuenta a la hora de comparar valores de otras fuentes o empresas.

Por otra parte, la viscosidad también es un parámetro importante en otras partes del proceso de producción, como la dispersión de las partículas de pigmento en la tinta. Su valor debe estar acotado entre unas magnitudes que permitan que se genere un flujo laminar y se produzca la máxima dispersión posible. Una viscosidad elevada originaría zonas sin movimiento en la que no habría una buena dispersión, mientras que un valor bajo generaría turbulencias donde entraría aire en la suspensión y esto haría que hubiera mezcla, pero no la dispersión que interesa.

Del mismo modo, una viscosidad demasiado grande obligaría al molino a realizar un elevado gasto de energía para un determinado grado de molienda y por otro lado disminuiría el caudal de la tinta bombeada por las conducciones, lo que repercutiría en procesos importantes como la etapa de filtrado.

Tradicionalmente, se decía que las tintas debían tener un comportamiento newtoniano; pero hoy en día se acepta un comportamiento ligeramente pseudoplástico que puede incluso aumentar la estabilidad de la tinta frente a la sedimentación gracias al aumento de viscosidad. Por tanto, los viscosímetros que se utilicen deben poder medir la deformación a diferentes velocidades de cizalla, lo que se conoce como reómetros. Durante la medición, la temperatura deberá mantenerse constante.

Hechas las consideraciones pertinentes, las tintas producidas deben tener una viscosidad comprendida entre 4 y 40 mPa·s (1 mPa·s = 1 centipoise).

### **Tensión superficial**

La tensión superficial ( $\gamma$ ) mide la cohesión entre las moléculas de un líquido y, por tanto, de las gotas. Esto se aprecia cuando volcamos el fluido sobre una superficie de acero o vidrio y se forman gotitas redondas como pasa con el agua ( $\gamma$  alta) o el líquido se aplasta contra la superficie ( $\gamma$  baja).

La tensión superficial depende de las fuerzas intermoleculares y de la temperatura, afectando por una parte a la formación de las gotas en el cabezal y por otra al mojado de éstas en el sustrato cerámico. Un valor muy alto supondría la formación de menos gotas pero más grandes, dificultaría que se separasen individualmente de la boquilla a una velocidad constante e impediría que se absorbiesen rápidamente en el soporte, pudiéndose emborronar la imagen.

Por el contrario, un valor muy bajo podría provocar el goteo indeseado de gotas en la boquilla o que éstas se dividan una vez depositadas en la baldosa. Por ende, la tensión superficial debe estar bien controlada, y esto se logra gracias al vehículo, que ayudará a mantenerla constante para facilitar su medición. Si fuese necesario, se podrían usar tensoactivos como aditivos para modificar su valor.

Los valores de entre 20-45mN/m permiten una buena gestión de la tinta durante la producción.

## **Densidad**

La densidad es también un parámetro importante porque influye en la dinámica de formación de gotas, debido a las fuerzas de inercia. Cuanta mayor densidad, mayor masa en un mismo volumen y, por tanto, mayor inercia.

La densidad, por naturaleza, es directamente proporcional al contenido en sólidos. Esto repercute, como se ha visto antes, en la cantidad de tinta necesaria para conseguir un determinado poder colorante, ya que es el sólido, el pigmento, quien otorga el color.

Los valores de densidad de las tintas inkjet habituales varían entre 1,1 y 1,5 g/cm<sup>3</sup>. Para controlar esta variable se usará un picnómetro.

## **Volatilidad**

La volatilidad de la tinta determinará la velocidad de secado. Esta propiedad dependerá del vehículo elegido, ya que es el principal componente líquido de la tinta.

Se ha visto anteriormente que el vehículo de las tintas se evapora una vez aplicadas durante la cocción del sustrato cerámico, pero no debe hacerlo en el cabezal de las impresoras, ya que el secado de la tinta provocaría una deposición de sólidos que obturaría las boquillas (*clogging*).

Por esta razón, habitualmente se eligen vehículos con una volatilidad baja o se usan aditivos para controlarla.

## **Conductividad**

La conductividad es la capacidad de transmitir corriente eléctrica. Si una tinta tiene una alta conductividad podría interferir con el campo eléctrico generado en el cabezal que produce la deformación del material piezoeléctrico. Por esto, lo más sencillo es conformar las tintas con vehículos de baja conductividad.

Si se usa agua, ésta deberá ser destilada ya que, a pesar de lo que vulgarmente se piensa, no es el agua la que conduce la electricidad sino las sales disueltas en ella. Por ello, el agua destilada libre de sales tiene una conductividad muy baja.

## **Tamaño de partícula**

El tamaño de partícula de los sólidos (pigmentos) utilizados en las tintas es también un parámetro de control determinante porque si es muy grande puede bloquear las boquillas y reducir su vida útil por abrasión, por lo que se considera que debe ser, al menos, 20 veces más pequeño que el diámetro de éstas.

Por tanto, si se trabaja con los cabezales convencionales, el valor de este parámetro debe ser inferior a 1  $\mu\text{m}$ . Para garantizarlo, las tintas se filtran durante su fabricación después de la etapa de molienda. Sin embargo, si se microniza demasiado el pigmento, podría perder poder colorante y se aceleraría la cinética de reacción con el esmalte del azulejo durante la cocción de la pieza cerámica (por la alta superficie específica), pudiendo transformar la estructura del pigmento o incluso descomponerlo.

Por otra parte, el tamaño de partícula también influye en la estabilidad de la tinta y en el desarrollo de los colores.

## **Estabilidad coloidal**

Esta propiedad se refiere a la capacidad de las partículas del pigmento a mantenerse en suspensión en la tinta y no agregarse ni sedimentar.

La aglomeración se produce por interacción de partículas al querer minimizar su superficie y alcanzar un estado de nivel energético menor al formar flóculos. Esto aumenta su tamaño hidrodinámico y favorece la sedimentación.

Si se previenen estos procesos de agregación y sedimentación, se garantizan unos resultados constantes y se evitan interrupciones indeseadas como, por ejemplo, a causa de la obturación de las boquillas.

Para esto, se pueden emplear varios métodos:

- En primer lugar, la carga de pigmento debe ser moderada y el líquido que actúa como vehículo debe garantizar un buen mojado que envuelva las partículas y evite que se aglomeren.
- También se debe garantizar una continua agitación de la tinta en las partes del proceso productivo en las que esté en reposo para lograr una buena dispersión y evitar la sedimentación.
- Por otro lado, mediante la etapa de molienda se logra la reducción del tamaño de partículas de la tinta. Esto hace que al chocar las moléculas del líquido de la suspensión contra las partículas sólidas más pequeñas molidas ( $<0,1-1\mu\text{m}$ ), les transfieran parte de su energía cinética, impidiendo la sedimentación. Sin embargo, por debajo de la micra también se favorece la aglomeración por fuerzas de atracción debido a la elevada superficie específica que se crea.
- Finalmente, si con el vehículo y la molienda no se asegura la estabilidad, se puede recurrir a aditivos que generen fuerzas de repulsión entre las partículas del pigmento para mantenerlas correctamente separadas. Estas fuerzas pueden ser de naturaleza electrostática y/o estérica, generadas mediante moléculas que se adsorben sobre la superficie de las partículas (contribución estérica) y/o regulan las cargas eléctricas en sus alrededores (contribución electrostática).

Se deben hacer los análisis necesarios para controlar la estabilidad de las tintas con el tiempo, midiendo por una parte la variación del tamaño de partícula a causa de la agregación y por otra la sedimentación de partículas.

## **pH**

El pH indica la acidez o alcalinidad de una sustancia. En las tintas, este parámetro también se ha de controlar para que esté entre 5 y 10 y así no pueda dañar partes sensibles del proceso como los cabezales de impresión ni afecte demasiado a su viscosidad. Los polímeros que ejercerán de filtros en la fabricación también pueden ser sensibles a pH muy agresivos. Las mediciones se realizarán con un pH-metro ya que, en el caso de las tintas, al ser materiales

coloreados no se puede utilizar el papel indicador de pH. En general, las tintas inkjet tienen un pH neutro (7) o algo alcalino (máximo 8,5). Si se requiere ajustar este valor, lo recomendable es utilizar reguladores de pH.

### **Índice de penetración**

Las tintas deben poder penetrar fácilmente por los canales capilares del sustrato cerámico para así colorearlo de forma adecuada. Este fenómeno depende tanto de las propiedades físicas de la tinta como de las características del sustrato. Mediante ensayos de penetración se ha observado que ésta será mayor a medida que la carga de partículas de la tinta disminuya. Por ello, se realizarán ensayos de penetración en el laboratorio mediante un trazador gráfico para estudiar la cinética de este proceso.

### **Propiedades visuales**

Además de todas las propiedades anteriores, se deben controlar otras características de las tintas como el color y la opacidad final una vez aplicada para que sean las deseadas.

Por ello, se suelen elaborar perfiles de color con el fin de poder detectar cualquier diferencia y asegurar así que se tiene la tonalidad correcta.

En el laboratorio se usará un sistema de impresión de tirada corta para realizar las pruebas pertinentes de aplicación de la tinta en toda la gama de soportes cerámicos en los que se emplearán, gracias a la cesión de éstos por la empresa azulejera anexa.

Igualmente, mediante un horno eléctrico de laboratorio se podrán controlar los cambios cromáticos que se producirán durante la cocción de las piezas cerámicas, así como comprobar el color final.

Para tener datos más exactos del tono obtenido en cada caso, se empleará un espectrofotómetro que nos permitirá realizar estas mediciones en las baldosas cerámicas.

En cuanto a la investigación y desarrollo de nuevos colores, una opción de apoyo para no gastar demasiadas baldosas será optar por el uso de programas informáticos capaces de simular el resultado de aplicar una tinta en cualquier pieza cerámica mediante el uso de papel normalizado. De esta manera, se puede reducir el tiempo de prueba y los costes asociados.

Por otro lado, la iluminación influye bastante a la hora de medir el color, por lo que todas las lecturas se deberán estandarizar mediante equipos adecuados de luz. Se instalará una cabina de luz que posea lámparas que cumplan la norma ISO 3664 de calidad de la luz con las que se logrará tener las condiciones necesarias para satisfacer la norma ISO12647-2 referente a los estándares de colores. De este modo, se podrán obtener con exactitud los colores que hayan sido encargados.

Mediante todas estas propiedades enumeradas, las tintas cerámicas deberán cumplir toda una serie de requisitos como, por ejemplo, su comportamiento antes, durante y después del proceso de inyección por el cabezal de impresión en el sustrato.

### **3.2 Proceso productivo de las tintas inkjet**

Una vez analizada la tecnología inkjet y las características propias de las tintas, se van a enumerar las etapas básicas del ciclo productivo:

1. Mezclado de las materias primas
2. Molienda
3. Filtración
4. Envasado y etiquetado

El proceso de fabricación empieza con la elección requerida de pigmento, vehículo y aditivos según la fórmula de la tinta determinada por el laboratorio de control.

Una vez preparados, se añadirán a un equipo de dispersión para obtener un buen mezclado de éstos.

Luego, se conducirá la mezcla a un molino que reducirá el tamaño de partícula hasta unas pocas micras al mismo tiempo que dispersará la mezcla.

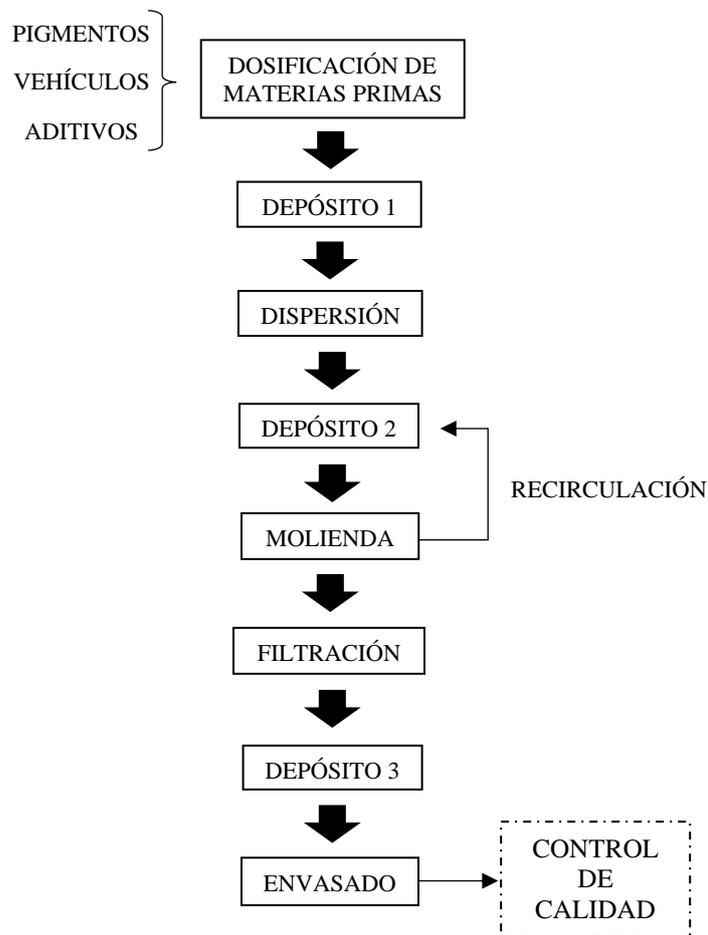
Posteriormente, la tinta se bombeará hacia la etapa de filtrado para asegurar un tamaño máximo de sólidos que sea adecuado.

Cuando se haya pasado este control, se llevará la tinta a los depósitos de material acabado, los cuales, al igual que todos los tanques intermedios, estarán en continua agitación para evitar el fenómeno de la sedimentación y homogenizar al mismo tiempo la tinta.

Llegados a este punto, se realizará un control de calidad para garantizar unas características óptimas para las tintas, midiendo los parámetros más importantes. Si hubiera algún error, se deberá corregir haciendo pruebas en el laboratorio.

Finalmente, se procederá al envasado y etiquetado de los lotes. A cada lote se le asigna un número y se guarda una muestra.

El siguiente diagrama representa el diagrama de flujo:



**Figura 3.11** Diagrama de flujo esquemático del proceso de fabricación de la tinta

### 3.2.1 Molienda de tintas

El principal proceso que se lleva a cabo en la producción de tintas inkjet es la molienda.

Al ser las tintas una suspensión de pigmento en un vehículo líquido, se hablará de una molienda en vía húmeda.

La molienda o molturación implica la conversión por fractura de partículas sólidas grandes en más pequeñas con el objetivo de cumplir determinados requisitos como, por ejemplo, la no obturación de las boquillas a la hora de imprimir la tinta, como también obtener una distribución de tamaño de partícula adecuada a las necesidades del proceso de fabricación y de la posterior aplicación.

La reducción de tamaño de partícula se logra en un molino por la aplicación de fuerzas de fricción y de impacto. La parte negativa de esta técnica es su poca eficacia, ya que la mayor parte del gasto de energía se pierde en forma de calor por deformaciones elásticas y fricción entre los materiales y el equipo, generando ruido, vibraciones y el desgaste del equipo. Esto origina que la mayoría de los molinos lleven incorporados sistemas de refrigeración y recubrimientos interiores de alta resistencia a la abrasión.

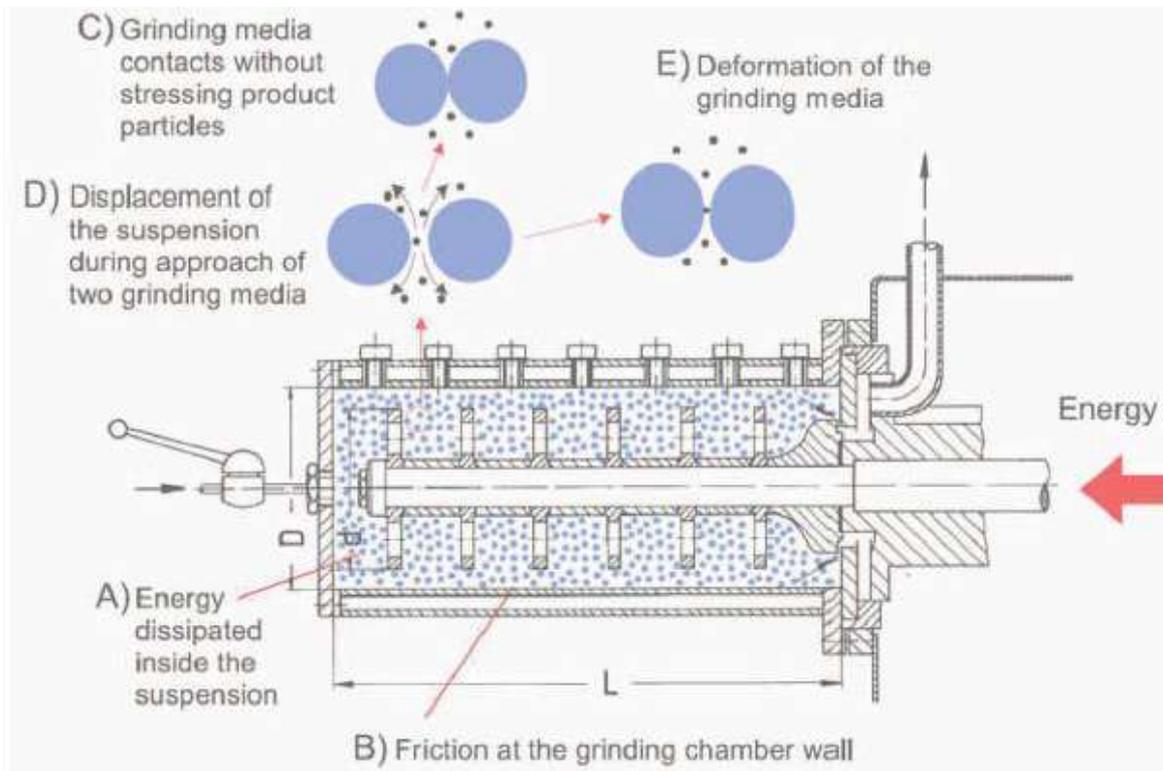
En el caso de las tintas inkjet, el equipo más utilizado es un **molino horizontal de microesferas**, ya que permite la consecución de un diámetro de partícula muy fino.

Como su nombre indica, estos equipos cuentan con pequeños elementos de molienda esféricos que se encuentran en el interior de una cámara y pueden llegar a ocupar el 80% de su volumen si se opera de forma continua (relación de llenado óptimo). La agitación a la que está sometida la cámara provoca que las esferas se desplacen a alta velocidad y produzcan la reducción del tamaño de partícula de los sólidos en suspensión de la tinta por impacto y fricción.

Estas diminutas bolitas de molienda deben, por tanto, tener una alta resistencia al desgaste; por lo que el material más apropiado para su composición es el circón.

Asimismo, se opta por el molino de eje horizontal porque dicha orientación garantiza un llenado homogéneo de estos elementos de molienda y evita algunos problemas de segregación por gravedad que ocurren en los de eje vertical, por lo que se podrán establecer caudales muy altos sin acumulación de presión.

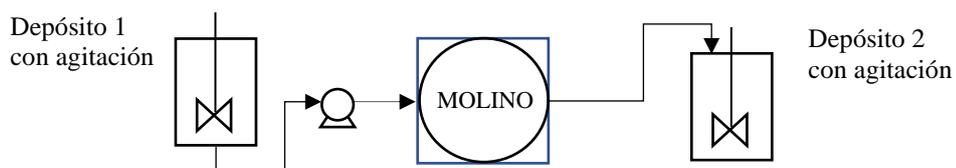
El mecanismo de la molienda en el interior de la cámara del molino es el siguiente:



**Figura 3.12** Mecanismo de acción de la molienda en un molino horizontal de bolas

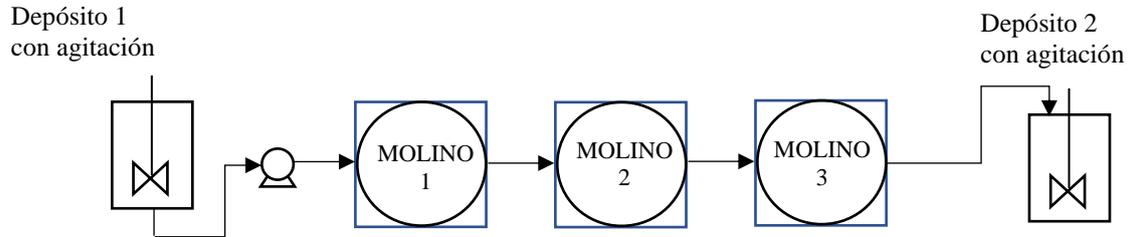
En cuanto a la configuración del sistema de molienda, ésta depende de los objetivos principales de la molienda:

- Si se desea una operación simple sin importar una distribución ancha de tamaños de partícula, se puede optar por un modo de operación de **un solo paso**, a un caudal lo suficientemente bajo para que el tiempo de residencia sea alto. La distribución de tamaños es ancha porque la de tiempos de residencia también lo es.



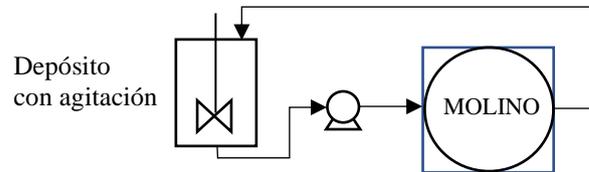
**Figura 3.13** Modo de operación de molienda de un solo paso

- Si se prefieren distribuciones más estrechas, una opción es introducir **varios molinos en serie**, de manera que lo que sale del primer molino se acaba de molturar en los siguientes. Esto permite además emplear bolas menos gruesas en cada estación sucesiva. El principal problema es el elevado coste de disponer de varios molinos.



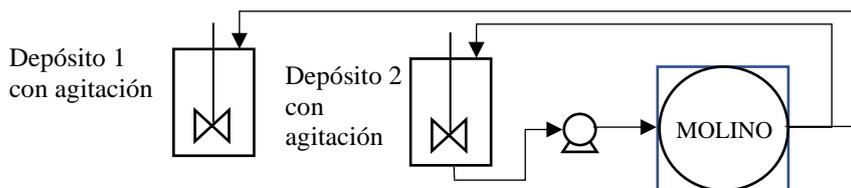
*Figura 3.14 Modo de operación de molienda de varios molinos en serie*

- Una alternativa a emplear varios molinos para conseguir distribuciones estrechas es utilizar un **sistema de varias pasadas o ciclos** y operar en circuito cerrado mediante la recirculación del material. De esta manera, se aumenta el tiempo total de residencia de la tinta en el molino y el rendimiento del mismo. Sin embargo, la suspensión que atraviesa el molino se mezcla con producto sin molturar, ya que el tamaño de la cámara de molienda es limitado, por lo que la distribución de tiempos de residencia es más amplia para el mismo número de ciclos de molienda.



*Figura 3.15 Modo de operación de molienda de varias pasadas en recirculación*

- Para evitar estos problemas de retromezclado existe, por último, el modo de operación **en péndulo**, con dos tanques agitados que se van llenando y vaciando alternativamente.



*Figura 3.16 Modo de operación de molienda en péndulo*

No obstante, esta configuración presenta problemas de control, por lo que por sencillez y puesto que no se requieren distribuciones estrechas de tiempos de residencia, se elegirá para el presente proyecto el sistema de molienda de múltiples pasadas con recirculación en circuito cerrado.

### 3.2.2 Capacidad productiva

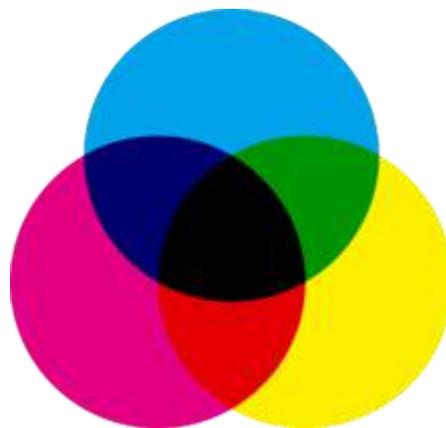
La capacidad productiva de las plantas de fabricación de tintas inkjet vendrá dada por la demanda existente. En el caso de una planta anexa a la azulejera a la cual se le suministra las tintas, la cantidad a fabricar se tendrá que determinar mediante un cálculo aproximado de la necesidad productiva de dicha empresa cerámica en cuestión.

Tomando ejemplo de una pequeña pero moderna planta de Onda con más de 300.000 m<sup>2</sup> de superficie, si ésta produce 10.000 m<sup>2</sup> de azulejos por día y, teniendo en cuenta que la cantidad media de tinta que se emplea para decorar con una buena resolución son 20g/m<sup>2</sup>, se requerirá una producción diaria de 200kg de tintas.

Suponiendo que la planta estará operativa de lunes a viernes durante unos 20 días al mes, la producción mensual prevista para la planta será de 4000kg de tinta.

Se fabricarán tintas de los cuatro colores básicos, a partir de los cuales se podrán obtener todas las tonalidades restantes. Estos colores son azul (Cyan), rojo (Magenta), amarillo (Yellow) y negro (Key), el cual sirve para dar más contraste a los tonos oscuros.

A estos cuatro elementos se les conoce en imprenta como cuatricromía CMYK y es utilizada para la obtención de una amplia gama de tonos continuos.



*Figura 3.17 Cuatricromía CMYK*

Como se fabrican cuatro colores y se operan cinco días a la semana, una buena opción será fabricar un color por día, dejando la jornada restante para reajustarse a la demanda y producir el color que más falta haga. De esta manera, se minimizan los cambios de pigmento en la línea de producción, lo que se traduce en una menor frecuencia de limpieza del equipo.

Por tanto, toda la tinta que se requiera producir por día será de un solo color. Esto implica introducir a primera hora toda la materia prima necesaria para elaborar un lote que constituirá los 200kg requeridos de tinta diaria, por lo que siempre se usarán las mismas cantidades de vehículo y aditivos, pero variando el color del pigmento.

### **3.2.3 Secuencia de fabricación de colores**

Con el fin de reducir al máximo la interferencia de un lote de producción sobre el siguiente por los posibles restos de pigmento depositados en conducciones y equipos, se decidirá adoptar un criterio de secuencia de fabricación de los colores de menor a mayor poder colorante, para así evitar tener que limpiar toda la línea de producción después de cada lote fabricado. De este modo, se logrará proteger de la contaminación a los colores más sensibles.

El ciclo será el siguiente: primero se producirá amarillo, después magenta, luego azul y, finalmente, negro.

Al final del ciclo se deberá proceder a la limpieza del equipo y las conducciones para poder seguir el día siguiente con la producción de amarillo sin restos contaminantes. Esta limpieza se realizará de forma sencilla haciendo circular por la línea de proceso solamente vehículo, como es el caso del agua para las tintas en base acuosa.

Sin embargo, al día siguiente siempre pueden quedar en el molino y demás equipos restos de vehículo orgánico sin evaporar que diluirán la mezcla. Esto se podrá paliar usando a cada lote nuevo una cantidad de vehículo ligeramente menor del necesario.

## 4. Normas y referencias

### 4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- España. Real Decreto RD 117/2003, del 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.
- España. Real Decreto RD 486/1997 del 14 de abril sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo. *BOE*, núm.97, 23 de abril de 1997, p. 12918 a 12926
- Norma ISO 690 sobre estilos de citación bibliográfica
- Normas UNE-EN-ISO 10209-2:2012 para la representación de planos
- Norma ISO 3664 sobre requisitos que deben cumplir las máquinas de luz normalizada
- SLP: Systematic Layout Planning, método de planificación para la distribución en planta.

### 4.2 Bibliografía y Webgrafía

- VILLALBA CAPELLA, M., BELTRÁN PORCAR, V. (2014). *Diseño de una planta de producción de tintas inkjet*. Proyecto final de carrera. Castellón: Universitat Jaume I <[http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/98182/TFG\\_2014\\_Villalba\\_M.pdf?sequence=5&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/98182/TFG_2014_Villalba_M.pdf?sequence=5&isAllowed=y)> [Consulta: diciembre de 2019]
- GALLÉN MASÓ, A., ROMERO GAVILÁN, Fco.J. (2012). *Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet*. Proyecto final de carrera. Castellón de la Plana. Universitat Jaume I
- QUIMICA PAIPE S.R.L. Manual para la fabricación de tintas Inkjet. <[http://www.quimicapaipe.com.ar/fs\\_files/user\\_img/Manual%20para%20la%20fabricacion%20TINTAS%20INK%20JET.pdf](http://www.quimicapaipe.com.ar/fs_files/user_img/Manual%20para%20la%20fabricacion%20TINTAS%20INK%20JET.pdf)> [Consulta: diciembre de 2019]

- DONDI, M., BLOSI, M., GARDINI, D., ZANELLI, C., ZANNINI, P. (2014). “Tecnología de la tinta para la decoración digital cerámica: una visión de conjunto” en *Qualicer'14*. Castellón.  
<<http://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/08%20PON%20ESP.pdf>>  
[Consulta: diciembre de 2019]
- SANZ SOLANA, V. (2014). “Tecnología de impresión por chorro de tinta para la decoración de baldosas cerámicas” en *Qualicer'14*. Castellón.  
<<http://www.qualicer.org/recopilatorio/ponencias/pdfs/CONF%20SANZ%20ESP.pdf>>  
[Consulta: diciembre de 2019]
- *Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos*.  
<<https://www.ascer.es/verDocumento.ashx?documentoId=919&tipo=pdf>>  
[Consulta: junio de 2020]
- LLOPIS, M., (2015) “Proceso de fabricación de un azulejo” en *Decoración y Cerámica*, 7 de septiembre.  
<<https://www.decoracionyceramica.com/proceso-de-produccion-de-un-azulejo/>>  
[Consulta: diciembre de 2019]
- IMPRECO. *¿Qué es un cabezal de impresora?*  
<<http://www.imprecosantiago.com/que-es-un-cabezal-de-impresora>>  
[Consulta: diciembre de 2019]
- USO, J., GIMENO, J., PORCAR, R., MANRIQUE, J., (2014). *Tintas en base acuosa para la aplicación Inkjet*. Castellón.  
<[http://boletines.secv.es/upload/20140508121105.201453\\_2\\_nt\\_xv.pdf](http://boletines.secv.es/upload/20140508121105.201453_2_nt_xv.pdf)>  
[Consulta: diciembre de 2019]
- EFI. *Ecosistema híbrido de impresión cerámica de EFI Cretaprint*  
<<https://www.efi.com/es-es/products/inkjet-printing-and-proofing/cretaprint-ceramic-tile-printers/efi-cretaprint-hybrid-ecosystem/overview/>> [Consulta: diciembre de 2019]

- DAPHNIA (1997). *Tintas menos tóxicas*  
<<http://www.daphnia.es/revista/08/articulo/469/Tintas-menos-toxicas>>  
[Consulta: diciembre de 2019]
- Fespa (2017). *Tintas Solventes vs Eco solventes: Todo lo que debes saber*  
<<https://www.fespa.com/es/noticias/destacado/tintas-solventes-vs-eco-solventes-todo-lo-que-debes-sabes>> [Consulta: enero de 2020]
- Dow. *Dow Propilenglicol USP/EP*  
<[http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh\\_003b/0901b8038003bfb7.pdf](http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_003b/0901b8038003bfb7.pdf)> [Consulta: diciembre de 2019]
- FOCUS PIEDRA. *La producción del sector azulejero cae un 5% en 2019*  
<<https://www.focuspiedra.com/la-produccion-del-sector-azulejero-espanol-cae-un-5-en-2019/>> [Consulta: febrero de 2020]
- EL MUNDO. *El Covid-19 empuja a la cerámica a su cuarta crisis sectorial*  
<<https://www.elmundo.es/comunidad-valenciana/castellon/2020/04/19/5e9b549621efa066298b45b7.html>> [Consulta: junio de 2020]
- YOUTUBE. “La fabricación de la tinta” en *Youtube*  
<<https://www.youtube.com/watch?v=erM001zhkSM>> [Consulta: diciembre de 2019]

### 4.3 Programas de cálculo

- Microsoft Word 2013
- Microsoft Excel 2013
- AutoCAD 2020

## 5. Definiciones y abreviaturas

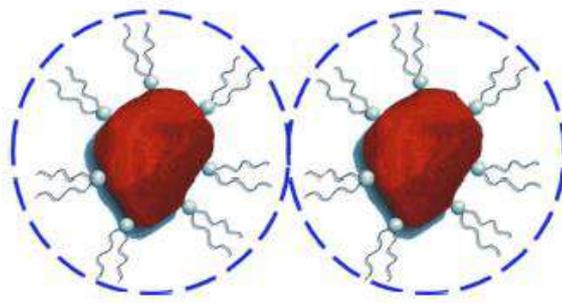
- CIJ: chorro de tinta continuo
- DOD: gota bajo demanda
- PPG: polipropilenglicol
- mPa·s: milipascal por segundo
- mN/m: milinewtons por metro
- g/cm<sup>3</sup>: gramo por centímetro cúbico
- μm: micrómetros, micras
- T/mes: toneladas al mes
- mV: milivoltio
- I+D+I: investigación, desarrollo e innovación
- m<sup>2</sup> /día: metros cuadrados al día
- g/m<sup>2</sup> : gramos por metro cuadrado
- kg/día: kilogramos al día
- kg/h: kilogramos por hora
- l/h: litros por hora
- rev/min: revoluciones por minuto
- m/s: metros por segundo
- rad/s: radianes por segundo
- kW: kilovatio
- kWh/kg: kilovatio hora por cada kilogramo
- Ø: diámetro.
- Ø<sub>B</sub>: empaquetamiento de la bola
- Hz: Hertzios
- “: pulgadas
- °C: grados centígrados

**Reología:** Rama de la física de medios continuos que se dedica al estudio de la deformación y del flujo de la materia.

**Micronizar:** Reducir un cuerpo sólido a partículas microscópicas.

**Impedimento estérico:** Oposición a la tendencia natural de aglomeración de las partículas sólidas mediante contacto volumétrico.

Para ello, se usan unos aditivos llamados dispersantes, que son moléculas que se adsorben en la superficie de las partículas y las envuelven formando una corona de cierto volumen que evita se aproximen entre ellas, con lo que se consigue evitar la agregación y, por tanto, reducir la sedimentación.



*Figura 5.1 Representación del impedimento estérico*

**Lixiviación:** Se llama así al fenómeno de desplazamiento de sustancias solubles o dispersables (arcilla, sales, hierro, humus) causado por el movimiento de agua en el suelo y es, por lo tanto, característico de climas húmedos.

**Atomizar:** Dividir algo en átomos o en partes muy pequeñas.

**Cavitación:** Formación de cavidades llenas de vapor o de gas en el seno de un líquido en movimiento.

**Inercia:** Resistencia que opone la materia a modificar su estado de movimiento, como ocurre en los cambios en la velocidad o en la dirección del movimiento.

**Autoportante:** Sin estructura portante, que resiste él mismo la carga a la que está sometido.

**Empaquetamiento:** Proporción del espacio relleno por esferas.

**Fibra bicomponente:** Fibra química producida con dos polímeros de distintas características físicas o químicas, de forma que los dos de una fibra sencilla estén uno al lado de otro, o que la fibra consista en un núcleo y un revestimiento.

**Lux:** Unidad de intensidad de iluminación del Sistema Internacional, de símbolo lx, que equivale a la iluminación de una superficie que recibe normal y, uniformemente, un flujo luminoso de 1 lumen por metro cuadrado.

**Compuesto orgánico volátil (COV):** Según el RD 117/2003, es todo compuesto orgánico que tenga a 293,15K una presión de vapor de al menos 0.01 kPa, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso.

## 6. Requisitos del diseño

Tal y como se ha indicado en el apartado de la capacidad productiva (3.2.2), la planta se ha diseñado para producir una cantidad diaria de 200 kg de tintas inkjet, la cual se traducen en 4T/mes, teniendo en cuenta que se trabajan 20 días al mes.

Como se ha definido en los objetivos, este proyecto va enfocado a una empresa cerámica que requiera el suministro de sus propias tintas personalizadas, para así conseguir la mejor decoración adaptada a sus productos y lograr la diferenciación como recurso para atraer compradores y penetrar en el mercado frente a los grandes grupos más estandarizados del sector.

De entrada, la actividad de fabricación de tintas se podría hacer dentro de la misma empresa cerámica, pero eso cerraría las puertas a largo plazo a poder rentabilizar mejor la inversión y servir a terceros. Al estar especializados en producción de tintas, será estrategia de la empresa que se esté fuera, aunque también podría absorber la planta en un futuro. Eso será decisión de los accionistas.

Por lo que respecta a los propios intereses del proyecto, convendría en un inicio empezar de esta manera, puesto que se garantiza inicialmente un comprador antes de realizar toda la inversión y, a su vez, se puede contemplar una posible ampliación en un futuro porque la fábrica de tintas es independiente, sólo son socios de la azulejera.

El emplazamiento de la planta, por tanto, deberá realizarse cerca de la nave de la empresa, de manera que se ahorren costes desplazamiento y tiempos de espera.

Usando el ejemplo de la factoría de Onda en la que se ha basado la predicción de la producción cerámica, la planta de fabricación de tintas se anexará de forma colindante a dicha nave, la cual está situada a 2km del núcleo urbano, dentro del llamado clúster cerámico o distrito industrial de Onda, Villarreal y Alcora.

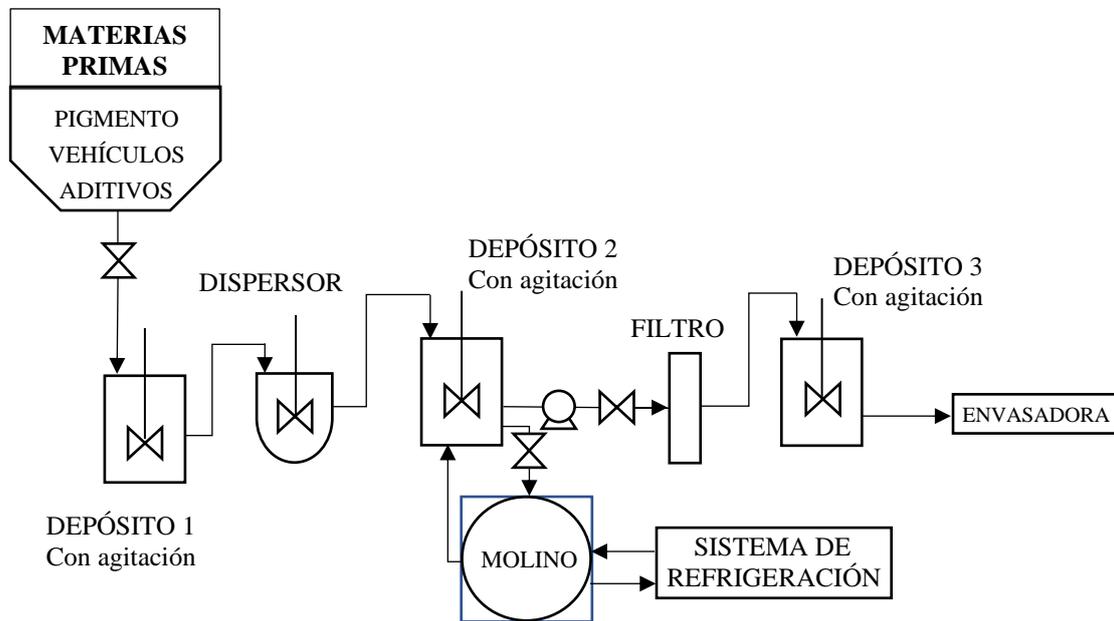


*Figura 6.1* Ubicación de la planta de fabricación de tintas inkjet respecto a Onda



*Figura 6.2* Ubicación de la planta respecto a la empresa cerámica ya existente

Asimismo, se ha elaborado un esquema del proceso de producción de tintas para tener una primera idea de la distribución de los diferentes equipos a utilizar:



*Figura 6.3 Esquema general de la disposición de los equipos de producción*

De esta manera, teniendo el diagrama de flujo y los equipos de producción claros, se irán añadiendo especificaciones sobre el diseño de la planta a lo largo de la redacción de la memoria.

## **7. Análisis de soluciones**

Una vez visto el proceso de producción de tintas y las características generales del proyecto, se van a estudiar las diferentes alternativas de materias primas y equipos que se podrán utilizar.

Las materias primas son los tres elementos que ya se han descrito en los antecedentes (apartado 3.1.4): pigmento, vehículo y aditivos. Por otro lado, el equipo a seleccionar provendrá de las principales etapas del proceso de fabricación: dispersión, molienda, filtrado y envasado; además de los pasos subyacentes como la dosificación de los componentes o el almacenaje de éstos y el de los productos.

Asimismo, para el seguimiento del proceso e investigación de mejoras, se empleará un laboratorio de control con sus correspondientes dispositivos que se detallará más adelante.

Finalmente, se procederá a confeccionar la distribución en planta de todos los equipos pertinentes.

### **7.1 Materias primas**

Las materias primas son un elemento clave en la fabricación de tintas, puesto que le conferirán las propiedades durante su fabricación, en el proceso de impresión y en el resultado final.

De este modo, se va a llevar a cabo un repaso de los componentes que conforman las tintas inkjet y se elegirán los que ofrezcan unas propiedades óptimas para el proyecto.

#### **7.1.1 Pigmento**

El pigmento es la sustancia que da color a la tinta cerámica. Se presenta en forma de polvo y se puede usar una gran variedad de tipos en la proporción que se desee para obtener una tonalidad y unas características de la tinta determinadas.

Como ya se ha visto, los pigmentos inorgánicos son los únicos con la suficiente resistencia térmica como para aguantar las temperaturas a las que son sometidas las baldosas cerámicas durante su tratamiento posterior. Concretamente, son recomendables los pigmentos obtenidos a partir de óxidos metálicos debido a su alta resistencias a la luz y gran durabilidad de aplicación.

Por otro lado, también se pueden utilizar otros óxidos metálicos mixtos como la espinela ( $MgAl_2O_4$ ) y el rutilo ( $TiO_2$ ), o el zircón ( $ZrSiO_4$ ).

A causa de la escasez de información en la red sobre la formulación más adecuada de pigmentos inorgánicos para cada color cerámico, se optará por elegir los compuestos estándares para tintas cerámicas, elaborando la siguiente tabla:

**Tabla 7.1.** Pigmentos inorgánicos estándar usados en la elaboración de los distintos colores

COLOR	PIGMENTO	FÓRMULA
Amarillo	Praseodimio	$(Zr,Pr)SiO_4$
Negro	Espinela de Fe, Co, Mn Cr	$(Co,Ni,Fe,Cr,Mn)_3O_4$
Azul	Aluminato de Cobalto	$CoAl_2O_4$
Magenta	Esfena	$CaSnSiO_5:Cr$

Como premisa importante, para poder obtener un tamaño de partícula menor a una micra con un solo proceso de molienda, se deberán comprar los pigmentos con un tamaño menor a 10 micras.

Por otra parte, para conseguir una buena saturación de colores, se empleará un 40% de la cantidad total de tinta en sólidos. O sea, que de los 200kg diarios de tintas inkjet producidos, 80kg provendrán de los pigmentos.

### 7.1.2 Vehículo

A la parte líquida de la tinta en la que se dispersa el pigmento se le llama vehículo.

Este elemento representará un gran porcentaje de la tinta y, por tanto, deberá cumplir una serie de propiedades que otorgará a la propia tinta y que decidirán la viabilidad de su aplicación.

De esta manera, como se dijo en el apartado de antecedentes, un vehículo deberá ser capaz de fluir por conducciones, ser estable a la temperatura de trabajo, tener baja volatilidad para no secarse en los equipos de impresión, ser fácil de dosificar, que contribuya a la estabilidad de las tintas mediante un buen mojado y que permita una correcta aplicación de éstas en el sustrato cerámico.

Asimismo, los tipos de vehículos utilizados en la fabricación de las tintas determinarán su base de composición dependiendo de cuál haya sido usado en mayor proporción. Se hablará así de tintas en base agua o en base solvente (orgánico).

El criterio principal para la elección del vehículo ha sido el factor medioambiental.

Las tintas en base solvente derivadas del petróleo, aparte de basarse en un recurso no renovable, emiten muchos compuestos orgánicos volátiles tóxicos y al ser mojadas por agua pueden llegar a lixiviarse hasta las aguas subterráneas. Además, en España, el Real Decreto 117/2003 reguló la emisión de COVs y con el uso de este tipo de disolventes se llega rápido al límite permitido, por lo que por cautela es mejor optar por otras opciones.

Las demás tintas en base solvente también liberan sustancias volátiles que al emitirse al entorno generan un olor intenso durante el secado (olor a pintura fresca), aunque de menor toxicidad que las derivadas del petróleo. Al ser más seguras y otorgar una alta durabilidad y resistencia a las tintas, son las más comúnmente utilizadas en cerámica.

Como alternativa, si se quiere ir un paso más allá en sostenibilidad, seguridad y salud; se puede usar mayormente el vehículo menos contaminante, el agua, que al evaporarse durante el secado de la tinta no libera ningún componente orgánico volátil.

Por contra, una tinta completamente de base agua no es factible en la cerámica, ya que se precisan otros disolventes orgánicos que penetren en el soporte, anclen el pigmento y le otorguen resistencia frente a los agentes externos, como se había indicado anteriormente en el apartado de los componentes (3.1.4).

Por ello, se van a usar cosolventes orgánicos líquidos no tóxicos como el polipropilenglicol y la glicerina, dos alcoholes solubles en agua, incoloros y fáciles de manejar en el rango de temperaturas de operación. Esto permitirá obtener una tinta apta para piezas cerámicas, limpia y sostenible.

Basándose en otras formulaciones ya existentes, un alto porcentaje de agua sobre el total de la tinta que no comprometa las propiedades requeridas estaría en torno a un 35%. Si el pigmento ya supone el 40% del total de la tinta y se desea reservar un 3% para los aditivos, el porcentaje de vehículo deberá representar el 57%. Restándole la proporción de agua empleada queda, por tanto, un 22% de vehículo que se repartirá entre los dos cosolventes: un 11% de polietilenglicol y un 11% de glicerina.

Esta elección de vehículo en base agua tendrá los siguientes beneficios en la tinta:

- La menor cantidad componentes orgánicos en la fórmula se traduce en una eliminación de más del 90 % de las emisiones de COV a la atmósfera.
- Mayor protección al medio ambiente y a los trabajadores, puesto que estas tintas no generan ningún tipo de residuo peligroso que requiera un tratamiento específico distinto, por lo que también serán más fáciles de manipular.
- Fácil cambio de tinta en las máquinas y minimización de residuos de limpieza. Para asegurar la eliminación total de la tinta anterior solamente es necesario el paso de agua, que puede ser tratada y recuperada con los sistemas tradicionales de depuración.
- Mayor calidad de impresión por la mejor definición de la imagen respecto a las tintas base solvente, que en ocasiones provocan superposiciones de puntos por tener baja tensión superficial. Las tintas en base agua, en cambio, se absorben rápidamente por capilaridad y se secan antes.

Además, con estas formulaciones se podrá solicitar la etiqueta ECOLABEL, que acredita que las tintas tienen una generación mínima de COVs, o la certificación GREENGUARD para productos con baja emisión en espacios interiores. Ambos títulos ecológicos serán una clara ventaja competitiva respecto a otros productos similares de decoración cerámica.

### 7.1.3 Aditivos

Los aditivos son sustancias que sirven para facilitar los diferentes procesos de impresión, como el transporte desde el depósito hasta el inyector o el proceso de secado. Sin embargo, no confieren ninguna propiedad física al resultado impreso, por lo que se pueden evaporar posteriormente sin problema. Por la poca cantidad necesaria y la baja toxicidad en general, su uso no resulta un problema en términos de seguridad ambiental y salud.

Estos aditivos se clasifican en función de las propiedades de la tinta que modifican:

- *Desaireantes/Antiespumantes*. Reducen las burbujas y la formación de espuma. No se suelen requerir en cerámica debido a la baja viscosidad de las tintas.
- *Dispersantes*. Son sustancias que se adsorben en la superficie de las partículas en suspensión (pigmento) y las mantienen distanciadas mediante repulsión estérica, reduciendo así la tendencia a la aparición de una aglomeración incontrolada. Se empleará.
- *Retardantes*. Retardan el secado de las tintas y aumenta su fluidez. Si el vehículo es bastante volátil (agua), este aditivo servirá para regular los tiempos de secado de las tintas según la necesidad. Esto va a evitar que las boquillas se obturen en condiciones ambientales donde la temperatura o la humedad son clave para el secado casi inmediato de la tinta. Se empleará.
- *Reguladores de pH*. El pH ideal de una tinta es entre 7 y 8,5. Para subirlo se utiliza trietanolamina (base orgánica de baja toxicidad) y para bajarlo ácido acético (ácido débil). En las tintas que se fabricarán, los tres vehículos rondan un pH entre 6-7, por lo que hará falta subirlo.
- *Antisedimentantes*. Evitan la sedimentación de las partículas sólidas de la tinta. En el caso actual, con tamaños de partícula de pigmento tan pequeños, el principal problema que se tiene es la agregación, no la sedimentación. No se empleará.

- *Surfactantes o tensioactivos.* Los surfactantes son productos que bajan la tensión superficial sin cambiar la viscosidad del producto. La del agua es muy elevada y al mezclarla con los otros cosolventes no baja lo suficiente, cosa que dificultaría procesos como la molienda o la filtración al no mojar lo suficiente al elemento filtrante, así que también hará falta utilizar este aditivo.

Por tanto, para el presente caso de tintas en base agua de pigmentos se han elegido los siguientes aditivos atendiendo a sus funciones.

#### **- DISPERBYK-2015, dispersante**

Ideal para suspensiones de pigmentos acuosas, concentradas y de alta calidad. Está desarrollado en base a CPT (tecnología de polimerización controlada), que permite una distribución estrecha y definida del peso molecular. Esto garantiza una aplicación en muchos sistemas aglutinantes diferentes.

Sus beneficios son los siguientes:

- Excelente compatibilidad en una amplia gama de sistemas en base de agua debido a la estrecha distribución del peso molecular
- Otorga una gran intensidad de color con una viscosidad óptima y unas buenas propiedades de nivelación
- Buena estabilización y desfloculación de pigmentos orgánicos e inorgánicos
- Mejora el brillo y reduce la turbidez
- La fuerte reducción de la viscosidad de la base de molienda permite altas cargas de pigmento
- Sin emisión de COVs

#### **- BYK-3456, surfactante**

Aditivo sin flúor que contiene silicona para mejorar la humectación y nivelación del sustrato en sistemas acuosos al mismo tiempo que reduce la tensión superficial.

Estos dos aditivos son de la empresa BYK, líder en su comercialización a nivel mundial.

Por otro lado, se usará también **trietanolamina** de otro proveedor, la cual hará de reductora del pH y de retardante del secado.

#### 7.1.4 Requerimientos de la producción

Una vez definida la materia prima, se procederá a dibujar una tabla a modo de estimación con las cantidades diarias de cada una. Cabe recordar que la cantidad diaria de tinta producida es de 200Kg.

*Tabla 7.2 Cantidades requeridas de materia prima para la producción diaria de tinta*

<b>Materia prima</b>	<b>Densidad media</b>	<b>Porcentaje del total de la tinta</b>	<b>Peso por día</b>	<b>Volumen por día</b>
Pigmento	3,5kg/L (aparente)	40%	80kg/día	22,85L/día
Agua	1kg/L	35%	70kg/día	70L/día
Polipropilenglicol	1,036kg/L	11%	22kg/día	21,23L/día
Glicerina	1,26kg/L	11%	22kg/día	17,46L/día
Aditivos	1kg/L	3%	6kg/día	6L/día
	<b>Total</b>	100%	200kg/día	137,54 L/día

## **7.2 Recepción y almacenaje de materia prima**

Una vez comprada la materia prima a los respectivos proveedores y cuyos repartidores la descarguen en la planta, se procederá a disponerla en estanterías y a clasificarla en función de su tipo: pigmento (sacos), vehículo (garrafas) y aditivos (botes).

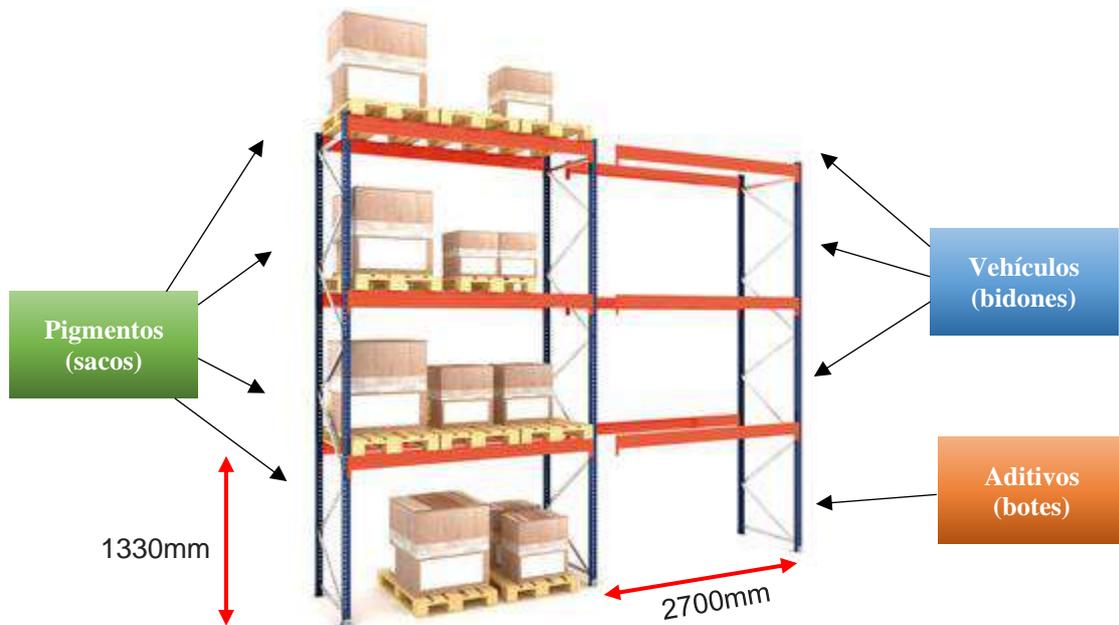
Teniendo en cuenta la cantidad diaria de 200kg de tinta producidos, que resultan en 4000 kg de materia prima al mes, se decidirá utilizar estanterías de paletización que permitan soportar toda esa cantidad necesaria para la producción mensual.

Como estrategia de producción, se dispondrá siempre de un excedente que permitirá afrontar problemas asociados a la recepción de dicha materia prima sin que se vea afectada la producción de la planta y, además, se pagará un menor precio de materia prima por kilogramo al adquirirla en cantidades mayores.

La estantería de paletización es el sistema de almacenaje más extendido debido a sus múltiples ventajas funcionales, como el acceso rápido y el control de los productos, así como la diversidad de peso y volumen almacenable en la mercancía.

Se decide escoger dos estanterías de tres niveles para así clasificar por una parte los cuatro pigmentos y por otra los tres vehículos y los aditivos de forma ordenada.

Así, en la primera estantería se dispondrá un tipo de pigmento por altura (cuatro niveles contando el suelo), mientras que en la otra se situarán los vehículos y en la base los aditivos, que al estar en recipientes de pequeño tamaño se dispondrán sin palets.

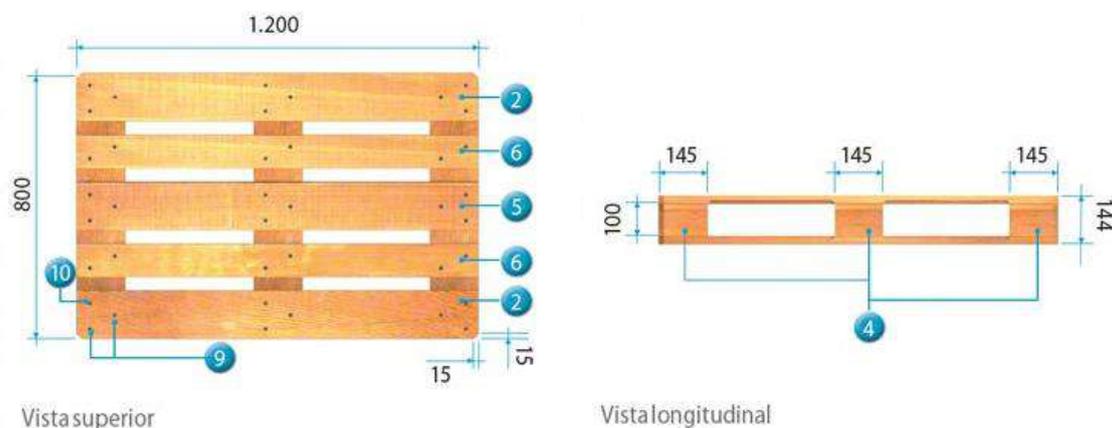


*Fig.7.1. Estanterías de almacenamiento de materia prima*

Por lo que refiere al tamaño, las estanterías tendrán las siguientes medidas:

- **3 metros de altura**, que permiten la disposición de materia prima de hasta 1,33m de alto por cada compartimento (una altura estándar, quedando el tercer nivel libre por se diera el caso excepcional de algún material con más altura)
- **2,7m de ancho**, permitiendo una cabida de 3 palets europeos (los más utilizados).
- **1,1m de profundidad**, que permite un buen ajuste del palet europeo.

Por su parte, el palet europeo, que vendrá junto con la materia prima suministrada por el proveedor, soporta cargas de hasta 1500kg y tiene las siguientes medidas:



*Fig.7.2. Medidas de un palet europeo (en mm)*

Sabiendo que, de los 4000kg de tinta mensuales, un 40% serán pigmentos, se requerirán 1600 kg de pigmento dispuesto en la estantería, que supondrán 400kg de pigmento de cada color y, por tanto, por estante.

Si los sacos o bolsas normalmente son de 25kg, harán falta 16 en cada estante ( $25 \times 16 = 400$ ). Mirando los datos de los proveedores, un palet puede albergar 40 sacos (que son de 70x50x15cm), por lo que podrán caber 16 sin problema en cada uno de los estantes de la primera estantería.



*Fig.7.3. Disposición de los sacos en un palet*

Por otro lado, en la segunda estantería, los vehículos vendrán en bidones.

Constituyendo el agua un 35% de las tintas, harán falta 1400kg almacenados de agua destilada para cubrir la producción mensual, que se traducen en 7 bidones de 200kg.

Por su diámetro de 0,59m, se podrán disponer dos a lo largo del palet europeo de 1,2m x 0,8 m, mientras que a la altura de éstos se le tendrá que sumar la del palet ( $0,85\text{m} + 0,144\text{m}$ ), resultando en 1 metro de altura, por lo que podrá caber cada bidón en los niveles de la estantería de 1,33m de espacio. De esta manera, con tres palets por estante habrá espacio para 6 bidones de agua, con lo que faltaría una unidad por poner que se recolocaría en uno de los otros estantes donde se encuentran los demás vehículos.

Los cosolventes, por su parte, vendrán en bidones de 250kg. Para la producción mensual de tinta se requerirá de cada uno el 11% de 4000kg, que se traduce en 440kg. Se pedirán, por tanto, 2 bidones de cada cosolvente, con la misma anchura de los de agua y con una altura (1m) que sumada a la del palet cabe igualmente en los estantes. De esta manera, cada cosolvente se dispondrá en dos bidones sobre dos palets, quedando un espacio vacío sin utilizar en cada estante donde se podrá recolocar el bidón de agua que se quedaba de punta.

Finalmente, en la base de esta segunda estantería, vendrán los aditivos en botes, que al constituir un 3% de las tintas, sólo harán falta 120kg mensuales. Como se usarán 3 tipos de aditivos, cada uno representará el 1% de la tinta mensual y supondrá una cantidad de 40kg que aproximadamente se pueden traducir en 40L. Para ello, se usarán dos garrafas de 25L. Al haber 3 tipos distintos, se podrán disponer unas garrafas en la parte izquierda, otras en la derecha y las restantes en el centro.

Para el transporte de la materia prima en la planta, se dispondrá de una carretilla elevadora o montacargas de la empresa cerámica anexa cedido por ésta.

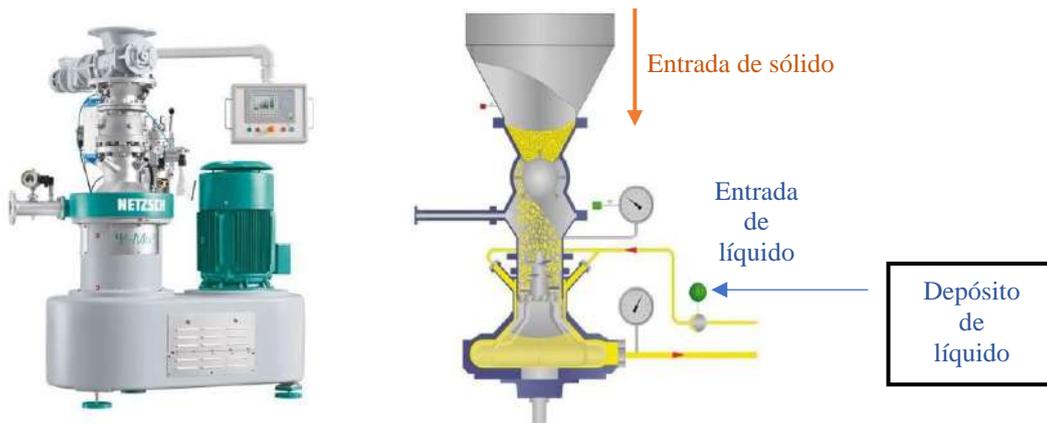


*Fig.7.4. Imagen de una máquina elevadora convencional*

Por otra parte, estas estanterías de materia prima estarán situadas relativamente cerca de la entrada de la nave y del inicio del proceso de producción a la vez, para reducir en la medida de lo posible el desplazamiento de material.

### **7.3 Dosificación y mezclado de las materias primas**

Para la correcta mezcla y dispersión del pigmento en el vehículo líquido junto con los aditivos, se optará por un equipo en línea que garantice el buen mojado de las partículas sólidas y así minimice al máximo el fenómeno de la agregación, que es el principal problema de las tintas pigmentadas. Esto ayudará, además, a reducir el esfuerzo posterior que tendrá que hacer el molino para reducir el tamaño de partícula.



*Fig.7.5-7.6 Imagen del dispersor y esquema de su estructura interna en funcionamiento*

Para ello, el equipo operará en vacío y producirá la humectación mediante presión y cizalla, obteniéndose por microcavitación dispersiones finas, homogéneas y con una calidad reproducible. De esta manera, se trabajará con altos niveles de eficiencia en un proceso controlado y libre de polvo, evitando el uso de extractores.

Como se ha podido apreciar, esta técnica es diferente respecto a los sistemas convencionales de rotor-estator, con la ventaja de necesitar mucha menos energía para llevar a cabo la dispersión.

Para integrar esta etapa en el proceso de producción, se utilizará un dispersor en línea que permita la sencilla adición de componentes. Teniendo elegida la formulación de la tinta por el laboratorio de control, las cantidades líquidas (vehículo y aditivos) se cargarán en un depósito agitado que se acoplará al dispersor. Por otra parte, el propio dispositivo cuenta con una entrada troncocónica que incluye una válvula rotativa con un cabezal acondicionador, permitiendo la carga y dosificación de pigmento desde el mismo saco en el que se ha comprado. El pigmento sobrante se puede recuperar posteriormente.

Diariamente se precisan 80kg de pigmento de un solo color. Si los sacos son de 25kg, se usarán tres sacos enteros y parte de un cuarto. Éstos permiten una apertura pequeña y un sellado que evita emisiones de polvo indeseadas, por lo que después de cargarlos en el dispersor se podrá volver a disponer el saco sobrante debidamente cerrado en la estantería de materia prima.

Sabiendo que la producción diaria de tinta es de 137,54L, se optará por un depósito de acero inoxidable acoplado al dispersor que soporte 150L, situado sobre una báscula portátil y en el que se pesarán por un lado las cantidades de vehículos necesarios cargados mediante una bomba de transvase (desde los bidones de materia prima) y, por otro, se añadirán las cantidades de aditivos mediante un caudalímetro.

Por su parte, la bomba de transvase será de tipo manual y dispondrá de una manguera resistente a los disolventes de 1,8 metros de longitud y de tipo sifón con la que se pueden impulsar 22,7L de líquido por minuto, por lo que el agua destilada (70L) tardará en cargarse 3,08 minutos, el polipropilenglicol (21,23L) 0,93 min. y la glicerina (17,46L) 0,77 min.

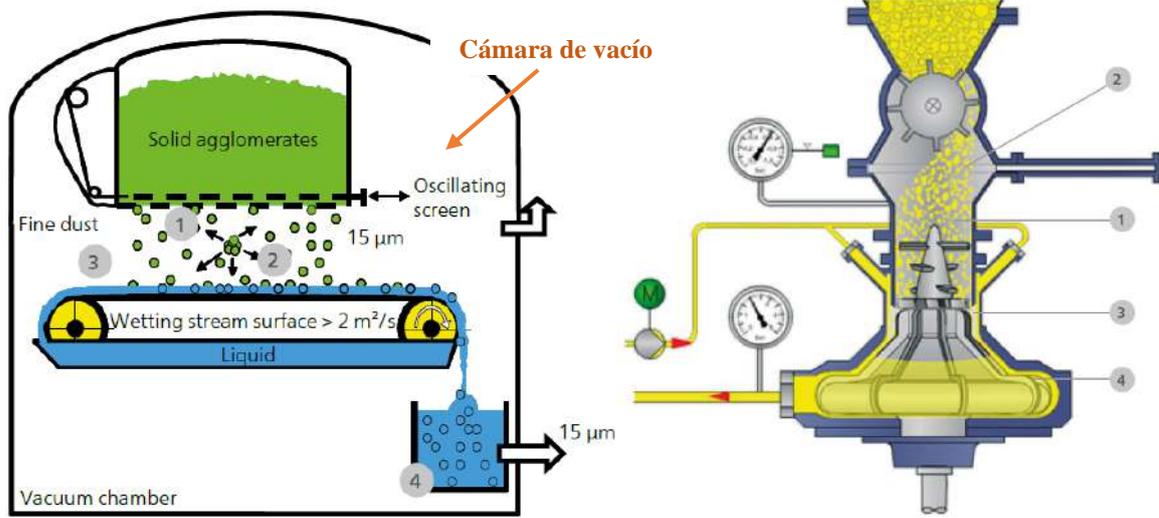
Esta transferencia de líquido se realizará situando el depósito del dispersor al lado de la estantería de las materias primas, desplazándose sobre la báscula portátil. De esta forma, se tiene la diferencia de alturas requerida para el flujo de líquido por la manguera, ya que los depósitos de vehículos están dispuestos en los distintos estantes elevados respecto al nivel del suelo.

Llegados a este punto, colocando correctamente la manguera en los depósitos respectivos (pudiéndose ayudar de una escalera) y agitándola, el líquido empezará a fluir y la báscula medirá la cantidad añadida en el tanque del dispersor.

Este proceso se repetirá tres veces (una para cada vehículo) y, posteriormente, se añadirán los tres aditivos desde los respectivos botes mediante un caudalímetro especialmente diseñado para tratar con productos químicos, que opera de forma neumática con aire comprimido. Como hay 3 aditivos distintos, si diariamente se precisan 6 litros en total, se echarán de forma equitativa 2L de cada uno. Para ello, se seleccionará la dosis mediante el volante con escala graduada del caudalímetro.

Una vez estén los componentes cargados, se pondrá en marcha el dispersor que empezará a poner en contacto el pigmento en polvo con una gran superficie líquida que lo humedecerá bajo vacío y microcavitación. Aquí, los espacios entre partículas sólidas finas ( $<10\mu\text{m}$ ) que se hayan aglomerado por fuerzas superficiales estarán llenos de aire y se deberán sustituir por el líquido aglutinante. Al mismo tiempo, se tendrán que vencer las fuerzas de enlace entre las mismas partículas. Si se realizan correctamente los pasos anteriores, se obtendrá una suspensión de partículas separadas recubiertas por el vehículo y no por aire.

El mecanismo de acción será el siguiente:



*Fig 7.7-7.8 Interior del dispersor en funcionamiento con las partes numeradas*

- 1.- Los aglomerados secos se atomizan y se liberan al vacío
- 2.- El aire capilar se elimina de los aglomerados secos mediante vacío
- 3.- Las partículas secas se sumergen en una capa líquida para humedecerse y se microcavitan
- 4.- El líquido se bombea del depósito a los conductos capilares para formar la capa líquida de humidificación.

Una vez termine la secuencia de proceso, la suspensión ya dispersada se bombeará a un tanque de almacenamiento posterior debidamente agitado.

El cálculo de los tiempos requeridos de procesamiento se realizará a partir de los propios datos del modelo de dispersor elegido, el cual depende a su vez del volumen de tinta a procesar.

Como se cargan 137,54L de tinta, bastará con elegir el modelo más pequeño, el cual podrá procesar una cantidad de sólidos de 300L/h. Por tanto, si de sólido hay 22,85L, se tardarán 4,57 minutos en realizarse la dispersión.

Las ventajas de este proceso de dispersión son las siguientes:

- *Ahorro de energía:* En relación con los equipos convencionales, la demanda de energía para dispersar productos se reduce hasta en un 30%.
- *Mejor calidad del producto:* La humectación efectiva de los sólidos y el procesamiento suave mejora la calidad del producto y puede aumentar drásticamente la productividad de la molienda posterior.

*Apto para cambios frecuente de producto:* En el diseño de la construcción giratoria se tuvo en cuenta el hecho de facilitar el cambio de producto para una fabricación variada de, por ejemplo, diferentes colores.
- *Fácil acoplamiento del laboratorio a la planta:* El sistema de control guarda los parámetros de escalamiento para la máquina de producción, garantizando un alto grado de seguridad y flexibilidad. De esta manera, se podrán implementar innovaciones de una manera rápida y sencilla.

Sin embargo, la última ventaja no se va a aprovechar, puesto que este sistema de dispersión sólo se utilizará en la línea de producción; en el laboratorio simplemente se necesitará un agitador.

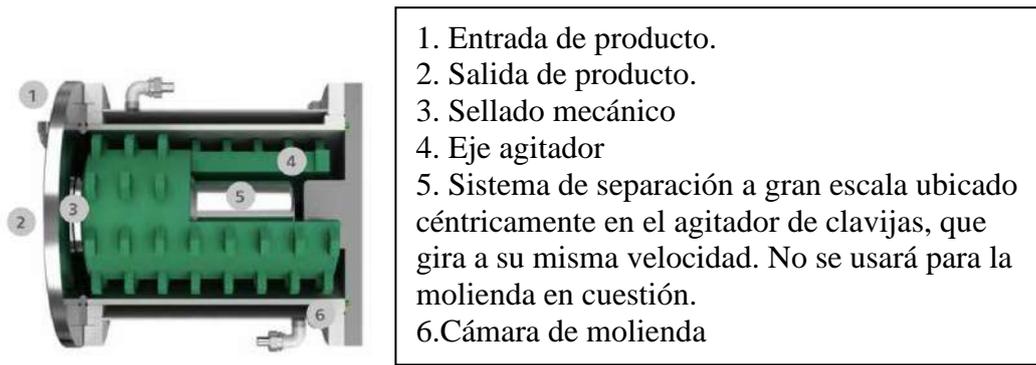
## **7.4 Sistema de molienda**

El criterio principal para la elección del molino de bolas horizontal será la posibilidad de obtener el menor tamaño de partícula posible para poder obtener una tinta inkjet de calidad.

Esto se intentará lograr mediante un sistema de separación centrífuga altamente eficiente, combinado con un sistema de molienda con clavijas de bajo ratio longitud/diámetro que, además, permite el uso de microesferas muy pequeñas. Todo esto integrado, a ser posible, en una operación continua y fiable.

Con tal de obtener una moltura eficiente y al mismo tiempo un producto fácilmente filtrable sin que se produzca la polimerización o la degradación de los vehículos, se decidirá un tiempo total de molienda intermedio de 6 horas, durante las que se producirán las múltiples pasadas de la mezcla en la cámara del molino para su reducción del tamaño de partícula.

El interior de la cámara del molino está representado en la siguiente figura:



*Fig.7.9 Esquema de las partes de la cámara del molino*

Este tipo de molino en concreto es de especial interés porque está diseñado para procesos de molienda y dispersión en húmedo, especialmente en el rango de nanómetros. Por supuesto, la cámara será resistente al desgaste.

Además, este molino tiene una fácil operación, puesto que está equipado con una bomba que impulsa la suspensión y una unidad de molienda basculante con un dispositivo de elevación de múltiples posiciones para un fácil llenado y vaciado de bolas, limpieza y una posición de trabajo horizontal.

De esta manera, la bomba del molino carga la mezcla del depósito agitado hasta su cámara de molienda, la moltura durante un tiempo de residencia, la vuelve a descargar en el depósito y la recircula nuevamente, repitiendo este proceso durante aproximadamente 6 horas, logrando una dispersión fina y con una distribución de tamaños estrecha.

Las prestaciones del molino son las siguientes:

- Control del accionamiento del molino y de la bomba de alimentación
- Medidor del caudal para controlar el caudal del producto
- Control de presión por manómetro de contacto
- Medición de la temperatura de entrada y salida del producto
- Posee una bandeja colectora de elementos de molienda para que no haya escape de microesferas incluso a altas tasas de rendimiento
- Medición del caudal de refrigeración opcional de la cámara y control de la temperatura del agua de refrigeración
- Limpieza sencilla y gran facilidad de uso
- Diseño compacto para el mínimo espacio requerido

### 7.4.1 Potencia y tiempo de residencia

Una vez elegido el tipo de molino, se ha de elegir el modelo mediante la capacidad de procesado, pues se ha leído en la ficha técnica que estos molinos tienen una energía específica media de 0,3kWh/Kg sólido. Se pretende trabajar durante 6 horas, visto que es el tiempo idóneo para lograr una óptima molienda según la ficha técnica del molino.

Si se emplean 80 kg de sólido al día, hará falta un molino de  $80/6 \cdot 0,3 = 4\text{kW}$

Como no hay un modelo disponible justo de esa potencia, se escogerá el modelo inmediatamente superior, con 7,5kW de potencia y 2L de capacidad de la cámara de molienda.

Será beneficioso el exceso de potencia porque no siempre se podría operar al valor máximo, además que se tendrá capacidad de aumentar la producción si la empresa cerámica creciera.

Conocida la carga de sólido molturada a lo largo del día, ahora interesa calcular el tiempo de residencia de cada ciclo de tinta. Esto se hallará mediante el cálculo del volumen de la suspensión en la cámara de molienda.

Teniendo en cuenta que el volumen de la cámara de este modelo del molino son 2L y que se rellena (según los estándares óptimos) con un 80% de microesferas con un factor de 0,6 de empaquetamiento, dejando el 20% restante a la suspensión líquida, el volumen ocupado por la suspensión se calcula de la siguiente manera:

$$V_{\text{suspensión}} = 2 \cdot [0,2 + 0,8 \cdot (1 - 0,6)] = 1,04 \text{ L} \quad (1)$$

Si el molino procesa 137,54 L en 6 horas, a la hora son 22,92L procesados.

Por tanto, el tiempo de residencia será el volumen de la cámara del molino dividido entre el volumen procesado por hora:  $1,04\text{L} / 22,92 \text{ L/h} = 0,045 \text{ horas} = 2,72 \text{ minutos}$

### 7.4.2 Microesferas empleadas

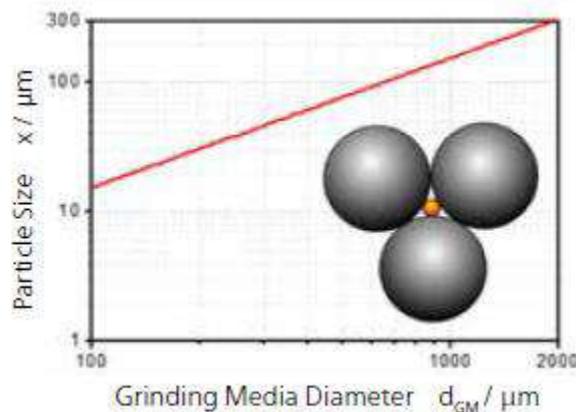
La elección que falta para configurar el molino es el tipo de microesferas que se deberá utilizar.

Según se ha visto, el intervalo de tamaños de partícula en el que opera de manera fiable el molino es de  $15\ \mu\text{m}$  a  $300\ \mu\text{m}$ . El fabricante recomienda, además, el uso de esferas fabricadas por la misma compañía para conseguir una molienda óptima. Éstas estarán compuestas por óxido de circonio de alta pureza estabilizado con itrio. Poseen alta densidad, extrema dureza, ofrecen una gran eficiencia de molienda y no colorean la mezcla.

De este modo, se elegirán microesferas de un tamaño comprendido entre  $15\ \mu\text{m}$  y  $50\ \mu\text{m}$ .

El fabricante indica en la hoja técnica unas sencillas guías para estimar el tamaño final de partícula. En concreto, la operación es la siguiente: el diámetro del 99% de los sólidos en suspensión finales será aproximadamente 35 veces menor al de las microesferas. Por ende, si se emplea un diámetro de esfera medio de  $32,5\ \mu\text{m}$ , se obtiene que prácticamente todos los sólidos serán inferiores a  $0,92\ \mu\text{m}$  después de la molienda. Eso es perfecto para las tintas inkjet, puesto que interesa un tamaño máximo menor de  $1\ \mu\text{m}$ . Así se evitará retener prácticamente pigmento en la filtración posterior, por lo que la saturación del color de la tinta será muy buena.

Por otro lado, en la hoja técnica también se indica que el diámetro medio de los sólidos se calcula dividiendo el diámetro de las microesferas entre 1000, con lo que se obtiene un tamaño medio de  $0,0325\ \mu\text{m}$ , o sea, 32,5 nanómetros.



**Figura 7.10** Gráfica que relaciona el diámetro de las microesferas del molino con la de los sólidos molturados

Ahora hará falta saber el número de bolas necesaria para el molino. Teniendo en cuenta que operando en continuo las microesferas ocupan el 80% de la cámara de molienda, la densidad de las esferas es 6,3 kg/L, el nivel de empaquetamiento típico es 0,6 y que el volumen de la cámara de molienda son 2L, se puede calcular la carga de microesferas atendiendo a la siguiente expresión:

$$\text{Carga de microesferas totales} = 0,8 \cdot 6,3 \text{kg/L} \cdot 0,6 \cdot 2\text{L} = 6,05 \text{ kg} \quad (2)$$

Con este dato, y mediante la fórmula del volumen ocupado por una esfera, se puede calcular el número de esferas necesarias:

$$\text{Volumen de las esferas} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (16,25 \cdot 10^{-6})^3 = 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ m}^3 \quad (3)$$

$$\text{Peso de una esfera} = \text{densidad} \cdot \text{volumen} = 6000 \text{ kg/m}^3 \cdot 1,8 \cdot 10^{-14} \text{ m}^3 = 1,08 \cdot 10^{-10} \text{ kg} \quad (4)$$

Por tanto, el número de microesferas que se van a necesitar será:

$$6,05 \text{ kg totales} / 1,08 \cdot 10^{-10} \text{ kg por microesfera} = 5,6 \cdot 10^{10} \text{ microesferas necesarias} \quad (5)$$

Es una cifra muy grande, pero hay que tener en cuenta su tamaño y peso diminutos, por lo que se necesitará un gran número para completar toda la carga requerida.

### 7.4.3 Sistema de refrigeración

Por último, se precisará un método de refrigeración que minimice las subidas de temperatura por el calor generado durante la molienda y mantenga así una temperatura del molino uniforme.

Como el molino permite la opción de poder medir el caudal y la temperatura del agua de refrigeración, se acoplarán las tuberías de un sistema de refrigeración para que bombee esta agua y evite que la cámara de molienda se caliente demasiado por la fricción e impacto de las microesferas.

Debido al pequeño tamaño de la cámara de molienda (2L) y, basándose en las recomendaciones del fabricante, bastará con un refrigerador poco potente, como el modelo más pequeño de la compañía LAUDA, el ULTRACOOOL UC 2, con un tamaño reducido que sólo consume 1,4 kW y con una geometría que simplifica el acceso a los componentes que requieren un mantenimiento regular.

Este enfriador está equipado con un depósito de agua fría de 19L (que se recirculará) y trabaja con un compresor hermético y una bomba centrífuga, aportando una presión máxima de 42L/min. La bomba funciona con una curva característica de caudal/presión muy plana. Con el baipás (derivación) interno integrado, se adapta automáticamente el flujo en el sistema sin perjudicar la presión.

El rango de temperatura ambiente en el que los enfriadores de circulación se pueden utilizar abarca ahora un intervalo ampliado de 0°C hasta 50°C. El controlador de temperatura de serie evita que el intercambiador de calor se congele. Además, los presostatos integrados protegen el circuito contra niveles de presión excesivamente altos o bajos y la carcasa del refrigerador de chapa de acero galvanizado recubierto de resina epoxi protege contra la corrosión incluso en entornos de producción agresivos.

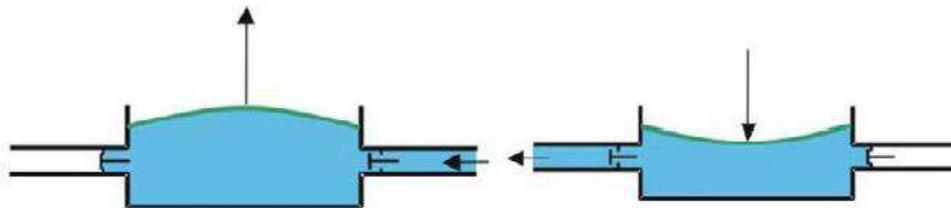
## 7.5 Filtración

Una vez finalizada la molienda, la mezcla se encontrará en un depósito de material molido. De aquí se bombeará al sistema de filtrado para poder obtener la tinta acabada y lista para ser envasada.

La filtración consistirá en la retención de partículas sólidas en suspensión al atravesar un medio sólido que contiene poros. Se obtendrá así una corriente filtrada y un residuo.

Como en el filtro se depositarán sólidos que reducirán la superficie de paso libre, será preferible poder ejercer una mayor presión a tener un mayor caudal, por lo que la **bomba** a utilizar será **de membrana**, que es válida para trabajar con sólidos en suspensión.

Esta bomba también se llama de diafragma, ya que se puede establecer una analogía con nuestro cuerpo para entender mejor el principio de funcionamiento.



**Fig.7.10** Esquema del principio de funcionamiento de una bomba de membrana

El diafragma es un músculo situado debajo de los pulmones que se contrae permitiendo que los pulmones se expandan. Cuando se expanden, aumentan su volumen y la presión del aire en éstos disminuye, dando lugar a lo que conocemos como una inhalación de aire. Cuando el diafragma se relaja, los pulmones se contraen y la persona expulsa aire.

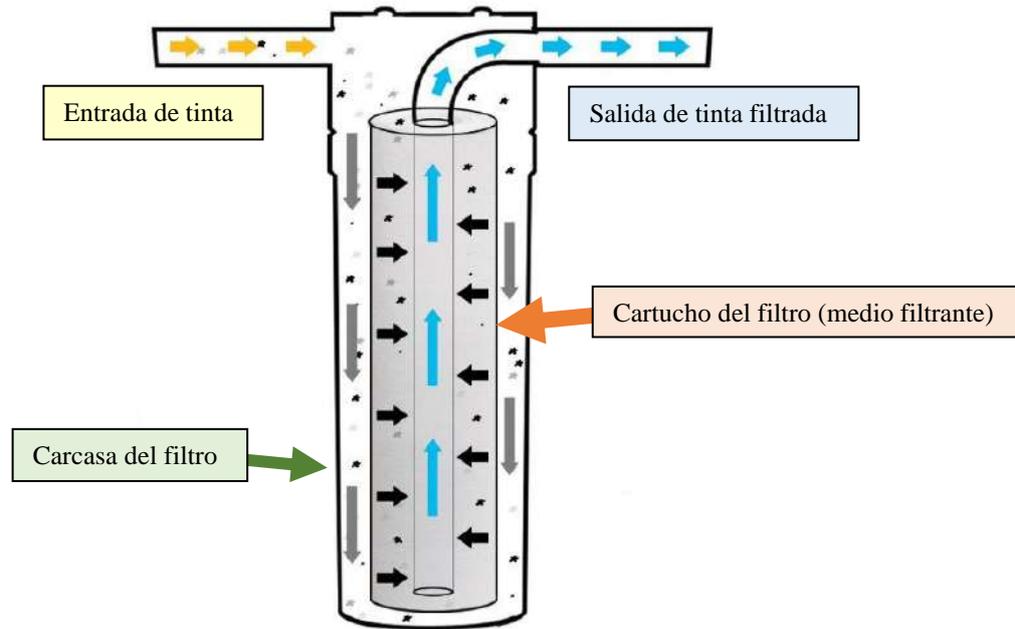
Del mismo modo, el diafragma o la membrana que se sitúa dentro de estas bombas impulsa el líquido hacia adentro y hacia afuera.

Para determinar el caudal de la bomba requerido para llevar a cabo la filtración, primero se deberá calcular la superficie del cartucho filtrante, el cual es cilíndrico.

Se ha elegido un filtro grande de 1m de longitud para poder emplear bajas velocidades y lograr una mejor calidad de filtración sin que se tarde excesivamente demasiado tiempo. Los filtros de cartucho son los que proporcionan mayor área y eficacia de filtración.

$$\text{Superficie del área lateral del cartucho} = \pi \cdot D_{\text{exterior}} \cdot h = 3,14 \cdot 0,062\text{m} \cdot 1\text{m} = 0,2\text{m}^2 \quad (6)$$

Se escoge el área lateral para el cálculo de la superficie del filtro porque es quien realiza la filtración:



*Fig.7.11 Funcionamiento de un filtro*

Según se ha consultado en la bibliografía, la velocidad de filtración máxima recomendable de los filtros de cartucho es  $2,5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ . Sabiendo que se dispone de  $0,2\text{m}^2$  de filtro, la velocidad máxima de filtración que se podría alcanzar sería  $0,5\text{m}^3/\text{h} = 8,33\text{L}/\text{min}$ . Como se tratan  $137,54\text{L}$  al día, el menor tiempo de filtrado posible sería  $137,54\text{L}/8,33\text{L}/\text{min} = 16,51$  minutos

Esto es poco tiempo, pero no sería recomendable porque se estaría operando a la máxima velocidad de filtración permitida, por lo que cualquier perturbación podría ocasionar un filtrado incorrecto o incluso dañar el cartucho.

Como se tiene pensado realizar turnos de 8 horas, descontando el tiempo invertido en la molienda aún se dispone prácticamente de 2 horas más, por lo que se decide que el proceso de filtración dure 60 minutos para lograr una gran calidad final de las tintas, teniendo una hora restante para realizar el control de dichas tintas acabadas y proceder a envasarlas.

De este modo, si se desea filtrar durante una hora los  $137,54\text{L}$  diarios de tinta, el caudal requerido para la bomba serán  $137,54/60 = 2,29$  litros por minuto, lo que dividido entre el área de filtrado ( $0,2\text{m}^2$ ) resulta en  $11,45\text{L}/\text{m}^2/\text{min}$ , o sea,  $0,687\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ , una muy buena velocidad de filtración, suave y efectiva.

De esta forma, la filtración se realizará una vez al día después de haberse molturado la cantidad diaria de tinta. La bomba seleccionada en este caso tiene que estar preparada para soportar sólidos en suspensión.

Se ha escogido la bomba de doble membrana DIRECTFLO, con una tecnología innovadora y diferente. El fluido se bombea a través del centro de la bomba y el aire comprimido actúa sobre la cara exterior de las membranas, logrando un alto rendimiento, robustez y fiabilidad.

El modelo elegido tendrá un caudal máximo a salida libre de 38 L/min, mucho mayor que el que se necesita, pero las presiones de aire de 1 a 8 bares a las que llega permitirán sin problema lo más importante, que la tinta penetre a través de los estrechos poros del filtro, puesto que la presión máxima diferencial del cartucho serán 5,5 bares.

Por otro lado, para garantizar la seguridad al tratar con altas presiones, se usará una válvula de seguridad para aliviar posibles sobrepresiones.

Por lo que respecta al filtro, este constará de un cartucho con un grado de filtración nominal de 1  $\mu\text{m}$ , que es el tamaño máximo de partículas que nos interesa para las tintas.

En su fabricación sólo se utilizan fibras bicomponente de polipropileno, de acuerdo con un sistema de termosellado que conforma una red de fibras rígidas con una porosidad uniforme y una resistencia a la presión hasta 20 bares, mucho más que los que ejercerá la bomba (1- 8 bar).

Gracias a esta tecnología de fabricación, no habrá formación de espuma en la etapa inicial de la filtración, dando como resultado un cartucho filtrante con una estructura limpia y rígida que garantizará una ausencia total de migración de fibras y una elevada máxima presión diferencial, por lo que el filtro tendrá una larga duración de vida. Por otra parte, la utilización de fibras de polipropileno conferirá una excelente resistencia frente a una gran variedad de productos.

Para incorporarlo en la planta, se usará el adaptador/soporte correspondiente suministrado por el mismo fabricante.

Se usarán cuatro cartuchos para la línea de producción, uno para cada color. Por su alta capacidad sólo se requerirá un cartucho colocado en el soporte durante la producción (que será el que filtrará) y se cambiará entre lotes para evitar la contaminación de un color a otro.

Para saber cuándo se ha de realizar la limpieza, se mirará la máxima presión diferencial que indica el fabricante del cartucho, en este caso 5,5 bares, una cifra muy grande por lo que tendrá una gran autonomía. Se precisará, por tanto, un manómetro con lectura de bares a la entrada y a la salida del sistema de filtración para saber el momento en el que se llegue a dicha presión diferencial.

La limpieza se podrá realizar cuando no se esté usando el filtro, extrayendo el cartucho y haciéndole circular manualmente un flujo de agua en contracorriente.

Una vez realizado el proceso de filtrado, la tinta irá a parar por el propio impulso de bombeo a un tanque de producto acabado en constante agitación.

## 7.6 Sistema de llenado y almacenaje de producto

Una vez situada la tinta en el depósito final y habiéndose realizado el control de calidad, se procederá a realizar el llenado de cubos de tinta de 25kg (8 cubos por lote de 200kg) mediante una llenadora automática de cuatro boquillas, con un tiempo de llenado menor a un minuto y una precisión de  $\pm 30g$ .



*Fig.7.12 Imagen de la llenadora con los cubos dispuestos*

El proceso de llenado es el siguiente: cada cubo será desplazado a lo largo del transportador hasta situarse sobre una balanza electrónica. Encima de ésta se encuentra el cabezal de llenado, junto con un sensor que realiza el recuento automático de los cuatro cubos. Cuando se detecta que están todos los cubos sobre las balanzas electrónicas, el cabezal de llenado se moverá hacia abajo y rellenará estos envases. Este ciclo se repetirá dos veces para llenar los 4 cubos restantes; por tanto, el proceso durará aproximadamente 2 minutos en total.

Su mecanismo de acción cuenta con una bomba que puede absorber el líquido automáticamente, mientras que el volumen de llenado se puede controlar mediante una pantalla táctil.

Además, su limpieza es sencilla, puesto que no hay que desmontar la unidad. Sólo se tiene que rellenar la máquina con agua para retirar los restos de tinta.

Finalmente, se procederá al sellado manual de los cubos por el operador, junto a la anotación del número de lote y el almacenamiento en dos estanterías de 3 niveles del mismo modelo que las de materia prima, las cuales permitirán clasificar los cubos por color al haber 4 alturas contando el suelo.

Teniendo en cuenta que se producen 4000kg de tinta al mes, se llenarán 160 cubos de 25 kg que se repartirán entre las 2 estanterías (80 cubos por cada una). Sabiendo que se produce una cuarta parte de tinta cada color, se almacenarán 20 cubos de cada color en cada uno de los cuatro estantes de ambas estanterías.

Se recuerda que cada palet europeo tiene unas dimensiones de 0,8 m de ancho por 1,2 m de largo. Si un cubo de tinta tiene un diámetro de 0,32m, a lo ancho del palet cabrán 2 y a lo largo, 3. En total cabrán 6 cubos por palet y, por 3 palets que tiene el estante, 18 cubos por estante.

Quedarían por disponer 2 cubos de cada color por estante. Al tener el cubo 0,4 metros de altura y el estante 1,3m, se podrán apilar a mano encima de los otros sin problema.

En todo el año se fabrican 48000kg de tinta. Esto implica el llenado de 1920 cubos de 25kg, los cuales se pueden considerar como costes fijos puesto que, una vez utilizados por la empresa cerámica y debidamente lavados, se pueden volver a reutilizar.

## 7.7 Laboratorio de control e investigación

En el laboratorio se realizarán controles de calidad a las tintas fabricadas antes de envasarlas y también se elaborarán nuevos desarrollos, así como formulaciones que intenten acercarse lo máximo posible a nuevos colores que busque la empresa cerámica. Una vez se tenga la fórmula de una tinta, se puede fabricar a gran escala. Es fundamental respetar los porcentajes y la fórmula que se obtuvo en el laboratorio.

Para efectuar los controles de las tintas el laboratorio dispondrá de los pertinentes instrumentos de medida. Por otro lado, para realizar innovaciones se usará un molino de laboratorio que, dado la pequeña producción diaria, será un modelo igual al de la planta, por lo que la transmisión de datos de estos dos molinos será directa.

A continuación, se van a introducir los equipos más importantes y sofisticados de medición de propiedades de las tintas.

### 7.7.1 Molino de laboratorio

Se ha elegido el mismo modelo de molino que para la línea de producción, pero de un tamaño reducido, con una cámara de molienda inferior a 1 L. De esta forma, se extrapolarán los cálculos fácilmente para configurar sus parámetros como se ha hecho con el grande, se podrán usar las mismas microesferas y también se podrá escoger un refrigerador de la misma empresa, pero más pequeño, el LAUDA MICROCOOL MC 250, que bombeará 2L de agua en recirculación con una potencia de 0,23kW, suficientes para enfriar la cámara del molino.

Repitiendo la misma metodología de cálculo que para el molino principal, si el volumen y el peso de las microesferas es el mismo, se puede hallar la carga de microesferas requerido simplemente dividiendo el valor del anterior molino (ecuación 2) por dos, ya que el volumen de éste es prácticamente 1L, la mitad.

Por tanto, la masa de microesferas que se van a necesitar será  $6,05 \text{ kg} / 2 = 3 \text{ kg}$

Además, mediante un escalado sencillo se podrán ampliar los resultados obtenidos en el campo de la investigación y desarrollo aprovechando a su vez la gran capacidad de estos molinos para conseguir un tamaño de partícula nanométrico.

### **7.7.2 Control de la estabilidad de la suspensión**

El principal problema de las suspensiones, como ya se ha estudiado, es la posible sedimentación por diferencias de densidad entre los sólidos y el vehículo líquido.

Por tanto, es de vital importancia conocer el comportamiento de las suspensiones para poder garantizar su estabilidad. Para ello, se empleará el TURBISCAN, la primera y más conocida tecnología patentada para analizar los mecanismos de desestabilización en dispersiones líquidas.

Su principal virtud es la rapidez en detectar los procesos de desestabilización sin dilución ni estrés, gracias a unos sistemas de detección de la transmisión y dispersión de la luz y a la posibilidad de acelerar estos procesos aumentando la temperatura. Esto proporciona la cinética y el índice de estabilidad para un análisis eficiente.

La medición se realiza extrayendo una pequeña muestra de producto (unos 100 mL) y colocándola en una celda a una temperatura controlada, donde se monitorizan los procesos de flotación, sedimentación, aglomeración, agregación y coalescencia.

El modelo TURBISCAN LAB se puede utilizar tanto en laboratorios de I+D como en control de calidad para formulaciones de productos finales.

### **7.7.3 Control del tamaño de partícula**

Para analizar el tamaño de partículas se usará el método por difracción láser de MASTERSIZER, el más usado en este ámbito, que proporciona distribuciones de tamaño de partículas rápidas y precisas con el mínimo de esfuerzo.

El modelo 3000 en particular cuenta con un rendimiento excepcional en el tamaño de superficie más pequeño, concretamente en el intervalo de nanómetros a milímetros, que es el rango de interés.

La técnica de difracción láser se basa en medir la intensidad de la luz que se dispersa cuando el haz del láser pasa a través de una muestra de partículas dispersadas. Esta información se analiza para calcular el tamaño de las partículas que crearon el patrón de dispersión.

#### **7.7.4 Control de color**

A la hora de revisar el color de las tintas, tanto en la producción como en el laboratorio, se requiere el entorno más homogéneo y fiable posible para una evaluación correcta. Según las distintas fuentes de iluminación (como la luz del día, las lámparas fluorescentes o las incandescentes), el color puede parecer distinto, por eso es importante evaluar las tintas bajo cada una de ellas antes de aprobar el producto para prevenir rechazos y problemas que pueden resultar costosos de solucionar, así como tener un baremo fijo usando una luz normalizada para el análisis de los colores.

Por ello, se usará una cabina de luz estandarizada, la PANTONE 5 LIGHT BOOTH – D65.



**Figura 7.13** Imagen de la caja de luz PANTONE 5 LIGHT BOOTH – D65

#### **7.7.5 Sistema para probar nuevas tintas.**

El campo de la innovación es un terreno en el que cualquier planta de tintas con vistas al futuro se debe adentrar.

Para ello, se realizarán pruebas de nuevas formulaciones de tinta mediante un disparador de laboratorio que permita evaluar los desarrollos que se lleven a cabo.

INKTESTER DIGITAL, de la empresa PEOPLE and TECHNOLOGY, ofrece la función de un plotter o trazador gráfico con un tamaño reducido para realizar las pruebas de tinta a escala de laboratorio.

Esta máquina posee las prestaciones siguientes:

- Trabaja con los principales fabricantes de cabezales industriales
- Opera en cualquiera de los formatos, como tinta a base de agua
- Permite imprimir en cualquier superficie, como la cerámica
- Control digital de todos los parámetros del sistema de tinta y de la impresión
- Sólo se necesitan 250 mL de tinta para realizar una prueba
- Ofrece un cambio rápido de cabezal de impresión en menos de dos minutos
- Incorpora pantalla táctil y se puede operar desde la pantalla
- La limpieza del sistema de tinta es automática
- Es portátil, sólo necesita un enchufe de 230V



**Figura 7.14** Imagen del tirador de tinta de laboratorio INKTESTER DIGITAL

Este sistema tiene la ventaja de aceptar varios tipos de cabezales, para así ir probando el resultado final en función de éstos. Sin embargo, debido a su precio, se optará por comprar un solo cabezal al que se le irán cargando los distintos colores. De la gama de cabezales soportados por el INKTESTER, se ha elegido el SEIKO 580GS, un modelo óptimo para base agua con 508 inyectores de una empresa puntera en la fabricación de cabezales como SEIKO.



**Figura 7.15** Imagen del cabezal de impresión SEIKO 580GS

### 7.7.6 Otros equipos de laboratorio

- Báscula electrónica de laboratorio para pesar pigmento (para los líquidos se puede usar el caudalímetro de la planta)
- Cuba pequeña de 5L de acero inoxidable para la mezcla de materias primas y operación del molino de recirculación y otra de la misma capacidad para la contención de tinta una vez filtrada.
- Dos agitadores basculantes para la mezcla y dispersión inicial de materia prima
- Pequeña bomba de doble membrana para impulsar la suspensión a través del filtro
- Cartucho y soporte de filtro como el de la línea de producción pero de menor tamaño, haciendo un fácil escalado para calcular la velocidad y tiempo de filtrado
- Manómetros a la entrada y salida del filtro
- Tuberías necesarias para conectar los equipos de laboratorio
- Espectrofotómetro de reflectancia difusa o colorímetro. Instrumento usado para realizar lecturas de color. Mide la cantidad de intensidad de luz absorbida después de pasar a través de una solución muestra.
- Reómetro. Instrumento empleado para medir la viscosidad y algunos otros parámetros de flujo de un fluido.
- pHmetro o medidor de pH.
- Conductímetro
- Tensiómetro. Instrumento para medir la tensión superficial
- Horno de laboratorio
- Grifo y fregadero de laboratorio

## 7.8 Distribución en planta

Una vez enumeradas y desarrolladas las diferentes partes de la planta, se va a llevar a cabo la correcta distribución en planta mediante una metodología de planeación sistemática, conocida en inglés como *Systematic Layout Planning* (SLP), la más utilizada para la resolución de problemas de distribución a partir de criterios cualitativos.

La SLP fue desarrollada por Richard Muther en los años 60 reuniendo las ventajas de las aproximaciones metodológicas de otros autores, aplicable tanto a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. Permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos, para así enfocar los problemas que puedan surgir en la implantación.

Para el presente proyecto se usarán las fases de la planta anteriormente descritas y se establecerán las relaciones entre ellas mediante la Tabla Relacional de Actividades (TRA), donde se presentan de forma tabulada y se evalúa la necesidad de proximidad entre ellas.

Las actividades se han numerado según el orden de aparición en los anteriores subapartados, resultando la siguiente disposición:

1. Almacenaje de materias primas
2. Dosificación de las materias primas
3. Dispersión
4. Molienda
5. Filtración
6. Envasado
7. Almacenaje de producto acabado
8. Laboratorio de control e investigación

Por su parte, el nivel de interacción de actividades vendrá determinado por A (relación fuerte), B (relación media) y C (relación nula o escasa), en función de la dependencia que tenga cada par de actividades para que pueda funcionar la planta correctamente.

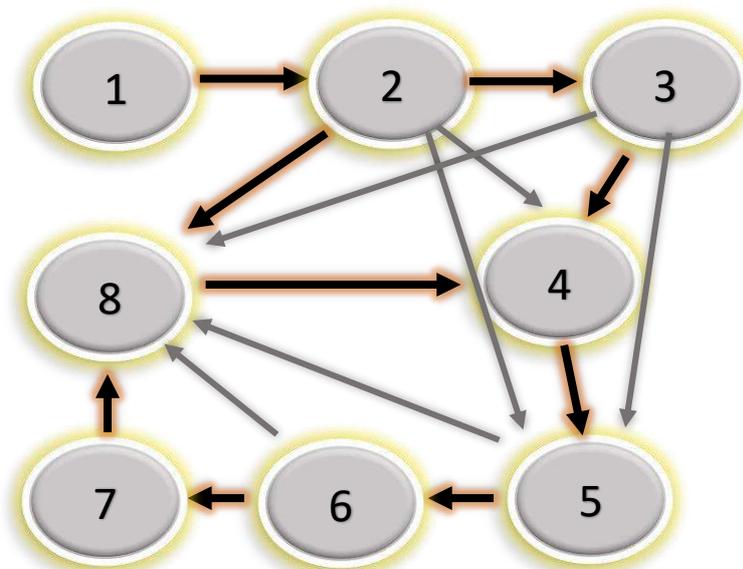
La tabla obtenida es la siguiente:

**Tabla 7.3** Tabla Relacional de Actividades

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	A	C	C	C	C	C	C
2	A	-	A	B	B	C	C	A
3	C	A	-	A	B	C	C	B
4	C	B	A	-	A	C	C	A
5	C	B	B	A	-	A	C	B
6	C	C	C	C	A	-	A	B
7	C	C	C	C	C	A	-	C
8	C	A	B	A	B	B	C	-

Una vez establecidas las relaciones entre las actividades, se graficarán los resultados en un esquema visual para establecer el orden y posición de las actividades, mediante nodos y flechas.

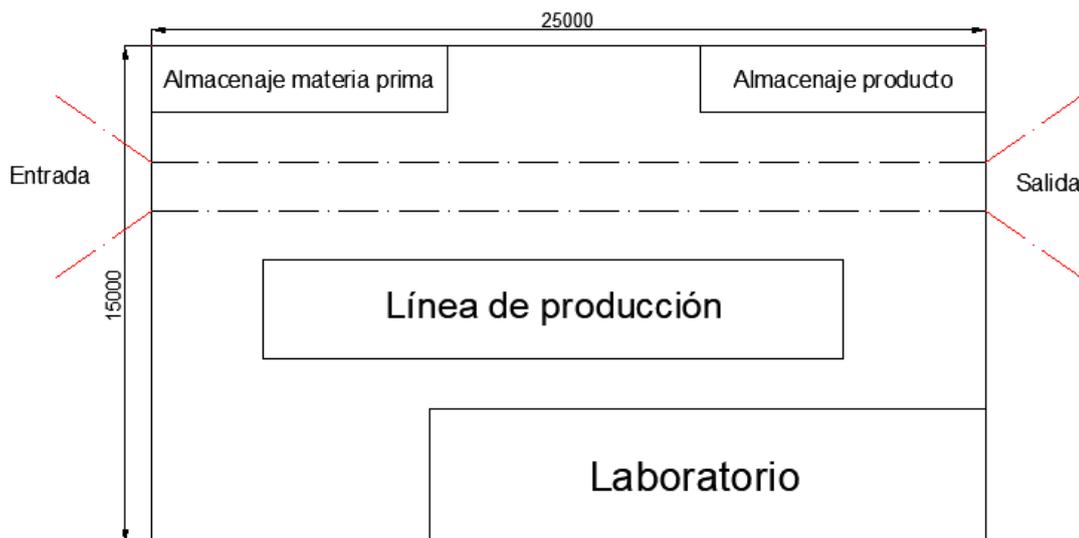
Los números de las actividades serán los nodos, que se relacionarán por dos tipos de flechas: las negras y gruesas representarán las relaciones fuertes (A) y las grises y delgadas las relaciones medias (B), dejando sin representar las relaciones nulas.



**Figura 7.16** Representación gráfica de la Tabla Relacional de Actividades (TRA)

Una vez elaborada la representación de la tabla de actividades, se deben reordenar las actividades para que las flechas que indican las relaciones (las distancias entre las actividades dependientes) sean lo más cortas posible y se crucen lo mínimo, priorizando las relaciones fuertes. En el caso anterior ilustrado, las flechas no son extensas y tampoco se tiene ningún cruce de relaciones fuertes, por lo que ya se tiene una representación óptima, teniendo en cuenta que el nodo 8 es el laboratorio de control que se puede interpretar como el control individual de los diferentes parámetros de las máquinas del proceso mediante un computador, por lo que puede estar a cierta distancia de los equipos mediante la comunicación telemática.

Habiendo realizado estas consideraciones, finalmente se procede a la reordenación de las actividades de la planta a escala, dando como resultado un croquis que se podrá encontrar en la parte de los planos del proyecto (plano n°1) y que se adjunta en forma de imagen a continuación.



**Figura 7.17** Imagen del croquis de la planta con sus partes principales

Analizando el plano, se observa la maquinaria fija situada en orden según el proceso de producción de las tintas. Se trata, por tanto, de una distribución en cadena o en línea, siendo el material el que se desplaza a través de la planta hasta transformarse en el producto final.

De esta manera, esta línea de producción se encontrará en la parte central de la planta, con el laboratorio situado enfrente, en la esquina derecha la parte inferior de la vista en planta, para poder tener un mayor seguimiento de las operaciones, controlando los parámetros y estando al mismo tiempo cerca del producto acabado antes de envasar para tenerlo a su alcance y realizar los pertinentes controles de calidad.

El almacenamiento de materia prima se ubicará en la esquina superior izquierda de la planta al lado de la entrada y el producto acabado en la esquina superior derecha, cerca de la salida posterior, que mediante un pasillo exterior comunicará con la sala de decoración de la empresa cerámica, donde se usarán las tintas. De esta manera, se minimizará el recorrido a realizar con un pasillo recto de circulación de las carretillas elevadoras, que irá del extremo superior izquierdo al derecho. En este pasillo sólo habrá un carril por el que circulará el operario, debido a la sencillez y poco volumen del proceso productivo, haciendo que las posibilidades de estorbo serán mínimas.

## 8. Resultados finales.

Una vez realizados los cálculos pertinentes, seleccionado el equipo necesario, analizado su funcionamiento y vista su disposición en la planta, se va a enumerar de forma ordenada toda la maquinaria elegida, así como sus características.

### 8.1 Sistemas de almacenaje de materia prima y producto

El equipo elegido para el almacenaje consta de tres estanterías de paletización, dos para la materia prima y una para el producto acabado. Todas son de la misma medida: 3m de altura, 2,7m de ancho y 1,1m de profundidad. Tienen 4 alturas distintas (contando el suelo) y admiten 12 palets de 800x1200mm (tres por estante), los cuales soportan cargas de hasta 1500kg cada uno.

### 8.2 Sistema de dosificación de materias primas

Como se ha explicado en el apartado 7.3, se van a seguir tres métodos distintos de dosificación, uno para cada tipo de materia prima.

Por un lado, los materiales sólidos (sacos de pigmentos) se cargarán directamente en el dispersor que será quien se encargue de dosificarlos.

Por otro lado, los vehículos se añadirán con una bomba de transvase de tipo manual a un depósito de acero inoxidable de 806mm de altura, 528mm de diámetro y con 150L de capacidad, sobre una báscula de 400x500mm (sobresaldrá un poco el depósito por los costados) que soporta un peso máximo de 300 kg y tiene una precisión de 50g.

La siguiente imagen muestra la báscula y sus dimensiones.



*Figura 8.1 Imagen de la báscula empleada*

Finalmente, los tres aditivos (2L por cada uno) serán cargados al mismo depósito mediante un caudalímetro neumático con tolva de acero inoxidable y sellado con teflón, que opera de forma neumática con aire comprimido seleccionando la dosis mediante un volante con escala graduada. Se ha elegido, por tanto, un modelo que llegue a dosificar este volumen de 2L por aditivo, el TECNOFLUSS VM 3000, mostrado a continuación.



**Figura 8.2** Imagen del TECNOFLUSS VM 3000

Sus características son las siguientes:

**Tabla 8.1** Características del TECNOFLUSS VM 3000

Modello Model Modèle	Regolazione volume Dosing volume Volume de dosage	Dimensioni Size Dimensions				Peso Weight Poids	Velocità max. Max speed Vitesse max.	Consumo aria Air consumption Consommation d'air	Pressione Pressure Pression
	ml	A mm	B mm	C mm	kg	pcs/min	lit/min	Bar	
VM 3000	150 - 3150	1020	225	290	50	20	890	4 - 8	

### 8.3 Sistema de dispersión.

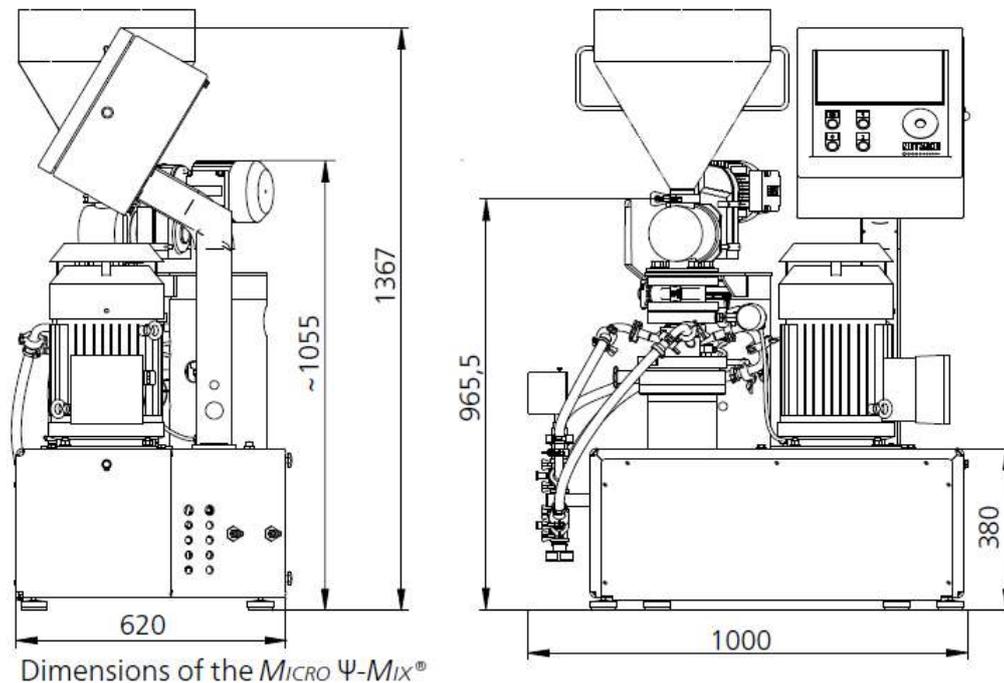
Se ha elegido el dispersor en línea Ψ-MIX de NETZSCH, en concreto el modelo más pequeño MICRO, ya que puede procesar de sobra el volumen de suspensión que se desea y que se le acoplará mediante dos depósitos. Su principio de funcionamiento es la microcavitación, a diferencia de los sistemas convencionales de rotor-estator de mayor demanda de energía.

En el apartado 7.3 están especificadas las características del dispersor relacionadas con la producción, así como el cálculo de los parámetros más importantes. El resto de las características de operación se puede consultar en la siguiente tabla, sacada de su ficha técnica:

**Tabla 8.2** Características de operación del dispersor MICRO Ψ-Mix

Technical data	MICRO Ψ-Mix®
Solid throughput [m <sup>3</sup> /h]	0,3
Suspension flow [m <sup>3</sup> /h]	1 - 2
Drive power [kW]	5
Speed range [min <sup>-1</sup> ]	1,000 - 3,000
Feeding pressure [bar]	< 3,0
Batch quantity [l]	15 - 300

Por lo que refiere a sus dimensiones, se pueden consultar también en los gráficos de la ficha técnica suministrada por el proveedor, adjuntados en la siguiente figura.



**Figuras 8.3 y 8.4** Medidas del dispersor MICRO Ψ-Mix

## 8.4 Depósitos empleados

Durante el proceso de fabricación, serán necesarios varios depósitos para contener la suspensión, debido a que las máquinas sólo procesan una parte del volumen del lote en un momento determinado. En concreto, se precisarán tres, dos para cuando opere el dispersor y el molino y el otro para contener la tinta después del filtrado antes de proceder a su envasado. Estos depósitos serán iguales, de un tamaño que permita almacenar los 137,54L de tinta diarios que constituyen el lote de producción. Para ello se optará por un depósito de 150L de capacidad, con fondo plano de acero inoxidable, elaborado con soldaduras perfectamente acabadas donde no se pueden acumular restos en sus juntas. Posee 528 mm de diámetro y 806 mm de altura.



*Figura 8.5 Imagen del depósito empleado para contener la suspensión*

Además, cada depósito deberá llevar un agitador para evitar la aglomeración de sólidos, aunque no hará falta una excesiva potencia, puesto que se están tratando suspensiones con baja viscosidad. Se optará por un agitador sencillo que es válido hasta depósitos de 3 m<sup>3</sup>, que trabaja a 750 rpm y sólo consume 0,75kW.

## 8.5 Molienda.

Para este proceso se ha elegido, con el fin de poder alcanzar rangos de molienda nanométricos, el molino de bolas horizontal de operación centrífuga de alta eficiencia NANO ZETA® RS de NETZSCH. En concreto, se ha escogido el modelo 2, con una potencia de 7,5kW y una cámara de molienda de 2L, ya que su potencia es la más adecuada para realizar la producción deseada en 6 horas de molienda mediante recirculación y para poder ampliar la producción más adelante si fuera necesario.

La imagen del molino se presenta a continuación:



*Figura 8.6 Imagen del molino NANO ZETA® RS de NETZSCH*

Las microesferas elegidas son las ZETABEADS® NANO, las más pequeñas disponibles por el fabricante y a su vez las más adecuadas para el molino que permitirán lograr los pequeños diámetros de partícula deseados, debido a su diminuto tamaño y a su elevada dureza.

Éstas están compuestas por polvo de óxido de circonio de alta pureza ( $ZrO_2 + HfO_2$  al 95%) estabilizado con itrio ( $Y_2O_3$  al 5%), con un desgaste muy bajo del 1% en peso respecto la producción total de tinta, por lo que una vez a la semana se comprobará que el volumen de las microbolitas es el adecuado, al mes se retirarán las que estén más finas y al año se procederá a realizar una renovación completa de todas ellas.

Sus propiedades mecánicas son las siguientes, indicadas en su ficha técnica:

*Tabla 8.3 Propiedades mecánicas de las microesferas ZETABEADS® NANO*

Mechanical properties	
Density	6.0 kg/l
Bulk density	~ 3.6 kg/l
Vickers hardness	> 1150 HV
Young modulus	> 200 GPa

Finalmente, como sistema de refrigeración del molino se ha elegido el ULTRACOOOL UC 2 de la empresa LAUDA, cuya imagen se adjunta a continuación:



**Figura 8.7** Imagen del refrigerador ULTRACOOOL MINI UC 2 (altura en mm)

Por su parte, sus características se indican en la tabla inferior:

**Tabla 8.4** Propiedades del refrigerador ULTRACOOOL UC 2

Temperatura de trabajo mín.	-5 °C
Temperatura de trabajo máx.	25 °C
Volumen del recipiente de agua	19 L
Potencia de frío a temperatura de salida del agua de 10 °C	2.1 kW
Estabilidad de temperatura	2 ±K
Presión de elevación máx.	3.4 bar
Energía de elevación máx. (presión)	42 L/min

## 8.6 Bombas y válvulas.

Aparte de la bomba de transvase anteriormente comentada, debido a que la mayoría de los equipos de la línea de producción ya disponen de mecanismos de impulsión para el transporte de fluidos, sólo se necesitará una bomba externa para el caso de la filtración.

Las bombas sirven para desplazar la suspensión a lo largo de la línea de producción. Como ya se ha visto, la mayoría de los equipos poseen ya bombas incorporadas que se encargarán de la succión y la impulsión, por lo que sólo se precisarán dos bombas externas ya comentadas en el apartado 7.4:

### ***- Bomba manual de transvase inicial de tipo sifón para la dosificación de líquidos***

Caudal medio: 22,7L/min

Manguera de 1,8 metros de longitud

Válvula de 3/4



***Figura 8.8 Imagen de la bomba de transvase***

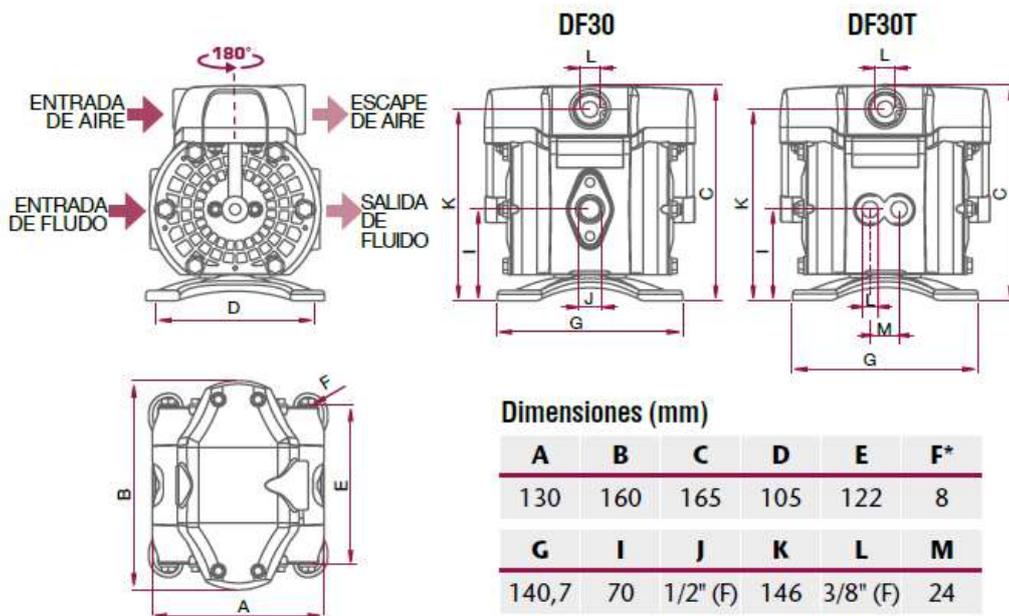
**-Bomba de diafragma para impulsar suspensión a través del filtro**

Con las especificaciones de caudal dichas en el apartado 7.5, la bomba elegida es una bomba de doble membrana de polipropileno, la DIRECTFLO DF30, que puede trabajar a un caudal máximo en salida libre de 38 L/min (necesidad de 2,37L/min) y trabaja con una presión de aire comprimido de 1,5 a 8 bares. Admite un tamaño de partícula de 3 mm, por lo que no hay riesgo de obturación ya que tras la molienda este número es del orden de micras.

Esta bomba puede corregir la caída de presión ocasionada por las tuberías y el filtro posterior debido a la gran presión de trabajo que puede alcanzar, además del amplio margen de caudal del que se dispone frente al requerido.



**Figura 8.9** Imagen de la bomba de doble membrana DIRECTFLO DF30



\* Diámetro de los agujeros de los pies de fijación en las bombas.

**Figura 8.10** Dimensiones de la bomba de doble membrana DIRECTFLO DF30

### ***-Válvula de seguridad o alivio***

Liberará un fluido si la presión interna del sistema supera el límite establecido, por lo que se elegirá la válvula ajustada a 8 bares (la presión más alta a la que trabaja la bomba). La sobrepresión y por tanto liberación se producirá al excederse un 10% la presión de ajuste. El caudal máximo soportado son 1575L/min por lo que excede por mucho la necesidad de 2,37.



***Figura 8.11*** Imagen de la válvula de seguridad (Modelo 94VS1408APED4)

## **8.7 Filtración**

Como ya se ha visto en el apartado 7.5, el cartucho filtrante que se va a utilizar es PEI-PURE WP2, de 10'' de largo y con un grado de filtración de 1 $\mu$ m, que es el que interesa para las tintas inkjet.

Se usará también un soporte que sostenga dicho cartucho suministrado por el mismo fabricante, el TKF-110, que soporta hasta 20 bares, mucho más que la presión máxima a la que se alimentará la suspensión.

Las decisiones tomadas respecto estos filtros se han detallado en el apartado 7.5, resultando en cuatro cartuchos distintos, uno por color, para que no se puedan contaminar las tintas.

Por otro lado, se instalarán dos manómetros de acero inoxidable analógicos, uno a la entrada y otro a la salida del filtro, para saber la presión diferencial en cada momento. De esta manera, cuando llegue a la presión determinada por el fabricante, se deberán limpiar los filtros.



*Figura 8.12 Imagen del manómetro analógico (modelo PGM-63B-30V100)*

## **8.8 Sistema de llenado y almacenaje de producto**

En el apartado 7.7 se ha detallado toda la información de relevancia respecto la máquina llenadora, los cubos utilizados y las estanterías donde se almacenarán.

El equipo elegido tiene las siguientes dimensiones: 2100\*1100\*2200mm (largo, ancho y alto), y su imagen se adjunta a continuación:

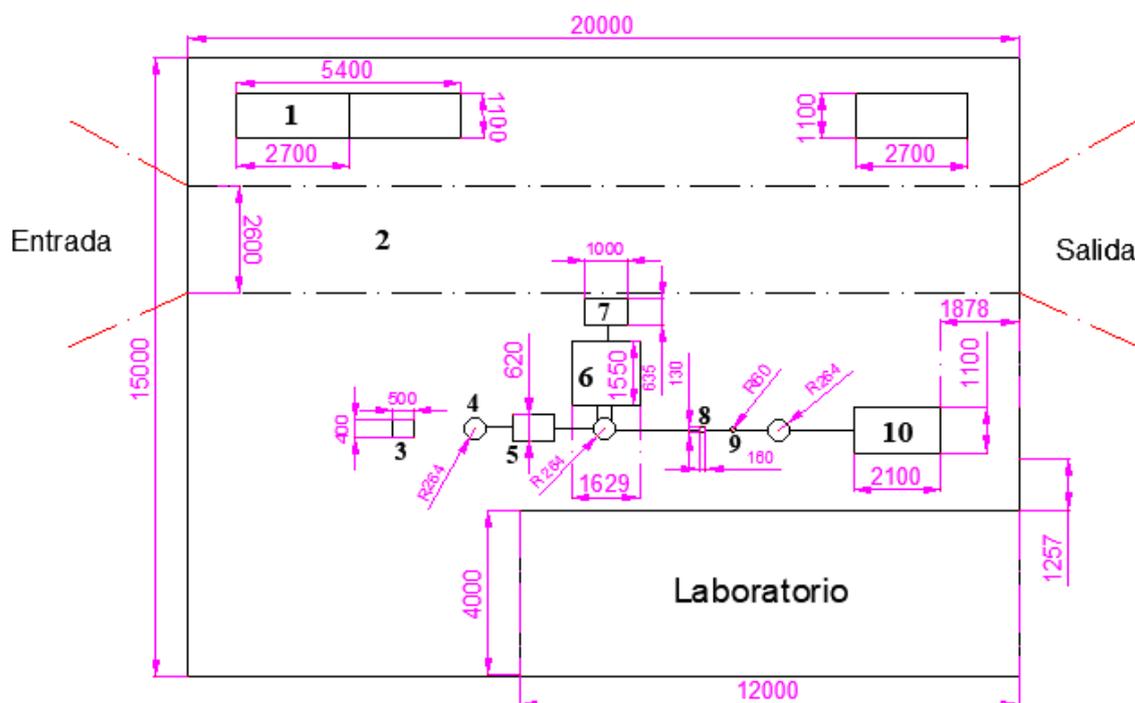


*Figura 8.13 Imagen de la máquina llenadora de cubos de tinta*

## 8.7 Distribución

La distribución de la planta, ya definida en el apartado 7.8 mediante la metodología SLP, presenta el espacio suficiente para poder realizar una posible ampliación en la producción y, por tanto, permite la incorporación de nuevas estanterías y maquinaria.

Seguidamente, se muestra el croquis de la planta con la distribución de los componentes principales y su tamaño detallado, que se podrá encontrar escalado en la parte de los planos del proyecto (plano n°2).



**Figura 8.14** Representación de la planta con la distribución y tamaño de los equipos (unidades en mm). 1: Estantería, 2: Pasillo, 3: Báscula, 4: Depósito, 5: Dispensor, 6: Molino, 7: Enfriador, 8: Bomba, 9: Filtro, 10: Llenadora

Como ya se ha dicho en el apartado 7.9, se ha señalado un solo carril para la circulación de las carretillas elevadoras, ya que no es preciso el cambio de sentido al estar los almacenes en un extremo y en otro, con sus respectivas puertas de entrada y salida. De esta forma, no se superponen los viajes de material y además el recorrido de las carretillas es mínimo.

Según la guía de buenas prácticas NTP 214: Carretillas elevadoras del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, la anchura de los pasillos no debe ser inferior en sentido único a la anchura del vehículo o a la de la carga incrementada en 1 metro. Siendo conservadores, como valor de referencia se escogerá el valor de la anchura de una carretilla grande, de 1,6m, ya que es mayor que el 1,2m del palet europeo. De esta manera, el pasillo por el que circule la carretilla deberá tener una anchura mínima de 2,6 metros.

Por lo que refiere a las conexiones de los equipos, se deberán llevar a cabo por la parte trasera de estos, para que no supongan un obstáculo cuando se esté operando con ellos. Por otro lado, dichas tuberías deben estar accesibles para cualquier tarea de control del estado de los equipos o de reparación. Debido a esto, se ha decidido situar la línea de producción en la parte central de la nave, respetando una distancia prudencial con el pasillo para que la carretilla se pueda desplazar sin peligro de toparse con las conexiones traseras de los equipos.

Cabe decir que las conexiones que se detallan en el plano nº2 (figura 8.14) son a modo de orientación, pudiendo cambiarse siempre y cuando se respete las distancias con el pasillo y exista una fácil accesibilidad a las tuberías por parte del personal de mantenimiento.

## **8.8 Requerimientos de agua y potencia eléctrica**

Por lo que respecta al abastecimiento requerido de agua de la planta, se entenderá como el consumo de agua corriente, no del agua destilada de las garrafas de materia prima. Esta agua se usará para los siguientes conceptos:

### ***Limpieza del equipo de producción (tres pasadas)***

Se realizará cuando se complete el ciclo de producción de colores, o sea, después de fabricar el color más oscuro, el negro, para evitar que contamine al siguiente color (que será el más claro). Esto ocurre una vez por semana.

Hay que tener en cuenta los tres depósitos de 150 litros, el volumen que puede tenerse ocupado por las materias primas en el dispersor, la cámara de molienda del molino, la envasadora, las tuberías y la limpieza de los filtros y de los cubos de pintura reutilizables.

Cabe tener en cuenta que realmente sólo se ensucia la superficie de los equipos, no el volumen, por lo que en el equipo de fácil acceso como los depósitos o los envases la limpieza se podrá realizar mediante una manguera.

En la línea de producción, la razón por la que se realizan tres pasadas de agua a su través es porque se obtiene una disolución de los restos de la suspensión mucho mayor comparado con hacerlo sólo una vez. Al vaciar después de la primera pasada, a la segunda se está diluyendo una concentración de restos mucho menor a la inicial y a la tercera vez aún más, por lo que se minimiza las posibles contaminaciones de un color a otro.

El agua resultante de la limpieza, al contener los disolventes orgánicos, no se puede verter en la red de alcantarillado, por lo que se pagará a la propia empresa anexa para que se haga cargo y gestione dichos residuos.

### ***Limpieza del equipo del laboratorio (tres pasadas)***

Esto incluye los dos depósitos de 1L, la cámara del molino (<1L), los filtros y las tuberías. Al ser de pequeño volumen se podrá realizar mediante el grifo del laboratorio. Hay que tener en cuenta que de media sólo se realiza una investigación completa una vez por semana.

### ***Agua para los equipos de refrigeración de los molinos***

El primer equipo de refrigeración bombea 19 litros y el segundo 2, resultando en 21L en total. Esta agua se cambiará únicamente una vez al año.

*Sumando todas estas contribuciones, se ha estimado un consumo de agua diario de 0,25m<sup>3</sup>.*

### ***Potencia eléctrica***

Por otro lado, en lo referente a la potencia eléctrica que se consumirá en la planta, cabe considerar que la electricidad es el único recurso energético que se emplea, ya que no hay consumo de ningún otro tipo de combustible.

Para el cálculo de la potencia necesaria, se debe conocer, por un lado, la potencia necesaria de los equipos principales que más consumen de la planta y, por el otro, el tiempo aproximado que estarán en funcionamiento a lo largo del día. Para ello, se desarrollará la siguiente tabla, donde se ha supuesto que se realiza un ciclo de pruebas de nuevas tintas a la semana para poder estimar un uso de los equipos del laboratorio\*.

**Tabla 8.5** Potencia y consumo eléctrico diario de los principales equipos de la planta

Equipo	Potencia por unidad	Tiempo diario en operación	Consumo eléctrico/día
Molino Nano Zeta® RS 2 en planta	7,5kW	6h (molienda)	45kWh
Molino Nano LAB Zeta® en laboratorio	3kW	6h semana / 5 días = 1,2h*	3,6kWh
Dispensor Micro Ψ-MIX® en planta	5kW	4,57 min = 0,076 h (dispersión)	0,38kWh
Agitadores HDC en planta	0,75kW	6h (molienda) + 0,076h (dispersión) + 1h (filtración)	5,307kWh
Agitador HDC en laboratorio	0,75kW	6h(molienda)/5días = 1,2h*	0,9kWh
Enfriador UC 4 en planta	1,4kW	6h(molienda)	8,4kWh
Enfriador MC 250 en laboratorio	0,23kW	6hsemana/5días=1,2h*	0,276kWh
Máquina de llenado	1,5kW	2 min = 0,033h (llenado)	0,05kWh
Disparador para probar nuevas tintas INKTESTER Digital V3	2,5kW	1h semana / 5 días = 0,2h*	0,5kWh
Bomba de doble membrana DIRECTFLO DF30	0,75kW	1 h (filtración)	0,75kWh
<b>TOTAL</b>			<b>65,16kWh</b>

Una vez agrupadas y sumadas las potencias de los principales equipos, faltará estimar la potencia que usará la luz, la cual se ha decidido usar de tipo led, debido al gran ahorro que supone a la larga.

Según las tablas de referencias en iluminación led para industrias ordinarias de trabajos con requerimientos visuales normales, la iluminación óptima requerida es de 750 luxes (lúmenes por metro cuadrado).

**Tabla 8.6 Estándares de iluminación requerida a nivel industrial**

Áreas y clases de local	Mínimo (LUX)	Óptimo (LUX)	Máximo (LUX)
<b>Industria</b>			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Esta iluminación podría ser mayor cuando se precisara realizar reparaciones de alguna pieza del equipo, pero para ese caso se usaría una fuente de luz accesoria si fuera preciso.

Por otro lado, en la observación de los colores en el laboratorio también se requeriría una iluminación mejor, pero cabe recordar que para ese proceso ya se dispone de una cabina de luz debidamente normalizada.

Por tanto, se puede considerar los 750 lúmenes de iluminación óptima como predominantes para establecer la potencia total consumida en los 300 metros cuadrados que ocupa la planta.

Sabiendo que  $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen} \cdot \text{m}^2$  y que la luz LED posee una equivalencia de 90 lúmenes por vatio, mediante una tabla de equivalencias se obtienen 2,5kW de luz led necesarios en total. Esta luz se usará durante las 8 horas en que opera la planta, aunque haya luz solar.

Por tanto, el consumo de luz ascenderá a 20kWh

Sumando este consumo al de los equipos, el consumo diario será de 85,16kWh.

Una vez claras la iluminación y las potencias de los principales equipos (obviando las posibles pérdidas de energía), se procede a calcular el consumo eléctrico anual de la planta, considerando que está operativa durante 20 días al mes.

$$85,16 \text{ kWh totales/día} \cdot 20 \text{ días/mes} \cdot 12 \text{ meses/año} = 20438,4 \text{ kWh totales/año}$$

Por otro lado, se procederá a fijar una potencia máxima necesaria teniendo en cuenta el máximo valor al que se podría llegar cuando los equipos más potentes funcionaran a la vez. Esto englobaría a los dos molinos, los dos enfriadores, los dos agitadores y la iluminación de la planta, momento que se daría cuando es estuviera llevando a cabo tanto la molienda de producción como la del laboratorio de investigación.

$$\text{Este valor ascendería a } 7,5 + 3 + 1,4 + 0,23 + 0,75 \cdot 2 + 2,5 = 16,13 \text{ kW}$$

Para tener un margen de seguridad y que no se supere dicha potencia, se va a contratar una potencia de 17kW, aunque sería mucha coincidencia que estos equipos operaran a la vez a su máxima potencia.

## 8.9 Personal de la planta.

Se ha determinado a modo de orientación el siguiente personal para un buen funcionamiento de la planta:

- **Un operario de producción y del laboratorio** que trabajará 8 horas y será el encargado del control y la supervisión del proceso de producción, así como del laboratorio durante algún tiempo largo de proceso como son las 6 horas de molturación, pudiendo también realizar otras tareas como el almacenamiento de materia prima entrante, la disposición, clasificación y entrega de productos, el mantenimiento o la limpieza cuando se acabe de trabajar con el color más oscuro.

- **Un ayudante del operario de producción**, cuya misión será reducir la carga de trabajo ayudando en tareas de laboratorio, almacenamiento de materia prima desde el camión, llenado y disposición del producto acabado, limpieza, o dejar la carga de alimento preparada para el día siguiente, por ejemplo. Este ayudante trabajará la mitad de la jornada, 4 horas.

- **Un técnico de mantenimiento y reparación de equipos** que trabajará normalmente media jornada durante un día a la semana. Este técnico podría proceder de la empresa cerámica a la que se le va a suministrar las tintas.

- **Un administrativo** perteneciente también al grupo empresarial anexo que llevará las cuentas de la planta. Éste podrá realizar sus funciones desde su propia oficina y trabajará a una décima parte del tiempo.

Los sueldos y los temas económicos como la seguridad social de los empleados se especificarán en el apartado de Estudio Económico (apartado 12).

## **9. Seguridad e higiene en la industria.**

La seguridad y la higiene en el trabajo es muy importante a la hora de realizar las actividades de una empresa, industria o planta de forma correcta, de manera que se consiga confianza en los trabajadores y demás personal a la vez que se pueda obtener el producto cumpliendo con las necesidades pertinentes.

Para lograr este objetivo se deberán seguir las normas de Seguridad e Higiene Españolas y los Reales Decretos establecidos por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España, así como el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Ministerio de Empleo y Seguridad Social de España.

La seguridad industrial tiene por objeto la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o desecho de los productos industriales.

Las actividades de prevención y protección tendrán como finalidad limitar las causas que originen los riesgos, así como establecer los controles que permitan detectar o contribuir a evitar aquellas circunstancias que pudieran dar lugar a la aparición de riesgos y moderar las consecuencias de posibles accidentes.

Tendrán la consideración de riesgos relacionados con la seguridad industrial los que puedan producir lesiones o daños a personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente. En particular los incendios, explosiones y otros hechos susceptibles de producir quemaduras, intoxicaciones, envenenamiento o asfixia, electrocución, riesgos de contaminación producida por instalaciones industriales, perturbaciones electromagnéticas o acústicas y radiación, así como cualquier otro que pudiera preverse en la normativa internacional aplicable sobre seguridad.

Las actividades relacionadas con la seguridad e higiene en el trabajo se regirán por lo dispuesto en su normativa específica.

Las instalaciones, equipos, actividades y productos industriales, así como su utilización y funcionamiento deberán ajustarse a los requisitos legales y reglamentarios de seguridad.

En el caso en el que, a través de la correspondiente inspección, se apreciarán defectos o deficiencias que impliquen un riesgo grave e inminente de daños a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, la administración competente podrá acordar la paralización temporal de la actividad, total o parcial, requiriendo a los responsables para que corrijan las deficiencias o ajusten su funcionamiento a las normas reguladoras, sin inconveniente de las sanciones que pudieran imponerse por la infracción cometida y de las medidas previstas en la legislación laboral.

Las administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán acordar la retirada de los productos industriales que no cumplan las condiciones reglamentarias, disponiendo que se corrijan los defectos en un plazo determinado. Si ello no fuera posible y en función de la gravedad de los riesgos, se podrá determinar su destrucción sin derecho a indemnización, sin inconveniente de las sanciones que sean procedentes.

En general, la seguridad industrial implica:

- El orden y la limpieza son imprescindibles para mantener los estándares de seguridad, se debe gestionar y colaborar en conseguirlo.
- Corregir o dar aviso de las condiciones peligrosas e inseguras que impliquen riesgo de un accidente.
- No usar máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello. Usar las herramientas apropiadas y cuidar su conservación. No improvisar en el uso de herramientas. Al terminar el trabajo dejarlas en el sitio adecuado.
- Utilizar en cada tarea los Elementos de Protección Personal. Mantenerlos en buen estado.
- No quitar sin autorización ninguna protección o resguardo de seguridad o señal de peligro.
- Todas las heridas requieren atención, no minimizar la gravedad. Acudir al servicio médico o botiquín.
- No hacer bromas en el trabajo, ni distraer a otro personal.
- No improvisar, seguir las instrucciones y cumplir las normas.
- Prestar atención al trabajo que se está realizando, estar concentrados en lo que se hace.

A continuación, se van a citar ciertos aspectos a tener en cuenta para la correcta seguridad e higiene en el trabajo, sacadas del Real Decreto RD 486/1997 del 14 de abril de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo, así como algunas recomendaciones para una correcta seguridad e higiene.

## **9.1 Seguridad Estructural.**

Todos los edificios, permanentes o provisionales, serán de construcción segura y firme para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.

Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener y suspender con seguridad las cargas para los que han sido calculados.

Se indicará por medio de rótulos o inscripciones las cargas que los locales puedan soportar o suspender, quedando prohibido sobrecargar los pisos y plantas de los edificios.

Todas las construcciones dentro de la planta se regirán conforme a su ley específica.

## **9.2 Iluminación.**

Cuando exista iluminación natural se evitarán, en lo posible, las sombras que dificulten las operaciones a ejecutar.

Se procurará que la intensidad luminosa en cada zona de trabajo sea uniforme, evitando los reflejos y deslumbramientos al trabajador.

Se realizará una limpieza periódica, y la renovación, en caso necesario, de las superficies iluminantes para asegurar su constante transparencia.

En las zonas de trabajo que carezcan de iluminación natural, ésta sea insuficiente o se proyecten sombras que dificulten las operaciones laborales, se empleará la iluminación artificial.

Se evitarán contrastes fuertes de luz y sombras para poder apreciar los objetos en sus tres dimensiones. Evitar deslumbramientos.

La iluminación artificial deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local, ni presentar ningún peligro de incendio o explosión.

En los locales con riesgo de explosión por el género de sus actividades, sustancias almacenadas o ambientes peligrosos, la iluminación será antideflagrante, reduciendo el peligro de explosión.

En todos los centros de trabajo se dispondrá de medios de iluminación de emergencia adecuados a las dimensiones de los locales y al número de trabajadores ocupados simultáneamente.

### **9.3 Electricidad.**

Es muy importante respetar las normas que derivan en el control y buen uso de la electricidad o los equipos que se utilizar para generarla:

- No realizar nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión.
- Aislarse si se trabaja con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica.
- Utilizar prendas y equipos de seguridad adecuados.
- Comunicar inmediatamente si se observa alguna anomalía en la instalación eléctrica.
- Reparar en forma inmediata si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos.
- Desconectar el aparato o máquina al menor chispazo.
- Prestar atención a los calentamientos anormales en motores, cables, armarios.
- Todas las instalaciones eléctricas deben tener llave térmica, disyuntor diferencial y puesta a tierra.

### **9.4 Ventilación y temperatura.**

En los locales de trabajo y sus anexos se mantendrán, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas adecuadas, evitando el aire viciado, exceso de calor y frío, humedad o sequía y los olores desagradables.

Las emanaciones de polvo, fibras, humos, gases, vapores o neblinas, desprendidos en locales de trabajo, serán extraídos, en lo posible, en su lugar de origen, evitando su difusión por la atmósfera.

En los centros de trabajo expuestos a altas y bajas temperaturas serán evitadas las variaciones bruscas por el medio más eficaz.

Cuando la temperatura sea extremadamente distinta entre los lugares de trabajo, deberán existir locales de paso para que los operarios se adapten gradualmente a unas y otras.

Se fijan como límites normales de temperatura y humedad en locales y para los distintos trabajos, siempre que el procedimiento de fabricación lo permita, los siguientes:

- Para trabajos sedentarios: De 17 a 22°C.
- Para trabajos ordinarios: De 15 a 18°C.
- Para trabajos que exijan acusado esfuerzo muscular: De 12 a 15 °C.

La humedad relativa de la atmósfera oscilará del 40 al 60%, salvo en instalaciones en que haya peligro por generarse electricidad estática, que deberá estar por encima del 50%.

Las instalaciones generadoras de calor o frío se situarán con la debida separación de los locales de trabajo para evitar en ellos peligros de incendio o explosión, el desprendimiento de gases nocivos, irradiaciones directas de calor o frío y las corrientes de aire perjudiciales al trabajador.

Todos los trabajadores estarán debidamente protegidos contra las irradiaciones directas y excesivas de calor.

En los trabajos que hayan de realizarse en locales cerrados con extremado frío o calor se limitará la permanencia de los operarios estableciendo, en su caso, los turnos adecuados.

## **9.5 Limpieza y orden.**

Los locales de trabajo y dependencias deberán mantenerse siempre en buen estado de aseo, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias.

En los locales susceptibles de producir polvo, la limpieza se efectuará por medios húmedos cuando no sea peligrosa, o mediante aspiración en seco cuando el proceso productivo lo permita.

Todos los locales deberán someterse a una limpieza con la frecuencia necesaria y siempre que sea posible fuera de las horas de trabajo, con la antelación precisa para que puedan ser ventilados durante media hora al menos antes de la entrada al trabajo.

Cuando el trabajo sea continuo se extremarán las precauciones para evitar los efectos desagradables o nocivos del polvo y residuos y los entorpecimientos que la misma limpieza puede causar en el trabajo.

Las operaciones de limpieza se realizarán con mayor esmero en las inmediaciones de los lugares ocupados por máquinas, aparatos o dispositivos, cuya utilización ofrezca mayor peligro. El pavimento no estará encharcado y se conservará limpio de aceite, grasas u otras materias resbaladizas.

Los operarios o encargados de limpieza de los locales o elementos de la instalación que ofrezcan peligro para su salud al realizarla, irán provistos de equipo protector adecuado.

Los trabajadores encargados del manejo de aparatos, máquinas e instalaciones, deberán mantenerlos siempre en buen estado de limpieza.

Se evacuarán o eliminarán los residuos de primeras materias o de fabricación, bien directamente por medio de tuberías o acumulándolos en recipientes adecuados.

Igualmente se eliminarán las aguas residuales y las emanaciones molestas o peligrosas por procedimientos eficaces.

Como líquidos de limpieza o desengrasado, se emplearán, preferentemente, detergentes. En los casos que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina y otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

En cuanto al orden:

- No dejar materiales alrededor de las máquinas. Colocarlos en lugar seguro y donde no estorben el paso. Recoger todo el material que se encuentre “tirado” en el piso del área de trabajo que pueda causar un accidente.
- Guardar ordenadamente los materiales y herramientas. No dejarlos en lugares inseguros. No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.

## **9.6 Equipos de protección personal (EPP).**

Siempre que sea necesario, se deben usar obligatoriamente los equipos de protección personal especificados para cada actividad que entrañe un riesgo laboral, siguiendo las siguientes pautas:

- Si se observa alguna deficiencia en el EPP, ponerlo enseguida en conocimiento del supervisor de seguridad o del encargado del tema.
- Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro.
- Llevar ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen, sobre todo donde haya equipos o maquinarias con piezas en movimiento.
- En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utilizar el casco. Si se ejecuta o presencia trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc. utilizar gafas de seguridad.
- Ante la posibilidad de inhalar productos químicos, nieblas, humos gases debemos proteger las vías respiratorias.
- Cuando no pueda mantener una conversación sin alzar la voz a un metro de distancia significa que los niveles de ruidos pueden perjudicar los oídos.
- Utilizar protección auditiva.

## **9.7 Señalización.**

Una correcta señalización en la planta permite identificar los peligros y disminuir los riesgos para proteger la salud de los trabajadores. Las señalizaciones son de rápida difusión y de carácter internacional. Sus principales características son llamar la atención de quien percibe la señal y provoca la respuesta inmediata dando a conocer de qué peligro se trata. Se pueden distinguir diferentes tipos de señalización entre los que destacan las señales visuales y las acústicas. Una correcta distribución y colocación de estas señales es imprescindible para una buena seguridad, por lo que para ello se procederá a un pequeño estudio de Seguridad de la planta y siguiendo la normativa específica para el caso, la correcta colocación de las señales.

## 9.8 Riesgos químicos y de incendios.

En cuanto a la manipulación de productos químicos, se deben seguir las pautas especificadas en las fichas técnicas de cada producto para su correcta manipulación, almacenaje y manejo en la instalación (ver en los Anexos). A continuación, se muestran una serie de pautas generales para la correcta manipulación:

- Cuando se trabaja con líquidos químicos, pensar que los ojos serían los más perjudicados ante cualquier salpicadura, tener a mano una ducha de emergencia.
- Utilizar el equipo adecuado, también otras partes del cuerpo pueden ser afectadas.
- Si se manipulan productos corrosivos tomar precauciones para evitar su derrame; si este se produce actuar con rapidez según las normas de seguridad.
- Si se trabaja con productos químicos extremar la limpieza personal, particularmente antes de las comidas y al abandonar el trabajo.
- Los riesgos para el organismo pueden llegar por distintas vías: respiratoria, oral, por contacto, etc. Todas ellas requieren atención.
- Se debe utilizar ropa protectora según el caso de cada producto químico.
- Utilizar protección respiratoria y ocular siempre que se manipulen sustancias químicas.

Para los riesgos de incendio, deben seguirse ciertas pautas que los empleados deberán conocer para poder controlar el fuego antes de la llegada de los servicios de extinción. Para ello, es conveniente formar a los empleados con cursos y buenos hábitos de seguridad, no solo en el ámbito de control de incendios, sino en todos los ámbitos que se refieren a la seguridad e higiene industrial. A continuación, se muestran unas pequeñas pautas para el control de incendios:

- Los extintores son fáciles de utilizar, pero sólo si se conocen; enterarse de su funcionamiento.
- Conocer las causas que pueden provocar un incendio en el área de trabajo y las medidas preventivas necesarias para evitarlo.
- Tener a mano el número de teléfono de los bomberos.
- El buen orden y limpieza son los principios más importantes de prevención de incendios.
- No fumar en lugares prohibidos, ni tirar las colillas o cigarros sin apagar.

- Controlar las chispas de cualquier origen ya que pueden ser causa de muchos incendios.
- Ante un caso de incendio conocer las acciones inmediatas a tomarse.
- Si se manejan productos inflamables, prestar mucha atención y respetar las normas de seguridad.

A modo de seguridad contra incendios, será responsabilidad de la empresa que acceda a la construcción de la planta, realizar el correspondiente Estudio o Proyecto Contra incendios.

## **9.9 Actuación ante emergencias y accidentes.**

Como se ha citado anteriormente, es muy importante educar y concienciar a los trabajadores para la correcta actuación frente a emergencias, accidentes, incendios o cualquier peligro que entrañe la planta. Unas pautas generales se pueden citar en este documento:

- Seguir las instrucciones que se indiquen, y en particular, de quien tenga la responsabilidad en esos momentos.
- No correr ni empujar a los demás; si se está en un lugar cerrado buscar la salida más cercana sin atropellamientos.
- Usar las salidas de emergencia, nunca los ascensores o montacargas.
- Prestar atención a la señalización, ayudará a localizar las salidas de emergencia.
- Contar siempre con una linterna a pilas.
- Mantener siempre la calma y actuar con rapidez sin perder la serenidad.
- La tranquilidad dará confianza al lesionado y a los demás.
- Asegurarse de que no hay más peligros.
- Asegurarse de quien necesita más la ayuda y atender al herido o heridos con cuidado y precaución.
- No hacer más de lo indispensable; recordar no reemplazar al médico.
- No dar jamás de beber a una persona sin conocimiento; puede ser ahogada con el líquido.
- Avisar inmediatamente por los medios posibles al médico o servicio de emergencia.

## **10. Seguridad e higiene en la manipulación de tintas.**

### **10.1 Tintas y disolventes.**

Se entiende por tinta una dispersión de una sustancia colorante en un vehículo y con ciertos aditivos que le dan las características pertinentes. Las tintas están compuestas por un sólido o pigmento cerámico y un líquido que consta en mayor medida de un vehículo y en menor proporción de unos aditivos. Estos pigmentos cerámicos son partículas del orden de micras.

Los riesgos derivados del uso de tintas se pueden encontrar en las fichas técnicas del producto que las compone (ver Anexos). Las tintas en si no presentan un riesgo demasiado importante si se hace una correcta manipulación de éstas. Los factores típicos que tener en cuenta son: un correcto almacenaje sin cambios bruscos de temperatura y con temperaturas moderadas, correcta manipulación ya que pueden ser irritantes en contacto con la piel y los ojos y no ingerir nunca la tinta.

El peligro verdadero de las tintas reside cuando éstas entran en contacto con disolventes, como por ejemplo para la limpieza de equipos que hayan sido manchados con éstas, posible limpieza de los filtros, etc.

### **10.2 Riesgos de incendio, volatilidad y explosión.**

Dada la naturaleza de las sustancias y sus propiedades químicas, pueden dar lugar a vapores o nieblas de disolventes orgánicos o tintas que pueden interaccionar con fuentes de ignición como pueden ser la maquinaria eléctrica presente en la planta como cualquier agente que ayude a que se formen riesgos de explosión.

Para poder evitar todo esto se deben seguir las correctas pautas para el almacenamiento de los productos, correcta ventilación, formulación de mezclas en lugares idóneos y con los equipos adecuados, revisar que la instalación eléctrica se encuentre en buen estado para evitar defectos y fallos que puedan provocar un punto de ignición.

### **10.3 Riesgos y efectos sobre la salud de tintas y disolventes.**

Estos componentes químicos pueden introducirse en el organismo por inhalación, contacto con la piel e ingestión. Los efectos que causan sobre el organismo son variables dependiendo de las cantidades que se hayan manejado y del tipo de tinta o disolvente del que se esté hablando. Debe tenerse especial cuidado también con las heridas, llagas, etc., que pueden ser foco de penetración del elemento químico en el organismo. La ingesta, contacto o inhalación de productos químicos puede presentar efectos a corto o a largo plazo, por eso es importante una rápida y correcta reacción tras producirse el accidente de manera que se puedan minimizar las consecuencias y efectos.

Por eso, para una correcta seguridad en los trabajadores, se les debe concienciar con cursos y clases de seguridad e higiene con el fin de obtener una buena educación en este ámbito. Muy importante también es el correcto seguimiento médico de los trabajadores a partir de los reconocimientos médicos generales que los empresarios deben proporcionar a los empleados, con el fin de saber si están expuestos a peligros por parte del trabajo que realizan en la planta.

### **10.4 Medidas preventivas.**

Es necesario realizar de manera periódica reuniones en el personal para tratar aspectos de seguridad e higiene y si se observará alguna anomalía o causa de peligro por parte de algún trabajador, sería conveniente atacar el problema y obtener una solución que acabe con el peligro.

Entre estas soluciones podría encontrarse el cambio del disolvente para la limpieza de tintas, por ser éste muy peligroso o influir de manera negativa en el trabajo de los empleados. Pasar a un disolvente menos agresivo o a cualquier otro material o compuesto químico que permita la limpieza de las tintas.

Revisar que se tiene una correcta ventilación y correcto uso de los equipos de protección personal para la manipulación de sustancias químicamente peligrosas.

En cuanto a la correcta manipulación y exposición de las tintas y disolventes, se pueden tener en cuenta algunos aspectos como:

- Utilizar sustancias que tengan las mismas propiedades pero sean menos peligrosas.
- Exigir al fabricante las fichas técnicas de los productos.
- Disponer de duchas y fuentes lavaojos.
- Evitar el uso de disolvente para la limpieza de manos, utilizando jabones especiales.
- Disponer y utilizar de equipos de protección personal como pueden ser guantes, gafas, ropa adecuada, mascarillas, etc.
- Almacenar productos en lugares adecuados.
- Mantener los recipientes cerrados para evitar derrames accidentales.
- Ventilación adecuada, ya sea natural o forzada.
- Realizar controles ambientales periódicos.
- Realizar la correcta limpieza de utensilios.

En lo referente al peligro de incendio y explosión de tintas y disolventes, se citan las siguientes precauciones generales:

- Almacenar los productos inflamables en locales distintos e independientes de los de trabajo, debidamente aislados y ventilados, o en armarios completamente aislados.
- Realizar la formulación y mezcla de las tintas fuera de los almacenes y con las debidas precauciones y el equipo adecuado para cada caso.
- Está completamente prohibido fumar en cualquier parte de la planta.
- Contar con una posible instalación eléctrica antideflagrante en las zonas donde puedan existir riesgos de inflamabilidad.
- Disponer de extintores, instalaciones fijas de extinción y sistemas de detección y alarma, revisando y manteniendo estas instalaciones periódicamente.
- Señalizar y dejar libres las salidas de emergencia y realizar planes de evacuación.

En cualquier caso, seguir las instrucciones proporcionadas por el fabricante de las materias primas para las tintas o los disolventes para la limpieza, así como una correcta educación del personal en lo que a seguridad e higiene se refiere, es imprescindible para el correcto funcionamiento de cualquier instalación industrial.

## **11. Impacto ambiental.**

Uno de los aspectos más importantes en la industria, así como los anteriores de seguridad e higiene, es el impacto ambiental que pueda causar la construcción de una nueva planta. Este debe ser mínimo y regir las normas para llevar a cabo un impacto lo menor posible en el ambiente, como la norma ISO 14001 de gestión ambiental.

El estudio específico del impacto ambiental será responsabilidad de la empresa que contrate la construcción de la planta objetivo del presente proyecto.

Unas ciertas normas generales son imprescindibles, como son la buena educación de los empleados de la planta tanto en el ámbito de seguridad e higiene, como para el ámbito ambiental, en el cual deberán ser conscientes de todas las consecuencias que las actividades de la planta tengan en el medio ambiente e intentar corregir cualquier actividad nociva o perjudicial tanto para la salud de los empleados de la planta como para el medio que la rodea.

Esta planta de producción de tintas no genera grandes residuos ni contaminación, pero aun así se deberán aplicar ciertas conductas sobre los empleados y las actividades que conciernen la planta.

## 12. Estudio económico.

A la hora de llevar a cabo un proyecto nuevo, se tiene un riesgo importante al no tener la certeza de recuperar la inversión realizada, por lo que un estudio económico es necesario para averiguar la rentabilidad, mediante la estimación de dicha inversión inicial y la evolución económica del proyecto en el futuro.

Este análisis se basará en la determinación de un conjunto de parámetros: el Flujo Neto de Caja, el Valor actual Neto y la Tasa Interna de Rentabilidad o Retorno.

En este apartado se desarrollarán los cálculos pertinentes para hallar estos indicadores y se realizará una valoración de los resultados.

### 12.1 Inversión.

La inversión o capital inicial de un proyecto viene referido a los gastos independientes de la actividad de la planta, es decir, los que se deben asumir aunque no haya actividad en la planta, como pueden ser el terreno, la obra, las instalaciones, etc.

Por un lado, el precio del suelo varía según la zona y cambia con el tiempo. En este caso, el valor se ha obtenido por estadísticas del precio medio del suelo urbano de la zona según el Ministerio de Fomento, que son 142€ por metro cuadrado y que dan una cifra total de 42600 €.

*Tabla 12.1 Cálculo del precio total del suelo empleado*

Precio del suelo (€/m <sup>2</sup> )	Superficie de la planta (m <sup>2</sup> )	Total (€)
142 (Onda)	20x15=300	42600

Para estimar el precio de la obra civil, se consultarán las tablas de referencia que ofrece el Colegio Oficial de Ingenieros industriales de la Comunidad Valenciana. Para la construcción de una nave industrial de hasta 6 metros de altura, cuyos valores se indican a continuación.

**Tabla 12.2** Precios de referencia para la construcción de naves industriales

<b>Balance de obras físicas</b>					
	Unidad de medida	Especificación técnica	Tamaño	Coste unitario (€/m <sup>2</sup> )	Coste total (€)
Almacén	m <sup>2</sup>	Metálica	1000	100	100 000
Planta de proceso	m <sup>2</sup>	Metálica	2000	120	240 000
Oficinas	m <sup>2</sup>	Hormigón	100	500	50 000
Laboratorio	m <sup>2</sup>	Hormigón	100	500	50 000
Vías de acceso	m <sup>2</sup>	Asfalto	1200	30	36 000

Como para la parte de almacenamiento se comprarán estanterías, no hará falta oficina porque se administrará desde la empresa cerámica y las vías de acceso ya están construidas para la propia azulejera. Sólo se realizarán obras para montar la planta de proceso y el laboratorio, cuyo precio se calcula a continuación.

**Tabla 12.3** Costes de la construcción de la nave

Tipo de obra	Laboratorio	Planta de proceso
<b>Coste unitario (€/m<sup>2</sup>)</b>	500	120
<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	4x12 = 48	(20x15) - 48 = 252
<b>Coste total (€)</b>	24000	30240

Sumando el coste del laboratorio y la planta, se obtiene un precio total de la obra civil de 54240€

Consultando las tablas de amortización contable de activos en función de la legislación, se obtiene una estimación de 40 años para la amortización de naves industriales.

**Tabla 12.3** Coste por año de la construcción de la nave teniendo en cuenta la amortización

<b>Coste total de la obra civil (€)</b>	54240
<b>Amortización (años)</b>	40
<b>Coste de la obra civil (€/año)</b>	1356

Por otro lado, se deben tener en cuenta los costes del montaje, las conexiones y la instalación eléctrica que los equipos principales de la planta necesitan, lo que se considera obras especiales.

Para obtener una aproximación de estas cifras, se tendrá en cuenta la actividad principal de la planta, que es la molienda, considerando el precio del molino (300000€), del refrigerador (4026€), del dispersor (40000€) y de la máquina llenadora (11194€).

De esta manera, se estima que todos los costes del montaje de la actividad principal de la planta pueden tener un valor aproximado del 50% del precio de dichos equipos, constituyendo las instalaciones necesarias un 35% y un el montaje un 15%.

Además de estos costes de instalación de los equipos principales, se ha determinado la amortización estándar que se le da a la maquinaria y al equipo general de 15 años.

**Tabla 12.4 Coste y amortización de la instalación de los equipos**

<b>INSTALACIONES DE LOS EQUIPOS (OBRAS ESPECIALES)</b>	
Coste total del equipo principal (€)	300000+4026+40000+11194=355220
Estimación del 50% para instalaciones (€)	<b>177610</b>
Amortización (años)	15
Coste de las instalaciones por año (€/año)	11840,67

A este valor se le deberá sumar el coste de la contratación de potencia del servicio eléctrico.

**Tabla 12.5 Coste de la potencia contratada**

<b>COSTE DE LA SUBIDA DE POTENCIA</b>	
Derechos de extensión (€/kW)	17,37
Derechos de acceso (€/kW)	19,70
Derechos de enganche (€/kW)	9,04
Kilovatios contratados (kW)	17
<b>Total (€)</b>	<b>(17,37+19,70+9,04)·17 = 784</b>
<b>COSTE TOTAL DE LAS INSTALACIONES</b>	<b>784+177610 = 178394</b>

Por otro lado, la maquinaria de la planta engloba aquella que se usará para la línea de producción de las tintas junto con los equipos del laboratorio, estimándose la amortización según las tablas de referencia para maquinaria y equipo general de 15 años.

**Tabla 12.6 Coste y amortización de la instalación de los equipos**

<b>Equipo</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total</b>
Estantería de paletización de 3 niveles + suelo	188€	3	564€
Báscula industrial	79€	1	79€
Bomba de transvase	30€	1	30€
Caudalímetro	5000€	1	5000€
Depósito 150L	142€	3	426€
Dispensador en línea MICRO Ψ-MIX	40000€	1	40000€
Molino NANO ZETA® RS 2	300000€	1	300000€
Microesferas ZETABEADS® NANO	30€/kg	6 kg	180€
Enfriador Lauda UC 2	4026€	1	4026€
Agitador HDC	1500€	3	4500€
Bomba de doble membrana DIRECTFLO DF30	465€	1	465€
Válvula de seguridad	4€	1	4€
Filtro de cartucho PEI-PURE WP2	230€	4	920€
Soporte del filtro	90€	4	360€
Manómetro	85€	2	170€
Llenadora	11194 €	1	11194€
Cubos de 25L	4€	1920	7680€
<b>COSTE DE TODO EL EQUIPO DE PRODUCCIÓN</b>			<b>375628€</b>

**Tabla 12.7 Coste de los equipos del laboratorio**

<b>Equipo</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total</b>
Depósito de 5 litros	80€	2	160€
Agitador	1500€	2	3000€
Molino LAB NANO ZETA® RS 2	150000€	1	150000€
Microesferas ZETABEADS® NANO	30€/kg	3 kg	90€
Bomba de doble membrana DIRECTFLO DC30	1000€	1	1000€
Filtro de cartucho PEI-PURE WP2	150€	1	150€
Soporte del filtro	50€	1	50€
Manómetro	85€	2	170€
Medidor de tamaño de partícula MASTERSIZER 3000	65000€	1	65000€
Medidor de sedimentación TURBISCAN LAB	43000€	1	43000€
pHmetro	50€	1	50€
Tensiómetro DYNOTESTER	9000€	1	9000€
Tirador INKTESTER + Cabezal SEIKO	43342€	1	43342€
Cabina de luz PANTONE	2400€	1	2400€
Horno de laboratorio	750€	1	750€
Pileta y fregadero de laboratorio	311€	1	311€
<b>COSTE DE TODO EL EQUIPO DEL LABORATORIO</b>			<b>318473€</b>

**Tabla 12.8** Coste total y amortización del equipo de la planta

<b>COSTE TOTAL DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA</b>	
Maquinaria de producción (€)	375628
Equipo de laboratorio (€)	318473
<b>Total (€)</b>	<b>694101</b>
Amortización (€)	15
Coste del equipo por año (€/año)	46273,4

De esta forma, el coste de la inversión sin tener en cuenta la amortización será el siguiente:

**Tabla 12.9** Coste total de la inversión

<b>INVERSIÓN DE LA PLANTA</b>	
Suelo (€)	42600
Obra civil (€)	54240
Instalaciones (€)	178394
Equipo (€)	694101
<b>COSTE TOTAL DE LA INVERSIÓN (€)</b>	<b>969335</b>

## 12.2 Costes variables

Por otro lado, los costes variables son aquellos que son dependientes de la producción de la planta, estando en relación directamente proporcional.

Estos se dividen en costes directos (materia prima, consumo eléctrico y gasto de agua) e indirectos (salarios, mantenimiento, limpieza y material de oficina del laboratorio)

### 12.2.1. Coste de la materia prima

Para establecer el coste de las materias primas se realizará un cálculo anual, sabiendo la producción diaria necesaria de tinta, su composición y el precio de los componentes.

Los datos de la materia prima necesaria para la producción diaria a partir del porcentaje de la tinta se sacarán de la tabla 7.2. Mediante estos datos se calcularán los requerimientos de materia prima anuales para establecer los costes de este apartado, teniendo en cuenta que la planta operará unos 20 días al mes, en total 240 días al año.

**Tabla 12.9** Necesidad y cantidad de materias primas anuales para la producción

Materia prima	Peso por día (kg/día)	Peso por año (kg/año)
Pigmento	80	19200
Agua	70	16800
Polipropilenglicol	22	5280
Glicerina	22	5280
Aditivos	6	1440
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>48000</b>

Sabiendo las cantidades, se va a estimar el precio de toda la materia prima empleada durante un año.

Considerando que, tal y como se ha especificado en el apartado 3.2, se usará el mismo porcentaje de pigmento para los 4 colores ( $19200/4 = 4800$ ), sólo habrá que tener en cuenta el diferente precio de los pigmentos para determinar el coste anual, que se calculará con la siguiente tabla:

**Tabla 12.10** Coste anual de las materias primas

Materia prima	Precio (€/kg)	Consumo por año (kg/año)	Coste por año (€/año)
<b>Pigmento negro y amarillo</b>	7,4	$4800 \times 2 = 9600$	71040
<b>Pigmento magenta</b>	10	4800	48000
<b>Pigmento azul</b>	30	4800	144000
<b>Agua destilada</b>	0,53	16800	8904
<b>Polipropilenglicol</b>	3	5280	15840
<b>Glicerina</b>	3,15	5280	16632
<b>Aditivos</b>	5	1440	7200
<b>COSTE DE MATERIAS PRIMAS POR AÑO (€/año)</b>			<b>311616</b>

De esta manera, si se producen 48000kg de producto al año, el coste de esta tinta considerando solamente la materia prima sería de  $311616\text{€}/48000\text{kg} = 6,49\text{€/kg}$ .

A esto hay que sumarle los gastos de producción tales como la luz, el agua, los salarios o el desgaste de las microsferas. Este último dato ya se especificó en el apartado 8.5 que resultaba en un 1% en peso de la producción total de tinta, por lo que en la siguiente tabla se traducirá esta cifra en euros.

**Tabla 12.11** Coste total de materias primas incluyendo el desgaste de microbolas

<b>Coste de materias primas por año (€/año)</b>	311616
<b>Desgaste de las microesferas (1% de la producción) (kg)</b>	48000/100 = 480
<b>Precio de las microbolas desgastadas (€)</b>	480kg · 30€/kg = 14400
<b>COSTE TOTAL DE LAS MATERIAS PRIMAS POR AÑO (INCLUIDO DESGASTE) (€/AÑO)</b>	326016

### 12.2.2. Electricidad y agua.

Para estimar el precio del consumo de estos recursos, se deberán usar los precios actuales, ya que pueden variar con los años.

Por un lado, según los datos de IAGUA DATA, el precio de abastecimiento del agua en Castellón actual es de 0,64€/m<sup>3</sup>

Por otro lado, según Red Eléctrica de España, haciendo una media aritmética de todas las tarifas de luz actuales, el precio medio actual de la electricidad es de 0,09€/kW.

Por lo que refiere al consumo de electricidad y agua, dichos valores fueron calculados en el apartado 8.8.

A continuación, se va a proceder al coste anual por energía eléctrica y agua corriente.

**Tabla 12.12** Coste anual de agua

<b>Coste (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Consumo de agua de la planta por año (m<sup>3</sup>/día)</b>	<b>Días laborales al año (días/año)</b>	<b>Coste (€/año)</b>
0,64	0,25m <sup>3</sup>	20x12=240	38,4

**Tabla 12.13** Coste anual de energía eléctrica

<b>Coste (€/kWh)</b>	<b>Consumo eléctrico de la planta por año (kWh/año)</b>	<b>Coste (€/año)</b>
0,09	20438,4	1839,45

Por otro lado, para la potencia contratada, habrá que tener en cuenta el coste por kilovatio, calculado en la siguiente tabla

**Tabla 12.14 Coste potencia contratada**

<b>COSTE POTENCIA CONTRATADA</b>	
Potencia contratada (kW) x precio de la luz (€ x kW) x días de consumo	
Potencia contratada (kW)	17
Precio de la luz (€/kW)	0,09
Días operativos (días/año)	240
<b>TOTAL (€/año)</b>	<b>367,2</b>
<b>COSTE TOTAL DE LA ELECTRICIDAD (€/AÑO)</b>	<b>367,2+1839,45 = 2206,656</b>

### 12.2.3 Personal y material de oficina para el laboratorio.

A continuación, se va a elaborar una tabla con los sueldos asociados a los trabajadores de la planta, estimados en función de los puestos y horarios determinados en el apartado 8.9. Se han contado 14 meses en el apartado de los salarios para incluir las pagas extras y se ha fijado un importe de la seguridad social de un tercio del salario en bruto como aproximación.

Para tener una guía de la base salarial de los cargos desempeñados, se ha consultado en las tablas salariales del presente año de los sindicatos de trabajadores

**Tabla 12.15 Coste del personal**

<b>Cargo</b>	<b>Horas trabajadas</b>	<b>Salario en bruto (€/año)</b>	<b>Seguridad social durante un año (€/año)</b>	<b>Coste total al año (€/año)</b>
Operario de producción y laboratorio (técnico superior)	Jornada completa 8 horas	1583€/mes x 14= 18996	5698,8	24694,8
Ayudante del operario (técnico medio)	Cuarta parte de la jornada	1404€/mes x 14/4 = 4914	1474,2	6388,2
Administrativo DECIMA PARTE DEL TIEMPO SOBRE 20.000	Décima parte de la jornada	1372,5€/mes x14/10 = 1921,5	576,45	2498
<b>TOTAL</b>		<b>25831,5</b>	<b>7749,45</b>	<b>33581</b>

Finalmente, el material de oficina del laboratorio (ordenador, teléfono, mesas, etc.) y el teléfono, se engloba dentro de los costes variables pero se mantiene fijo, como se comprueba en la siguiente tabla:

**Tabla 12.16** Costes de material de oficina, limpieza y telefonía.

<b>Material</b>	<b>Coste</b>
Tarifa teléfono	15€/mes de tarifa x 12meses = 180€/año
Internet (fibra óptica)	30€/mes x 12 = 360€/año
Resto (ordenador, sillas, etc.)	1500€/año
<b>TOTAL</b>	<b>2040€/año</b>

### 12.2.3 Cesión de material y gestión del agua residual por parte de la empresa cerámica anexa.

Por último, se considerará también como costes variables a las piezas cerámicas que cederá la azulejera para realizar las pertinentes investigaciones en la planta de producción de tintas, la prestación del montacargas y la gestión del agua residual que se generará debido a la limpieza de los equipos. Se supondrá un coste del 1% del total de los variables.

**Tabla 12.17** Suma de los costes relacionados a la prestación de recursos y servicios por parte de la empresa cerámica anexa

<b>Coste variable anual</b>	<b>Coste</b>
Materia prima + desgaste microbolas (€/año)	326016
Agua corriente (€/año)	38,4
Electricidad (€/año)	2206,66
Salarios (€/año)	33581
Material de oficina (€/año)	2040
<b>Suma (€/año)</b>	<b>363881,66</b>
1% por la cesión de material y gestión del agua residual (euros/año)	3638,8
<b>Total costes variables (€/año)</b>	<b>367520,5</b>

### 12.2.4 Coste de producción.

El coste medio de la tinta inkjet para la decoración de baldosas cerámicas en el mercado es de 10€ el kilo.

Se va a calcular si la producción es competitiva asignando un precio rentable a la tinta mediante la suma de los gastos de producción.

Esto permitirá determinar si hay margen de beneficio.

**Tabla 12.18** Coste total de la producción de tinta anual

Gasto de producción	Coste (€/año)
Materia prima y desgaste de bolas	326016
Electricidad y agua	2206,66+38,4
Salarios	33581
Pago a la azulejera por cesión de material y gestión de las aguas residuales	3618,42
<b>TOTAL</b>	<b>365460,48</b>

**Tabla 12.19** Coste de tinta por kg según la materia prima y energía

Gasto directo de producción total (€)	365460,48
Producción anual de tintas (kg/año)	48000
<b>Coste de la tinta por kg (€/kg)</b>	<b>7,61</b>

Comparando el precio de venta de la tinta a coste de producción con el precio medio de mercado (sobre los 10€/kg), resulta en un considerable margen de beneficio que seguramente se verá mermado por la magnitud de los costes fijos durante los primeros años de la planta hasta que se recupere la inversión inicial.

### 12.3 Flujo Neto de Caja (NCF).

El flujo neto de caja hace referencia a las salidas y entradas netas de dinero que tiene una empresa o proyecto en un período determinado. Su cálculo permite conocer la liquidez de una empresa o, en este caso, la rentabilidad de un proyecto. Si nos encontramos con un flujo de caja neto positivo significa que nuestros ingresos han sido mayores que los gastos a los que hayamos tenido que hacer frente y, si es negativo, significa que hemos gastado más de lo que hemos ingresado.

Se realizará un análisis del NCF tabulado para poder indexar de manera clara todos los componentes que determinarán su valor. Se hará un cálculo a 5 años para tener un plazo de tiempo considerable.

Para empezar, se tendrá en cuenta el valor de los costes fijos o inmovilizado y el valor del capital circulante neto o fondo de maniobra, el cual sirve para afrontar los gastos de la planta durante sus inicios y se considerará sólo durante el primer año como un 15% de la inversión total en activos fijos. La suma de ambos parámetros constituirá la inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto.

A continuación, se muestra la tabla de los cálculos del inmovilizado, del capital circulante neto y de la inversión total:

**Tabla 12.20** Cálculo del inmovilizado, inversión en activos fijos

CONCEPTO	€
Maquinaria	694101
Instalaciones	178394
Suelo	42600
Obra civil	54240
<b>Inversión total en activos fijos: inmovilizado</b>	<b>969335</b>
Capital circulante neto (15% del inmovilizado)	145400,25
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>1114735,25</b>

Una vez calculados los valores anteriores, se procederá a elaborar la tabla para el cálculo del Flujo Neto de Caja (NFC).

El estudio se hará para 5 años, considerando el primer año como el de la construcción y obra de la planta, en el que se tendrá que afrontar los costes del inmovilizado sin ningún tipo de beneficio, por lo que el número figurará en negativo.

Las ventas netas se empezarán a contar en el segundo año, cuando la planta esté operativa, usando como referencia el precio medio de tinta de mercado que son 10€/kg.

Por otro lado, también se deberá tener en cuenta la depreciación del inmovilizado año a año (15 años para maquinaria e instalaciones y 40 para la obra civil), así como la aplicación de un 30% de impuestos, para poder obtener así los beneficios netos

**Tabla 12.21** Cálculo del flujo neto de caja del proyecto

<b>NFC DEL PROYECTO</b>					
<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
a) Inmovilizado	-969335	0	0	0	0
b) Capital circulante neto	-145400,2	0	0	0	0
c) Valor residual	0	0	0	0	0
d) Suma a+b+c	-1114735,2	0	0	0	0
e) Ventas netas	0	480000	480000	480000	480000
f) Costes variables (menos depreciación e interés)	0	367520,5	367520,5	367520,5	367520,5
g) Beneficios excepto depreciación e impuestos (e-f)	0	112479,5	112479,5	112479,5	112479,5
h) Depreciación					
Maquinaria e instalaciones	0	58466,33	58466,33	58466,33	58466,33
Obra civil	0	21696	21696	21696	21696
Depreciación total	0	80162,33	80162,33	80162,33	80162,33
i) Beneficios contando depreciación menos impuestos (g-h)	0	32317,17	32317,17	32317,17	32317,17
j) Impuestos (30% de i)	0	9695,151	9695,151	9695,151	9695,151
k) Beneficios netos (i-j)	0	22622,019	22622,019	22622,019	22622,019
l) Beneficios netos más la depreciación	0	102784,349	102784,349	102784,349	102784,349
<b>NFC (i+d)</b>	<b>-1114735,2</b>	<b>102784,35</b>	<b>102784,35</b>	<b>102784,35</b>	<b>102784,35</b>

## 12.4 Cálculo del VAN y el TIR.

En un mundo en constante evolución, que sufre continuos cambios políticos, económicos y sociales, resulta de gran dificultad que los mercados puedan anticipar todos estos cambios. Así, resulta una verdadera actividad de riesgo decidir en qué invertir el dinero. Por ello, existen fórmulas muy útiles para evaluar la rentabilidad de las inversiones o proyectos, como son el VAN y el TIR.

El VAN (Valor Actualizado Neto) es una cantidad que indica el valor de todos los flujos netos de caja o diferencia de ingresos y pérdidas. Para calcularlo se ha de tener en cuenta el valor del dinero en función del interés del capital y el número de años de vida de la planta.

Si el VAN final es positivo significará que se habrá recuperado la inversión inicial y se tendrá más capital que si se hubiera puesto a renta fija., si el VAN es negativo habrá pérdidas y si es igual a 0 no habrá ni beneficios ni pérdidas. El proyecto será más rentable cuanto mayor sea el valor del VAN.

Si se tiene un proyecto que requiere una determinada inversión, éste generará flujos de caja positivos a lo largo de una cantidad de años, hasta que habrá un punto en el que se recuperará la inversión. Pero, si en lugar de invertir el dinero en un proyecto empresarial, se hubiera hecho en un producto financiero, también se tendría un retorno de dicha inversión. Por lo tanto, a los flujos de caja hay que recortarles una tasa de interés que se podría haber obtenido, para actualizar los ingresos futuros. Si a este valor se le descuenta la inversión inicial, se obtiene el Valor Actual Neto del proyecto.

Para este proyecto se realiza un estudio del VAN para 5 años con un valor del interés del capital del 5%.

La ecuación para la obtención del VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{n=0} F_n \cdot NCF = \sum_{n=0} \frac{1}{(1+i)^n} \cdot NCF \quad (6)$$

Siendo  $i$  el interés del capital,  $n$  el número de años del proyecto,  $F_n$  el valor de actualización para cada año y  $NCF$  el flujo de caja.

Realizando el cálculo del VAN para cada año, se obtiene la siguiente tabla:

**Tabla 12.22** Cálculo VAN

Años	Fn	NFC (€)	VAN (€)	Acumulado
1	0,95238095	-1114735,25	1061652,62	- 1061652,62
2	0,90702948	102784,35	93228,4354	- 968424,184
3	0,8638376	102784,35	88788,9861	- 879635,198
4	0,82270247	102784,35	84560,9391	- 795074,258
5	0,78352617	102784,35	80534,2277	- 714540,031
Total VAN (€)				- 714540,031

El valor total del VAN es negativo, por lo que la planta generaría pérdidas. A simple vista se puede observar que se tardaría más de 10 años en recuperar la inversión inicial.

Por último, hay que calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR) que es el valor del interés que consigue hacer nulo el VAN (igualar la fórmula del VAN a 0 y despejar el valor de  $i$ ).

Este valor muestra el tipo de interés mediante el cual se recuperaría la justamente la inversión. La planta se financiaría un coste equivalente a la tasa generada por el proyecto, lo cual ni aportaría riqueza ni supondría coste, por lo que estaría equilibrado. Sin embargo, esto no es lo que se pretende.

Para saber si un proyecto es rentable o no, se debe comparar la tasa interna de rendimiento, TIR, del proyecto con el tipo de interés aplicado para el cálculo del VAN. Si la diferencia es positiva el proyecto será rentable, lo que supone un retorno de la inversión equiparable a unos tipos de interés altos que posiblemente no se encuentren en el mercado. Por otro lado, si la diferencia fuera negativa significaría que con las ganancias generadas no podrían hacer frente a los gastos de la empresa y el proyecto no sería rentable. Por último, si la diferencia fuera nula, la inversión sólo debería llevarse a cabo si la posición competitiva de la empresa en el mercado mejorara y no existieran otras alternativas que resultaran más favorables.

En este caso, el interés con el que se realiza el proyecto es del 5%, mientras que el valor del TIR calculado para los flujos netos de caja obtenidos es de  $TIR = -30,5\%$ , mucho menor.

De este modo, no se ha alcanzado la tasa de rentabilidad mínima que se exige para que el proyecto de inversión sea viable y rentable.

# 3. Anexos

# ÍNDICE

## ***1. Maquinaria en planta.***

- 1.1 Dispensador NETZSCH Ψ-MIX®
- 1.2 Agitador HDC
- 1.3 Molino horizontal de bolas NETZSCH ZETA® RS
- 1.4 Microesferas NETZSCH ZETA-BEADS-NANO®
- 1.5 Enfriador LAUDA ULTRACOOOL UC 2
- 1.6 Bomba de membrana DIRECTFLO DF30
- 1.7 Filtro de cartucho PEI-PIRE WP2 y soporte TKF-110-S-1-226-A

## ***2. Equipos de laboratorio.***

- 3.1 Tensiómetro DYNOTESTER
- 3.2 TURBISCAN
- 3.3 MASTERSIZER
- 3.4 Tirador INKTESTER

## ***4. Fichas técnicas.***

- 4.1 Agua destilada
- 4.2 Propilenglicol.
- 4.3 Glicerina
- 4.4 Azul de cobalto.

## *1. Maquinaria en planta.*

### 1.1 Dispensor NETZSCH $\Psi$ -MIX®

**NETZSCH**

Proven Excellence.



#### $\Psi$ -Mix® Inline-Dispenser

A Revolutionary System for Mixing and Dispersing of Solids in Liquids



## $\Psi$ -Mix<sup>®</sup> Inline-Disperser

With the NETZSCH  $\Psi$ -Mix<sup>®</sup> Inline-Disperser you achieve optimal wetting of dusty solids in liquid components. In emission-free inline operation this disperser is suitable for both low and high viscosity suspensions. Even temperature sensitive products or products with shear thickening properties can be processed without any problems.

The  $\Psi$ -Mix<sup>®</sup> shows its real strength for processing products

- with high solid content,
- with low solid portion in large liquid batches,
- with difficult wetting solids,
- with extremely fine solids.

The NETZSCH  $\Psi$ -Mix<sup>®</sup> Inline-Disperser – the solution for your specific application!

*Innovative Dispersion Technology*



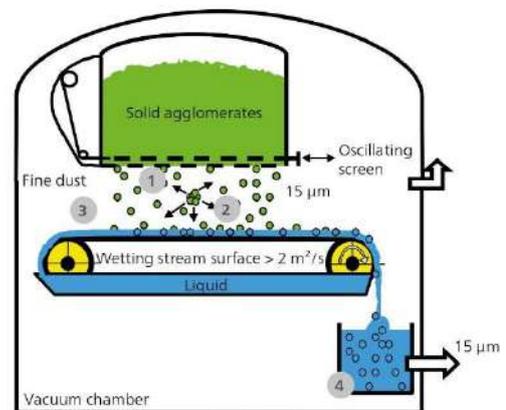
# $\Psi$ -MIX<sup>®</sup> Inline-Disperser

## The Idea

An ideal dispersion is achieved when finely dispersed powders come into contact with a large liquid surface and are wetted under vacuum and micro-cavitation.

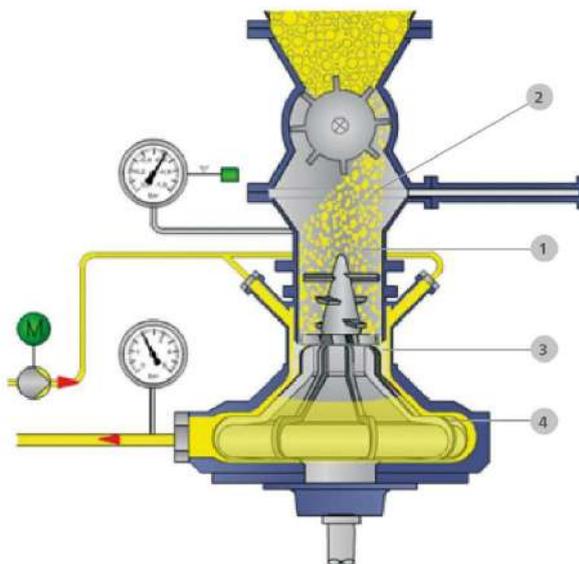
## Function Principle

Because of surface forces, dry solid particles with fineness  $< 10 \mu\text{m}$  form extremely cohesive agglomerates. The interspaces are filled with air. In a dispersing process the linkage forces between the particles must be overcome and the contained air must be displaced by the binding agent solution. Ideally the primary particles are air-free coated by the binding agent and remain firmly separated from each other in suspension.



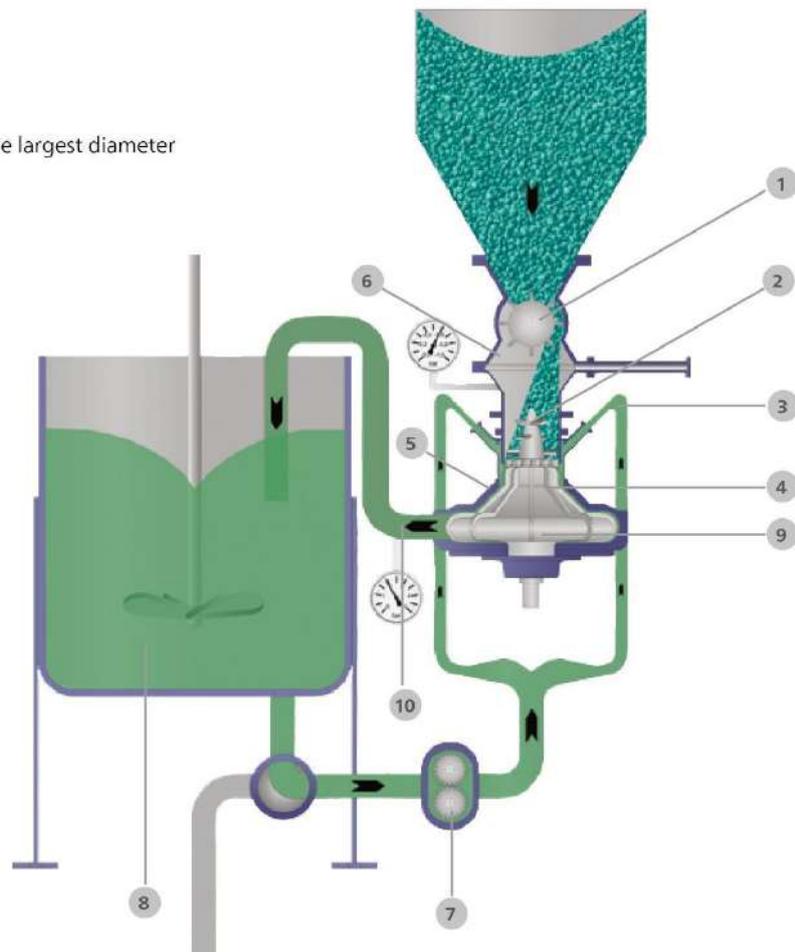
From abstract model to practical conversion - dry fine dust is diving into a fast flowing thin layer.

- 1 Dry agglomerates are atomized and released in vacuum
- 2 The capillary air is removed from the dry agglomerates by means of a vacuum
- 3 Dry dispersed particles are diving into a liquid layer to wet out and are micro-cavitated
- 4 The liquid is hydraulically pressed into the capillary paths (atmospheric and process pressure)



### The Machine Construction

- 1 Solid feeding via rotary valve
- 2 Solid disintegrator connected to the rotor
- 3 Tangential entry of the liquid into the acceleration chamber
- 4 Wetting of the solid in cyclone with laminar flow
- 5 Cone-shaped compression zone with cooled housing – the cavitation area
- 6 Solid feeding tunnel with safety slide valve
- 7 Wetting stream pump
- 8 Batch tank with agitator
- 9 Agitator as liquid ring pump
- 10 Outlet of the suspension at the largest diameter

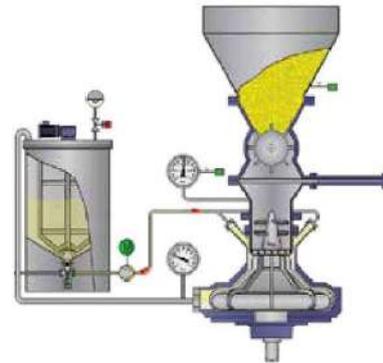


# Description of the $\Psi$ -MIX<sup>®</sup> Process

## Starting Sequence

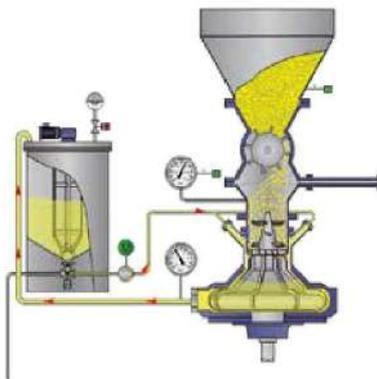
The liquid is prepared in the batch tank. Solids are pre-weight and supplied in the feeding tank above the rotary valve. Alternatively, solids feeding can take place by supply from, for example, a silo or directly from Big-Bags, container or bags.

After starting the pump and rotor, the liquid is fed to the  $\Psi$ -MIX<sup>®</sup>. A suction vacuum is formed above the rotor while the liquid flows directly back to the batch tank. The liquid circulates between batch tank and machine.



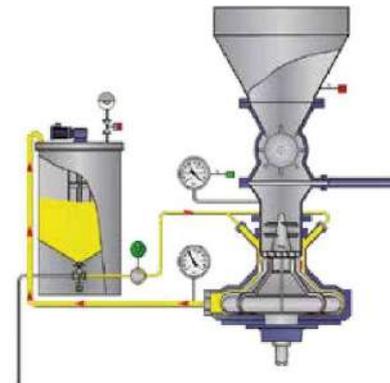
## Dosing Sequence

The solid feeding can be started after vacuum is established. The dosing rate is controlled by the viscosity rise. In case of overdosing the viscosity rises and the preset limit value of the main drive automatically controls the dosing rate. The pressure at the outlet is dependent on the pressure drop of the return line and can be in the range of 0.5 bar to 3 bar.



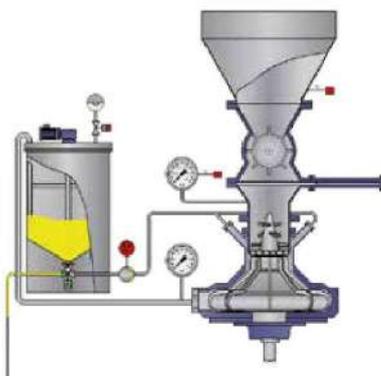
## Dispersing Sequence

When the solid feeding is completed the suspension can be reworked for a specifically determined period of time depending on the characteristics of the product. Under micro-cavitation and thanks to the deaeration function of the  $\Psi$ -MIX<sup>®</sup> the product suspension achieves the required quality parameters.



## Emptying Sequence

Subsequently the suspension can be pumped via the  $\Psi$ -MIX<sup>®</sup> into a storage tank or you can switch to another process tank to start a new formulation. Although less than 2 liters of suspension remain in the machine (depending on the length of the pipe) after the machine has been put into standstill it is possible to use the CIP cleaning before you change the product.



# Your Advantages

## Energy saving

Compared with conventional single or multi shaft mixers the energy demand of the  $\Psi$ -Mix® system for dispersing products is reduced up to 30%.

## Product quality

The effective wetting of the solids improves the product quality and can dramatically increase the productivity of a subsequent grinding process. The energy-saving and gentle processing of the products leads to better product qualities.

## Scale-up

The *MICRO*  $\Psi$ -Mix® is specially designed for product tests and for the production of small batches. The control system saves scale-up parameters for the production machine, guaranteeing a high degree of safety and flexibility.

## User-friendly

To make frequent product changes without great expenditure, special attention was applied to the human-engineered design of the swiveling construction.

## Facts

- Fast wetting of powder in liquids
- High quality homogeneous pre-dispersion
- Totally enclosed and emission free dispersion
- Dosing of the solids via rotary valve
- Feeding from Big-Bag, bags or container
- Suitable for explosion-proof areas
- Pressure shock resistant partition to atmosphere
- Optional quick cleaning unit
- Thin-film deaeration function
- Reworking by micro-cavitation

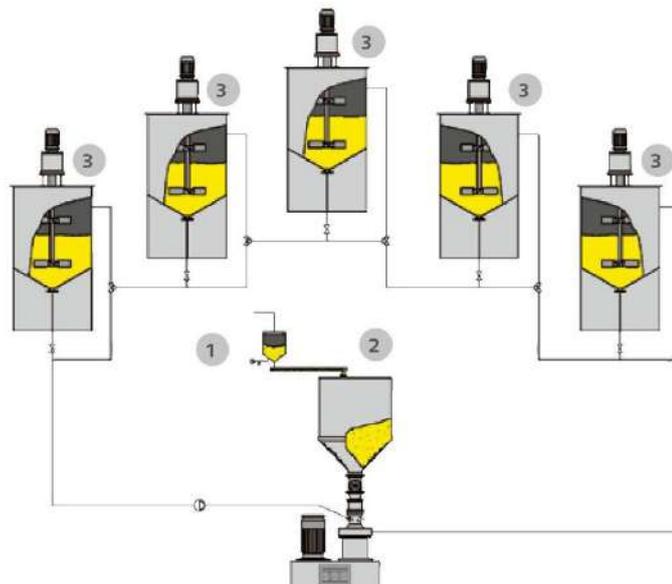


## Plant Engineering / Plant Concepts

Publication Gravure Ink Plant

### Star plant

The star plant design concept is the ideal solution for mixing processes of products that either require a re-reaction time such as a binding agent or require re-adjustment and quality control. The stationary solid dosing system (1) together with the  $\Psi$ -Mix<sup>®</sup> (2) form the central dispersing unit. The  $\Psi$ -Mix<sup>®</sup> is connected via a ring line with several, separately adjustable process tanks (3). During the mixing process, the completed batches can re-react or be reworked in the other agitating tanks. As soon as this process is completed the tanks are emptied, cleaned and filled with new liquid.



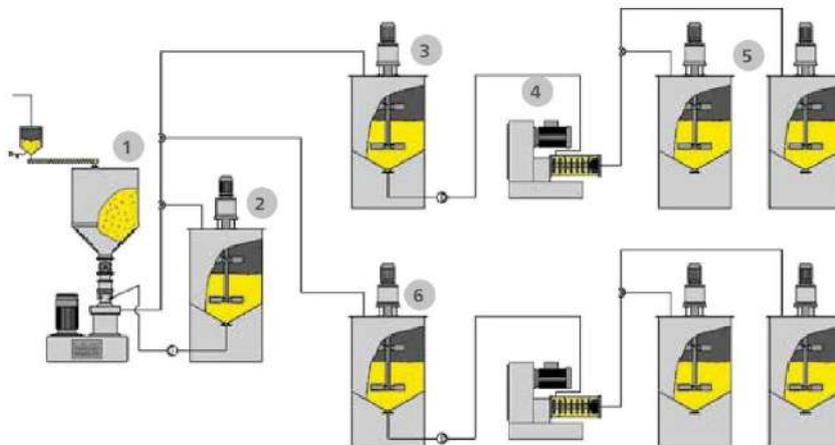


The  $\Psi$ -Mix® Inline-Dispenser is the predestinated machine for the integration in automated plants and for processing large batches especially in emission-critical or explosion-proof fields.

Heatset/Coldset Plant

## Multiple Line

The „multiple line“ plant concept shown here with an enlarged double-line, describes the ideal solution for large product quantities such as newspaper printing inks. Here, the  $\Psi$ -Mix® (1) is used in connection with a batch tank (2) and a solid feeding system as dispersing unit. After finishing the dispersion processes which are operated in circulation, the product is alternately fed into one of two storage tanks (3) in the process line. This process line is switched alternatively. The product is then ground via two in-line arranged agitator bead mills, type *DISCUS* (4) and stored in a process tank (5). Meanwhile, another dispersing batch is processed. After completion, the product is fed to the storage tank (6) of the second production line. With this system, it is possible to run both lines continuously in three shifts.



# Applications

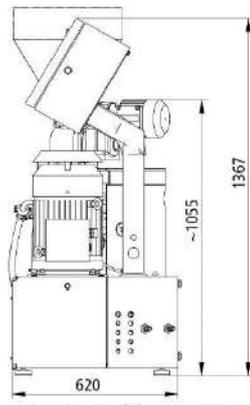
Both temperature sensitive products as well as low to high viscosity - barely pumpable - suspensions of the entire field of application for dispersing technology can be processed.

- Resin dispersions, architectural paints, industrial paints, filler pastes, pigment dispersions, automotive paints, UV paints, fire protection paints, marine coatings, gel coats
- Gravure printing inks, heat set inks, rotational printing inks, coldset inks, sheet fed offset, flexo printing inks, screen printing inks, inkjet inks, extender
- Food and beverages
- Pharmaceutical and cosmetically products
- Pastes of fumed silica, aluminum oxide pastes, plastisol based suspensions, foam-free water suspensions, cast resins, ...

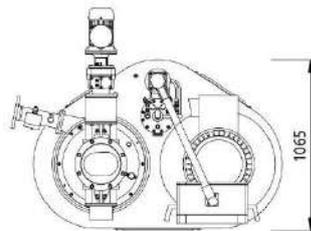
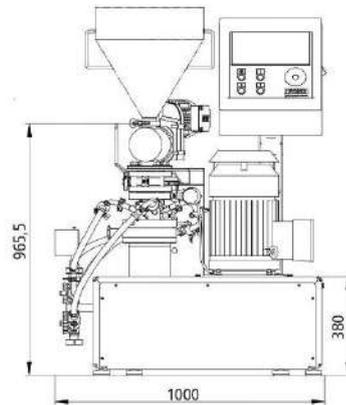


# Technical Data

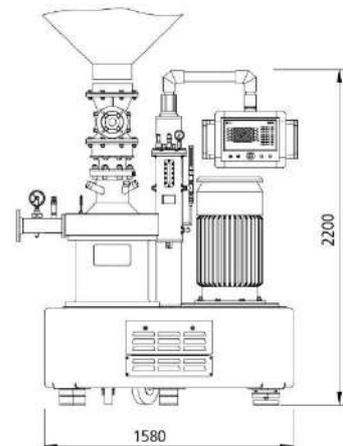
Technical data	<i>MICRO</i> $\Psi$ -Mix®	$\Psi$ -Mix®	<i>MEGA</i> $\Psi$ -Mix®
Solid throughput [m³/h]	0,3	up 5	35
Suspension flow [m³/h]	1 - 2	20 - 30	120 - 200
Drive power [kW]	5	45 - 75	110 - 200
Speed range [min <sup>-1</sup> ]	1,000 - 3,000	500 - 1,800	250 - 1,000
Feeding pressure [bar]	< 3,0	< 3,5	< 3,5
Batch quantity [l]	15 - 300	300 - 15,000	5,000 - 100,000



Dimensions of the *MICRO*  $\Psi$ -Mix®



Dimensions of the  $\Psi$ -Mix®





The NETZSCH Group is an owner-managed, international technology company with headquarters in Germany. The Business Units Analyzing & Testing, Grinding & Dispersing and Pumps & Systems represent customized solutions at the highest level. More than 3,700 employees in 36 countries and a worldwide sales and service network ensure customer proximity and competent service.

Our performance standards are high. We promise our customers Proven Excellence – exceptional performance in everything we do, proven time and again since 1873.

Proven Excellence.

### Business Unit Grinding & Dispersing – The World's Leading Grinding Technology

NETZSCH-Feinmahltechnik – Germany  
NETZSCH Trockenmahltechnik – Germany  
NETZSCH Vakumix – Germany  
NETZSCH Lohnmahltechnik – Germany  
NETZSCH Mastermix – Great Britain  
NETZSCH FRÈRES – France  
NETZSCH España – Spain  
ECUTEK – Spain

NETZSCH Machinery and Instruments – China  
NETZSCH Technologies India Private – India  
NETZSCH Tula – Russia  
NETZSCH Makine Sanayi ve Ticaret – Turkey  
NETZSCH Korea – Korea  
NETZSCH Premier Technologies – USA  
NETZSCH Equipamentos de Moagem – Brazil

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH  
Sedanstraße 70  
95100 Selb  
Germany  
Phone: +49 9287 797 0  
Fax: +49 9287 797 149  
info.nft@netzsch.com

**NETZSCH**<sup>®</sup>  
www.netzsch.com

## 1.2 Agitador HDC

# AGITADORES DE VELOCIDAD RÁPIDA

## SERIE HDC

(Productos muy viscosos – Disco dispersador – Presión atmosférica)

# HDC



La gama HDC son agitadores rápidos con motor en directo indicados para aplicaciones con productos muy viscosos en depósitos de pequeña capacidad.

Disponibles en velocidades de 750, 1.000 y 1.500 rpm como elemento móvil incorporan un disco dispersador tipo Cowles de gran poder de cizalladura, ideal para emulsiones y dispersiones donde es necesario un fuerte impacto entre las fases líquida, viscosa y sólida.

Equipados con eje macizo fabricado en acero inoxidable montan un palier de guiado con rodamiento que les confiere gran resistencia a las cargas radiales generadas por el giro del disco pudiendo alcanzar longitudes hasta 1.200 mm.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Potencia mínima 1,5 kW.  
Velocidades de 700 a 1.500 rpm.  
Palier de guiado con rodamiento.  
Eje macizo.  
Disco Cowles.

### APLICACIONES

Emulsión.  
Dispersión.

### LÍMITES OPERACIONALES

Depósitos hasta 3 m<sup>3</sup>.  
No recomendados para productos viscosos o sensibles a la cizalladura.  
No está permitida su operación durante el llenado o vaciado del depósito.

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Motor monofásico o trifásico.  
Frecuencia 50/60 Hz.  
Tensiones especiales.

### MATERIAL DE FABRICACIÓN

Acero al carbono.  
Acero inoxidable AISI304 o AISI316.  
Aleaciones especiales.

### OPCIONES

Motor neumático.  
Protección ATEX.  
Estanqueidad mediante retén o cierre mecánico.  
Ejecución sanitaria o alimentaria.  
Revestimientos para eje y hélice.

\* Los agitadores TIMSA están diseñados para trabajar 24 horas del día. Siete días a la semana.

\* Somos conscientes de la importancia de la trazabilidad del material y elementos empleados en la fabricación de nuestros equipos. Junto con el suministro de cualquier agitador TIMSA se incluye un paquete completo de documentación con certificados de conformidad, certificados de calidad 3.1 y dossier de soldadura entre otros.

HDC\_Techmo\_v1\_2016\_(Esp)

# AGITADORES DE VELOCIDAD RÁPIDA

## SERIE HDC

(Productos muy viscosos – Disco dispersador – Presión atmosférica)

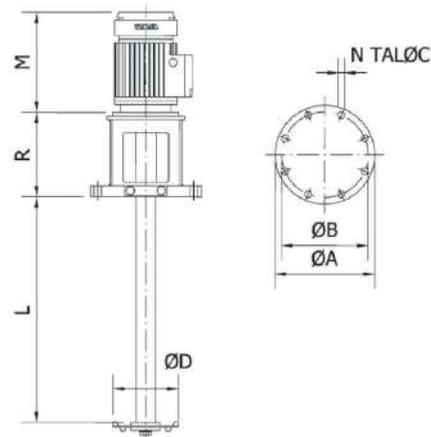
Volumen (m <sup>3</sup> ) Aprox.	Modelo	kW	Rpm	Q (m <sup>3</sup> /h)	M (mm)	P (mm)	L (mm)	D (mm)	Peso (Kg)
-	HDC-05 01 B 05	0,75	750	-	232	200	600	150	-
-	HDC-07 02 B 06	1,5	1.000	-	267	200	800	200	-
-	HDC-09 03 B 06	3	1.500	-	305	200	900	200	-
-	HDC-10 03 B 07	4	1.500	-	305	200	1.000	220	-
-	HDC-12 03 B 08	7,5	1.500	-	408	200	1.200	250	-

Brida de fijación	A (mm)	B (mm)	C (mm)
HDC-05 01 B 05	150	110	14
HDC-07 02 B 06	150	110	14
HDC-09 03 B 06	340	295	16
HDC-10 03 B 07	340	295	16
HDC-12 03 B 08	395	350	20

\* Montajes más frecuentes. Nuestro departamento técnico está a su disposición para estudiar los detalles específicos de su aplicación y así garantizar la selección del agitador óptimo para sus necesidades.

\* Las características de diseño, materiales de construcción y datos dimensionales descritos en esta tabla se proporcionan sólo para su información y pueden estar sujetos a cambios sin previo aviso.

\* Más información en [www.timsa.com](http://www.timsa.com)



HDC\_Techno\_v1\_2016\_(Esp)



Monte Potrero, naves 45 y 46.  
28500 Arganda del Rey.  
Madrid, España.

**Tel** +34 91 871 33 41 Fax +34 91 870 42 45  
**Mail** info@timsa.com



### 1.3 Molino horizontal de bolas NETZSCH ZETA® RS

**NETZSCH**  
Proven Excellence.



Innovation in Nanotechnology - ZETA® RS  
For the use of Micro Grinding Beads

CHEMICAL INDUSTRY | a Business Field of  
NETZSCH Grinding & Dispersing

# ZETA<sup>®</sup> RS High-performance Mill

## The future begins today

The demand for materials with particle sizes in the range far below 1  $\mu\text{m}$  is steadily growing. This is due to the function-oriented benefits that these materials bring to the finished product.

In the colloidal particle size range, it is important to distinguish between true comminution, disagglomeration and disaggregation. While with true comminution of coarse primary particles, compression and impact loads must be transferred to them, these direct loads often damage them during dispersion of agglomerated nanoscale primary particles that are present.

The reason for this is that the mechanical properties of the product particles change from brittle-elastic to plastic behavior as the particle size decreases. Transitions from a crystalline to amorphous material structure or mechanochemically-induced reactions can negatively affect the product properties.

Therefore, specifically designed equipment is required for the dispersion of nanostructured systems or for the production of nanoscale particles.

# Handling

During development of the *ZETA*<sup>®</sup> *RS* machine series, special emphasis was placed on ease of use. Filling and emptying as well as servicing and cleaning the machine are easily accomplished without the loss of grinding media.

- Positionable grinding tank
- Integrated, removable grinding media collection tray
- For even greater usability, an optional swivel-mounted grinding chamber is available for models *ALPHA*<sup>®</sup> *LAB ZETA*<sup>®</sup> *RS* to *ZETA*<sup>®</sup> *RS* 10

Filling Position



Operating Position



Emptying and Cleaning Position



# Grinding System & Mode of Operation

## Grinding System

The *ZETA® RS* series agitator bead mills were developed for the use of so-called micro grinding beads (30 µm - 300 µm). This was achieved through the adaptation of the geometric dimensions of the NETZSCH System *ZETA®* circulation mill and the use of innovative separation systems.

- Peg grinding system with small length/diameter ratio and high power density
- Highly effective centrifugal separation systems
- The grinding media retention systems can be selected according to the product requirements

## Mode of Operation

With the *ZETA® RS* agitator bead mills, products can be processed in a wide range of conditions, from gentle dispersion (4 m/s - 6 m/s) to very high energy densities (16 m/s - 20 m/s), in passage or circulation operation.

# Separation Systems, Convertibility & Ma

## Separation Systems

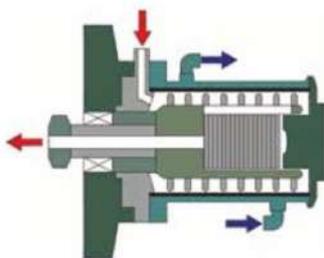
High throughput rates in circulation operation and the use of micro grinding media in the range of  $30\ \mu\text{m}$  -  $300\ \mu\text{m}$  are necessary for dispersion and true comminution into the nanometer range and place special demands on the grinding media retention system. The advanced centrifugal separation system can be constructed either as a rotating screen or, in a patented ODC (Open Dynamic Classifier) or SDC (Separately Driven Open Dynamic Classifier) version, it can be screen-free.

### ODC System

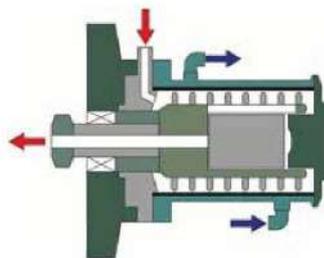
- The ZETA® RS can be operated with an ODC (Open Dynamic Classifier) system, which is a screen-free, large-scale separation unit centrally located in the peg agitator, which rotates at the same speed as the peg agitator.

### SDC System

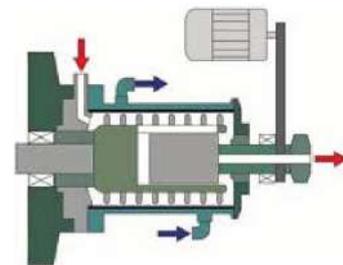
- The ZETA® RS can also be operated with an SDC (Separately Driven Open Dynamic Classifier) system, which has a separate drive.
- The peripheral speed of the grinding media separation system can be set independently of the peripheral speed of the agitator shaft.
- This system was developed for the use of very small grinding media and low peripheral speeds of the agitator shaft.



Rotating Screen System



Open Dynamic Classifier (ODC) system



Separately Driven Open Dynamic Classifier (SDC) system

# terial Options

## Convertibility

For the preparation of smaller product quantities, a special conversion kit was developed that facilitates very quick conversion of the *ZETA® RS 4*, with a grinding chamber volume of 4 l, to the grinding chamber of the smaller *ZETA® RS 2*, with a volume of 2 l. Two easy-to-install adapter rings guarantee accommodation of the smaller-diameter grinding tank and the agitator shaft.

## Grinding Chamber Materials

The *ZETA® RS* series machines are available in various wear- and corrosion-resistant materials in proven NETZSCH quality for metal-free fine grinding.

- NETZSCH-*CERAM Z*, NETZSCH-*CERAM N* or NElast in various grades for the peg agitator
- NETZSCH-*CERAM C*, NETZSCH-*CERAM Z* or NElast in various grades for the grinding tank liner

### Advantages

- Processing of suspensions with coarse agglomerates is possible
- No loss of grinding beads when starting and stopping the machine
- No escape of grinding media even at high throughput rates
- Discharge of impurities and coarse product particles
- With optional configuration for the use of different separation systems, easy conversion from rotating screen to ODC or SDC system

# Technical Data

	ALPHA® LAB ZETA® RS	ZETA® RS 2	ZETA® RS 4	ZETA® RS 10
Stand Design	swiveling	swiveling or non-swiveling		
Scale-up Factor	0.1	0.3	0.5	1
Drive Power [kW]	3.0	15	15	25
Speed [min <sup>-1</sup> ]	1 000 - 4 500	500 - 2 250	500 - 2 250	250 - 1 600
Grinding Chamber Volume [l]	< 1	2	4	10
Grinding Bead Diameter [µm]	30 - 300			
Installed Motor Power [kW] SDC, optional	2.2	3.0	5.5	5.5

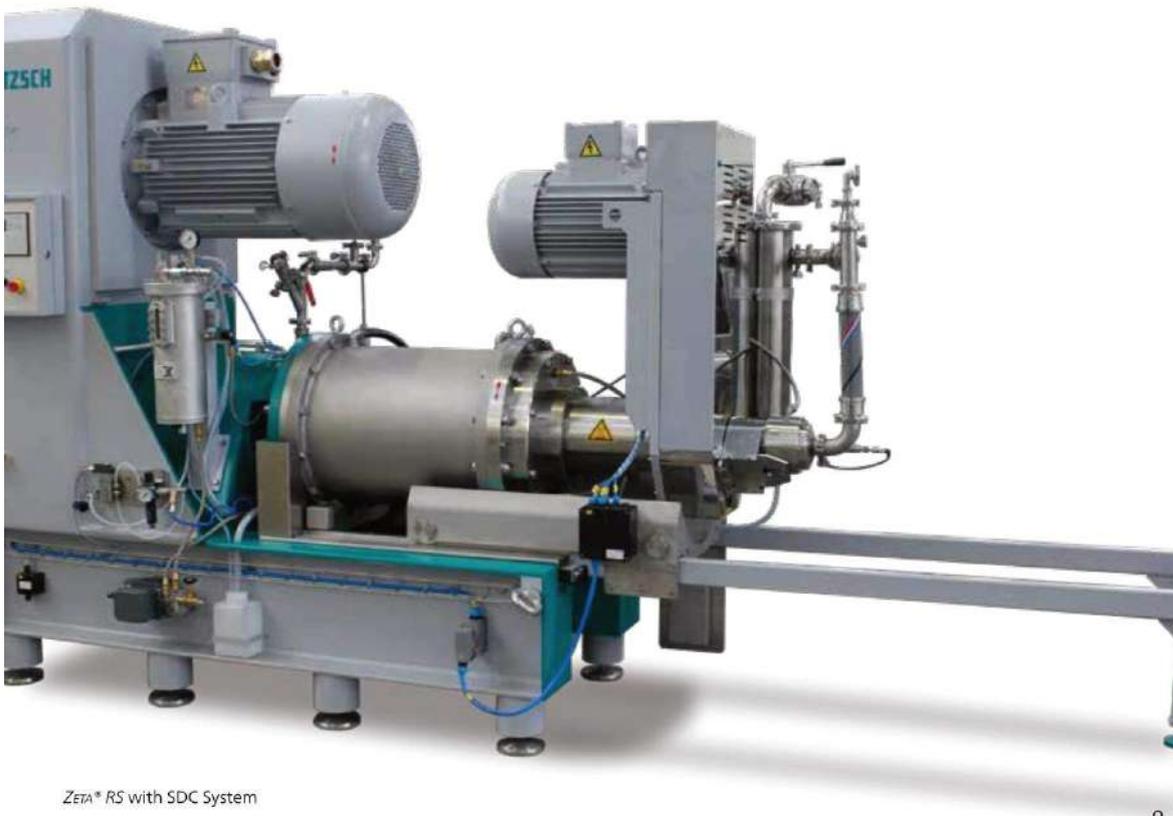


## Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet

ZETA® RS 25	ZETA® RS 60
non-swiveling	
2	4
45	90
250 - 1500	150 - 900
25	60
7.5	18.5

### Advantages at a Glance

- Compact design for minimum space requirement
- Easy handling with swiveling grinding unit and sliding grinding tank
- Prevention of grinding media loss, very easy cleaning and ease of use
- Reliable use of micro grinding beads in the range of 30  $\mu\text{m}$  - 300  $\mu\text{m}$
- No screen blockage thanks to the ODC/SDC separation system
- Variety of materials available for grinding systems (can be interchanged)
- Large selection of grinding chamber materials (can be combined)



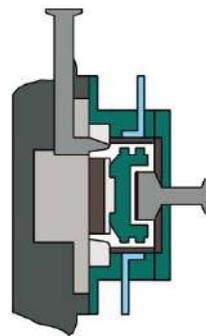
# ALPHA<sup>®</sup> LAB ZETA<sup>®</sup> RS Laboratory Mill

With the new ALPHA<sup>®</sup> LAB laboratory agitator bead mill, the concept of the new generation of agitator bead mills, first introduced in 2015 with the ALPHA<sup>®</sup> platform, has been systematically carried over to the laboratory mill. During redesign of the machine stand, special attention was given to ease of use and ergonomics. The grinding chamber of the ALPHA<sup>®</sup> LAB ZETA<sup>®</sup> RS is swivel-mounted so that filling with grinding media, emptying the grinding system with minimal hold-up and discharging the grinding media after the run all involve the least possible effort. In addition, different grinding systems (DISCUS, ZETA<sup>®</sup>, NEOS) can be used with the ALPHA<sup>®</sup> LAB ZETA<sup>®</sup> RS laboratory agitator bead mill. Here, very little time is required to easily switch between the grinding systems, which are available in different materials and grinding chamber sizes (MINI and MICRO). The complete system for supply-

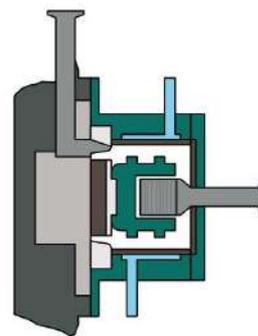
ing the mechanical seal with barrier fluid is easily accessible. This means that with frequent product changes, changing the barrier fluid is more convenient and less time consuming. The arrangement of the control panel has been optimized. The layout of the machine control is clearer and more concise. Standard with the new ALPHA<sup>®</sup> LAB ZETA<sup>®</sup> RS laboratory agitator bead mill is the interface required to access NETZSCH Connect, the database-centered tool that is controlled via web browser. Another new feature is that the ALPHA<sup>®</sup> LAB ZETA<sup>®</sup> RS is the first laboratory machine equipped with a screen-free, separately-driven, open, dynamic classifier system (SDC) for the separation of grinding media with a diameter of 0.03 mm - 0.3 mm. This means that a scale-up-capable solution for small product batches is now available for development work on the nanometer scale.

## Unlimited Flexibility

The possible variations of the multifunctional *ALPHA® LAB ZETA® RS* laboratory mill offer yet another feature. In addition to the different scale-up-capable grinding systems in a variety of material options, the machine can also be converted to the smaller grinding chamber designs of the *MINISERIES* with a 230 ml capacity and the *MICROSERIES* with a 110 ml capacity. A special conversion kit that facilitates short installation times was developed for this purpose.



*LABSTAR* conversion kit on the *MICROSERIES*



*LABSTAR* conversion kit on the *MINISERIE*



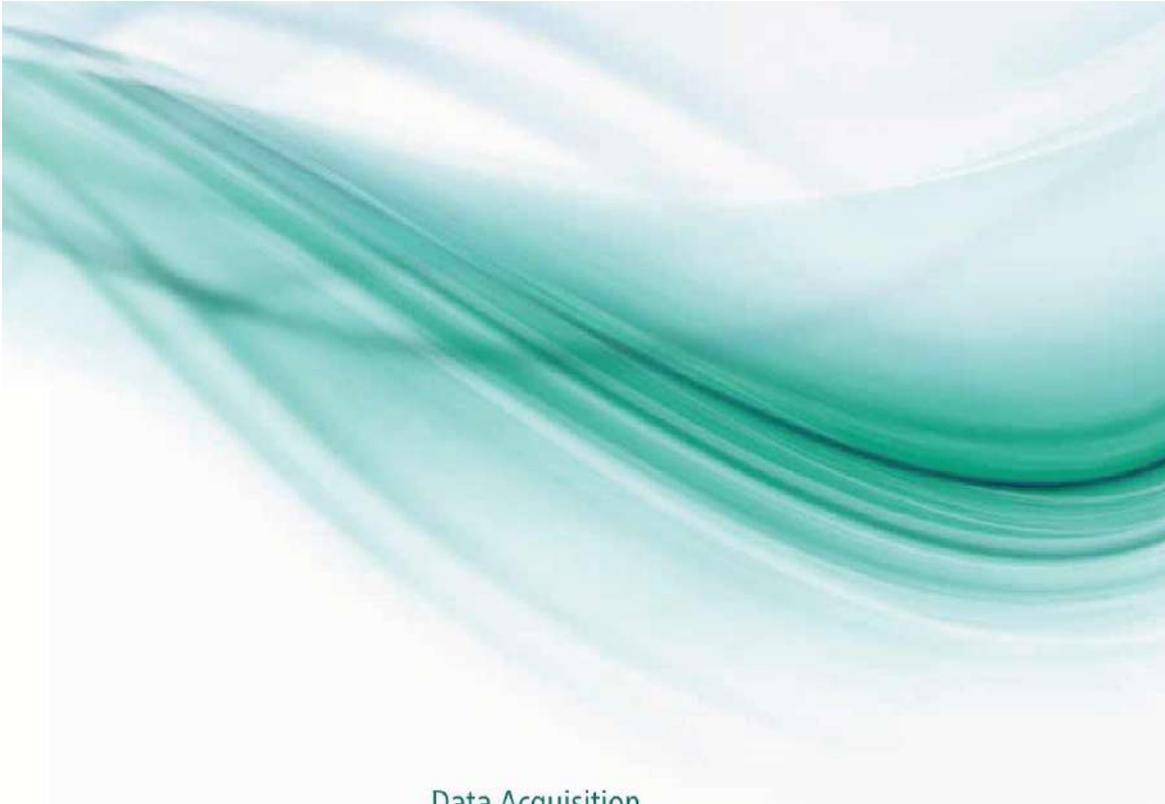
# Monitoring & Control

The control system of the ZETA® RS high-performance mill facilitates efficient and automatic process control. Acquisition of the energy input, temperature and pressure along with the existing safety functions, enables automatic operation by which preselected parameters start up automatically.

NETZSCH GRAPH offers various control strategies, the measured values are graphically assigned to the test points on the display, each formula can be processed automatically according to individual parameters. In addition, we offer integration into higher-level control systems as well as data acquisition hardware and software – contact our specialists.

## NETZSCH GRAPH

- Display of operation, input and calculation parameters:
  - Mill speed and peripheral speed, gross and net mill power, pump speed, product pressure, product throughput, product temperature and process status
- Display of trend graphics for the most essential operating data
- Process data memory (set points and limits for max. 98 product data sets)
- Automatic operation with transfer of the process parameters from the data memory
- Selectable operating mode
- Selectable control strategies:
  - Control of power, temperature, pressure or throughput – flow meter required
- Shut-off functions can be selected and combined:
  - Timer
  - Energy input and/or number of passes
  - Pressure-dependent shut-off during passage operation
- Control and fault lamps as well as
- Control unit with local/remote selector switch (functionality optional)
- Automatic screen-cleaning sequence



## Data Acquisition

The data acquisition system serves to record the values measured by a machine and comprises the hardware required to transfer the existing measurements via an Ethernet connection and the software for installation on a PC.

The measured and input data are stored in a CSV file and the current measured values are displayed. The acquisition rate can be pre-set by the operator to intervals ranging from 1 s to 10 min. After successful data acquisition, further evaluation is possible in a spreadsheet program.

### Your Benefits

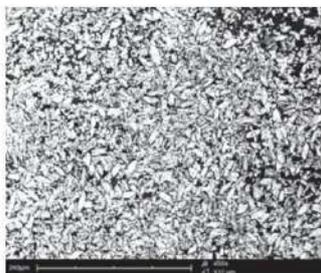
- High operational reliability
- Various control methods
- Quality assurance through energy input
- Automatic screen-cleaning sequence
- Maximum machine utilization through control of the agitator speed as a function of the product discharge temperature
- Pre-selection of the power input through adjustment of the agitator shaft speed
- Speed adjustment possible via frequency converter
- Easy integration into plants and higher-level process control systems

# ZETA<sup>®</sup> RS Nanomill

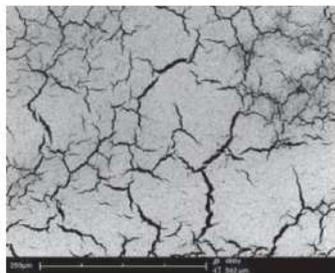
## Applications

ZETA<sup>®</sup> RS Series machines can be used in gentle dispersion, but also for the true comminution of a wider range of products, such as pigments, pigment preparations, Inkjet, MLCC, functional coatings, nano ceramics and many more. The following table shows an overview of dispersion results for various applications in which gentle conditions were used for processing.

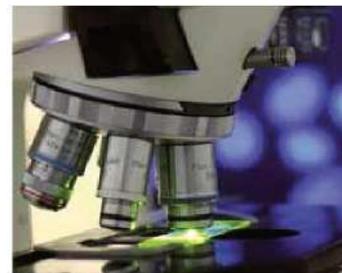
Product	Applications	Grinding bead material	Grinding bead diameter	Peripheral speed	Particle size $x_{50}$ achieved
Pigment	LCD	ZrO <sub>2</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.1 mm	6 m/s	40 - 60 nm
Pigment	Inkjet	ZrO <sub>2</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.1 mm	6 m/s	13 nm
TiO <sub>2</sub>	Photocatalyst	ZrO <sub>2</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.03 mm	6 m/s	22 nm
ITO	Electronics	ZrO <sub>2</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.1 mm	6 m/s	44 nm
ZrO <sub>2</sub>	Electronics	ZrO <sub>2</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.05 mm	4 m/s	37 nm
Diamond	Polishing agent	ZrO <sub>2</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.1 mm	10 m/s	19 nm
BaTiO <sub>3</sub>	MLCC	Glass	0.1 mm	3 m/s	200 nm
SiO <sub>2</sub>	Paper	Glass	0.1 mm	8 m/s	40 nm
ZnO	UV Protections	ZrO <sub>2</sub> (Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.1 mm	12 m/s	18 nm



Lithium iron phosphate before



Lithium iron phosphate after



# Applications

## Process Technology for Battery Applications

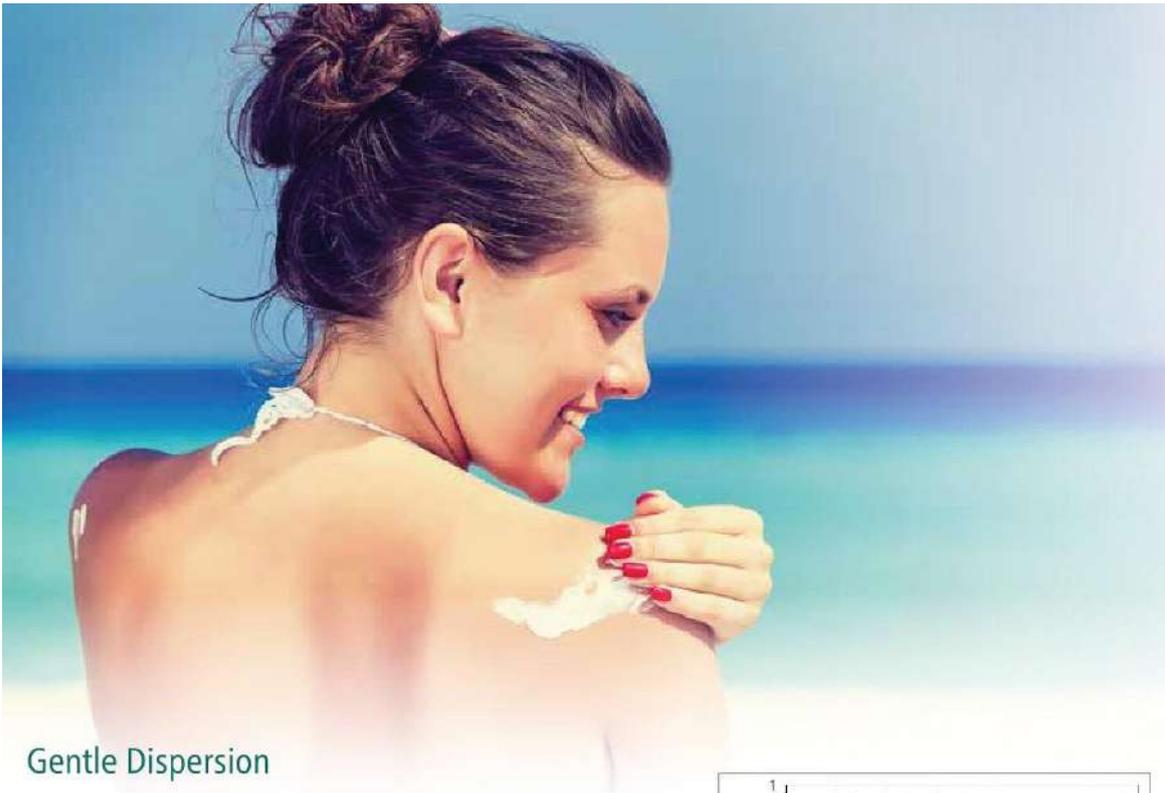
The natural reserves of non-renewable energy sources as well as increasing pollution and global warming, triggered for example by CO<sub>2</sub> emissions from the burning of fossil fuels such as coal, gas or oil, are forcing people to change their views.

Increasingly, forms of renewable energy such as solar, wind and thermal energy or electrical power from hydroelectric power plants are covering our daily power needs. However, these renewable energy sources are not always available at any time. They are dependent on the weather, the time of day and the time of year. In addition, the times for peak consumption and the generation rates do not generally coincide.

One material of interest in the development of increasingly efficient energy storage is metallic silicon. The silicon is usually contamination-free, with median values below 100 nm and narrow particle size distribution required to facilitate the best possible performance of the battery.

With the ZETA® RS, large quantities of silicon can be ground down to the required particle size in accordance with the quality criteria, regardless of the source of the raw materials. Owing to the separately driven open dynamic classifier system (SCD) and the all-ceramic equipment, a reliable process with minimum maintenance is possible.





## Gentle Dispersion

Nano-structured  $\text{TiO}_2$  particles for use in photo catalytic coatings were dispersed using different agitator speeds (4 m/s and 13 m/s).

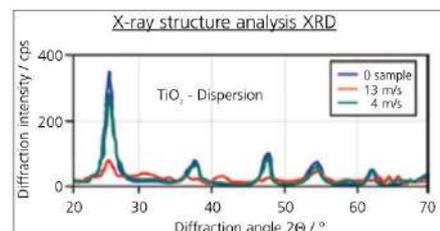
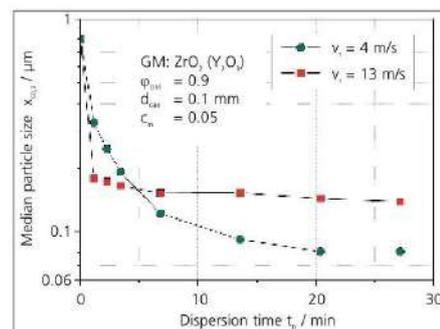
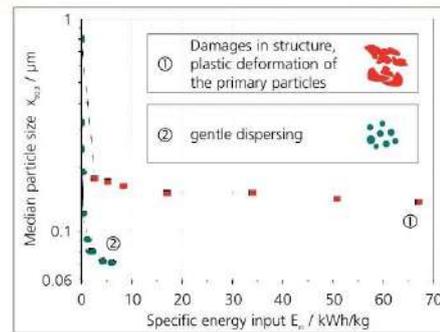
It was not possible to achieve the desired degree of dispersion with an agitator speed of 13 m/s. Furthermore, it was found that the coatings made from this material were photo-catalytically inactive.

Examinations with X-ray diffraction analysis showed that, contrary to gentle dispersing, the crystalline lattice structure of the  $\text{TiO}_2$  was destroyed due to the high-energy loads.

Therefore, agglomerates of nanoscale primary particles should be stressed mainly by shearing under "gentle" conditions, which requires the use of extremely small grinding beads at very low agitator speeds in the agitator bead mill.

When the suspension was dispersed at 4 m/s, the desired dispersion result was achieved with the same energy input. The crystalline structure of the product was preserved.

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH developed the ZETA® RS generation of mills for these complex tasks.



# Applications

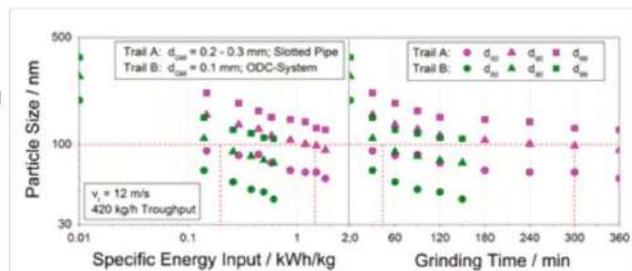
## Gentle Dispersion & True Comminution: Example using Titanium Dioxide

### True Comminution of Titanium Dioxide for Functional Coatings

For the production of functional coatings, titanium dioxide was prepared as an aqueous suspension with a particle size  $x_{90,3}$  below 100 nm. Two grinding tests were carried out in a ZETA® RS 4 agitator bead mill (4 liter grinding chamber volume). This mill has a centrifugal separation system with rotating separator, which can be equipped with a screen or an open dynamic classifying system (ODC).

Yttrium-stabilized zirconium oxide grinding beads with a diameter of 0.2 mm - 0.3 mm were used for Test A. The grinding beads were separated by a rotating slotted pipe in the mill. Test B was carried out with closely fractioned yttrium-stabilized zirconium oxide grinding beads with a diameter of 0.1 mm. To prevent a pressure increase at the suspension inlet of the mill, the ODC separator system was used here. All other operating parameters were identical. The test results can be seen in the plot.

For comminution with larger grinding media (Test A), the desired result was achieved after a grinding time of 5 h and a specific energy input of 1.2 kWh/kg. By using smaller grinding beads (Test B) the same result was achieved in only 45 min and 0.2 kWh/kg of the energy input.



#### Your Benefit

- Possible to use different sizes and shapes of grinding media without changing the slotted pipe
- No contamination due to metal abrasion
- Significantly lower pressure buildup in the mill: thus higher throughputs are possible
- Reduction in the size of the grinding media through wear during long periods of operation is not a problem
- Grinding beads that deviate from the spherical shape can be used
- The ODC system can be completely disassembled and is easy to clean

# Your Testing Options with the *ZETA*<sup>®</sup> RS Nanomill



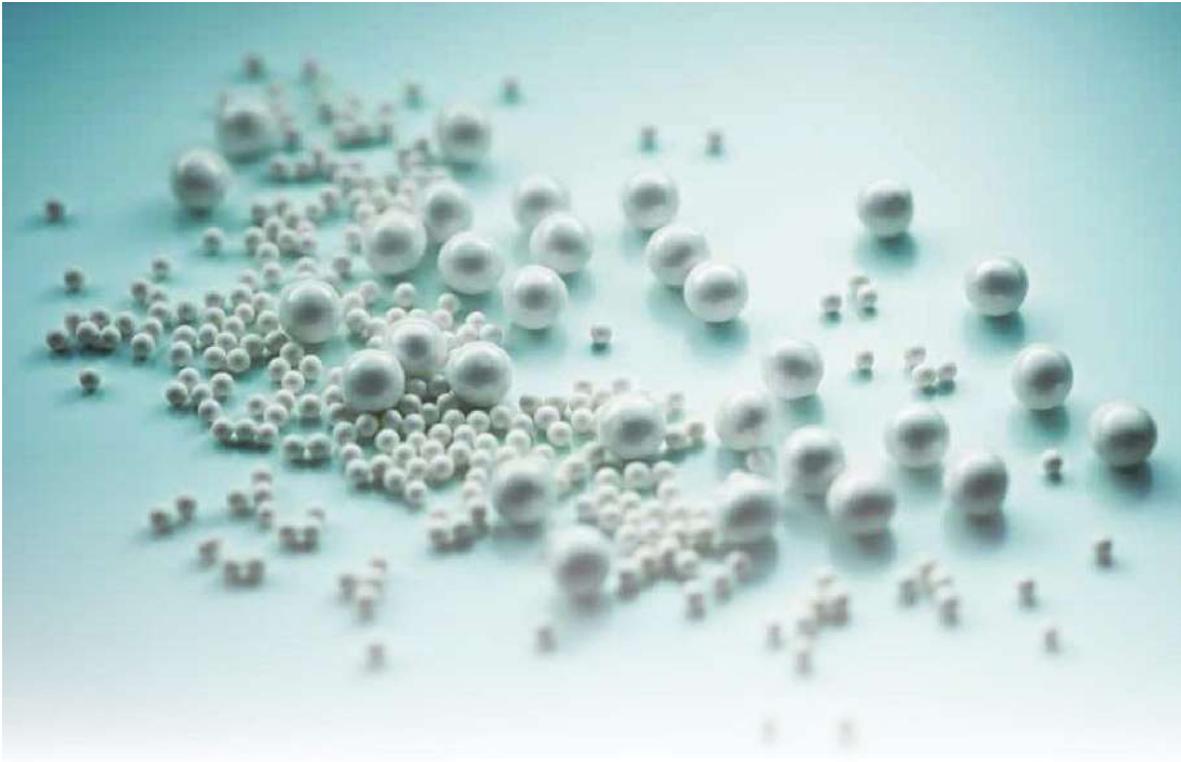
## Machines

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH has a state-of-the-art technical center available to its customers for extensive testing at the company headquarters in Selb. At the *ZETA*<sup>®</sup> RS 2, *ZETA*<sup>®</sup> RS 4 and *ZETA*<sup>®</sup> RS 25 test stations, we can demonstrate dispersion, disaggregation or true comminution of your nanoscale products.

## Analysis

Comprehensive methods of analysis are available to determine comminution and dispersion success as well as changes in the rheological properties of the product suspensions.

- **Malvern Mastersizer 3000**  
Static light scattering combined with laser defraction, measuring range 10 nm to 3500 µm.
- **Malvern Zetasizer Nano ZS**  
Dynamic light scattering, particle size determination and zeta potential determination in one measuring cell, measuring range 0.6 nm to 6 µm.
- **Malvern Kinexus Rotationsrheometer**  
Universal rheometer for all basic rheological testing – viscosity, oscillation rheology, creep and relaxation tests, continuous torque range from 0.05 µNm to 200 mNm.
- **Jeol JSM-6490 LV**  
Scanning electron microscope with up to 100,000x magnification, for imaging samples and powders, including elemental analysis with X-ray microanalysis from Thermo Scientific.



## NETZSCH-BEADS®

### Ceramic Grinding Beads

The selection of suitable grinding media is a key optimization feature for dispersion and wet grinding processes with agitator mills. With the use of NETZSCH-BEADS® you'll achieve optimum results.

In particular, our ZETABEADS® NANO yttrium-stabilized zirconium oxide grinding media (high-end quality) are ideal for your nano applications.



The NETZSCH Group is an owner-managed, international technology company with headquarters in Germany. The Business Units Analyzing & Testing, Grinding & Dispersing and Pumps & Systems represent customized solutions at the highest level. More than 3,700 employees in 36 countries and a worldwide sales and service network ensure customer proximity and competent service.

Our performance standards are high. We promise our customers Proven Excellence – exceptional performance in everything we do, proven time and again since 1873.

## Business Unit Grinding & Dispersing – The World's Leading Grinding Technology

NETZSCH-Feinmahltechnik – Germany  
NETZSCH Trockenmahltechnik – Germany  
NETZSCH Vakumix – Germany  
NETZSCH Lohnmahltechnik – Germany  
NETZSCH Mastermix – Great Britain  
NETZSCH FRÈRES – France  
NETZSCH España – Spain  
ECUTECH – Spain

NETZSCH Machinery and Instruments – China  
NETZSCH Technologies India Private – India  
NETZSCH Tula – Russia  
NETZSCH Makine Sanayi ve Ticaret – Turkey  
NETZSCH Korea – Korea  
NETZSCH Premier Technologies – USA  
NETZSCH Equipamentos de Moagem – Brazil

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH  
Sedanstraße 70  
95100 Selb  
Germany  
Tel.: +49 9287 797-0  
Fax: +49 9287 797 149  
info.nft@netsch.com

**NETZSCH**<sup>®</sup>

[www.netsch.com](http://www.netsch.com)

## 1.4 Microesferas NETZSCH ZETA-BEADS-NANO®

**NETZSCH**  
Proven Excellence.



NETZSCH-BEADS®

The Right Grinding Media for Every Application!

Business Unit  
GRINDING & DISPERSING

# NETZSCH-BEADS®

Always the Right Choice



## Take Advantage of the Benefits

The selection of suitable grinding media is an excellent optimization feature in dispersing and wet-grinding processes with agitator mills. With the NETZSCH-BEADS® you will achieve optimum results.

- Grinding beads ideally adapted to NETZSCH agitator bead mills
- All important qualities are available in the desired sizes
- Optimum combination of machine, grinding tool and application
- Improved product quality
- Process optimization and increase in capacity
- Improved energy efficiency
- Excellent grinding bead quality
- One-source service worldwide

## Our Special Service for you

We can run preliminary tests with you in our applications laboratories, in order to select the optimum grinding media and to determine the ideal operating parameters for the agitator bead mill. The tests can be performed on a laboratory scale as well as in the pilot plant. We invite you to join us in our lab to take part in the tests.

For perfect, efficient operation of your agitator bead mill, you should check diameter and shape of the NETZSCH-BEADS® you are using at regular intervals. If the grinding bead reaches its minimum size, there could be production problems with the mill, such as clogged screens, or the product quality will no longer be achieved in the usual operating time. There is the possibility to filter out grinding beads that are no longer within the specifications and replenish them with NETZSCH-BEADS®. We'll be happy to advise you!

With the use of the ideal type of grinding media, you can improve the energy efficiency and the performance of your agitator bead mill. Of course, in addition to density and grinding bead size, we also consider wear, mill speed and energy consumption during the selection process.

If you have additional questions, our experts will be happy to help you.

*Expert Advice Anytime*

## Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet

	<i>STEELBEADS HQ</i>	<i>STEELBEADS Q</i>	<i>STEELBEADS MICRO</i>	<i>GLASSBEADS</i>	<i>ZETA BEADS® NANO</i>	<i>ZETA BEADS® PLUS</i>
Abrasive media						
Agricultural chemicals						 
Printing inks	 					 
Dyestuffs						
Ferrites			 			  
Inkjet						
Cocoa		 				
Lacquers						 
Minerals / Fillers						
Nano products						
Pharmaceuticals						
Pigment production			 			 
Abrasives / CMP					 	 
Chocolate / Compounds		 				

CERABEADS	ZsBEADS	VITA BEADS NANO
		
		
 		
		

## Typical Applications for NETZSCH-BEADS®



Annular Chamber Mill RM



Horizontal disk mill type Discus



Agitator bead mill ALPHA®ZETA®



Nano mill ZETA® RS



Vertical disk mill type KE-SK/C



Agitator bead mill ALPHA®DISCUS



Pharma mill DELTA VITA®



Agitator bead mill ALPHA®MACRO

STEEL GRINDING BEADS

GLASS GRINDING BEADS

CERAMIC GRINDING BEADS

## ZETABEADS® NANO

Wear-resistant with extremely small Diameters

### General

ZETABEADS® NANO are made of yttrium-stabilized, high-purity zirconium oxide powder. Thanks to their high density and extreme hardness, product contamination is avoided. With diameters ranging from 30 µm to 200 µm, ZETABEADS® NANO are particularly suited for dispersion and wet grinding of high-tech products into the nano-meter range.

### Recommended Machines

- Nano mill system ZETA® RS
- Agitator bead mill ALPHA® ZETA®

### Applications

- Inkjet
- Nano products
- Abrasives / CMP
- Pharmaceuticals



Nano mill system ZETA® RS

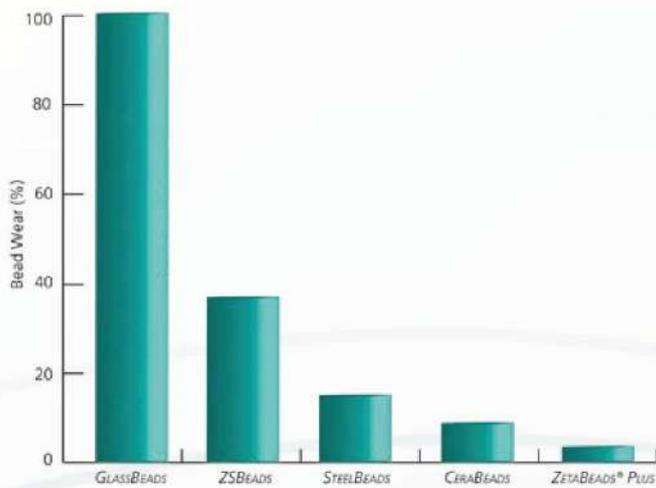
### Technical Data

Available standard qualities		Chemical composition about [in weight %]		Mechanical properties	
Type	Ø [mm]				
ZETABEADS® NANO 0.03	0.015 - 0.05	ZrO <sub>2</sub> + HfO <sub>2</sub>	95	Density	6.0 kg/l
ZETABEADS® NANO 0.05	0.03 - 0.08	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	Bulk density	~ 3.6 kg/l
ZETABEADS® NANO 0.1	0.08 - 0.13			Vickers hardness	> 1 200 HV
ZETABEADS® NANO 0.2	0.17 - 0.27			Young modulus	> 200 GPa



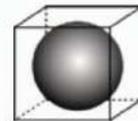
# Technical & Process-relevant View of NETZSCH-BEADS

Comparative View of Grinding Bead Wear

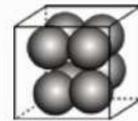


Number of Grinding Beads per Liter Grinding Chamber Volume

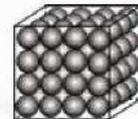
Ø 1 mm  
1 piece / mm<sup>3</sup>



Ø 0.5 mm  
8 pieces / mm<sup>3</sup>

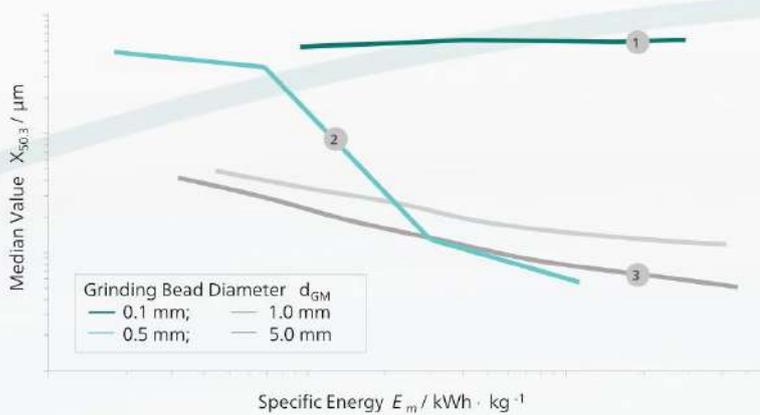


Ø 0.25 mm  
64 pieces / mm<sup>3</sup>



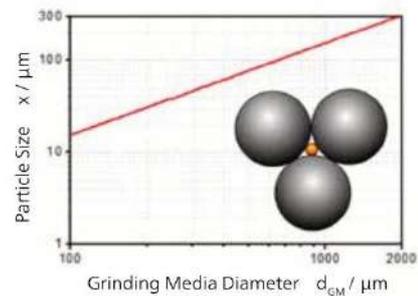
$$\text{Number} \uparrow \propto \left( \frac{d_{\text{ORIGINAL}}}{d_{\text{CURRENT}}} \right)^3$$

Effect of Grinding Bead Size on Degree of Comminution

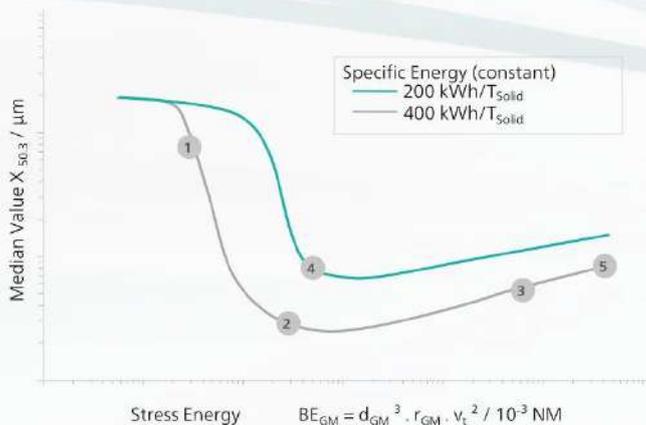


### Process Stress Number

- The applicable grinding media diameter is limited by the ratio to the particles
- The particles should be smaller than the void volume between the grinding beads
- The following practical rules can be used as guidelines:
  - $d_{GM}$  approx. 20 - 50 times greater than the  $d_{99}$  particle
  - $1/1000 d_{GM} = d_{50}$  final particle size
- The comminution properties of the particles must be considered (hardness, grain shape, agglomerate/ primary grain)



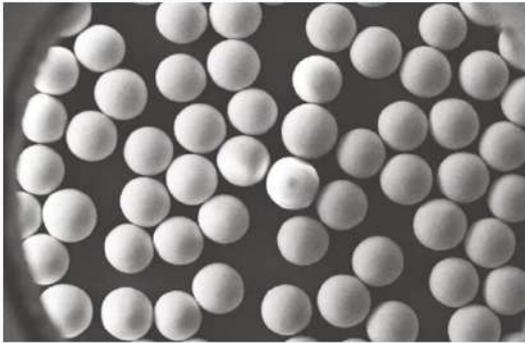
### Effect of Stress Energy



- 1 **Low Stress Energy**
  - low grinding efficiency
- 2 **Optimum**
  - optimum stress energy
  - minimum wear on beads and mill
  - highest production capacity
- 3 **High Stress Energy**
  - low grinding efficiency
  - high wear on beads and mill
- 4 **Uniform Fineness**
- 5
  - with smaller grinding beads
  - lower time/energy requirement
  - stress energy corresponds to grinding bead size

# Comparison of Grinding Beads

Size distribution of grinding media |  
Magnification x 50

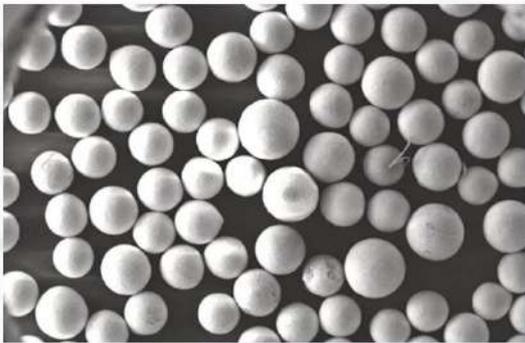


ZETA BEADS PLUS

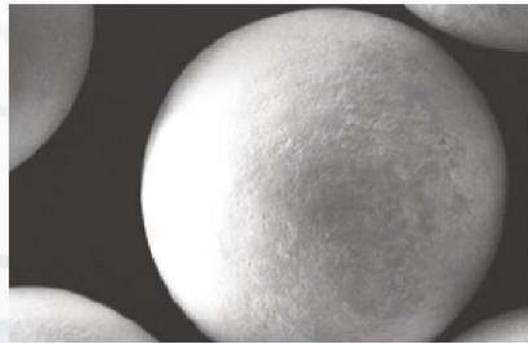
Surface of the bead | Magnification x 300



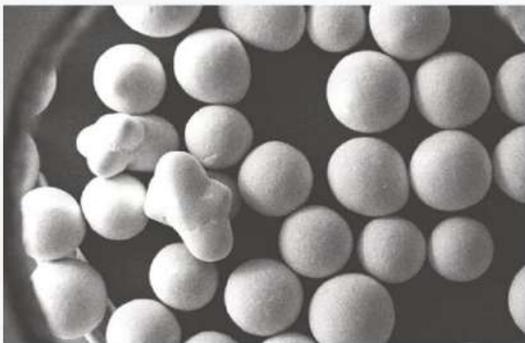
ZETA BEADS PLUS



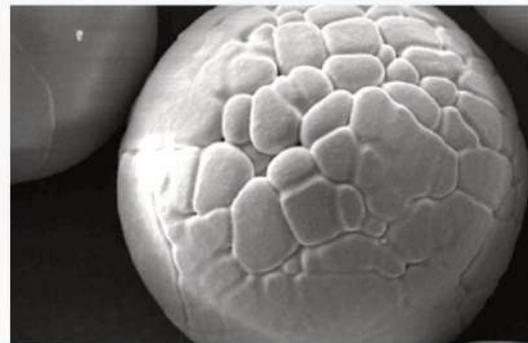
Product A



Product A



Product B



Product B

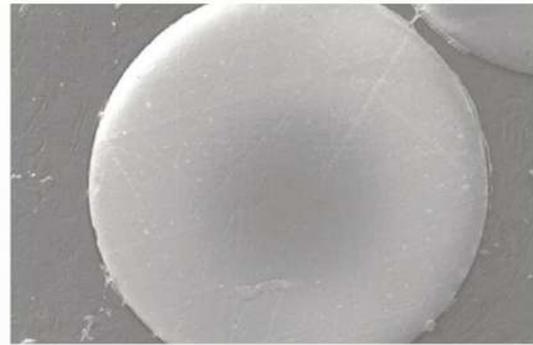
Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet

Surface of the bead | Magnification x 5 000



ZETA BEADS PLUS

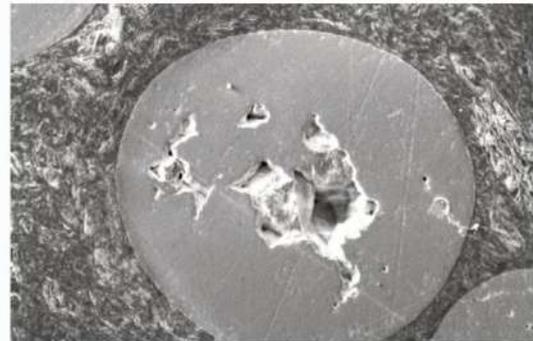
Micro Section | Magnification x 300



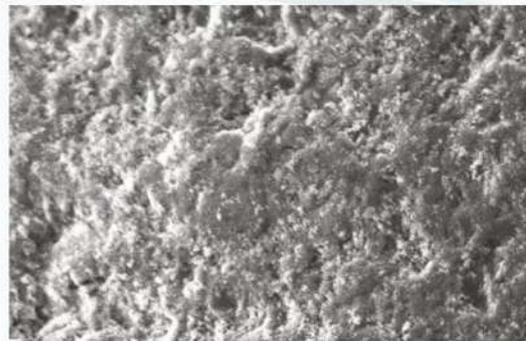
ZETA BEADS PLUS



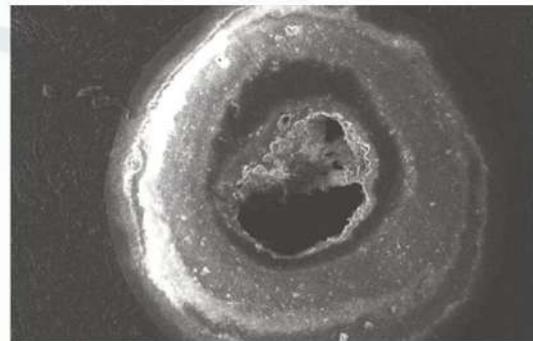
Product A



Product A



Product B



Product B

## Business Unit Grinding & Dispersing – The World's Leading Grinding Technology



NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH  
Selb, Germany

NETZSCH Trockenmahltechnik GmbH  
Hanau, Germany

NETZSCH Vakumix GmbH  
Weyhe-Dreye, Germany

NETZSCH Lohnmahltechnik GmbH  
Bobingen, Germany

NETZSCH Mastermix Ltd.  
Lichfield, Great Britain

NETZSCH FRÈRES S.A.R.L.  
Arpajon, France

NETZSCH España, S.A.U.  
Terrassa/Barcelona, Spain

ECUTECH S.L.  
Barcelona, Spain

Tramega  
Terrassa/Barcelona, Spain

NETZSCH Premier  
Technologies, LLC.  
Exton PA, USA

NETZSCH Indústria e  
Comércio de Equipamentos  
de Moagem Ltda.  
Pomerode, Brazil

NETZSCH (Shanghai) Machinery  
and Instruments Co., Ltd.  
Shanghai, China

NETZSCH Technologies India  
Private Ltd.  
Chennai, India

OOO NETZSCH Tula  
Tula, Russia

NETZSCH Makine Sanayi ve  
Ticaret Ltd. Sti.  
Izmir, Turkey

NETZSCH Korea Co., Ltd.  
Goyang, Korea

The NETZSCH Group is a mid-sized, family-owned German company engaging in the manufacture of machinery and instrumentation with worldwide production, sales, and service branches. The three Business Units – Analyzing & Testing, Grinding & Dispersing and Pumps & Systems – provide tailored solutions for highest-level needs. Over 3,500 employees at 210 sales and production centers in 35 countries across the globe guarantee that expert service is never far from our customers.

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH  
Sedanstraße 70  
95100 Selb  
Germany  
Tel.: +49 9287 797 0  
Fax: +49 9287 797 149  
info.nft@netzsch.com

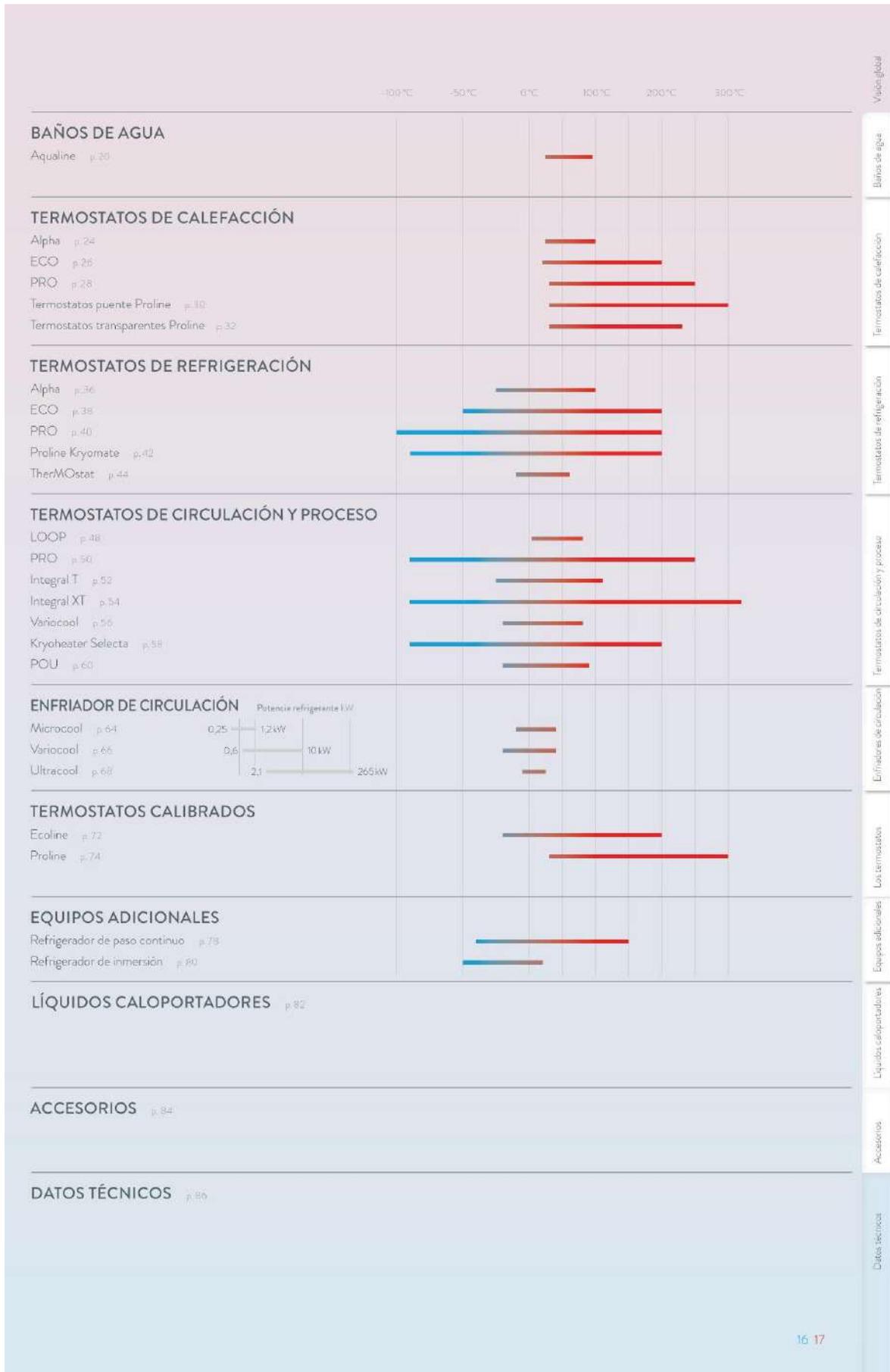
**NETZSCH®**

[www.netzsch.com](http://www.netzsch.com)

## 1.5 Enfriador LAUDA ULTRACOOOL UC 2

LAUDA  
Visión global





## LAUDA Ultracool

Refrigeradores de circulación para procesos con potencias de frío hasta 265 kW desde -5 hasta 25 °C para aplicaciones industriales

-5°C 25°C

### Control de temperatura fiable y funcionamiento seguro

Los enfriadores de circulación compactos LAUDA Ultracool con alta potencia de frío y aptos para su instalación en el exterior, son sistemas "plug & operate" con depósito de agua fría, bomba monobloc y derivación interna. El controlador de temperatura de serie evita que el intercambiador de calor se congele. Además, los presostatos integrados protegen el circuito contra niveles de presión excesivamente altos o bajos, y la carcasa del refrigerador de chapa de acero galvanizado y recubierto de resina epoxi protege contra la corrosión incluso en entornos de producción agresivos.



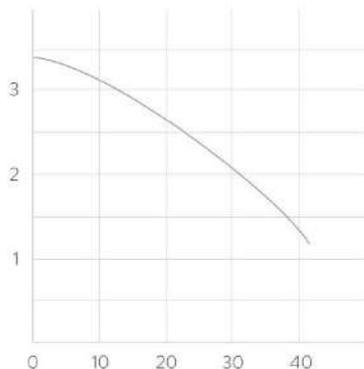
Ruedas de serie para un fácil posicionamiento en el UC Mini



El control de ventilador de serie del UC-0240 SP permite el funcionamiento a temperaturas ambiente de hasta -15 °C y reduce la contaminación acústica

### CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBA Bombas estándar (3 bar), 50 Hz

Presión bar



UC 2  
UC 3  
UC 4

Energía de elevación l/min

### Funciones importantes

- Bombas monobloc de alta calidad, derivación interna
- Circuito de agua de mangueras industriales flexibles
- Válvula de descarga para vaciar el circuito

### Equipamiento de serie

Derivación interna, controlador de temperatura

### Otros accesorios

Juegos de mangueras, válvula de retorno

Puede consultar todos los datos técnicos, las variantes de tensión y las curvas características en «Datos técnicos», a partir de la página TD 42.

Más información en [www.lauda.de/1768](http://www.lauda.de/1768)



#### LAUDA Ultracool

Los enfriadores de circulación Mini UC2, UC3 y UC4 ofrecen potencias de frío hasta 4,9 kW. Además del tamaño reducido, la geometría del equipo simplifica el acceso a los componentes que requieren un mantenimiento regular.

Los enfriadores de circulación Midi UC con bombas monobloc silenciosas y derivación interna para el ajuste automático del flujo de agua pueden funcionar a temperatura ambiente desde -15 °C hasta 50 °C gracias al control de ventilador integrado de serie.

Los modelos Maxi UC ofrecen potencias de frío de hasta 265 kW y son adecuados para su uso al aire libre.



# LAUDA

## Datos técnicos según DIN 12876, Variantes de tensión y otras curvas características

---

### BAÑOS DE AGUA p. 02

Aqualine

---

### TERMOSTATOS DE CALEFACCIÓN p. 04

Alpha

ECO

PRO

Termostatos puente Proline

Termostato transparente Proline

---

### TERMOSTATOS DE REFRIGERACIÓN p. 12

Alpha

ECO

PRO

Proline Kryomate

Termostato

---

### TERMOSTATOS DE CIRCULACIÓN Y PROCESO p. 22

LOOP

PRO

Integral T

Integral XT

Variocool

Kryoheater Selecta

POU

---

### ENFRIADOR DE CIRCULACIÓN p. 38

Microcool

Variocool

Ultracool

---

### TERMOSTATOS CALIBRADOS p. 48

Ecoline

Proline

---

### EQUIPOS ADICIONALES p. 50

Refrigerador de paso continuo

Refrigerador de inmersión

## Enfriador de circulación LAUDA

### Datos técnicos

Tipo de equipo	Rango de temperatura de trabajo °C	Estabilidad de temperatura ±K	Temperatura ambiente °C	Potencia de frío a temperatura de salida del agua kW								Ventilador del motor			Presión máx. de la bomba bar
				25°C	20°C	15°C	10°C	5°C	0°C	-5°C	Número de circuitos de refrigeración	Nº	kW	m³/h	
LAUDA Ultracool / página 68															
UC 2	-5...25	2	-15...50	2,80	2,80	2,50	2,10	1,80	1,50	1,20	1	1	0,15	2400	3,4
UC 3	-5...25	2	-15...50	5,50	5,50	4,80	4,10	3,40	2,80	2,20	1	1	0,15	2400	3,4
UC 4	-5...25	2	-15...50	6,90	6,90	5,90	4,90	4,10	3,40	2,80	1	1	0,15	2400	3,4
UC-0060	-5...25	2	-15...50	10,80	10,20	8,60	7,10	5,80	4,70	3,80	1	1	1,04	7000	4,2
UC-0080	-5...25	2	-15...50	15,80	14,70	11,90	9,40	7,30	5,60	4,10	1	1	1,04	7000	4,2
UC-0100	-5...25	2	-15...50	18,60	17,10	14,30	11,40	8,80	6,60	4,80	1	1	1,04	7000	4,2
UC-0140	-5...25	2	-15...50	22,30	20,20	17,10	14,00	11,00	8,40	6,30	1	1	1,04	7000	4,2
UC-0180	-5...25	2	-15...50	32,90	30,20	26,00	22,00	18,00	14,50	11,50	1	1	1,04	9000	4,2
UC-0240	-5...25	2	-15...50	37,30	34,60	30,30	26,30	22,30	18,20	14,50	1	1	1,04	9000	4,2
UC-0300	-5...25	2	-15...45	50,30	48,20	40,90	34,10	28,20	23,10	18,60	1	2	1,20	18000	4,7
UC-0400	-5...25	2	-15...45	62,50	59,70	51,20	43,30	35,10	28,10	22,00	1	2	1,20	18000	4,7
UC-0500	-5...25	2	-15...45	68,40	65,60	56,80	48,70	41,20	33,50	26,80	1	2	1,20	18000	4,7
UC-0650	-5...25	2	-15...45	84,60	84,60	75,20	64,40	53,60	43,90	35,50	1	2	2,50	23000	4,7
UC-0800	-5...25	2	-15...45	114,30	114,30	103,00	87,90	72,30	57,80	45,40	2	4	2,40	36000	4,7
UC-1000	-5...25	2	-15...45	140,80	140,80	126,10	106,40	85,90	67,00	51,20	2	4	2,40	40800	5,0
UC-1350	-5...25	2	-15...45	182,10	182,10	163,70	139,20	113,70	90,00	69,80	2	6	3,60	57000	5,0
UC-1700	-5...25	2	-15...45	228,40	228,40	205,90	175,70	144,60	115,60	90,80	2	6	3,60	55200	5,0
UC-2400	-5...25	2	-15...45	336,90	336,90	308,80	265,00	223,10	182,80	148,20	2	6	7,50	66000	5,9

## Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet

Energía de elevación máx. l/min	Presión nominal de la bomba bar	Energía de elevación nominal l/min	Rosca de conexión de bomba mm	Volumen del recipiente de agua l	Dimensiones (an x pr x al) mm	Grado de protección	Nivel de intensidad acústica dB (A)	Peso kg	Consumo eléctrico máx. kW	Fusible máx. A	Tensión de alimentación V; Hz	Número de pedido	Tipo de equipo
42	3,3	5,6	Rp 1/2	19	640×640×635	IP 44	50,1	80	1,4	16	230 V; 50 Hz	E6002411	UC 2
42	3,0	10,3	Rp 1/2	19	640×640×635	IP 44	50,4	85	1,5	16	230 V; 50 Hz	E6003411	UC 3
42	2,8	13,8	Rp 1/2	19	640×640×635	IP 44	50,4	85	1,8	16	230 V; 50 Hz	E6004411	UC 4
130	4,0	20,1	HT DN25	100	715×945×1490	IP 54	56,3	165	3,8	20	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6006323	UC-0060
130	4,0	26,6	HT DN25	100	715×945×1490	IP 54	60,1	175	4,1	25	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6008323	UC-0080
130	3,9	33,6	HT DN25	100	715×945×1490	IP 54	58,5	175	4,6	25	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6010323	UC-0100
130	3,7	43,8	HT DN25	100	715×945×1490	IP 54	58,1	180	5,6	25	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6014323	UC-0140
130	3,2	62,6	HT DN25	100	715×945×1490	IP 54	56,0	210	6,6	32	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6018323	UC-0180
130	2,7	84,1	HT DN25	100	715×945×1490	IP 54	57,5	230	8,0	40	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6024323	UC-0240
230	3,9	98,0	HT DN40	200	1005×1565×1965	IP 54	50,2	450	9,4	40	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6030323	UC-0300
230	3,6	124,0	HT DN40	200	1005×1565×1965	IP 54	53,5	450	11,4	40	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6040323	UC-0400
230	3,3	150,0	HT DN40	200	1005×1565×1965	IP 54	55,3	450	13,6	50	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6050323	UC-0500
420	3,7	196,0	HT DN40	300	1005×1565×1965	IP 54	59,2	630	18,5	63	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6065323	UC-0650
420	3,4	247,0	Rp 2	300	1545×2230×2010	IP 54	58,3	1020	27,5	80	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6080223	UC-0800
330	3,3	299,0	Rp 2 1/2	500	1660×3400×2090	IP 54	63,1	1460	32,4	100	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6100221	UC-1000
750	4,3	392,0	Rp 2 1/2	500	1660×3400×2090	IP 54	62,2	1570	43,8	150	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6135221	UC-1350
750	3,6	494,0	Rp 2 1/2	500	1660×3400×2090	IP 54	61,3	1630	54,9	150	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6170221	UC-1700
1160	3,8	733,0	DIN-2566 DN80	500	1660×3585×2090	IP 54	62,7	1690	71,4	200	400 V; 3/PE; 50 Hz	E6240221	UC-2400

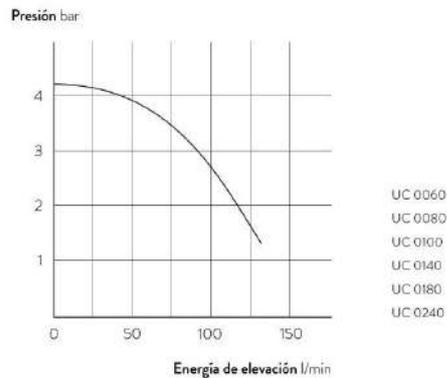
## Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet

Tipo de equipo	Tensión de alimentación V, Hz	Presión de elevación máx. bar	Energía de elevación máx. presión l/min	Consumo eléctrico máx. kW	Código del conector*	Número de pedido	Tipo de equipo	Tensión de alimentación V, Hz	Presión de elevación máx. bar	Energía de elevación máx. presión l/min	Consumo eléctrico máx. kW	Código del conector*	Número de pedido
<b>LAUDA Variocool / página 66</b>													
VC 7000 W	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	3,2	37	4,5	18	L000708	VC 10000	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	3,2	37	5,9	18	L000690
VC 7000 W	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	4,8	37	4,5	18	L000865	VC 10000	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	37	5,9	18	L000833
VC 7000 W	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	4,3	60	4,5	18	L000868	VC 10000	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	5,0	60	5,9	18	L000836
VC 7000 W	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	3,2	37	4,6	18	L000695	VC 10000 W	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	3,2	37	5,7	18	L000709
VC 7000 W	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	37	4,6	18	L000843	VC 10000 W	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	4,8	37	5,7	18	L000866
VC 7000 W	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	5,0	60	4,6	18	L000846	VC 10000 W	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	4,3	60	5,7	18	L000869
VC 10000	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	3,2	37	5,7	18	L000703	VC 10000 W	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	3,2	37	5,9	18	L000696
VC 10000	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	4,8	37	5,7	18	L000855	VC 10000 W	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	37	5,9	18	L000844
VC 10000	200 V; 3/PE; 50/60 Hz	4,3	60	5,7	18	L000858	VC 10000 W	208-220 V; 3/PE; 60 Hz	5,0	60	5,9	18	L000847

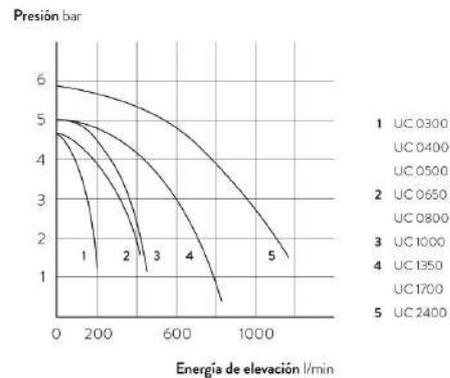
<b>LAUDA Ultracool / página 68</b>													
UC 2	230 V; 60 Hz	3,5	50	1,4	-	E6002431	UC-0300	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	300	12,5	-	E6030341
UC 3	230 V; 60 Hz	3,5	50	1,5	-	E6003431	UC-0400	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	300	15,0	-	E6040341
UC 4	230 V; 60 Hz	3,5	50	1,8	-	E6004431	UC-0500	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	300	18,3	-	E6050341
UC-0060	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,1	125	5,0	-	E6006341	UC-0650	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	300	25,7	-	E6065341
UC-0080	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,1	125	4,9	-	E6008341	UC-0800	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,8	300	35,4	-	E6080241
UC-0100	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,1	125	5,8	-	E6010341	UC-1000	460 V; 3/PE; 60 Hz	5,2	430	42,1	-	E6100241
UC-0140	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,1	125	7,0	-	E6014341	UC-1350	460 V; 3/PE; 60 Hz	5,4	600	55,3	-	E6135241
UC-0180	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,1	125	8,3	-	E6018341	UC-1700	460 V; 3/PE; 60 Hz	5,4	600	70,2	-	E6170241
UC-0240	460 V; 3/PE; 60 Hz	4,1	125	10,5	-	E6024341	UC-2400	460 V; 3/PE; 60 Hz	3,7	1170	96,1	-	E6240241

### LAUDA Ultracool / página 68

#### CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS Líquido: Agua



#### CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS Líquido: Agua



## 1.6 Bomba de membrana DIRECTFLO DF30



# BOMBAS NEUMÁTICAS DE DOBLE MEMBRANA



Innovadoras | Exclusivas | Simples | Fiables | Duraderas | Compactas | Eficientes | Silenciosas | Versátiles



## BOMBAS DIRECTFLO<sup>®</sup>

Bombas neumáticas de doble membrana para dosificación, pulverización, transvase, evacuación y distribución de una gran variedad de fluidos.

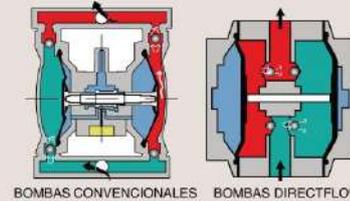


### INNOVADORA TECNOLOGÍA DIRECTFLO<sup>®</sup>

Las bombas Directflo<sup>®</sup> bombean el fluido a través del centro de la propia bomba mientras que el aire comprimido actúa sobre la cara exterior de las membranas.

- ALTA VELOCIDAD DE CAMBIO DE LA VÁLVULA DE AIRE PIVOTANTE.
- LA CARRERA MÁS CORTA DE LAS MEMBRANAS HACE QUE SE FLEXIONEN MENOS, AYUDANDO A ALARGAR SU VIDA ÚTIL.

- Aire comprimido
- Salida de fluido
- Entrada de fluido



### MEJOR POR CONCEPTO

#### ▶ MAYOR RENDIMIENTO

- Gran capacidad de aspiración en seco
- No se forma hielo
- Reducción de las pulsaciones
- Regulando la presión de aire se consigue ajustar el caudal y la presión de salida

#### ▶ FIABILIDAD

- Gran fiabilidad en el arranque
- No se para
- Capaz de trabajar con aire seco, húmedo, lubricado o incluso sucio.
- El cuerpo de la bomba en una sola pieza garantiza la ausencia de fugas

#### ▶ SUAVIDAD DE BOMBEO

- Bombeo suave
- Pulsaciones reducidas
- Menos vibraciones

#### ▶ CONSUMO EFICIENTE

- Reducción del consumo de aire
- Reducción de las pérdidas de carga en el interior de la bomba

#### ▶ DISEÑO COMPACTO

- Cuerpo de la bomba en una sola pieza
- Silenciador integrado

#### ▶ SENCILLEZ

- Mantenimiento rápido y sencillo
- Fácil manejo
- Entrada de aire orientable

#### ▶ DURABILIDAD

- Materiales de primera calidad
- Larga vida útil de las membranas
- Carrera de pistón corta y de construcción robusta

## AMPLIA SELECCIÓN DE MATERIALES

SAMOA ofrece una amplia gama de materiales resistentes a la abrasión, temperatura y con excelente compatibilidad química para satisfacer las aplicaciones más exigentes.

### VÁLVULA DE AIRE DIRECCIONAL Y TAPAS LATERALES

#### Polipropileno

#### Aluminio

El polipropileno conductivo se utiliza en las bombas ATEX con conexión a tierra.

### CUERPO DE LA BOMBA

#### Polipropileno

#### Acetal

PVDF (Kynar® o Solef®) - Fluoruro de Polivinilideno

#### Aluminio

Acero inoxidable - AISI 316

Los materiales plásticos conductivos se utilizan en bombas ATEX con conexión a tierra.

### EJE

Acero inoxidable - AISI 420

Hastelloy® C

### JUNTAS

EPDM - Monómero (Caucho) de Etileno Propileno Dieno

FKM (Viton®) - Fluoroelastómero

PTFE (Teflon®) - Politetrafluoroetileno

Buna-N - Elastómero de Acrilonitrilo Butadieno

### ASIENTOS DE VÁLVULAS

#### Polipropileno

#### Acetal

PVDF (Kynar® or Solef®) - Fluoruro de Polivinilideno

Buna-N - Elastómero de Acrilonitrilo Butadieno

TPE (Hytrel®) - Elastómero termoplástico

Santoprene®

Aluminio

Acero inoxidable - AISI 316

### BOLAS DE VÁLVULA

PTFE (Teflon®) - Politetrafluoroetileno

Acetal

Buna-N - Elastómero de Acrilonitrilo Butadieno

Acero inoxidable - AISI 316

### MEMBRANAS DE ALTA DURACIÓN

PTFE (Teflon®) - Politetrafluoroetileno

TPE (Hytrel®) - Elastómero termoplástico

Santoprene®

Buna-N - Elastómero de Acrilonitrilo Butadieno

Los materiales reflejados no están disponibles para todos los modelos de bomba. Confirme los materiales disponibles para cada modelo.

## OPCIONES PARA LAS BOMBAS DE MEMBRANA



BOMBA PILOTADA EXTERNAMENTE

### PILOTAJE EXTERNO

Las bombas Directflo® están también disponibles sin válvula de aire ni sensores de fin de carrera para poder ser pilotadas mediante dispositivos externos, como un PLC, en aplicaciones de dosificación de fluidos.

### SENSORES INDUCTIVOS

Se usan para bombas con pilotaje externo y permiten enviar una señal a un PLC para alimentar alternativamente cada cámara de aire. Los sensores garantizan la carrera completa del diafragma y permiten regular la velocidad de la bomba. Conexiones disponibles: NPN, PNP y ATEX (NAMUR).

### SENSOR DE FINAL DE CARRERA

Permite contar el número de ciclos de una bomba.

### ESCAPE DE AIRE REMOTO

El silenciador puede ser reemplazado por una conexión roscada para permitir el escape remoto del aire comprimido a través de una manguera. La conexión es de 3/8" para las bombas DF30, DF50, DF100, DC20, DC30 y DF50, de 3/4" para las bombas DP200 y de 1" para las bombas DF250.



SILENCIADOR

### SILENCIADOR

Reemplaza al silenciador que incluye la bomba para lograr una mayor reducción del ruido provocado por el aire comprimido al expandirse.

### TINTAS UV

Un casquillo especial de PTFE conductivo permite usar la bomba con tinta UV.

## SECTORES DE APLICACIÓN

 <b>INDUSTRIA QUÍMICA, PETROQUÍMICA Y REFINERÍAS</b>	 <b>FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS</b>	 <b>CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA</b>
 <b>CERÁMICO</b>	 <b>TRATAMIENTOS SUPERFICIALES</b>	 <b>PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS</b>
 <b>IMPRESIÓN Y EMBALAJE</b>	 <b>TRANSFORMACIÓN DE PASTA Y PAPEL</b>	 <b>HIGIÉNICO-SANITARIO</b>
 <b>PROCESAMIENTO DE AGUAS</b>	 <b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	 <b>INDUSTRIA DEL METAL</b>

Para conocer más detalles sobre las aplicaciones y sectores vea la página 35.

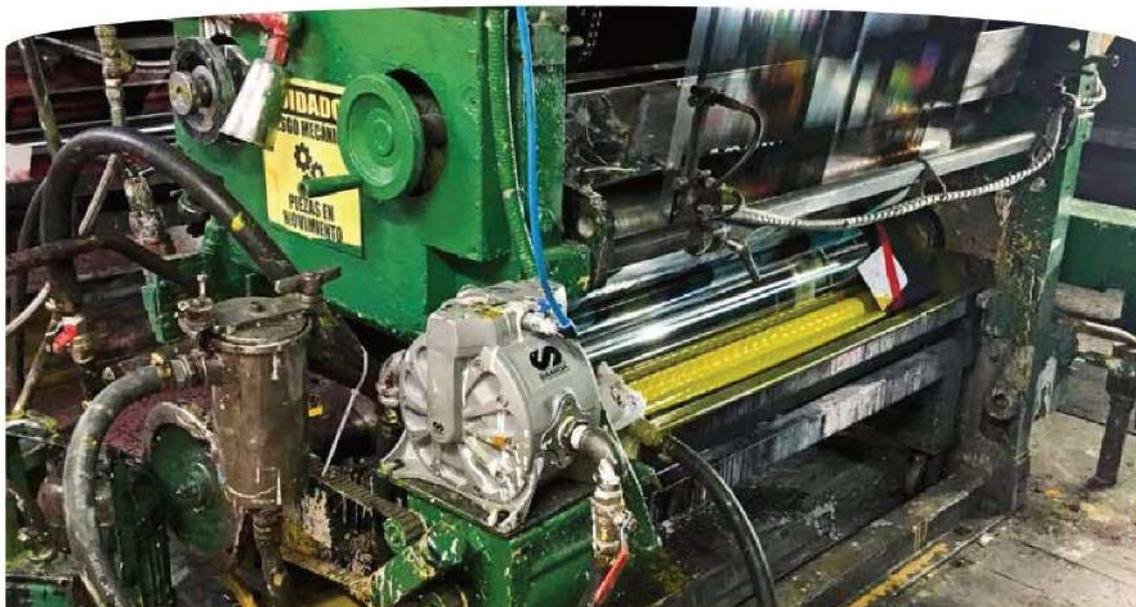
### APLICACIONES

TRANSVASE Y DISTRIBUCIÓN DE FLUIDO  
EVACUACIÓN DE FLUIDO  
DOSIFICACIÓN / MEZCLADO / FORMULACIÓN  
RECIRCULACIÓN DE FLUIDO  
SUMINISTRO PARA PULVERIZACIÓN A BAJA PRESIÓN  
DESCARGA DE FLUIDO / LIMPIEZA EN SITIO (CIP)  
BOMBEO DE MUESTRAS  
FILTRADO Y ALIMENTACIÓN DE FILTROS DE PRENSA  
MANIPULACIÓN DE LODOS  
LLENADO Y VACIADO DE TANQUES/BIDONES

### FLUIDOS

Ácidos  
Álcalis  
Alcoholes  
Disolventes  
Fluidos en base agua  
Químicos  
Carburantes y aceites  
Tintas, pinturas y barnices  
Aditivos  
Etc.

Abrasivos  
Corrosivos  
Peligrosos  
Inflamables  
Sólidos en suspensión  
Sensibles al cizallamiento  
Viscosidad media





## BOMBAS DIRECTFLO®

### CUSTOM

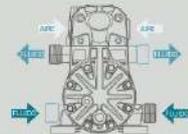
Plásticas: DC20 - DC30 - DC50



#### Diseño compacto y fiable

- ▶ Diseñada para aplicaciones de dispensado
- ▶ Nuevo motor de aire con válvula de corredera
  - Alta fiabilidad en el arranque de la bomba a presiones bajas.
  - Ajuste del caudal mediante la regulación de la presión de aire.
- ▶ Compacta
  - Ideal para aplicaciones OEM y en procesos industriales.
- ▶ Silenciador de aire incorporado
  - Posibilidad de conectar una manguera en el escape de aire para una salida remota o de incluir un silenciador de alta eficacia.
- ▶ Conexiones de entrada y salida orientables
  - Ofrecen mayor versatilidad durante la instalación de la bomba.

1/4" a 1/2"  
Hasta 50 l/min  
(14 US gal/min)



### FUNCTION

Plásticas: DF30 - DF30T - DF50 - DF50T - DF100  
Metálicas: DF50 - DF100 - DF250



#### Tecnología Directflo® original

- ▶ Ideal para aplicaciones estándar
- ▶ Disponible en una amplia gama de tamaños
- ▶ Diseño mejorado de las válvulas
- ▶ Mantenimiento sin desconexión de las líneas de distribución de fluido
  - Fácil.
  - Rápido.
  - Económico.
- ▶ Altos caudales - Hasta 250 l/min (66 us gal/min)

1/2" a 1 1/2"  
Hasta 250 l/min  
(66 US gal/min)



### PERFORMER

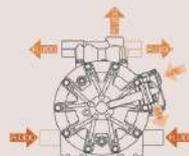
Plásticas: DP200  
Metálicas: DP200



#### Tecnología mejorada

- ▶ Diseñada para ofrecer mejores prestaciones y eficiencia dispensando grandes caudales
- ▶ Válvula pivotante sin fricción mejorada
  - Reducción en el consumo de aire
- ▶ Conexiones de entrada y salida orientables
  - Ofrecen mayor versatilidad durante la instalación de la bomba

1"  
Hasta 200 l/min  
(53 US gal/min)



La salida de fluido en sentido vertical sólo está disponible en los modelos metálicos

**CUSTOM**  
SERIES

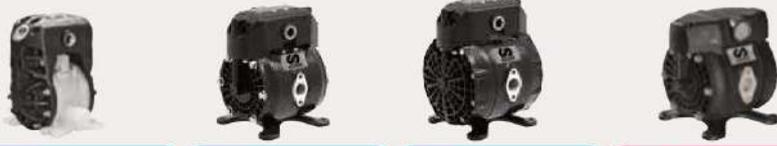
**FUNCTION**  
SERIES

**PERFORMER**  
SERIES

## GAMA DE BOMBAS DIRECTFLO®

### BOMBAS PLÁSTICAS

Las bombas Directflo® todo plástico son compatibles incluso con los fluidos más agresivos. El módulo de válvula de aire y las tapas laterales son adecuadas para su uso en ambientes corrosivos.



	DC20	DC30	DC50	DF30
<b>Ratio de presión</b>	1:1	1:1	1:1	1:1
<b>Caudal máximo a salida libre<sup>(1)</sup></b>	20 l/min (5 US gal/min)	38 l/min (10 US gal/min)	50 l/min (14 US gal/min)	38 l/min (10 US gal/min)
<b>Desplazamiento aprox. por carrera<sup>(1)(2)</sup></b>	0,03 litros (0,008 US gal)	0,07 litros (0,02 US gal)	0,1 litros (0,026 US gal)	0,07 litros (0,02 US gal)
<b>Desplazamiento por ciclo (2 x carrera)<sup>(1)(2)</sup></b>	0,06 litros (0,016 US gal)	0,14 litros (0,04 US gal)	0,2 litros (0,05 US gal)	0,14 litros (0,04 US gal)
<b>Rango de presión de aire</b>	1,5 a 7 bar (22 a 100 psi)	1,5 a 7 bar (22 a 100 psi)	1,5 a 7 bar (22 a 100 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)
<b>Tamaño máx. de sólidos en suspensión</b>	2 mm (3/32")	3 mm (1/8")	3 mm (1/8")	3 mm (1/8")
<b>Altura máx. de aspiración en seco<sup>(1)</sup></b>	2 m (6 1/2')	4 m (13')	6 m (20')	4 m (13')
<b>Altura máx. de aspiración en húmedo<sup>(1)</sup></b>	7 m (23')	8 m (26')	8 m (26')	8 m (26')
<b>Peso</b>	1,2 kg (2,65 lb)	1,9 kg (4,19 lb)	2,2 kg (4,85 lb)	1,9 kg (4,19 lb)
<b>Conexión entrada de fluido</b>	Int.: 1/4" BSP/NPT (F) Ext.: 3/4" NPT (M)	1/2" BSP/NPT (F)	1/2" BSP/NPT (F)	1/2" BSP/NPT (F)
<b>Conexión de salida de fluido</b>	Int.: 1/4" BSP/NPT (F) Ext.: 3/4" NPT (M)	1/2" BSP/NPT (F)	1/2" BSP/NPT (F)	1/2" BSP/NPT (F)
<b>Conexión entrada de aire</b>	3/8" NPSM (F)	3/8" NPSM (F)	3/8" NPSM (F)	3/8" NPSM (F)
<b>Partes húmedas</b>	Ver modelos recomendados en la página correspondiente a cada bomba			

(1) Datos medidos con agua, presión de aire a 7 bar (100 psi) para modelos DC (8 bar (115 psi) para modelos DF y DP) y 20 °C (68 °F) con entrada de fluido inundada.  
(2) Valores aproximados; el valor real puede variar dependiendo del entorno de trabajo, del fluido bombeado y de los materiales de la bomba.

### BOMBAS METÁLICAS

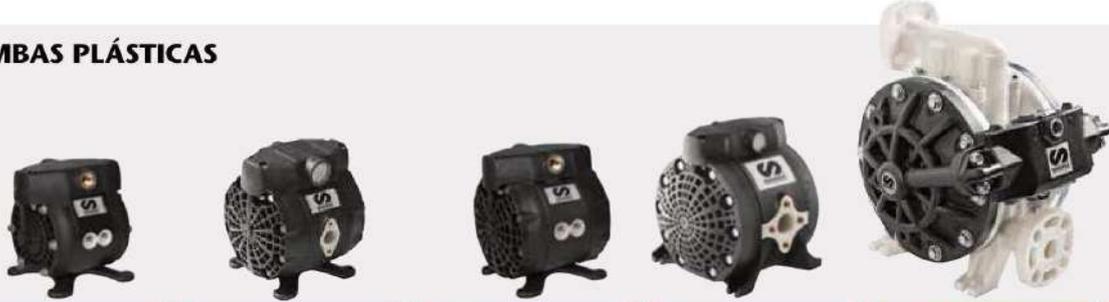
Las bombas Directflo® metálicas son extremadamente robustas, y gracias a la amplia gama de materiales disponible, son compatibles con una gran variedad de fluidos.



	DF50	DF100	DF250	DP200
<b>Ratio de presión</b>	1:1	1:1	1:1	1:1
<b>Caudal máximo a salida libre<sup>(1)</sup></b>	50 l/min (14 US gal/min)	100 l/min (28 US gal/min)	250 l/min (66 US gal/min)	200 l/min (53 gal/min)
<b>Desplazamiento aprox. por carrera<sup>(1)(2)</sup></b>	0,1 litros (0,026 US gal)	0,25 litros (0,07 US gal)	0,6 litros (0,16 US gal)	0,5 litros (0,13 US gal)
<b>Desplazamiento por ciclo (2 x carrera)<sup>(1)(2)</sup></b>	0,2 litros (0,05 US gal)	0,5 litros (0,13 US gal)	1,2 litros (0,32 US gal)	1 litro (0,26 US gal)
<b>Rango de presión de aire</b>	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)
<b>Tamaño máx. de sólidos en suspensión</b>	3 mm (1/8")	4 mm (3/16")	6 mm (1/4")	6 mm (1/4")
<b>Altura máx. de aspiración en seco<sup>(1)</sup></b>	6 m (20')	4,5 m (15')	5 m (16,4')	5 m (16')
<b>Altura máx. de aspiración en húmedo<sup>(1)</sup></b>	8 m (26')	7 m (23')	8 m (26')	8 m (26')
<b>Peso</b>	3,5 kg (7,72 lb)	7,2 kg (16 lb)	20 kg (45 lb)	11,5 kg (23,35 lb)
<b>Conexión entrada de fluido</b>	1/2" NPSM (F)	1" BSP/NPT (F)	1 1/2" BSP (F) y DIN PN-10 DN40 brida o 1 1/2" NPT (F) a ANSI 1" 816,5 150 lb brida	1" BSP/NPT (F)
<b>Conexión de salida de fluido</b>	1/2" NPSM (F)	1" BSP/NPT (F)	1 1/2" BSP (F) y DIN PN-10 DN40 brida o 1 1/2" NPT (F) a ANSI 1" 816,5 150 lb brida	1" BSP/NPT (F)
<b>Conexión entrada de aire</b>	3/8" NPSM (F)	3/8" NPSM (F)	1/2" NPSM (F)	3/8" NPSM (F)
<b>Partes húmedas</b>	Ver modelos recomendados en la página correspondiente a cada bomba			

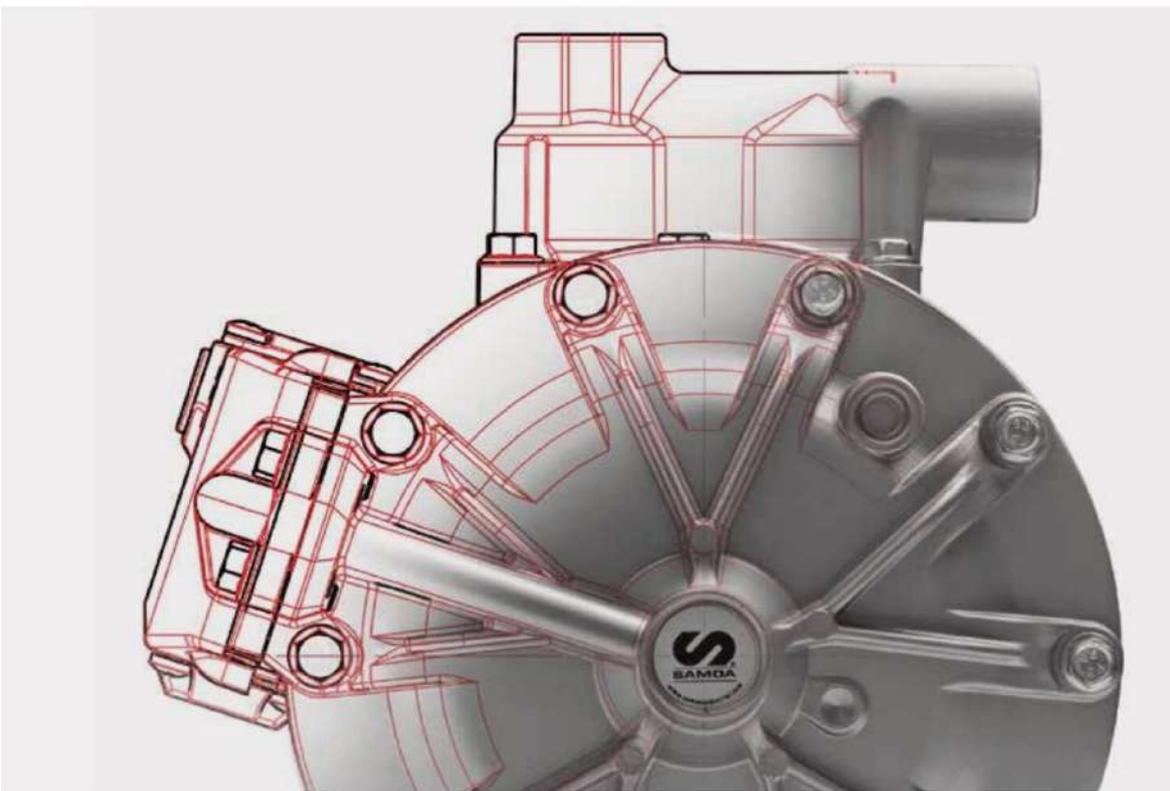
(1) Datos medidos con agua, presión de aire a 7 bar (100 psi) para modelos DC (8 bar (115 psi) para modelos DF y DP) y 20 °C (68 °F) con entrada de fluido inundada.  
(2) Valores aproximados; el valor real puede variar dependiendo del entorno de trabajo, del fluido bombeado y de los materiales de la bomba.

### BOMBAS PLÁSTICAS



DF30T	DF50	DF50T	DF100	DP200
1:1	1:1	1:1	1:1	1:1
38 l/min (10 US gal/min)	50 l/min (14 US gal/min)	50 l/min (14 US gal/min)	100 l/min (28 US gal/min)	200 l/min (53 gal/min)
0,07 litros (0.02 US gal)	0,1 litros (0.026 US gal)	0,1 litros (0.026 US gal)	0,25 litros (0.07 US gal)	0,5 litros (0.13 US gal)
0,14 litros (0.04 US gal)	0,2 litros (0.05 US gal)	0,2 litros (0.05 US gal)	0,50 litros (0.13 US gal)	1 litro ( 0.26 US gal)
1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)
3 mm (1/8")	3 mm (1/8")	3 mm (1/8")	4 mm (3/16")	6 mm (1/4")
4 m (13')	6 m (20')	6 m (20')	4,5 m (15')	5 m (16')
8 m (26')	8 m (26')	8 m (26')	7 m (23')	8 m (26')
1,9 kg (4.19 lb)	2,2 kg (4.85 lb)	2,2 kg (4.85 lb)	5,1 kg (11.24 lb)	10,5 kg (23.15 lb)
2 x 3/8" BSP/NPT (F)	1/2" BSP/NPT (F)	2 x 3/8" BSP/NPT (F)	1" BSP/NPT (F)	1" DIN PN-10 DN25 brida y ANSI B16.5 1" 150 lb brida
1/2" BSP/NPT (F)	1/2" BSP/NPT (F)	1/2" BSP/NPT (F)	1" BSP/NPT (F)	1" DIN PN-10 DN25 brida y ANSI B16.5 1" 150 lb brida
3/8" NPSM (F)				

Ver modelos recomendados en la página correspondiente a cada bomba



**DF30**  
PLÁSTICA

**FUNCTION SERIES**

**directflo** Technology

## Tecnología Directflo® original

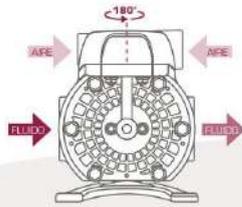
### BOMBAS PLÁSTICAS DF30 & DF30T

Bombas neumáticas de doble membrana de bajo caudal para la dosificación, pulverizado y transvase de una amplia gama de fluidos.

Las partes húmedas de la bomba son compatibles incluso con los fluidos más agresivos y se pueden usar en ambientes corrosivos. El motor de aire (válvula de aire direccional y tapas laterales) está fabricado en polipropileno.

El modelo DF30T es una bomba de doble entrada para la mezcla de dos fluidos con viscosidades similares y en proporción 1:1. Tanto los fluidos a mezclar como la mezcla resultante han de ser químicamente compatibles con las partes húmedas de la bomba.

Están disponibles con certificación ATEX, lo que permite usarlas en atmósferas potencialmente explosivas (Ex II2 GD IIB/IIC 95 °C).



La conexión de entrada de aire es orientable, ofreciendo una mayor versatilidad durante la instalación de la bomba.

**1/2"**  
**38 l/min**  
**10 US gal/min**



**Ex** Versiones con certificación  
ATEX disponibles  
Ex II2 GD IIB/IIC 95 °C

### MODELOS RECOMENDADOS

MODELO	CUERPO	MEMBRANAS	BOLAS	ASIENTOS	OTRAS PARTES HÚMEDAS	APLICACIONES RECOMENDADAS
DF30PPSESTMBAS	Polipropileno	Santoprene®	PTFE	Acero Inoxidable	EPDM	Fluidos, adhesivos y recubrimientos en base agua, álcalis y ácidos diluidos, alcoholes.
DF30PPSVSTHBAS	Polipropileno	TPE	PTFE	Acero Inoxidable	FKM	Agua y soluciones químicas no agresivas en base agua. Bomba de aplicación general para lubricantes.
DF30PPYTWTBAS	Polipropileno	PTFE	PTFE	PVDF	Hastelloy® C	Amplia compatibilidad química, incluyendo ácidos y álcalis, sistemas CIP y otros productos clorados destinados a la limpieza, tanto industrial como doméstica.
DF30PPSTSTBAS	Polipropileno	PTFE	PTFE	Acero Inoxidable	-	Amplia compatibilidad química.
DF30PKYTWTBAS	PVDF conductivo	PTFE	PTFE	PVDF	Hastelloy® C	Bomba ATEX para ácidos fuertes (algunos incluso a temperatura por encima de la ambiente) y álcalis. No recomendada para algunos álcalis fuertes o ácido nítrico concentrado.
DF30PDSTSTBAS	Conductivo Acetal	PTFE	PTFE	Acero Inoxidable	-	Bomba ATEX para disolventes (la mayor parte de las cetonas, acetatos, aldehídos, hidrocarburos aromáticos y clorados, tolueno), tintas para flexografía y huecograbado en base agua y base disolvente, barnices y pinturas.

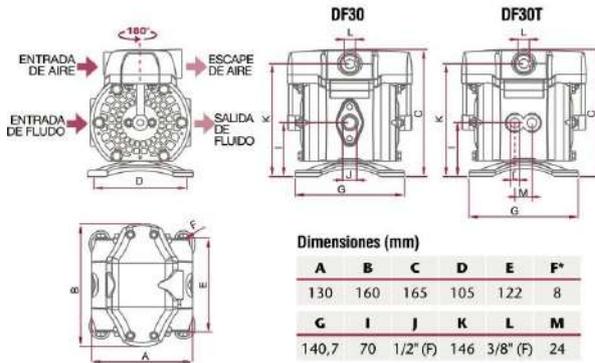


## BOMBAS PLÁSTICAS DF30 Y DF30T

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Ratio de presión	1:1
Caudal máximo a salida libre (1)	38 l/min (10 US gal/min)
Desplazamiento aprox. por carrera (1)	0,07 litros (0,02 US gal)
Desplazamiento por ciclo (2 x carrera) (1)	0,14 litros (0,04 US gal)
Rango de presión de aire	1,5 a 8 bar (22 a 115 psi)
Tamaño máx. de sólidos en suspensión	3 mm (1/8")
Altura máx. de aspiración en seco (1)	4 m (13')
Altura máx. de aspiración en húmedo (1)	8 m (26')
Peso	1,9 kg (4.19 lb)
Conexión entrada de fluido	1/2" BSP/NPT (F) 2 x 3/8" BSP/NPT (F) (DF30T)
Conexión salida de fluido	1/2" BSP/NPT (F)
Conexión entrada de aire	3/8" NPSM (F)
Partes húmedas	Ver modelos recomendados

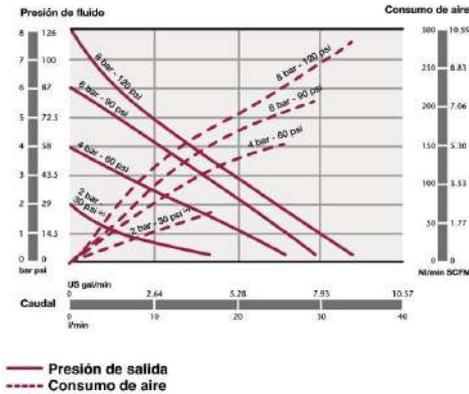
(1) Datos medios con agua, presión de aire 7 bar (100 psi) y a 20 °C (60 °F).



\* Diámetro de los agujeros de los pies de fijación en las bombas.

## GRÁFICAS DE RENDIMIENTO

Realizadas a temperatura ambiente, con agua y bomba inundada con 800 mm (31 1/2" pulgadas) de altura sobre la entrada de fluido.



1/2"  
38 l/min  
10 US gal/min

## SISTEMA DE CODIFICACIÓN BOMBAS PLÁSTICAS DF30 Y DF30T

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DF30	P	P	S	E	S	T	M	B	AS

### 1 TAMAÑO DE BOMBA

DF30  
DF30T (Entrada doble)

### 2 MOTOR DE AIRE: VÁLVULA DE AIRE DIRECCIONAL Y TAPAS LATERALES

P = Polipropileno

### 3 CUERPO DE LA BOMBA

P = Polipropileno  
 B = Polipropileno conductivo (Bomba ATEX)  
 D = Acetal conductivo (Bomba ATEX)  
 W = PVDF \*  
 K = PVDF conductivo (Bomba ATEX) \*

### 4 EJE

S = Acero inoxidable AISI 420  
 Y = Hastelloy® C \*

### 5 JUNTAS

V = FKM (Viton®)  
 E = EPDM  
 T = PTFE (Teflon®)

### 6 ASIENTOS DE VÁLVULAS

S = Acero inoxidable AISI 316  
 W = PVDF \*

### 7 BOLAS DE VÁLVULA

T = PTFE (Teflon®)  
 C = Acetal  
 S = Acero inoxidable AISI 316

### 8 MEMBRANAS

T = PTFE (Teflon®)  
 M = Santoprene®  
 H = TPE (Hytrell®)

### 9 CONEXIONES DE FLUIDO

B = BSP  
 N = NPT

### 10 OPCIONES

AS = Salida estándar  
 BS = Conexión para salida de aire remota\*  
 ES = Pilotaje externo  
 FS = Silenciador adicional  
 US = Modelo especial para tintas UV  
 GS = Sensor inductivo con salida NPN  
 IS = Sensor inductivo ATEX  
 JS = Sensor inductivo con salida PNP

(\* No disponible para bomba DF30T)





**SISTEMA DE CODIFICACIÓN DIRECTFLO®**

**EJEMPLO DE MODELO**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
DF50	A	A	S	N	S	N	N	B	AS

**1 TAMAÑO DE BOMBA**

DC20	1/4" - 3/4"	Bomba 20 l/min (5.3 US gal/min)
DC30	1/2"	Bomba 38 l/min (10 US gal/min)
DC50	1/2"	Bomba 50 l/min (14 US gal/min)
DF30	1/2"	Bomba 38 l/min (10 US gal/min)
DF30T	2 x 3/8"	Bomba con entrada doble 38 l/min (10 US gal/min)
DF50	1/2"	Bomba 50 l/min (14 US gal/min) pump
DF50T	2 x 3/8"	Bomba con entrada doble 50 l/min (14 US gal/min)
DF100	1"	Bomba 100 l/min (27 US gal/min)
DF250	1-1/2"	Bomba 250 l/min (66 US gal/min)
DP200	1"	Bomba 200 l/min (53 US gal/min)

**2 MOTOR DE AIRE: VÁLVULA DE AIRE DIRECCIONAL Y TAPAS LATERALES**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
A = Aluminio										
P = Polipropileno										

**3 CUERPO DE LA BOMBA**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
A = Aluminio										
S = Acero inoxidable AISI 316										
P = Polipropileno										
B = Polipropileno conductivo										
D = Acetal conductivo										
W = PVDF										
K = PVDF conductivo										

**4 EJE**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
S = Acero inoxidable AISI 420										
Y = Hastelloy® C										

**5 JUNTAS**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
E = EPDM										
V = FKM (Viton®)										
T = PTFE (Teflon®)										
N = Buna-N										

**6 ASIENTOS DE VÁLVULAS**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
A = Aluminio										
C = Acetal										
H = TPE (Hytre®)										
M = Santoprene®										
N = Buna-N										
P = Polipropileno										
S = Acero inoxidable AISI 316										
W = PVDF										

**7 BOLAS DE VÁLVULA**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
C = Acetal										
N = Buna-N										
S = Acero inoxidable AISI 316										
T = PTFE (Teflon®)										

**8 MEMBRANAS**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
H = TPE (Hytre®)										
M = Santoprene®										
N = Buna-N										
T = PTFE (Teflon®)										

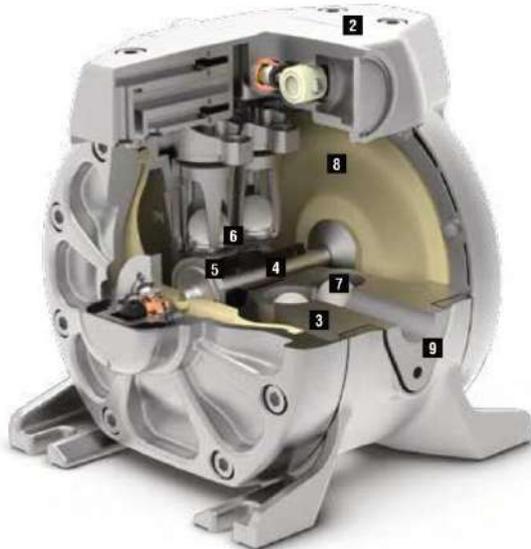
**9 CONEXIONES DE FLUIDO**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
B = BSP										
N = NPT										
F = Brida										

**10 OPCIONES**

	DC20	DC30	DC50	DF30	DF30T	DF50	DF50T	DF100	DF250	DP200
AS = Salida estándar										
BS = Conexión para salida de aire remota										
DS = Sensor de ciclos										
ES = Pilotaje externo										
FS = Silenciador adicional										
GS = Sensor inductivo con salida NPN										
IS = Sensor inductivo ATEX										
JS = Sensor inductivo con salida PNP										
US = Modelo especial para tintas UV										

(1) Solo en bombas con membranas de PTFE  
(2) Incluido en todas las bombas DC20 y DF250



- EPDM = Monómero (Caucho) de Etileno Propileno Dieno
- FKM = Fluoroelastómero (Viton®)
- Buna-N = NBR, Elastómero de Acrilonitrilo Butadieno
- PTFE = Politetrafluoroetileno (Teflon®)
- PVDF = Fluoruro de Polivinilideno (Kynar® o Solef®)
- TPE = Elastómero termoplástico (Hytre®)

Hytre®, Teflon y Viton son marcas registradas de E. I. du Pont de Nemours and Company o sus filiales.  
Hastelloy® es una marca registrada de Haynes International, Inc.  
Kynar® es una marca registrada de Arkema.  
Santoprene® es una marca registrada de Exxon Mobil Chemical.  
Solef® es una marca registrada de Solvay Solexis S.p.A.



**EXISTE UNA BOMBA DIRECTFLO® PARA CUALQUIER APLICACIÓN**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
SECTORES		APLICACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		TRANSVASE Y DISTRIBUCIÓN DE FLUIDO	EVACUACIÓN DE FLUIDO	DOSIFICACIÓN / MEZCLADO / FORMULACIÓN	RECIRCULACIÓN DE FLUIDO	SUMINISTRO PARA PULVERIZACIÓN A BAJA PRESIÓN	DESCARGA DE FLUIDO / LIMPIEZA EN SITIO (CIP)	BOMBEO DE MUESTRAS	FILTRADO Y ALIMENTACIÓN DE FILTROS DE PRENSA	MANIPULACIÓN DE LODOS	LLENADO Y VACIADO DE TANQUES/ BIDONES	
<b>A</b>	<b>FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VEHICULOS</b> • Coches, motocicletas y camiones • Construcción, minería y agricultura • Barcos y aviones • Ferrocarril	O AF WS HF BF BL D U W	WD WA									
<b>B</b>	<b>CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA</b> • Plantas dosificadoras de hormigón • Drenaje de fosos	CA CS	W	CA AA CS	CS					CS		
<b>C</b>	<b>IMPRESIÓN Y EMBALAJE</b> • Prensas de impresión • Dispensadores de tinta y mezcladores • Limpieza de rotativas • Recuperación de disolventes	FI GI GL S WC	WC WW	FI GI	FI GI S W	S W	S W CF					
<b>D</b>	<b>TRANSFORMACIÓN DE PASTA Y PAPEL</b> • Plantas de papel	CO BC GL	WW					SW				
<b>E</b>	<b>PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS</b> • Líneas de pintura y barniz • Formulación de pintura y mezcladores • Limpiadores de pistolas de pintura	P C S V R ST	WC	P C V R	P C V R	P C V R	S		MO	CS		
<b>F</b>	<b>PROCESAMIENTO DE AGUAS</b> • Lavanderías industriales • Lavaderos de coches • Centrales eléctricas	DT WX CF W WW	WW	SA DG BC FS		DT WX CF						
<b>G</b>	<b>TRATAMIENTOS SUPERFICIALES</b> • Líneas de revestimiento metálico • Líneas de desengrasado y tratamiento • Líneas de decapado	AC AK AT S DG	WC WW								AC AK S DG	
<b>H</b>	<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> • Plantas industriales de tratamiento de aguas • Trabajos municipales de aguas residuales	FC CG BC AC AK	WC WW	FC CG BO DI				SW	WW			
<b>I</b>	<b>INDUSTRIA DEL METAL</b> • Centros de torneado y mecanizado • Recuperación de fluidos de desecho • Limpieza de piezas • Protección contra corrosión	MC MD S CF DG W	MC MD WW WC		MC W DG S	O DG S W						
<b>J</b>	<b>INDUSTRIA QUÍMICA, PETROQUÍMICA Y REFINERÍAS</b>	AC AK AL S LX CH	WC W CH	FA CH OA				CH			CH	
<b>K</b>	<b>HIGIÉNICO-SANITARIO</b> • Alimentos y bebidas • Plantas de proceso de alimentos • Biotecnología • Farmacéutica	AC AK				CF	CF AC AK					
<b>L</b>	<b>CERÁMICO</b> • Fabricantes de cerámica	EN BB W	WW							EN BB		

- |   |                                |                                     |   |  |                                     |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| <b>AA:</b> Aditivo para asfalto         | <b>BL:</b> Líquido de batería  | <b>DG:</b> Desengrasante            | <b>GI:</b> Tinta de huecograbado                | <b>O:</b> Aceite                       | <b>V:</b> Barniz                    |
| <b>AC:</b> Ácido                        | <b>BO:</b> Biocida             | <b>DI:</b> Desinfectante            | <b>GL:</b> Pegamento                            | <b>OA:</b> Aditivo para aceite         | <b>W:</b> Agua                      |
| <b>AK:</b> Alcalí                       | <b>C:</b> Recubrimiento        | <b>DT:</b> Detergente               | <b>HF:</b> Fluido hidráulico/ Skydro® (aviones) | <b>P:</b> Pintura                      | <b>WA:</b> Anticongelante usado     |
| <b>AL:</b> Alcohol                      | <b>CA:</b> Aditivo de hormigón | <b>EM:</b> Emulsión                 | <b>LX:</b> Látex                                | <b>R:</b> Resina                       | <b>WC:</b> Residuos químicos        |
| <b>AT:</b> Acetona                      | <b>CF:</b> Fluido de limpieza  | <b>EN:</b> Esmalte (cerámico)       | <b>MC:</b> Refrigerante máquinas                | <b>S:</b> Disolvente                   | <b>WO:</b> Aceite usado             |
| <b>AF:</b> Anticongelante, refrigerante | <b>CG:</b> Coagulante          | <b>FA:</b> Aditivo para combustible | <b>MO:</b> Aceite de mecanizado (corte)         | <b>SA:</b> Jabón                       | <b>WS:</b> Líquido limpiaparabrisas |
| <b>BB:</b> Barbotina                    | <b>CH:</b> Químicos            | <b>FC:</b> Floculante               |   | <b>ST:</b> Tinte de madera             | <b>WU:</b> Cera                     |
| <b>BC:</b> Lejía                        | <b>CO:</b> Color               | <b>FI:</b> Tinta flexográfica       |   | <b>SW:</b> Soluciones acuosas          | <b>WW:</b> Agua residual            |
| <b>BF:</b> Líquido de frenos            | <b>CS:</b> Lodo                | <b>FS:</b> Suavizante ropa          |   | <b>U:</b> Soluciones de urea (AdBlue®) |                                     |

## 1.7 Filtro de cartucho PEI-PIRE WP2 y soporte TKF-110-S-1-226-A



peiro, s.a.

Carretera de Mataró, 49  
Tel.: +34 934 642 040  
peiro@peiro.com

08911 BADALONA (Barcelona)  
Fax: +34 934 645 040  
www.peiro.com

PRODUCTOS PARA FILTRACIÓN INDUSTRIAL

### CARTUCHOS FILTRANTES **PEI-PURE WP2**

Cartucho filtrante de grado de filtración nominal, en cuya fabricación sólo se utilizan fibras bicomponente de polipropileno, de acuerdo con un sistema de termosellado que conforma una red de fibras rígidas que tiene una porosidad uniforme y alta resistencia a la presión.

Además, gracias a esta tecnología de fabricación, no hay formación de espuma en la etapa inicial de la filtración y da como resultado un cartucho filtrante con una estructura limpia y rígida, que garantiza una ausencia total de migración de fibras y una elevada máxima presión diferencial, que permite una prolongada duración de la vida del filtro.

Por otra parte, la utilización de fibras de polipropileno le confiere una excelente resistencia química frente a una gran variedad de productos.



#### MATERIALES

##### Medio filtrante

Fibras bicomponente de polipropileno



#### ESPECIFICACIONES

##### Máxima presión diferencial

5,5 bar @ 20 °C

##### Máxima temperatura de utilización

80 °C



#### CONFIGURACIONES

##### Grado de filtración (µm)

1 3 5 10 25 50 75 100 150  
200 350

##### Diámetro

EXTERIOR 62 mm  
INTERIOR 30 mm

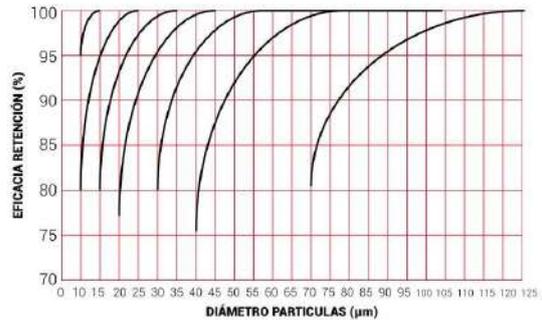
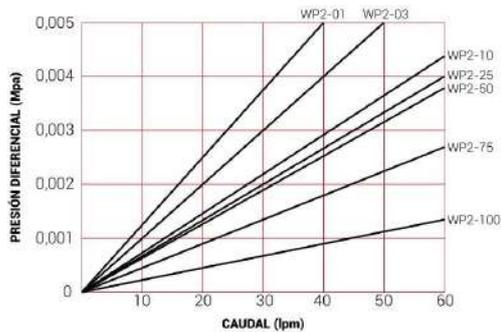
##### Longitud (")

9¾ 10 19½ 20 29¼ 30 39 40



# CARTUCHOS FILTRANTES PEI-PURE WP2

## CAUDAL



Basado en cartucho de 10" (254 mm) con agua  
Para productos con viscosidades distintas a la del agua, consultar con nuestro departamento técnico-comercial  
Para grados de filtración no mostrados en las tablas, consultar con nuestro departamento técnico-comercial

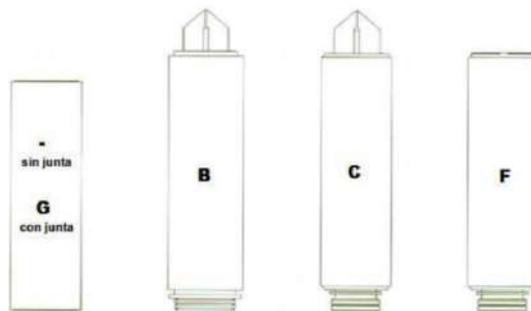
## ADAPTADORES

### ADAPTADORES DOE

- G** Sin junta  
Con juntas planas en ambos extremos

### ADAPTADORES SOE

- B** Código 7. Adaptador abierto 226 con doble junta tórica y adaptador cerrado con guía de arpón
- C** Código 8. Adaptador abierto 222 con doble junta tórica y adaptador cerrado con guía de arpón
- F** Código 3. Adaptador abierto 222 con doble junta tórica y adaptador cerrado plano



Carretera de Mataró, 49  
08911 BADALONA (Barcelona)

Tel.: +34 934 642 040  
Fax: +34 934 645 040

peiro@peiro.com  
www.peiro.com



# CARTUCHOS FILTRANTES PEI-PURE WP2

Tipo de cartucho	Longitud	Grado de filtración	Adaptador	Juntas
PEI-PURE WP2	<b>09*</b> 9¾ <b>10</b> 10 <b>19*</b> 19½ <b>20</b> 20 <b>29*</b> 29¼ <b>30</b> 30 <b>39*</b> 39 <b>40</b> 40 <small>* Solo versión DOE</small>	<b>01</b> 1 µm <b>03</b> 3 µm <b>05</b> 5 µm <b>10</b> 10 µm <b>25</b> 25 µm <b>50</b> 50 µm <b>75</b> 75 µm <b>100</b> 100 µm <b>150</b> 150 µm <b>200</b> 200 µm <b>350</b> 350 µm	DOE <b>G</b> DOE con junta  <b>B</b> SOE Cod. 7 <b>C</b> SOE Cod. 8 <b>F</b> SOE Cod. 3	Sin juntas <b>0*</b> Espuma PE  <b>1**</b> Nitrilo <b>2**</b> Silicona <b>3**</b> FPM <b>4**</b> PTFE <b>5**</b> EPDM <small>* Solo versión DOE                      ** Solo versión SOE</small>

p.e. PEI-PURE WP2-20-05-B3



peiro, s.a.

Carretera de Mataró, 49  
08911 BADALONA (Barcelona)

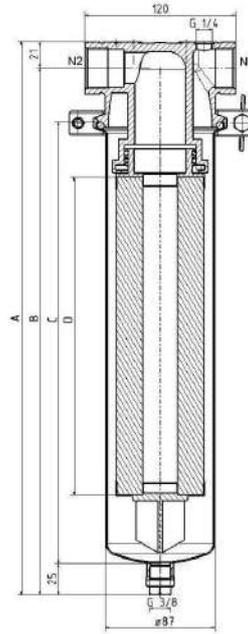
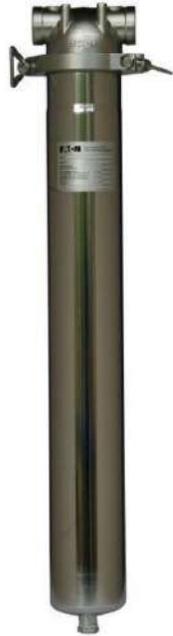
Tel.: +34 934 642 040  
Fax: +34 934 645 040

peiro@peiro.com  
www.peiro.com





**TOPCART Cartridge filter TKF-110 / 120 / 130 / 140-S-1-226-A**



Specification*	TKF-110-S-1-226-A	TKF-120-S-1-226-A	TKF-130-S-1-226-A	TKF-140-S-1-226-A
Code No.	F650026A	F650027A	F650028A	F652438
Material housing	1.4408 (CF8M) 1.4571 (SS316Ti)	1.4408 (CF8M) 1.4571 (SS316Ti)	1.4408 (CF8M) 1.4571 (SS316Ti)	1.4408 (CF8M) 1.4571 (SS316Ti)
Material gasket	NBR-O-Ring**	NBR-O-Ring**	NBR-O-Ring**	NBR-O-Ring**
Max. Operating Pressure [bar]	20	20	20	20
Max. Operating Temperature [°C]	121	121	121	121
Connections N1/N2	ISO 228-1 – G 1"			
Weight [kg]	4,2	4,9	5,5	6,1
Volume [L]	2,10	3,46	4,92	6,38
Cartridge length	10" = 254 mm	20" = 508 mm	30" = 762 mm	40" = 1016 mm
Cartridge type	SOE 226	SOE 226	SOE 226	SOE 226
Dimension A	442	681	956	1213
Dimension B	421	660	935	1192
Dimension C	353	610	867	1124
Dimension D	254	508	762	1016

\* Changes possible w/o notice

\*\* Optional EPDM, FPM

## 2. Equipos de laboratorio.

### 3.1 Tensiómetro DYNOTESTER



*Tensión Superficial*  
*Dinámica Portátil Tensiómetro DynoTester*



#### Aplicación

- Control de la tensión superficial de baños de limpieza de superficies en producción y aseguramiento de calidad.
- Monitorización de superficie activa en fluidos de superficie activa en plantas y laboratorios.
- Control de calidad en cartuchos de tinta
- Control de procesos de electropletina.
- Control de sustancias que contengan agentes de superficie activa.
- Portátil para fácil uso sobre el terreno y soporte al cliente

#### Características generales

- Fácil uso - comienza la medición inmediatamente.
- Regulación del agente de la superficie automáticamente- ajuste manual no necesario.
- Parámetros prefijados para evitar desviaciones por uso incorrecto
- Los valores medidos se almacenan directamente
- Los valores medidos pueden compararse con todos los tensiómetros SITA.

#### Móvil

Pequeño, ligero y con pila para funcionar al menos 10 horas. Usted puede ahora medir la tensión superficial in situ, en la planta, en las instalaciones del cliente o en el laboratorio. Puede almacenar hasta 25 datos en el instrumento o descargarlos en el ordenador.

¡Todo lo que necesita donde lo necesite al alcance de su mano!

#### Práctico

Fácil uso, sin menús largos con múltiples niveles. Todas las funciones pueden ser realizadas desde el teclado.

El DynoTester se suministra con un soporte para realizar mediciones de burbujas en forma continua.

#### Preciso

3 teclas blandas que han sido especialmente colocadas para ajustar sus necesidades de medición. El operador sólo tiene acceso a los valores prefijados. Esto evita manipulaciones y errores de medición por uso incorrecto.

Los valores medidos se pueden comparar directamente con los valores de otros tensiómetros SITA de laboratorio.



#### Funciones de acceso directo

- Selección del tiempo de vida de la burbuja
- Comienzo de lectura
- Limpieza de capilar
- Calibración automática del instrumento
- Almacenamiento y lectura de los valores medidos

#### Rápido almacenamiento de los siguientes valores

- Tensión superficial
- Temperatura
- Tiempo de vida de la burbuja
- Hora y fecha.

#### Especificaciones técnicas

- Rango de medición de tensión superficial: 15...100 mN/m
- Resolución: 0.1 mN/m
- Repetibilidad: 0.5 mN/m
- Ajuste del rango del tiempo de vida de la burbuja: 15...15000 ms
- 3 tiempos de vida de burbujas pueden ser preseleccionados
- Máxima regulación de desviación: 5%
- Rango de temperatura: 0...100 °C
- Máxima desviación de medida: 0.3K
- Interface USB
  - Transferencia de datos y administración
  - Alimentación eléctrica externa
  - Carga de la batería integrada.
- 25 posiciones de almacenamiento
- Baterías integradas con al menos 10 horas de duración
- Dimensiones Ancho 75 x Alto 168 x Profundidad 35 mm
- Longitud del sensor 68mm
- Peso 250g
- Carcasa a prueba de salpicones de agua
- Resistente a salpicones de ácidos y bases
- Display iluminado
- Señal acústica en cada medición
- 3 teclas blandas para seleccionar tiempo de vida de burbuja preestablecido
- Soporte para realizar mediciones de burbujas de forma continua

NEURTEK SA SE RESERVA EL DERECHO DE MODIFICACION SIN PREVIO AVISO

#### Cómo pedir

El código de pedido para el tensiómetro DynoTester es SIT-DYNOT-1205.

R.1



Nº 954138

2

Comercial: +34 902 42 00 82  
SAT: +34 902 42 00 83  
FAX: +34 943 82 01 57  
e-mail: [comercial@neurtek.es](mailto:comercial@neurtek.es)  
web: [www.neurtek.com](http://www.neurtek.com)

## 3.2 TURBISCAN



**TURBISCAN<sup>LAB</sup>**

**ANALYSIS IN NATIVE STATE WITHOUT DILUTION**  
Sedimentation, aggregation, creaming... characterization on native formulation

**THE REFERENCE TECHNOLOGY**  
TURBISCAN<sup>®</sup> is the most used technology for stability and shelf life studies.

**STABILITY SCALE AND RANKING**  
A single value (TSI) calculated for each sample to assess and compare different formulations.

**PARTICLE SIZE**  
Determination of mean particle size and detection of size variation in concentrated media.

**PHYSICAL STABILITY & SIZE ANALYSIS OF LIQUID DISPERSIONS**

STABILITY & SIZE  
[www.formulation.com](http://www.formulation.com)

**iesmat**

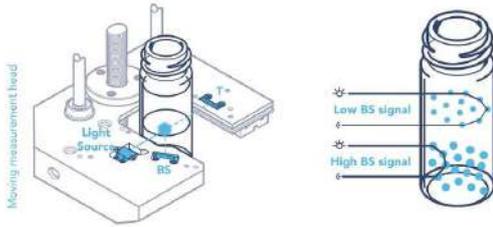
**Formulation**  
Smart scientific analysis

**TURBISCAN® - THE REFERENCE STABILITY ANALYZER**

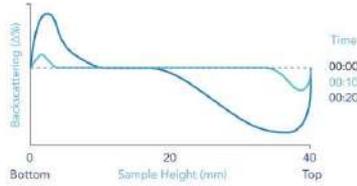
TURBISCAN® is used world-wide to detect, at an early stage, all kinds of destabilizations such as coalescence, flocculation, creaming, sedimentation... Various products (emulsions, suspensions, foams...) can be studied at full concentration range (up to 95%v/v) without dilution or sample preparation.



**MEASUREMENT PRINCIPLE**



TURBISCAN® uses Static Multiple Light Scattering to detect particle migration and size variation in liquid dispersions. A measurement head moves over the cell height and works with 2 detectors - Transmission (T) and Backscattering (BS) – this offers highly sensitive and reliable analysis of transparent to opaque samples even at high concentrations. T & BS signals are related to particle size and concentration and their variation is a sign of destabilization that is occurring. Turbiscan LAB acquires T & BS intensity every 40µm and at time periods adapted to destabilization phenomenon kinetics (short or long-term stability).



**KEY BENEFITS**

- FAST AND SENSITIVE STABILITY DETERMINATION**
  - 200 times faster than visual control
  - Real storage conditions (no centrifugation or dilution)
- A COMPLETE INSIGHT TO FORMULATION PROPERTIES**  
Long term stability analysis, mean diameter and size variation, phase thickness, dispersibility ratio, volume fraction, migration velocity...
- SIMPLE AND INTUITIVE INTERFACE**  
Turbiscan Stability Index: evaluate and compare formulation stability with one number. Make decisions faster. Automatic reporting and multi user accounts.



© HiResOptics, commercialized by Formulation

**APPLICATIONS**



**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

Technology	S-MLS 880 nm
Sample Cell Volume	4 or 20mL
Temperature range	RT - 60°C
Number of Samples	1
Sample concentration	0.0001 - 95% v/v
Measured size range	10 nm - 1mm
Reproducibility / Repeatability	0.1% / 0.05%
Acquisition scan step	40µm
Automatic sample recognition (bar-code)	Yes
ISO Certification	TR 13097 Compliant
Dimensions	38 x 42 x 32 cm
Weight	13 kg



3-5 Rue Paule Raymondis - 31200 Toulouse - France  
T. +33(0)5 62 89 29 29 / F. +33(0)5 62 89 29 20

[www.formulation.com](http://www.formulation.com)

### 3.3 MASTERSIZER



## MASTERSIZER 3000

Smarter particle sizing



# WELCOME TO THE NEXT GENERATION

## Rapid, reliable particle size measurements made easy.

The Mastersizer 3000 is the latest generation of the world's most widespread particle sizing instrument, used by many thousands of companies and research institutes across a wide range of industries.

Malvern Panalytical's considerable experience and applications know-how has gone into every stage of the design of the Mastersizer 3000 instrument, from fundamental particle sizing performance right through to user ergonomics and method advice.



### Innovative design

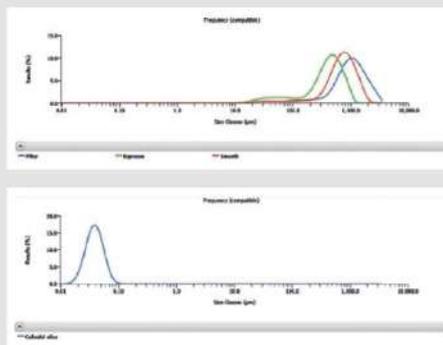
Industry-leading design and ergonomics means the Mastersizer 3000 combines a stylish modern look with practicality in a compact footprint, giving maximum value from both your instrument investment and precious laboratory space.

### Impressive particle sizing performance

A completely new optical core design delivers fast measurement times for high sample throughput and a measurement size range from 10nm to 3.5mm. Combined with a range of wet and dry dispersion accessories this opens up more applications than ever before.

### Software that eases your workload

More than ever, users want instruments that are easy to use and don't require a high level of expertise to get good results. The Mastersizer 3000 software delivers a modern intuitive interface, streamlined method development and expert advice on your results.



## INNOVATIVE AND PRACTICAL DESIGN

The Mastersizer 3000 combines a stylish and compact design with lots of practical features to help you get the most out of your instrument.



### Compact footprint

The footprint of the instrument is only 69cm x 30cm, ensuring efficient use and productivity from your valuable bench space. The equally compact wet and dry dispersion accessories use common sample measurement cells for the same type of dispersion, further reducing the footprint required for multi-accessory systems.

### Automatic alignment and cell location

Correct optical alignment is critical to getting accurate and repeatable particle size results. The Mastersizer 3000 ensures this by using an auto-alignment procedure before every measurement. To provide further measurement security, the sample measurement cell has an auto locking mechanism to ensure that the cell is correctly seated every time it is inserted into the instrument.

### Easy access for cleaning

The sample measurement cells feature a quick-release window sealing mechanism allowing quick access to the windows without any special tools. This makes cleaning the sample windows extremely easy, improving productivity and ensuring regular maintenance of the instrument for best performance.



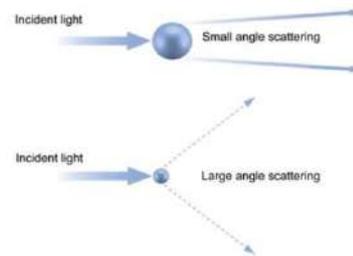
# CLASS-LEADING PARTICLE SIZING PERFORMANCE

The Mastersizer 3000 uses the technique of laser diffraction to measure particle size distributions from 10nm up to 3.5mm.

## Laser diffraction

In a laser diffraction measurement a laser beam passes through a dispersed particulate sample and the angular variation in intensity of the scattered light is measured. Large particles scatter light at small angles relative to the laser beam and small particles scatter light

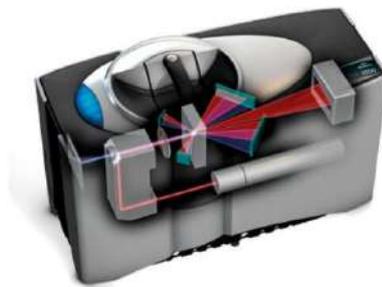
at large angles. The angular scattering intensity data is then analyzed to calculate the size of the particles that created the scattering pattern using the Mie theory of light scattering. The particle size is reported as a volume equivalent sphere diameter.



## Wide dynamic range

The patented folded optical design in the Mastersizer 3000 provides an impressive particle size range from 10nm up to 3.5mm using a single optical measurement path. The Mastersizer 3000 uses a sequential combination of measurements with red and blue light sources to measure across the entire particle size range.

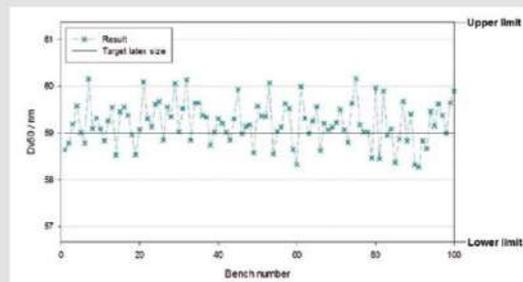
Measurement of large particulates is provided by an advanced focal plane detector design able to resolve very small diffraction angles. Sensitivity to sub 100nm particles, scattering light at wide angles, is achieved using advanced optics and a powerful 10mW solid state blue light source.



## Verifiable accuracy and repeatability

Mastersizer particle size analyzers are used on a daily basis in production critical environments around the world. The Mastersizer 3000 delivers verifiable particle sizing performance that you can rely on:

- 0.6% accuracy for polystyrene latex standard measurements
- Repeatability on polystyrene latex standards better than 0.5%
- Reproducibility on polydisperse standards better than 1%, exceeding ISO 13320:2009 and USP <429> recommendations.

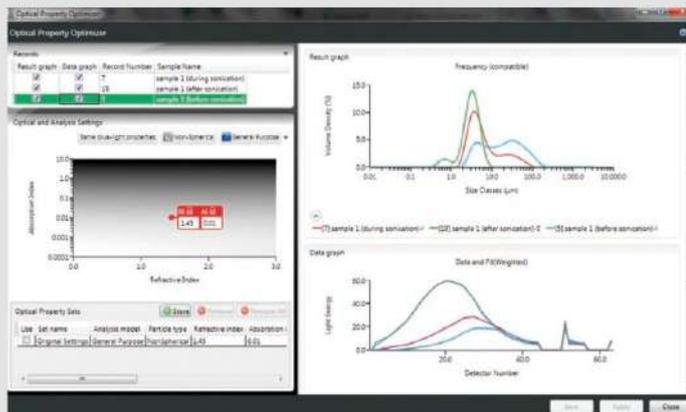
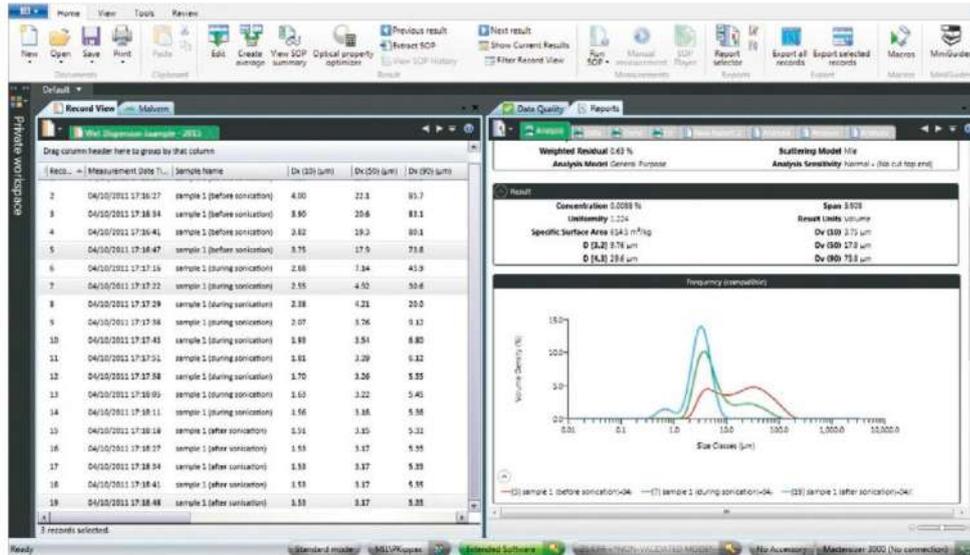


Reproducibility of 100 production instruments on 60nm latex

# SOFTWARE THAT EASES YOUR WORKLOAD

With ever more demands placed on both instruments and users, software that is intuitive and easy to use is an essential requirement in the modern busy laboratory environment.

The Mastersizer 3000 software guides users through every stage of a measurement, from method development to result reporting, reducing training requirements and making particle size measurement fast and routine.



Optical Property Optimizer Interface

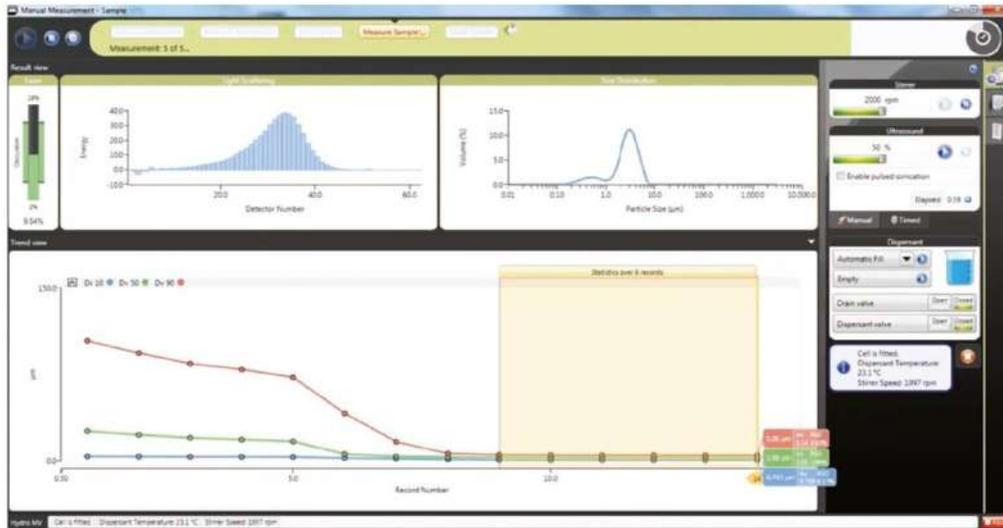
Key features that make good quality particle size measurements easier than ever before:

- Intuitive look and feel based upon the latest software tools
- Rapid method development with the measurement manager dash board
- Simple, customizable reporting to present your data the way you want it
- Method development and support tools, including a unique optical property optimizer
- Analysis modes for previous Mastersizer systems are provided, making method and specification transfer easy.

## STREAMLINED METHOD DEVELOPMENT

The ability to view how the particle size result changes with dispersion conditions is an essential element to rapid method development within ISO and USP guidelines.

With the measurement manager window, the user can observe, control and optimise measurement conditions in real time, making the method development process as efficient and straightforward as possible.



## BUILT-IN EXPERTISE

It is good experimental practice to verify the quality of any measurements made in order to ensure the robustness of your results. Recognizing that not everyone can or wants to be an expert in laser diffraction measurements, we have incorporated a data quality expert within the software that will give you an objective assessment of the measurement quality together with practical advice on how to improve the measurement process. This includes ISO 13320:2009 and USP <429> measurement stability criteria as well as individual measurement criteria as developed by our highly experienced in-house laser diffraction applications team.



## MASTERSIZER 3000E - ENTRY LEVEL FLEXIBILITY TO SUIT YOUR APPLICATION AND BUDGET

The Mastersizer 3000 is highly regarded as being the premier instrument on the market for design, performance and software user experience. We realise, however, that not every customer needs or can afford all the functionality that the Mastersizer 3000 offers. The Mastersizer 3000E is an entry level addition to the Mastersizer product family based upon the proven design of the Mastersizer 3000 but with more basic performance and software functionality.

The Mastersizer 3000E instrument is available with two different software package levels:

### Mastersizer 3000E Basic

- Particle size range from 0.1 – 1000µm
- Manual wet and dry dispersion units only
- Basic software with updates and bug fixes only
- Anytime upgrade option to Mastersizer 3000E Extended.

### Mastersizer 3000E Extended

- Particle size range from 0.1 – 1000µm
- Automated wet sample dispersion units supported
- Advanced software functionality with updates, bug fixes and upgrades.



# MASTERSIZER 3000

## PRODUCT FAMILY COMPARISON

The following quick reference table has been put together to help you choose which instrument in the Mastersizer 3000 product family is most suitable for your application.

Specification comparison	Mastersizer 3000E Basic Software	Mastersizer 3000E Extended Software	Mastersizer 3000
<b>Hardware</b>			
Particle size range	0.1µm to 1000µm	0.1µm to 1000µm	10nm to 3500µm
Manual wet dispersion units (Hydro EV, SM and SV)	✓	✓	✓
Manual dry powder dispersion unit (Aero M)	✓	✓	
Automated wet dispersion units (Hydro MV and LV)		✓	✓
Automated dry powder dispersion unit (Aero S)			✓
<b>Software</b>			
SOP operation	✓	✓	✓
Customisable reporting	✓	✓	✓
Entry level legacy system result compatibility tools	✓	✓	✓
Software bug fixes	✓	✓	✓
Advanced method development and comparison tools		✓	✓
Advanced data quality assessment and reporting tools		✓	✓
Advanced measurement manager functions		✓	✓
Measurement sequencing / SOP player tool		✓	✓
New feature additions and upgrades		✓	✓
Ability to use the software on multiple workstations		✓	✓
User workspace functions		✓	✓
IQ/OQ Validation			✓
21 CFR Part 11 support			✓

## MASTERSIZER 3000 MAIN SYSTEM SPECIFICATIONS

Parameters measured	Materials	
Particle size distribution	Suspensions, emulsions, dry powders	
General		
Principle	Laser light scattering	
Analysis	Mie and Fraunhofer scattering	
Data acquisition rate	10kHz	
Typical measurement time	<10 sec	
Optics	Mastersizer 3000	Mastersizer 3000E
Red light source	Max. 4mW He-Ne, 632.8nm	Max. 4mW He-Ne, 632.8nm
Blue light source	Nominal 10mW LED, 470nm	None
Lens arrangement	Reverse Fourier (convergent beam)	Reverse Fourier (convergent beam)
Effective focal length	300mm	300mm
Detector		
Arrangement	Log-spaced array	Log-spaced array
Angular range	0.015 - 144 degrees	0.032 - 60 degrees
Alignment	Automatic	Automatic
Size		
Size range	10nm - 3.5mm *	0.1 to 1000µm *
Number of size classes	100 (user adjustable)	100 (user adjustable)
Accuracy	0.6% **	0.6% **
Repeatability	Better than 0.5% variation *	Better than 0.5% variation *
Reproducibility	Better than 1% variation *	Better than 1% variation *
Software		
21 CFR Part 11	Enables an operating mode that assists with ER/ES compliance	-
System compliance		
Laser class	Class 1, IEC60825-1:2007 and CRF Chapter I: Sub-chapter J; Part 1040 (CDRH)	
Regulatory	Designed to meet RoHS and WEEE requirements CE / FCC / ICE5-003 / VCCI compliant. Designed to meet C-Tick.	
Optics		
Dimensions	690mm x 300mm x 450mm (L x W x H)	
Mass	30kg	
System		
Supply voltage	100/240V, 50/60Hz	
Product storage temperature	-20°C to +50°C (non-condensing)	
Operational temperature range	+5°C to +40°C (non-condensing)	
Computer specification (recommended)	Software	
Computer interface	At least 1 high speed USB2 or USB 3 port required	
Operating system	Windows 7 (32 bit and 64 bit), Windows 8, Windows 8.1 and Windows 10	
Hardware specification	Intel Core i7 Processor, 4GB RAM, 250GB HD, CD-ROM or DVD +/-RW drive, Wide screen monitor.	

**Notes:** \*Sample and sample preparation dependent. \*\*Accuracy defined for the measurement of monomodal latex standards. This specification accounts for the manufacturer's uncertainty in the latex size. Sample and sample preparation dependent.

# MASTERSIZER 3000

## SAMPLE DISPERSION OVERVIEW

Sample dispersion is controlled by a range of wet and dry dispersion units. These ensure the particles are delivered to the measurement area of the optical bench at the correct concentration and in a suitable, stable state of dispersion to make accurate and reliable particle size measurements.

### AERO

#### REDEFINING DRY POWDER DISPERSION

Setting new standards for dry powder dispersion, the Aero has been designed from the ground up based upon fundamental powder dispersion theory. The modular design ensures rapid and reproducible dispersion of cohesive powders for both fragile and more robust materials.

The Aero is available with two performance levels:

**Aero M** - entry-level, manually-operated dry powder dispersion unit for use with the Mastersizer 3000E

**Aero S** - fully automated dry powder dispersion unit for the Mastersizer 3000, designed with the flexibility to meet the widest possible range of applications.



Aero M



Aero S

### Hydro - Rapid and effective wet dispersion accessories



**Hydro LV** - A large volume automated dispersion unit suitable for applications where sample availability is not an issue or where larger volumes are required to ensure good sampling.



**Hydro MV** - A medium volume automated dispersion unit specifically designed for applications where sample is in short supply and/or non-aqueous dispersants are necessary.



**Hydro Sight** - A lens-less dynamic imaging accessory, supporting method development and troubleshooting by providing real time visualization and assessment of liquid particle dispersions.



**Hydro SV** - A small volume dispersion unit designed to enable particle size analysis when dispersant use needs to be minimised or the amount of sample available for analysis is limited.



**Hydro EV** - A unique dip-in, semi-automated wet sample dispersion unit that can be used with 250mL, 600mL and 1000mL standard laboratory beakers.



**Hydro SM** - Entry level medium volume sample measurements, suitable for applications where samples need to be dispersed in non-aqueous dispersants.

# AERO S DRY POWDER DISPERSER

## State-of-the art dry powder dispersion

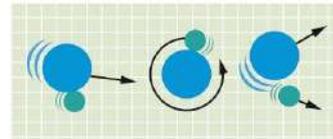


The Aero S dry powder disperser has been developed using state-of-the-art powder dispersion understanding. Modular in design, it is easily configured for different applications, delivering efficient sample dispersion for both robust and fragile materials.

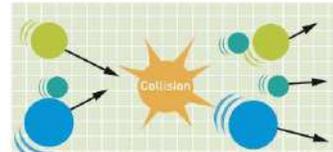
### Disperse fragile and cohesive powders with ease

In a dry powder disperser, sample dispersion is achieved by accelerating the dry powder particles through a venturi using compressed air.

Three different dispersion mechanisms can act upon the sample:



Velocity gradients caused by shear stress



Particle-to-particle collisions



Particle-to-wall collisions

The most dominant dispersion mechanism will depend upon the geometry of the disperser. The Aero S is provided with:

- Standard dispersers for both cohesive and fragile particles
- Impaction-based dispersers for robust, agglomerated materials.

A range of sample trays is available to ensure reproducible delivery of powders to the disperser during measurements.

## SPECIFICATIONS\*

Parameter	Specification
Measurements modes	Automated and manual measurement sequence control
Size range (dry powder mode)	0.1 - 3500µm †
Dispersion pressure range	0 - 4 bar
Pressure setting precision	+/- 0.1 bar
Pressure setting accuracy	+/- 0.03 bar
Feed rate range	0 - 58ms <sup>-2</sup> (expressed as 0-100%)
Feed rate precision	+/- 2% FS
Materials in contact with sample ††	316 stainless 410 hardened stainless Borosilicate glass EPDM PTFE Polyurethane Carbon filled acetal Aluminium Neoprene
Maximum particle size	3500µm †
Minimum time between measurements	less than 60 sec †
Dimensions	260mm x 180mm x 380mm (L x W x H)
Mass	10.5kg
† Sample dependent	
†† Ceramic venturi dispersers are available for use with abrasive samples	

\*Not available for Mastersizer 3000E Basic and Extended

## AERO M DRY POWDER DISPERSER

### Bulk dry powder dispersion



The Aero M is an entry-level dry powder disperser for the Mastersizer 3000E, enabling particle size distribution measurements to be made for bulk dry powder samples. Its design achieves robust particle size measurements in industrial applications and also ensures it is easy to maintain during routine use.

The use of dry powder dispersion for particle size measurements is advantageous when measuring bulk materials, as a large mass of powder can be measured. This ensures effective sampling is achieved. In addition, dry powder dispersion avoids the need for liquid dispersants, reducing the cost of measurement and increasing sample through-put.

- Measures dry powder particle size distributions over a 0.1-1000µm range
- Manual measurement control, with appropriate user prompts provided to help ensure reproducible measurements are made
- Configurable for different applications through the purchase of additional sample trays and powder hoppers
- Abrasive samples can be measured through the use of ceramic venturi dispersers.

### SPECIFICATIONS

Parameter	Specification
Measurement modes	Manual measurement sequence control
Measurement size range	0.1 - 1000µm †
Dispersion pressure range	0 - 4 bar
Pressure setting precision	+/- 0.1 bar
Pressure setting accuracy	+/- 0.03 bar
Feed rate range	0 - 58ms <sup>-2</sup> (expressed as 0-100%)
Feed rate precision	+/- 2% FS
Materials in contact with sample ††	316 stainless 410 hardened stainless Borosilicate glass EPDM PTFE Polyurethane Carbon filled acetal Aluminium Neoprene
Maximum particle size	1000µm †
Minimum time between measurements	less than 60 sec*
Dimensions	260mm x 180mm x 380mm (L x W x H)
Mass	10.5kg

† Sample dependent. Relates to the use of the unit with the Mastersizer 3000E, which also has an upper size limit of 1000µm  
 †† Ceramic venturi dispersers are available for use with abrasive samples



## HYDRO LV

### Large volume wet sample dispersion



Intended for applications where sample availability is not an issue, the Hydro LV is ideal for measuring larger particles and broad size distributions, which demand larger sample volumes to ensure representative measurement.

- 600mL dispersant volume
- Patented 40W in-line sonication probe, for rapid agglomerate dispersion
- Powerful centrifugal pump system ensures bias-free sampling
- Automated dispersant supply
- Full software control of all measurement functions, including dispersant supply, sample dispersion and cleaning
- Chemically compatible with a wide choice of organic and inorganic dispersants
- Integral sample tank light.

### SPECIFICATIONS\*

Parameter	Specification
Pump speed range	0-3500 rpm †
Pump speed resolution	+/- 10 rpm
Pump speed accuracy	+/- 50 rpm
Maximum flow rate	2.0L/min †
Sonication power & frequency	40W max, 40kHz (nominal) †
Maximum volume	600mL
Materials in contact with sample	316 stainless Borosilicate glass Tygon® FKM (cell seal only - FFKM upgrade available) PTFE PEEK FEP Titanium Nitride Aluminium (tubing connectors only) Acrylic (splash guard only)
Maximum particle size	2100µm ††
Minimum time between measurements	less than 60 sec ††
Dimensions	280mm x 180mm x 300mm (L x W x H)
Mass	5kg
† Dispersant dependent †† Sample dependent	

\* Not available for Mastersizer 3000E Basic



## HYDRO MV

### Medium volume automated dispersion unit



The Hydro MV is medium volume unit for the controlled, automated wet dispersion of samples for particle size analysis. Designed for applications that require smaller sample sizes, the Hydro MV is especially valuable when the supply of test material is limited or when dispersant usage must be minimized.

- 120mL dispersant volume
- Patented 40W in-line sonication probe, for rapid agglomerate dispersion
- Powerful centrifugal pump system ensures bias-free sampling
- Automated dispersant supply
- Chemically compatible with a wide choice of organic and inorganic dispersants
- Full software control of all measurement functions, including dispersant supply, sample dispersion and cleaning
- Integral sample tank light

### SPECIFICATIONS\*

Parameter	Specification
Pump speed range	0-3500 rpm †
Pump speed resolution	+/- 10 rpm
Pump speed accuracy	+/- 50 rpm
Maximum flow rate	2.0L/min †
Sonication power & frequency	40W max, 40kHz (nominal) †
Maximum volume	120mL
Materials in contact with sample	316 stainless Borosilicate glass Tygon® FKM (cell seal only - FKM upgrade available) PTFE PEEK FEP Titanium Nitride Aluminium (tubing connectors only) Acrylic (splash guard only)
Maximum particle size	1500µm † ‡
Minimum time between measurements	less than 60 sec † ‡
Dimensions	280mm x 180mm x 300mm (L x W x H)
Mass	5kg
† Dispersant dependent; ‡ Sample dependent	

\* Not available for Masterizer 3000; Bas 6



## HYDRO SIGHT

See your dispersion



The Hydro Sight is a revolutionary lens-less imaging accessory for the Mastersizer range of instruments, providing rapid visualization and assessment of your liquid particle dispersions.

### Smarter method development

Real-time observation of particles during a laser diffraction measurement enables improved understanding of how stirring, sonication and addition of surfactants and stabilizers affect sample dispersion. One-click capture of images, videos and dispersion metrics provides quick and effective supporting evidence for troubleshooting measurements and achieving method validation in line with ISO and USP requirements.

- Visualize your particles
- Observe dispersion trends
- Automatically detect unusual particles
- Evaluate particle size and shape
- Quickly validate methods

## SPECIFICATIONS

Parameter	Specification
Principle	Lens-less imaging
Analysis	Dynamic image analysis
Illumination	White light LED
Detector type	CMOS Sensor
Data acquisition rate	3.75 fps
Pixel size	1.4µm x 1.4µm
Measurable size range	9-1000µm †
Observable size range	1.4-1400µm † (cell width 1500µm)
Typical measurement time	As per laser diffraction
Materials in contact with sample	316 stainless steel BK7 glass FFKM
Regulatory	Designed to meet RoHS and WEEE requirements. CE / FCC / ICES-003 / VCCI compliant. Designed to meet G-Tick requirements.
† Sample dependent	

N.J. Full specifications available in separate HYDRO SIGHT brochure



## HYDRO EV

### Flexible volume wet dispersion



The Hydro EV has a unique dip-in centrifugal pump and stirrer design that achieves full and rapid dispersion in standard laboratory beakers, allowing close matching of the dispersant volume to the application requirements. Following measurement, the dispersion head can be raised out of the beaker, enabling quick cleaning and sample recovery.

- Compatible with 250mL, 600mL and 1000mL laboratory beakers
- Patented 40W in-line sonication probe, for rapid agglomerate dispersion
- Dip-in centrifugal pump and stirrer design
- Sample easily recovered following analysis
- Chemically compatible with a wide choice of organic and inorganic dispersants
- Full software control of pump / stirrer and sonication
- Integral sample tank light.

## SPECIFICATIONS

Parameter	Specification
Pump speed range	0-3500 rpm †
Pump speed resolution	+/- 10 rpm
Pump speed accuracy	+/- 50 rpm
Maximum flow rate	1.7L/min †
Sonication power & frequency	40W max, 40kHz (nominal) †
Volume	250mL / 600mL / 1000mL (using lab beaker)
Materials in contact with sample	316 stainless Borosilicate glass Tygon® FKM (cell seal only - FFKM available) PTFE PEEK Titanium Nitride.
Maximum particle size	2100µm ††
Minimum time between measurements	less than 60 sec ††
Dimensions	220mm x 150mm x 300mm (L x W x H)
Mass	4kg
† Dispersant dependent †† Sample dependent	



## HYDRO SV

### Small volume wet sample dispersion



The Hydro SV is a simple, cost-effective dispersion unit designed to enable particle size analysis using small volumes of sample and dispersant. It is particularly useful where the amount of sample available for analysis is very limited, or where there are significant environmental or health and safety issues associated with the use of the dispersant required to measure the sample.

- 5.5mL - 7mL dispersant volume
- Safe and easy sample introduction
- High chemical compatibility
- Software controlled magnetic stirrer for dispersion control
- Sample and dispersant retained for recovery or disposal
- Wash station provided for quick and easy cleaning

## SPECIFICATIONS

Parameter	Specification
Stirrer speed range	0 rpm and 500 - 1800 rpm †
Stirrer speed resolution	±10 rpm
Stirrer speed accuracy	±150 rpm
Sonication power & frequency	N/A
Minimum volume	5.5mL
Maximum volume	7mL
Materials in contact with sample	316 stainless steel Borosilicate glass PTFE (magnetic stirrer bar only)
Maximum particle size	200µm ††
Minimum time between measurements	less than 60 sec ††
Dimensions	110mm x 253mm x 210mm (L x W x H)
Mass	3.05kg
† Dispersant dependent †† Sample dependent	



## HYDRO SM

### Manual entry level wet dispersion unit



The Hydro SM is a cost effective wet sample dispersion unit designed for measuring samples in non-aqueous dispersants where solvent usage needs to be minimized.

- Sample volume from 50mL-120mL
- Continuously variable single shaft pump and stirrer with digital readout
- Software driven SOPs with appropriate user prompts to assist with adherence to GLP and ensure reproducibility of measurements
- Manual fill, drain and cleaning
- High chemical compatibility

## SPECIFICATIONS

Parameter	Specification
Pump speed range	350-3500 rpm †
Pump speed resolution	±1-10 rpm
Pump speed accuracy	±1-20 rpm
Maximum flow rate	2.3L/min †
Sonication power & frequency	N/A
Maximum volume	120mL
Materials in contact with sample	316 stainless steel Borosilicate glass Tygon® FKM FKM (cell seal only-FKM upgrade available) Aluminium (cell connectors only)
Maximum particle size	600µm ††
Minimum time between measurements	less than 60 sec. ††
Dimensions (dispersion unit)	175mm x 140mm x 390mm (L x W x H)
Dimensions (controller unit)	180mm x 225mm x 80mm (L x W x H)
Mass (dispersion unit)	8.75kg
Mass (controller unit)	1kg
† Dispersant dependent †† Sample dependent	







## WHY CHOOSE MALVERN PANALYTICAL?

We are global leaders in materials characterization, creating superior, customer-focused solutions and services which supply tangible economic impact through chemical, physical and structural analysis.

Our aim is to help you develop better quality products and get them to market faster. Our solutions support excellence in research, and help maximize productivity and process efficiency.

Malvern Panalytical is part of Spectris, the productivity-enhancing instrumentation and controls company.

[www.spectris.com](http://www.spectris.com)

## SERVICE & SUPPORT

Malvern Panalytical provides the global training, service and support you need to continuously drive your analytical processes at the highest level.

We help you increase the return on your investment with us, and ensure that as your laboratory and analytical needs grow, we are there to support you.

Our worldwide team of specialists adds value to your business processes by ensuring applications expertise, rapid response and maximum instrument uptime.

- Local and remote support
- Full and flexible range of support agreements
- Compliance and validation support
- Onsite or classroom-based training courses
- e-Learning training courses and web seminars
- Sample and application consultancy



[www.malvernpanalytical.com/mastersizer](http://www.malvernpanalytical.com/mastersizer)

## MALVERN PANALYTICAL

Groewood Road, Malvern,  
Worcestershire, WR14 1XZ,  
United Kingdom

Tel. +44 1684 892456  
Fax. +44 1684 892789

Lelyweg 1,  
7602 EA Almelo,  
The Netherlands

Tel. +31 546 534 444  
Fax. +31 546 534 598

[info@malvernpanalytical.com](mailto:info@malvernpanalytical.com)  
[www.malvernpanalytical.com](http://www.malvernpanalytical.com)

### 3.4 Tirador INKTESTER



People & Technology  
THE VALUE OF HUMAN FACTOR



válida para cualquier tipo de tinta, incluida base agua



#### INKTESTER™, QUE NADIE TE IMPONGA LÍMITES

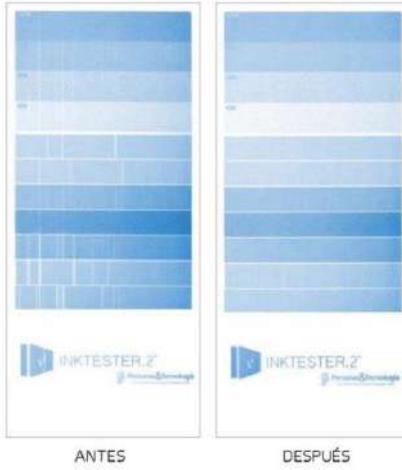
##### CARACTERÍSTICAS

- Trabaja con las principales marcas de cabezales industriales del mercado;  
*SEIKO, XAAR, DIMATIX, TOSHIBA, KONICA MINOLTA, RICOH, KYOCERA*
- Compatible con todos los tipos de tinta del mercado;  
*base aceite, base solvente, base agua, UV, barnices, sales solubles*
- Simula los parámetros reales de impresión, sin tener que parar el proceso de producción.
- Posibilidad de imprimir con dos cabezales de forma simultánea.
- Comprueba dos tintas diferentes, al mismo tiempo.
- Comprueba el estado de un lote de tinta específico.
- Imprime sobre cualquier superficie;  
*cerámica, cartón, papel, cristal, plástico, madera, textil, cuero, aluminio, fibrocemento...*
- Limpieza del circuito de tintas rápido y sencillo.
- Verifica el rendimiento del color sobre diferentes materiales, en solo un minuto.
- Compara el resultado obtenido sobre el mismo material, con cabezales distintos.
- Medio litro es suficiente para realizar un test.
- Se pueden adquirir bloques extras, para cambios de tinta instantáneos.
- Esencial para el desarrollo de nuevos productos.



# Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet

## Test de limpieza



## APLICACIONES PRINCIPALES



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MODELO	VOLTAJE	POTENCIA ELÉCTRICA	AIRE COMPRIMIDO	PESO	ALTO	ANCHO	LARGO	TEMPERATURA MÁXIMA TINTA	MÁXIMO CABEZALES	VELOCIDAD MÁXIMA BANDA
V1	230V AC 50-60 Hz	2,5 Kw	5 Baras 150 litros / minuto	57 Kg	569 milímetros	710 milímetros	905 milímetros	Hasta 60 grados centígrados	1	25 metros / minuto
V0	230V AC 50-60 Hz	3 Kw	5 Baras 150 litros / minuto	140 Kg	1640 milímetros	1330 milímetros	1500 milímetros	Hasta 60 grados centígrados	2	25 metros / minuto

- Con Inktester™ usted puede dar el salto al siguiente nivel de control de calidad. La versatilidad de Inktester™ le permite tener su propio laboratorio, lo cual le ofrece una independencia difícil de imaginar hasta ahora.

- Compatible con las principales marcas y modelos de cabezales industriales: SEIKO, XAAR, DIMATIX, TOSHIBA, RICOH, KONICA MINOLTA, KYOCERA...



ver video

nov. 2018



**People & Technology**

C. Alfred Nobel, 4  
12200 Onda (Castellón-SPAIN)  
info@personasytecnologia.com  
www.peopleandtechnology.com.es  
Tel. +34 964 77 21 36

## 4. Fichas técnicas.

### 4.1 Agua destilada

**Ficha Técnica**  
Ed. 01/10/19



## AGUA DESTILADA

Agua descalcificada y desmineralizada, exenta de materia orgánica. Es muy adecuada para su utilización en diversos campos como la automoción, la industria o para uso doméstico.

**COMPOSICIÓN QUÍMICA-CUALITATIVA**  
Agua destilada

**PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

Aspecto:	Líquido transparente
Color:	Incoloro
pH:	5.5
Densidad:	1.000
Conductividad:	< 250 µS/cm

**PRESENTACION**  
Envases de 5 lts. y 20 lts.



En caso de accidente consultar al SERVICIO MEDICO DE INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA 91 562 04 20 Nº FAB 63.393

Empresa Certificada  
**ISO 9001 - ISO 14001**  
por BUREAU VERITAS

Parc Industrial Ciutat de Carlet  
C/ Gasbl, 20 46240 Carlet / Valencia  
Tel. +34 96 255 81 05 - Fax +34 96 255 81 04  
[quimxel.com](http://quimxel.com) - [info@quimxel.com](mailto:info@quimxel.com)

## 4.2 Propilenglicol



### FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

#### PROPILENGLICOL

<b>Sinónimos:</b>	1,2-Propanodiol. 2-Hidroxipropanol. Metiletilenglicol. Metilglicol. E-1520.
<b>INCI:</b>	Propylene glycol.
<b>Formula Molecular:</b>	$C_3H_8O_2$
<b>Peso Molecular:</b>	76,09
<b>Datos Físico-Químicos:</b>	Líquido viscoso, límpido, incoloro, higroscópico. Miscible con agua y con etanol al 96%. Densidad: 1,038 g/ml (20 °C). Índice de refracción: 1,4324 (20°C).
<b>Propiedades y usos:</b>	<p>Es un excipiente disolvente, cosolvente, y humectante, con propiedades bactericidas y fungicidas.</p> <p>A concentraciones elevadas actúa como conservante de efectividad casi similar al etanol, sobretodo conjuntamente con parabenos, por lo que se usa en dermatología para prevenir o tratar infecciones secundarias.</p> <p>Es un buen vehículo para principios activos con insuficiente solubilidad en agua o inestables en soluciones acuosas, como antihistamínicos, barbitúricos, vitaminas A y D, paracetamol, alcaloides, esteroides, fenoles, sulfamidas, anestésicos locales, aceites volátiles...</p> <p>Se considera una base hidrosoluble que tiene una acción emoliente (impidiendo la desecación de la epidermis en su capa córnea) y protectora de la piel (impidiendo la acción de irritantes).</p> <p>A elevada concentración (&gt; 40 %) tiene acción queratolítica, aumentando la abrosción de los principios activos, aunque puede ser demasiado irritante.</p> <p>Tiene un efecto estabilizante de emulsiones.</p> <p>También se usa como agente plastificante en formulaciones para recubrir la piel con un film.</p> <p>Aporta menor viscosidad que la glicerina a las fórmulas magistrales.</p> <p>Se incorpora en la fase acuosa de las emulsiones.</p> <p>Las soluciones acuosas pueden esterilizarse al autoclave.</p> <p>Una solución acuosa al 2 % es isoosmótica con el suero.</p>
<b>Dosificación:</b>	<p>-Como solvente o cosolvente: tópicos 5 – 80 %, soluciones orales 10 – 25 %, parenterales 10 – 60 %.</p> <p>-Como humectante: aprox. 15 %.</p> <p>-Como conservante: 15 - 30 %.</p>
<b>Efectos secundarios:</b>	<p>Es irritante y sensibilizante por vía tópica, sobretodo a concentraciones mayores al 30 %. En ese caso se puede sustituir por Glicerina o Sorbitol sol. 70%.</p> <p>Puede producir hemólisis por vía interna a más del 35 % de</p>



## FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

concentración.

<b>Incompatibilidades:</b>	Algunos agentes oxidantes como el potasio permanganato.
<b>Observaciones:</b>	Presenta tendencia a la oxidación a elevada temperatura, por lo que no se debe exponer al calor o a la llama.
<b>Conservación:</b>	En envases bien cerrados. PROTEGER DE LA LUZ Y DE LA HUMEDAD.
<b>Ejemplos de formulación:</b>	<b>Solución hidroalcohólica de minoxidilo</b> Minoxidilo ..... 5% Propilenglicol ..... 5% Sol. hidroalcohólica 70% c.s.p. .... 100 ml
<b>Bibliografía:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- <i>The Merck Index</i>, 13<sup>a</sup> ed. (2001).</li><li>- <i>Formulación magistral de medicamentos</i>, COF de Vizkaia, 5<sup>a</sup> ed. (2004).</li><li>- <i>Monografías Farmacéuticas</i>, C.O.F. de Alicante (1998).</li><li>- <i>La Formulación Magistral en la Oficina de Farmacia</i>, M. <sup>a</sup> José Llopis Clavijo y Vicent Baixauli Comes (2007).</li><li>- <i>Formulario Magistral del C.O.F. de Murcia</i> (1997).</li><li>- <i>Handbook of Pharmaceutical Excipients</i>, 6<sup>th</sup> ed., 2009.</li></ul>

## 4.3 Glicerina



### FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

#### GLICERINA

<b>Sinónimos:</b>	Glicerol. Alcohol glicérico. Propano-1,2,3-triol. E-422.
<b>INCI:</b>	Glycerin.
<b>Formula Molecular:</b>	$C_3H_8O_3$
<b>Peso Molecular:</b>	92,09
<b>Descripción:</b>	<p>La glicerina se obtiene principalmente de aceites y grasas como producto intermedio en la fabricación de jabones y ácidos grasos. Puede ser obtenida de fuentes naturales por fermentación, o por ejemplo melaza de remolacha azucarera en la presencia de grandes cantidades de sulfito de sodio. Sintéticamente, la glicerina se puede preparar mediante la cloración y saponificación de propileno.</p> <p>La glicerina Acofarma es de origen vegetal.</p>
<b>Datos Físico-Químicos:</b>	Líquido siruposo, untuoso al tacto, incoloro o casi incoloro, límpido muy higroscópico. Miscible con agua y etanol al 96%, poco soluble en acetona, prácticamente insoluble en aceites grasos y en aceites esenciales. Densidad: 1,256 - 1,264 g/ml. Índice de refracción: 1,4700 - 1,4750.
<b>Propiedades y usos:</b>	<p>La glicerina es un agente deshidratante osmótico con propiedades higroscópicas y lubricantes. Tiene también acción antiflogística local y tópica. Es emoliente, protegiendo y abalanzando la piel. Por vía oral es demulcente y laxante débil, también edulcorante. Es un buen disolvente de sustancias orgánicas y minerales.</p> <p>En concreto se utiliza:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-En todo tipo de formas tópicas para casos de piel seca, asperezas cutáneas, ictiosis, eczemas no rezumantes, etc...</li><li>-Para el tratamiento del estreñimiento y de la dependencia a laxantes. En supositorios para promover la evacuación fecal, actúa en unos 15-30 min.</li><li>-Para reducir la presión intraocular y el volumen vítreo antes de la cirugía oftálmica y como coadyuvante en el tratamiento del glaucoma agudo. Se aplica tópicamente para reducir el edema corneal, pero dado que el efecto es transitorio solamente para facilitar el examen ocular previa aplicación de otro colirio anestésico. También se usa vía oral o i.v. para reducir la presión intracraneal y/o el volumen de fluido cerebroespinal en casos de infarto cerebral o ictus.</li><li>-Se ha usado a partes iguales con alcohol 96% para la prevención de grietas en el pecho de madres lactantes.</li><li>-En gotas óticas utilizadas para extraer la cera de los oídos, que a menudo contienen glicerina como agente lubricante y</li></ul>



## FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

reblandeciente.

-En cosmética se usa ampliamente por sus propiedades emolientes y humectantes.

-Para evitar la evaporación de la fase acuosa en las emulsiones y sistemas gelificados, mejorando además sus propiedades plásticas.

-Como agente humectante en la elaboración de pastas y suspensiones.

-Como disolvente y vehículo de muchos principios activos para su posterior incorporación a las formas farmacéuticas tópicas.

-Como edulcorante, conservador en algunas formulaciones líquidas, y como plastificante en el recubrimiento de comprimidos. Se incluye a menudo en preparaciones tópicas como gotas oculares, cremas y lociones debido a su efecto lubricante.

### Dosificación:

-En supositorios laxantes, dosis de 3 g (adultos) o 1 – 1,5 g (niños menores de 6 años).

-Como emoliente y humectante: hasta el 30 %.

-Como conservador: hasta el 20 %.

-Vehículo en geles acuosos: 5-15%.

-Vehículo en geles no acuosos: 50-80%.

-Formulaciones oftálmicas: 0,5-30%.

-Disolvente para formulaciones parenterales: hasta un 50%.

-Edulcorante para elixires alcohólicos: hasta un 20%.

### Efectos secundarios:

Sus reacciones adversas se deben principalmente a su acción deshidratante.

Por vía oral puede causar dolor de cabeza, náuseas, vómitos y menos frecuentemente diarrea, sed, mareos y confusión mental. Se ha observado algún caso de arritmias cardíacas.

Por vía intravenosa puede producir hemolisis, hemoglobinuria y insuficiencia renal aguda.

Por vía tópica o rectal puede causar prurito e irritación.

### Precauciones:

Por vía tópica debe usarse disuelta en agua porque concentrada es irritante.

Debe usarse con precaución en pacientes con hipervolemia, fallo cardíaco o hepático, y enfermedad renal, así como en individuos deshidratados y diabéticos.

### Incompatibilidades:

Agentes oxidantes fuertes tales como el trióxido de cromo, el clorato y el permanganato potásicos, y el ácido nítrico (forma mezclas explosivas).

En presencia de luz y óxido de zinc o subnitrito de bismuto se colorea de negro.

### Observaciones:

Es higroscópica.

A bajas temperaturas cristaliza y no funde hasta los 20°C.

Para uso oral debe advertirse que "por vía oral puede ser perjudicial a dosis elevadas y también provocar dolor de cabeza, molestias de estómago, y diarreas".

## FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

**Conservación:** En envases bien cerrados. PROTEGER DE LA LUZ.

**Ejemplos de formulación:**

### **Pasta al agua**

Talco .....	25 g
Cinc óxido .....	25 g
Glicerina .....	25 g
Agua purificada .....	25 g

Modus operandi:

Mezclar pulverizando antes el talco y el óxido de cinc. Luego añadirle la glicerina para humectar formando una pasta, y finalmente el agua poco a poco, trabajándolo con la mano del mortero y con una espátula hasta que quede una pasta muy fina.

### **Glicerolado de almidón**

Almidón de trigo .....	100 g
Agua purificada .....	100 g
Glicerina .....	900 g

### **Solución hidroalcohólica con ictiol y glicerina**

Ictiol .....	10 g
Glicerina .....	30 g
Alcohol 96% .....	50 g
Agua purificada .....	200 ml

Modus operandi:

Disolver el ictiol en el agua y añadir luego la glicerina y el alcohol.

### **Crema con glicerina**

Glicerina .....	10 g
Vaselina líquida .....	10 g
Crema O/W no-iónica c.s.p. ....	100 g

Modus operandi:

La emulsión se realiza con un 50% de Ungüento emulsificante no-iónico al que pondremos en baño María en un vaso junto con la vaselina líquida y un 0,02% de Nipasol, y en otro vaso la glicerina, el agua purificada, y un 0,05% de Nipagin. Fundida la fase grasa y caliente la acuosa, verter ésta última sobre la anterior agitando con varilla hasta casi total enfriamiento.

### **Loción de glicerina**

Glicerina .....	2 p
Agua de rosas .....	1 p



## FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

### **Bibliografía:**

- Martindale, *Guía completa de consulta farmacoterapéutica*, 1ª ed. (2003).
- *The Merck Index*, 13ª ed. (2001).
- *Formulación magistral de medicamentos*, COF de Vizkaia, 5ª ed. (2004).
- *Monografías Farmacéuticas*, C.O.F. de Alicante (1998).
- *La Formulación Magistral en la Oficina de Farmacia*, M.ª José Llopis Clavijo y Vicent Baixauli Comes, 1ª, 3ª y 4ª parte.
- *Formulario Magistral del C.O.F. de Murcia* (1997).
- *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6<sup>th</sup> ed., 2009.

## 4.4 Azul de cobalto

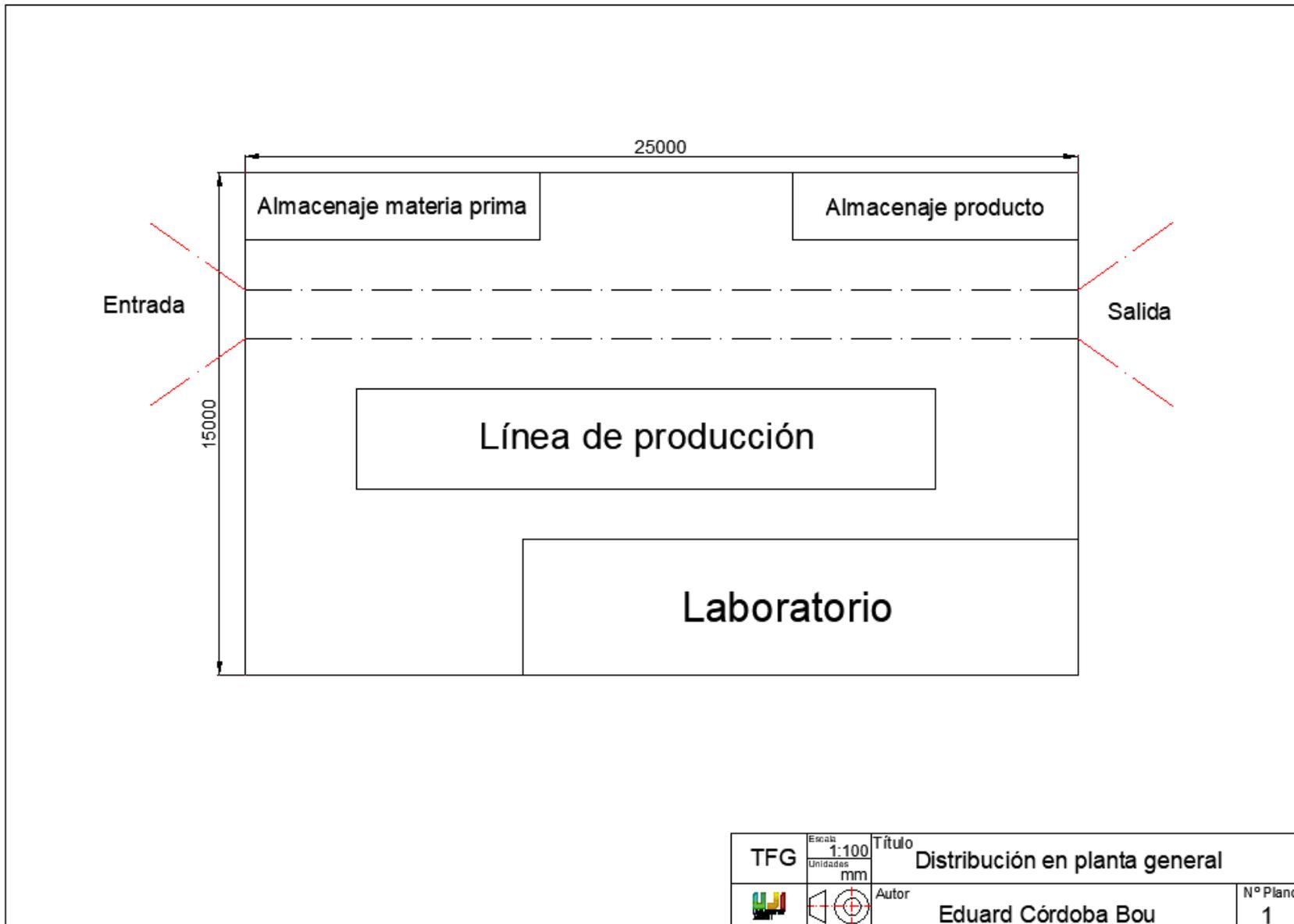
Ficha Técnica impresa con la Aplicación i Files Prodesco (c) 2003 Ideas Sistemas Informáticos S.L. - Nazaret 2, bajo - 46520 Pto. Sagunto - Valencia - España - Telf. 96 269 8169 - Fax 96 269 8170			
<b>FICHA TÉCNICA DE CS-449 AZUL COBALTO POLVO</b>			Impresa el: 01/09/2014
<b>1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO</b>			
Código	30193804		
Nombre del Producto	CS-449 AZUL COBALTO POLVO		
Descripción	Compuesto de Frita. Nº CAS: 65997-18-4. ESMALTE TRANSPARENTE BRILLANTE DE COLOR AZUL COBALTO. Se trata de un esmalte específicamente estudiado para la técnica de la "CUERDA SECA" o esmaltes de relieve.		
Aplicación	Materia prima en la Industria cerámica. Especialmente recomendada para el recubrimiento cerámico. Forma parte de la gama de nuestros productos de ESMALTES CUERDA SECA. SERIE400. Su aplicación se puede realizar a pera, pincel o serigrafía. Puede utilizarse indistintamente sobre pasta blanca y barras rojos. Siendo la serie 400, recomendada para pasta blanca. La temperatura de cocción aconsejada es de (980-100 ° C).		
Empresa	PRODESCO S.L. C/ Aviación 44 46940 Manises Valencia - España		
Telf	961545588		
Fax	961533025		
email	admon@prodesco.es		
Web	http://www.prodesco.es		
<b>2. COMPOSICION E INFORMACION SOBRE COMPONENTES</b>			
<b>Análisis Químico</b>			
Li <sub>2</sub> O		ZnO [1-5]	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Na <sub>2</sub> O [5-10]		MnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [5-10]
K <sub>2</sub> O [1-5]		CdO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
MgO		CoO	MnO <sub>2</sub>
CaO [1-5]		NiO	SiO <sub>2</sub> [40-80]
SrO		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> [5-10]	TiO <sub>2</sub>
BaO [0,5-1]		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>
PbO [5-10]		Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SnO <sub>2</sub>
			CaF <sub>2</sub>
			Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
			BeO
			CeO <sub>2</sub>
			CuO
			Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			PPC:
			Co-Si: [1-5]
<b>3 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>			
Aspecto	Polvo violeta.		Índice Acidez 2,55
Estado	Sólido.		Tensión Superficial 306,88din/cm
Color(cocido)	Azul cobalto.		
Olor	Inodoro.		
<b>4. COLORIMETRIA</b>			
*L=	26.31	*A=	9.45
		*B=	-17.23
			* Por Minolta ChromaControl (S) D-65 A 10° G: O-O
<b>5. DILATOMETRIA</b>			
(25-300)	67 <sub>10</sub> <sup>-7</sup> C <sup>-1</sup>	Tª Transformación	530°C
(50-300)	68 <sub>10</sub> <sup>-7</sup> C <sup>-1</sup>	Tª Reblandecimiento	600°C
(300-500)	76 <sub>10</sub> <sup>-7</sup> C <sup>-1</sup>	Pto. Fusión	>980°C
(500-600)	256 <sub>10</sub> <sup>-7</sup> C <sup>-1</sup>		* Datos obtenidos con dilatómetro BÄHR mod. DIL 801 L
<b>6. DISTRIBUCION GRANULOMÉTRICA (VÍA HÚMEDA)</b>			
Tamaño:	>10µ	60%	Refracción 1,8
	>25µ	28%	Absorción 0,1
	>40µ	12%	
	>70µ	2%	
	>120µ	%	
	d(0,5)	14µ	* Datos obtenidos por Malvern Instruments (Master Sizer 2000)
<b>7. RECOMENDACIONES SOBRE OBJETOS ESMALTADOS DESTINADOS A USO CULINARIO</b>			
Compuesto de Plomo, aunque utilizado en las condiciones que a continuación detallamos, está dentro de la Directiva 84/500/CEE y 2005/31 CE (R.D. 891/2006). No obstante, para poder certificar lo anteriormente expuesto, se deberán someter las piezas terminadas a un Análisis de Solubilidad de Plomo que deberá ser efectuado por un Laboratorio acreditado para este fin. Se recomienda cocer este producto a la temperatura indicada con un ciclo de cocción lento (>5 horas) y realizando un mantenimiento de la temperatura final. ** Si sus condiciones de trabajo, no se corresponden con las indicadas, consúltenos antes de proceder a su utilización.			
Notas: n.a (no aplicable), n.d (no se dispone de información), p.n (pruebas negativas)			
			
FECHA CREACION: 13/09/2013		FECHA REVISION: 01/09/2014 (Rev. 2)	
Página 1 de 1			

# 4. Planos

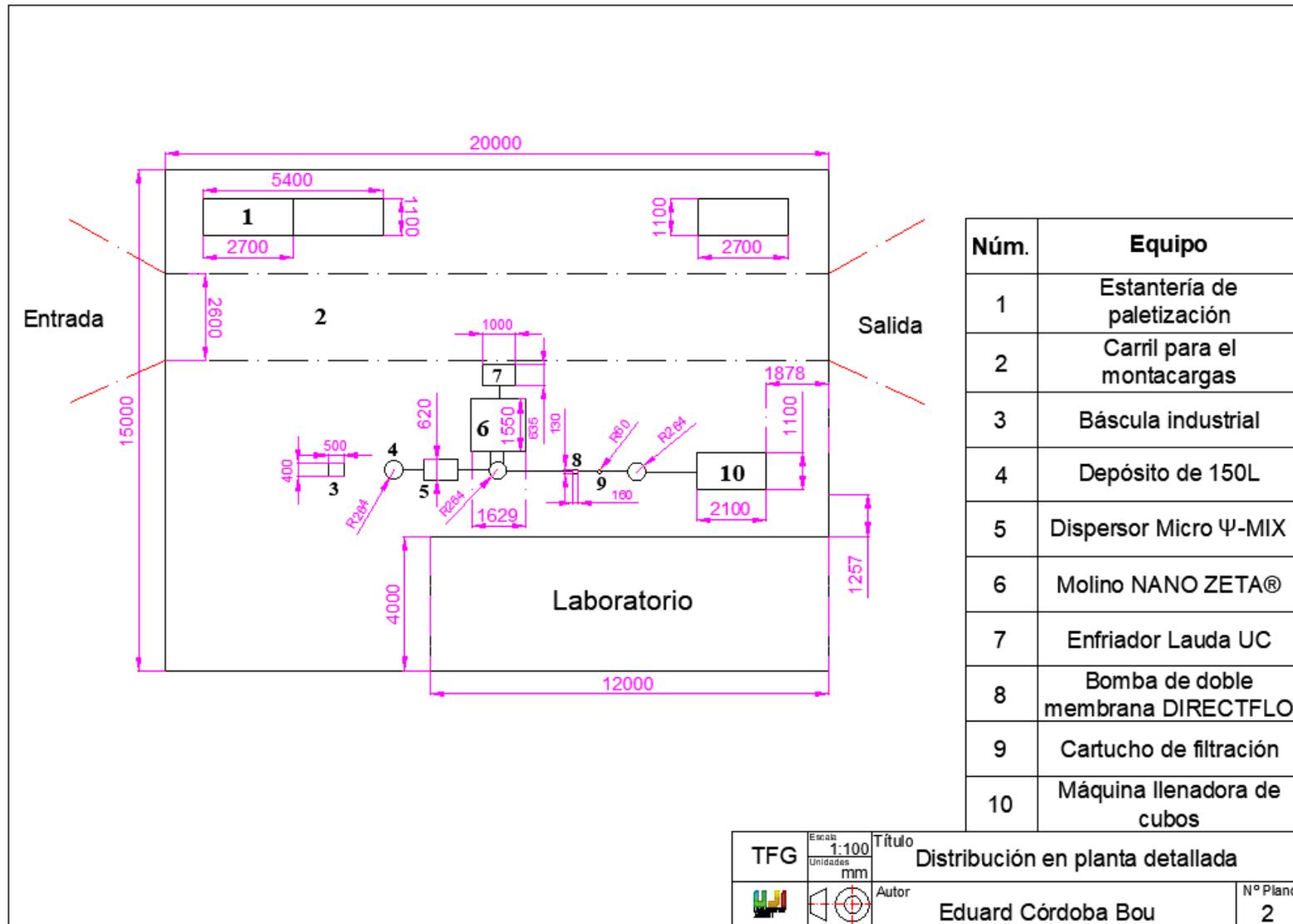
# ÍNDICE

1. Plano nº1: Distribución en planta general.
2. Plano nº2: Distribución en planta detallad

Diseño de fabricación de una planta para la fabricación de tintas inkjet



Diseño de una planta para la fabricación de tintas inkjet



Núm.	Equipo
1	Estantería de paletización
2	Carril para el montacargas
3	Báscula industrial
4	Depósito de 150L
5	Dispensador Micro Ψ-MIX
6	Molino NANO ZETA®
7	Enfriador Lauda UC
8	Bomba de doble membrana DIRECTFLO
9	Cartucho de filtración
10	Máquina llenadora de cubos

TFG	Escala 1:100 Unidades mm	Título Distribución en planta detallada
		Autor Eduard Córdoba Bou
		Nº Plano 2

# **5. Pliego de condiciones**

## ÍNDICE

1. Especificaciones de los materiales y elementos del proyecto. ....	3
2. Reglamentación y normativa. ....	8
2.1 Obligación general del empresario y Contratista. ....	8
2.2 Condiciones constructivas. ....	9
2.3 Orden, limpieza, mantenimiento y señalización. ....	10
2.4 Instalación eléctrica. ....	11
2.5 Instalación de fontanería. ....	13
2.6 Seguros de los trabajos. ....	13
2.7 Medidas de seguridad. ....	14
3. Aspectos del contrato. ....	15
3.1 Limitación de los suministros. ....	15
3.2 Criterios de medición y abono. ....	16
3.3 Criterios para las modificaciones del Proyecto original. ....	18
3.4 Pruebas y ensayos. ....	19
3.5 Garantía de los suministros ....	20
3.6 Garantía de funcionamiento. ....	20

## 1. Especificaciones de los materiales y elementos del proyecto.

Los materiales que se van a usar para la puesta en marcha de la planta son los que figuran en la lista siguiente:

- Componentes de fabricación para las tintas: pigmentos cerámicos, vehículo y aditivos, así como las tintas acabadas al final del proceso de producción.
- Estanterías de paletización para el almacenaje de materias primas.
- Depósitos IBC con y sin agitador para el almacenamiento y pesado de materias primas, incluyendo en los que no tienen agitador, una báscula para pesar la cantidad de material que contendrán.
- Tanque de alta cizalla para la mezcla de los componentes.
- Molino de micro-bolas para la molienda de la tinta.
- Micro-bolas.
- Sistema de refrigeración del molino.
- Filtros para la purificación de las tintas ya molidas.
- Dosificador de tintas.
- Bombas y válvulas.
- Material de laboratorio.
- Garrafas de 5 litros para el almacenamiento de las tintas al final del proceso de producción.

Para la correcta manipulación de los componentes que forman las tintas, deberán seguirse las especificaciones de uso y manipulación de la ficha técnica de cada componente.

Para los pigmentos sólidos se deben tener en cuenta:

- Precauciones individuales: Recoger el producto llevando guantes.
- Precauciones para el medio ambiente: No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

- Métodos de limpieza: Usar métodos de recogida que eviten la generación de polvo en el ambiente. Depositar en contenedores adecuados.
- Utilizar maquinaria conveniente y evitar el derrame accidental del producto, y la generación de polvo. Almacenar en un lugar seco, y lejos de comida y bebida.
- Para evitar el polvo en el ambiente, utilizar aspiraciones apropiadas. Para la protección de los ojos usar gafas de protección, y evitar áreas con polvo en el aire. Para la protección de la piel usar guantes y ropa de trabajo adecuada
- Someterse a las reglamentaciones locales y nacionales. Depositar el material en un vertedero industrial homologado. Los envases vacíos y limpios pueden ser reutilizados, reciclados o eliminados según dispongan las reglamentaciones locales.

Estas consideraciones, entre muchas otras que se encuentran en la ficha técnica del producto, son las que se deben adoptar para una correcta manipulación y almacenaje de material.

En cuanto al vehículo y los aditivos que son las materias primas líquidas, deben seguirse del mismo modo las especificaciones que figuran en sus respectivas fichas técnicas.

Para el vehículo:

- Las salpicaduras y fugas deben ser contenidas y recogidas con algún material absorbente y depositarlo en contenedores apropiados para su posterior disposición o confinamiento.
- Almacenamiento: Almacenar en un lugar fresco, bien ventilado y seco, protegerlo del calor y frío excesivo, así como del contacto de la humedad.
- Manipulación: Lavar todo el lugar luego de la manipulación, no ingerir, no inhalar, evitar el contacto con los ojos y la ropa.
- Estabilidad: Estable bajo condiciones normales de almacenamiento, no se descompone bajo el uso adecuado, reacciona con medios de oxidación fuertes, evitar el contacto con la humedad para no alterar la calidad de éste.

Los aditivos, dependiendo del o los aditivos que se vayan a emplear en la fabricación de las tintas, para su manipulación y almacenaje se deberán recurrir a las fichas técnicas correspondientes, pero las advertencias serán muy parecidas a las anteriormente vistas.

El resto de materiales utilizados se trata de maquinaria, no materias primas. La maquinaria será instalada como lo indique el catálogo o los documentos aportados por el suministrador y/o fabricante de dicha máquina para su correcto funcionamiento.

Todas las partes de la maquinaria que deben estar en contacto con los elementos a tratar serán de material inalterable, con superficie lisa y fácil de limpiar. De la misma manera, el exterior de la maquinaria deberá estar esmaltado o cubierto de material inalterable y sin ángulos entrantes que impidan una limpieza perfecta.

En ningún caso se podrán modificar los componentes internos de ningún elemento de forma que se altere su funcionamiento o las características de serie aportadas por el fabricante. Dichas modificaciones serán realizadas bajo la responsabilidad del instalador y con la correspondiente pérdida de las condiciones de garantía.

Los elementos móviles deberán estar provistos de los debidos dispositivos de protección para el manejo del operador. Los rendimientos de cada máquina se ajustarán a los que se han fijado en el Proyecto. Si en condiciones de trabajo normales una máquina, con fuerza de acondicionamiento suficiente y manejada de acuerdo con las instrucciones, no diera el rendimiento garantizado, se comunicará a la casa vendedora para que comunique las deficiencias y haga las modificaciones oportunas. Si en el plazo de un mes, estas deficiencias no fueran subsanadas, la casa se hará cargo de la maquinaria, embalada, devolviendo el mismo importe que haya pagado, o suministrándole a elección de éste, en sustitución de la maquinaria retirada, otra de rendimiento correcto.

En el caso de que el fabricante no suministre normas de montaje, los elementos se montarán conforme a este documento y en caso de ausencia de dichas pautas se deberán realizar conforme a la experiencia que se disponga en el montaje de elementos similares.

En lo que respecta a los filtros, se les debe realizar un mantenimiento periódico, limpiándolos si el fabricante lo permite o sustituyéndolos cuando se detecte una caída de presión importante. Se debe evitar la corrosión externa sobre el filtro por sustancias químicas, ya que se reduce la resistencia de la carcasa.

En cuanto al refrigerador se debe instalar fuera de la planta en un lugar bien ventilado y en un entorno sin corrosión ni polvo. La renovación del aire en el espacio de instalación debería ser al menos  $\frac{3}{4}$  del caudal del ventilador de enfriamiento que figura en el catálogo del refrigerador en la sección de Anexos. Al proceder a una instalación en el exterior, se debe proteger el enfriador de circulación de la lluvia con una cubierta y la unidad de mando se debe exponer lo menos posible a la luz directa. Seguir las instrucciones de espacios necesarios para la instalación que figura en el catálogo.

Las características del agua a emplear en morteros y hormigones, se comprobará antes de su utilización mediante la ejecución de las series completas o reducidas de ensayos que prescriba el director de las obras.

Las tuberías serán del tipo, diámetro y presión de servicio que se indican en la Memoria y Presupuesto de este Proyecto. Cumplirán las especificaciones contenidas en la normativa para tuberías vigente en el momento de construcción de la planta.

Las piezas especiales, serán capaces de soportar presiones de prueba y trabajo iguales a las tuberías en que hayan de instalarse. El cuerpo principal de estos elementos será del material indicado en la Memoria, y si no se especificase en ésta, serán del material que garantice el fabricante, previa aprobación del Director de las obras, quien también ha de autorizar los modelos a utilizar. En todo caso, el acabado de las piezas especiales será perfecto y de funcionamiento, durabilidad y resistencia perfectos. Deberán acreditarse mediante los oportunos certificados oficiales.

La superficie interior de cualquier elemento sea tubería o pieza especial, será lisa, no pudiendo admitirse otros defectos de regularidad que los de carácter accidental o local que queden dentro de las tolerancias prescritas y que no representen ninguna merma de la calidad de circulación de agua. La reparación de tales desperfectos no se realizará sin la previa autorización del director de obras.

Los tubos y demás elementos de las conducciones y redes estarán bien terminados, con espesores regulares y cuidadosamente trabajados y deberán resistir sin daños todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas.

Los elementos que conduzcan agua potable no producirán en ella ninguna alteración de las cualidades organolépticas, físicas, químicas o bacteriológicas.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que cualquier documento del presente proyecto cite o exija una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Aparejador o Arquitecto Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales que entren en la formación de la obra, y para los cuales existan disposiciones oficiales que reglamenten la recepción, transporte, manipulación o empleo, deberán satisfacer las que estén en vigor durante la ejecución de las obras.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Cualquier otra prueba o ensayo que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Serán necesarios los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

## **2. Reglamentación y normativa.**

Para todo aquello no detallado expresamente en el presente Pliego, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se emplean en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra, y las normas para su medición y valoración regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.

Se cumplimentarán todas las normas vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

### **2.1 Obligación general del empresario y Contratista.**

La propiedad designará al director de las obras para que actúe en su representación, siendo responsable de la inspección y vigilancia de la ejecución del contrato y asumirá la representación de la propiedad frente al Contratista.

El Contratista proporcionará al director de las obras y a sus subalternos y delegados, toda clase de facilidades para realizar los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas que estimen convenientes con el objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones.

Una vez adjudicadas definitivamente las obras, el Contratista designará a una persona para que asuma la Dirección de los trabajos que ejecuten y que actúe, con suficientes poderes, como representante suyo ante la propiedad a todos los efectos que se requieran durante la ejecución de las obras.

El empresario, o responsable de la empresa que contrata la implantación de la planta, deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo y en ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad, por responsabilidades de cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a obreros o a los viandantes, no solo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra, huecos de escalera, etc.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos y precios para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras, como en las auxiliares. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causar las operaciones de ejecución de las obras.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Real Decreto 486/1997 en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del director de obra, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo a las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Ingeniero Técnico Director de obra, no se admitir reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

## **2.2 Condiciones constructivas.**

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Los lugares de trabajo deberán cumplir, en particular, los requisitos mínimos de seguridad indicados en el Anexo I del Real Decreto 486/1997.

El Contratista deberá obtener a su costa, todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la obtención de los terrenos donde se ubicarán las obras.

### **2.3 Orden, limpieza, mantenimiento y señalización.**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en caso de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas.

A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Las operaciones de limpieza no deberán constituir por sí mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

Si se utiliza una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y un sistema de control deberá indicar toda avería siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores.

En el caso de las instalaciones de protección, el mantenimiento deberá incluir el control de su funcionamiento.

La señalización de los lugares de trabajo deberá cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

## **2.4 Instalación eléctrica.**

Las instalaciones eléctricas serán ejecutadas por la Empresa especializada, en posesión de todos los requisitos que establece la legislación vigente. Toda la documentación acreditativa será presentada por el director de las Obras para que pueda emitir la oportuna autorización de comienzo de los trabajos.

Todo el personal que intervenga en cualquier ejecución en cualquier parte de las instalaciones eléctricas, aunque sea accesoria, deberá estar en posesión de los oportunos certificados de calificación profesional. Será condición necesaria para que la dirección autorice su intervención en los trabajos, la entrega de una copia, autenticada por la empresa especializada, de los certificados mencionados.

Antes de iniciar la obra, el Contratista presentará unos planos de detalle que indiquen preferentemente una situación real de los recorridos de canalizaciones y conductores. Al finalizar la obra, presentará los mismos planos corregidos en la forma como se hizo.

El Contratista realizará, firmará y presentará el proyecto eléctrico oficial a su cargo, para su redacción usará sus propios planos, pudiendo incorporar y usar los planos y documentos restantes que le son facilitados para la licitación y para idea general de la instalación a realizar. Por tanto, el Contratista considera en sus precios unitarios, el coste de la documentación y trámites que se le solicitan.

El Contratista eléctrico coordinará con los suministradores de maquinaria en relación con la situación definitiva y con los accesorios de protección y mando que están incluidos con las máquinas, para que la instalación eléctrica enlace con la propia de la maquinaria, en función de las unidades de obra consideradas en electricidad.

Se cumplirán todas las precauciones necesarias para evitar accidentes durante las pruebas parciales o totales de las instalaciones eléctricas. No se permitirá que existan conductores o elementos que puedan transmitir energía eléctrica, sin los oportunos aislamientos, aun cuando no estén conexiónados o fuentes en servicio.

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión. Los trabajadores deberán estar debidamente protegidos contra los riesgos de accidente causados por contactos directos o indirectos.

La instalación eléctrica y los dispositivos de protección deberán tener en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Para el montaje eléctrico y el suministro de material, se seguirá el Reglamento para Baja Tensión, Decreto 2.413/1973 de 20 de septiembre, y las Instrucciones MIBT, Orden de 31 de octubre de 1973.

## **2.5 Instalación de fontanería.**

Todas las instalaciones se realizarán con el material que se señala en el Presupuesto y en su defecto con el que a juicio de la Dirección Técnica reúna las debidas condiciones de calidad y garantía. Se obedecerá siempre en el material a las secciones y espesores que figuran en el correspondiente documento.

## **2.6 Seguros de los trabajos.**

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de edificio que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de edificio afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el Contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

## **2.7 Medidas de seguridad.**

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes sobre Seguridad e Higiene en el trabajo. Como elemento primordial de seguridad se establecerá toda la señalización necesaria, tanto durante el desarrollo de las obras, como durante su explotación, haciendo referencias bien a peligros existentes o a las limitaciones de las estructuras. Para ello se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales vigentes establecidas por el Ministerio de Obras y Urbanismo y en su defecto, por otros Departamentos Nacionales y Organismos Internacionales.

### **3. Aspectos del contrato**

#### **3.1 Limitación de los suministros.**

Todos los materiales y la maquinaria destinada a la construcción y puesta en marcha de este proyecto serán de primera calidad, siendo los citados en la memoria de este proyecto. Si alguno de los materiales o elementos necesarios para la puesta en marcha o construcción de la planta no se citan en la memoria, deberá ser responsabilidad del director de obra o Ingeniero responsable de ello, fijando siempre que los materiales sean de primera calidad.

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en la memoria o cualquiera de los documentos del proyecto, o no tuvieran la preparación en él exigida o cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Ingeniero a instancias del Aparejador o Arquitecto Técnico, dará orden al Constructor (Contratista) de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Ingeniero, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

El almacenamiento de los elementos o materiales deberán realizarse en unas condiciones óptimas, sin condiciones de humedad, agentes climatológicos o golpes. Tanto en la recepción como antes de la instalación se deberá comprobar el estado de los componentes. En caso de defectos en la recepción se deberá proceder a la devolución a la empresa fabricante o suministradora especificando los motivos de devolución en un pequeño informe donde se detallen los defectos de los componentes.

Se deberá realizar una inspección de los manuales, fichas técnicas, planos, certificados de calidad y todos los documentos que aporten información necesaria para la instalación y correcto funcionamiento del elemento a instalar.

En la recepción de los componentes que posean garantía de calidad se deberá proceder al firmado y archivado de dicho documento, así como proceder al almacenamiento del sistema de embalaje y toda la documentación entregada con el componente para su posible devolución bajo condiciones de garantía.

Los elementos, como por ejemplo las válvulas deberán ser suministradas con las bocas de conexión tapadas en las cajas. Las llaves de accionamiento se deberán aportar con las mismas.

En cuanto a las bombas, el diámetro de tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. La boca de la bomba deberá permanecer tapada desde el momento de la recepción hasta el momento de montaje ya que la introducción de impurezas puede producir el deterioro de la bomba.

### **3.2 Criterios de medición y abono.**

Todas las unidades de obra se medirán y abonarán por volumen, superficie, longitud, peso o unidad, de acuerdo a como figuran especificadas en el Presupuesto o Estado de Mediciones. Para las unidades nuevas que puedan surgir y para las que sea preciso la redacción de un precio contradictorio, se especificarán claramente al acordarse éste el modo de abono, en otro caso, se establecerá lo admitido en la práctica habitual o costumbre de la construcción.

Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra se realizarán conjuntamente con el Contratista, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones del contrato establecido entre suministradores y éste.

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo y el Ingeniero Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren

en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el contrato o en el Pliego de Condiciones, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

Se supone que el Contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto a lo que afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si, por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del Presupuesto.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados por imposibilidad de ocupación del inmueble, debidamente justificados.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Se considerarán causas de fuerza mayor:

- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- Los producidos por vientos huracanados, y siempre que exista constancia
- Inequívoca de que el Contratista tomo las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.
- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.
- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc. propiedad de la contrata.

### **3.3 Criterios para las modificaciones del Proyecto original.**

Si alguno de los materiales o elementos citados en la memoria se encuentra en descatalogación, deberán implantarse unos con características idénticas a los citados en la memoria, siendo su elección responsabilidad del Ingeniero o director de obra encargado de la puesta en marcha de la planta.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del Ingeniero.

Las modificaciones serán recogidas en el preceptivo libro de órdenes, que será entregado a la contrata a la hora de hacer el replanteo de la obra, y que permanecerá en la misma a disposición del Director o persona en quien éste delegue.

La instalación responderá en cuanto a material instalado, disposición de este y distribución a los planos, memoria y presupuesto del presente Proyecto, salvo modificaciones autorizadas por la Dirección de Obra.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el ingeniero tal y como se formula en el proyecto reformado.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Ingeniero. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y

el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Si el director de obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

### **3.4 Pruebas y ensayos.**

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán a cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo de la misma.

En cuanto a la maquinaria, será por cuenta de la entidad vendedora suministrar los aparatos y útiles precisos para ejecutar las pruebas de las máquinas y verificar las comprobaciones necesarias, siendo de su cuenta los gastos que originen éstas.

### **3.5 Garantía de los suministros**

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el contrato el Contratista garantiza en general todas las obras que se ejecuten, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será el establecido en contrato y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Administración con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la Propiedad tomará acuerdo respecto a las retenciones efectuadas.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias o construcción de los elementos de la planta y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza en el caso de que se hubiera fijado una en el contrato.

El plazo que para la entrega de maquinaria pacte el Promotor con el vendedor de la misma, no podrá ser ampliado más que por causa de fuerza mayor, como huelgas, movilización del ejército, guerra o revolución. Si el retraso es imputable a la casa vendedora, el Promotor tendrá derecho a un 1% de rebaja en el precio por cada semana de retraso como compensación por los perjuicios ocasionados.

### **3.6 Garantía de funcionamiento.**

Antes de dar comienzo a las obras e inmediatamente después de recibidos, el Constructor deberá confrontar la documentación relacionada con el proyecto que le haya sido aportada y deberá informar con la mayor brevedad posible al director de las Obras sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión solicitando las aclaraciones pertinentes.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Ingeniero o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en cualquier documento del presente proyecto.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en este documento o en la memoria.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados.

Como consecuencia, cuando el Aparejador o Arquitecto Técnico vea defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones establecidas con anterioridad, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el ingeniero de la obra, quien resolverá.

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del Presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

El replanteo o comprobación general del proyecto, se efectuará dejando sobre el terreno señales o referencias con suficientes garantías de permanencia para que, durante la construcción, y con auxilio de los Planos del Proyecto, pueda fijarse, con relación a ellas, la

situación en planta o alzado de cualquier elemento o parte de las obras, estando obligado el Contratista a la custodia y reposición de las señales que se establezcan.

El director de las Obras podrá ejecutar por sí, u ordenar, cuantos replanteos parciales estime necesarios durante el periodo de construcción para que las obras se realicen con arreglo al proyecto y a las modificaciones de éste que sean aprobadas. Las operaciones de replanteo serán presenciadas por el director de las Obras y el representante del Contratista, o personas en quienes deleguen, debiendo levantarse el acta correspondiente y se harán por cuenta del Contratista.

# **6.Estado de mediciones**

## ÍNDICE

1. Estado de Mediciones.....	3
1.1 Elementos del equipamiento de la línea de producción.....	3
1.2 Componentes para el equipamiento del laboratorio .....	4
1.3 Necesidades de obra e instalaciones .....	4

## 1. Estado de Mediciones.

En este apartado se definirán los componentes que configuran la construcción y puesta en marcha de la planta.

Se incluirán la cantidad y las características de cada unidad de instalación y obra del proyecto.

### 1.1 Elementos del equipamiento de la línea de producción

*Tabla 1.1 Estado de mediciones para el equipo de producción de la planta.*

Concepto	Cantidad
Estantería de paletización de 3 niveles + suelo Medidas: 3000x2700x1100 mm Carga Máxima: 3000 Kg por nivel	3
Báscula industrial 40 x 50 cm. Peso máximo 300 Kg y 50 g de precisión.	1
Bomba de transvase de sifón de gas: manguera de alto grado de 6 pies, válvula de 3/4	1
Caudalímetro 1 a 5000 ml. de operación neumática con aire comprimido.	1
Depósito inoxidable de 150L Medidas: 528x806 mm (diámetro x altura) Salida grifo rosca 1/2" hembra	3
Dispensor en línea Micro Ψ-MIX Medidas: 1000x1367x620	1
Molino NETZSCH NANO ZETA® RS 2 Medidas: 1550x1500 mm (largo, ancho)	1
Microesferas ZETABEADS® NANO Material: óxido de circonio estabilizado con itrio	6 kg
Enfriador LAUDA ULTRACOOOL 2 Medidas: 1000x635 mm (largo x ancho)	1
Agitador HDC 0,75 kW 750rpm	3
Bomba de doble membrana DIRECTFLO DF30 Conexión de entrada y salida de 1,5"	1
Válvula de seguridad para la bomba de doble membrana. Rosca de 1/4" ajustada a 8 bares	1
Filtro de cartucho PEI-PURE de 10"	4
Soporte del filtro TKF-110-S-1-226-A	4
Manómetro analógico de acero inoxidable	2
Llenadora de cubos de tinta Medidas: 2100x1100x2200 Peso: 800kg	1
Cubos de 25L de capacidad Medidas: 399x287mm (altura x diámetro inferior)	1920

## 1.2 Componentes para el equipamiento del laboratorio

*Tabla 1.2 Estado de mediciones para el equipo del laboratorio de control*

Concepto	Cantidad
Depósito inoxidable pequeño de 5 litros	2
Agitador HDC 0,75 kW 750rpm	2
Molino LAB NANO ZETA® RS 2	1
Microesferas ZETABEADS® NANO	3 kg
Bomba de doble membrana DIRECTFLO DC30	1
Filtro de cartucho PEI-PURE de 10''	1
Soporte del filtro TKF-110-S-1-226-A	1
Manómetro analógico de acero inoxidable	2
Medidor de tamaño de partícula MASTERSIZER 3000	1
Medidor de sedimentación TURBISCAN LAB EXPERT	1
pHmetro pH TESTER de NEURTEK	1
Tensiómetro DYNOTESTER	1
Tirador INKTESTER + Cabezal SEIKO	1
Cabina de luz PANTONE 5 LIGHT BOOTH - D65 Medidas (largo, ancho, alto): (690 x 500 x 420) mm	1
Horno de laboratorio 1kW Hasta 1200°C Medidas: 100x100x100mm	1
Pileta y fregadero de laboratorio inoxidable Medidas: 600x600 mm	1

## 1.3 Necesidades de obra e instalaciones

Uno de los aspectos a tener en cuenta en este apartado del proyecto es la superficie que va a ser edificada y, por tanto, va a constituir un gasto de obra civil e instalaciones tanto eléctricas como de fontanería.

*Tabla 1.3.1. Estado de mediciones para la obra civil e instalaciones.*

Concepto	Superficie (m <sup>2</sup> )
Obra civil e instalaciones de la nave a construir	500 m <sup>2</sup>

# 7.Presupuesto

## ÍNDICE

1. Presupuestos parciales. ....	3
1.1 Presupuesto parcial 1: Maquinaria.....	3
1.2 Presupuesto parcial 2: Obra civil. ....	5
1.3 Presupuesto parcial 3: Instalaciones, materiales, mano de obra y montaje para la maquinaria.....	5
2. Presupuesto total. ....	6

## 1. Presupuestos parciales.

El presupuesto total de un proyecto se subdivide en los presupuestos parciales que constituyen las distintas unidades constructivas. La suma de éstos constituirá el Presupuesto de Ejecución Material (PEM). A esta cifra se le deberán aplicar posteriormente varios porcentajes para obtener el presupuesto total.

Primeramente, se procederá a detallar los costes de dichos presupuestos parciales mediante la misma metodología de enumeración tabulada del estado de mediciones.

### 1.1 Presupuesto parcial 1: Maquinaria.

A continuación, se presentan dos tablas que contienen los precios obtenidos según los fabricantes de equipos y otras fuentes del mundo de la producción de tinta.

En la primera tabla se indican los precios para la maquinaria de la línea de producción y en la segunda de la del laboratorio de control.

*Tabla 1.1. Presupuesto parcial 1: Equipos de producción*

Equipo	Precio	Cantidad	Precio total
Estantería de paletización de 3 niveles + suelo	188€	3	564€
Báscula industrial	79€	1	79€
Bomba de transvase	30€	1	30€
Caudalímetro	5000€	1	5000€
Depósito 150L	142€	3	426€
Dispensador en línea MICRO Ψ-MIX	40000€	1	40000€
Molino NANO ZETA® RS 2	300000€	1	300000€
Microesferas ZETABEADS® NANO	30€/kg	6 kg	180€
Enfriador Lauda UC 2	4026€	1	4026€
Agitador HDC	1500€	3	4500€
Bomba de doble membrana DIRECTFLO DF30	465€	1	465€
Válvula de seguridad	4€	1	4€
Filtro de cartucho PEI-PURE WP2	230€	4	920€
Soporte del filtro	90€	4	360€
Manómetro	85€	2	170€
Llenadora	11194 €	1	11194€
Cubos de 25L	4€	1920	7680€
<b>COSTE DEL EQUIPO DE PRODUCCIÓN</b>			<b>375628€</b>

**Tabla 1.2 Presupuesto parcial 1: Equipos del laboratorio de control**

<b>Equipo</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total</b>
Depósito de 5 litros	80€	2	160€
Agitador	1500€	2	3000€
Molino LAB NANO ZETA® RS 2	150000€	1	150000€
Microesferas ZETABEADS® NANO	30€/kg	3 kg	90€
Bomba de doble membrana DIRECTFLO DC30	1000€	1	1000€
Filtro de cartucho PEI-PURE WP2	150€	1	150€
Soporte del filtro	50€	1	50€
Manómetro	85€	2	170€
Medidor de tamaño de partícula MASTERSIZER 3000	65000€	1	65000€
Medidor de sedimentación TURBISCAN LAB	43000€	1	43000€
pHmetro	50€	1	50€
Tensiómetro DYNOTESTER	9000€	1	9000€
Tirador INKTESTER + Cabezal SEIKO	43342€	1	43342€
Cabina de luz PANTONE	2400€	1	2400€
Horno de laboratorio	750€	1	750€
Pileta y fregadero de laboratorio	311€	1	311€
<b>COSTE DEL EQUIPO DEL LABORATORIO</b>			<b>318473€</b>

Para hallar el presupuesto parcial 1 total, se procederá a sumar los costes totales de la maquinaria de ambas áreas de la planta

**Tabla 1.3 Presupuesto parcial 1 total**

<b>MAQUINARIA</b>	
Equipo de producción (€)	375628
Equipo de laboratorio (€)	318473
<b>Total (€)</b>	<b>694101</b>

## 1.2 Presupuesto parcial 2: Obra civil.

Este presupuesto está referido al precio que cuesta la obra civil realizada en la nave.

Para calcular este valor, como ya se ha visto en el apartado 12.1 referido a la inversión, se ha usado una tabla de datos y estimaciones proporcionada en los apuntes de la asignatura, donde se indican los costes de edificación en €/m<sup>2</sup> para naves industriales dependiendo estructura a construir, diferenciándose entre la estructura metálica para la planta en general (120€/m<sup>2</sup>) y el hormigón para la zona del laboratorio (500€/m<sup>2</sup>). La extensión de cada área en el proyecto está acotada en el apartado de Planos (4).

*Tabla 1.4 Presupuesto parcial 2: Obra civil*

Tipo de obra	Laboratorio	Planta de proceso	
Coste unitario (€/m <sup>2</sup> )	500	120	
Superficie (m <sup>2</sup> )	4x12 = 48	(20x15) - 48 = 252	
Coste total de la superficie (€)	24000	30240	<b>Coste total: 54240</b>

## 1.3 Presupuesto parcial 3: Instalaciones, materiales, mano de obra y montaje para la maquinaria.

El coste de las instalaciones, la mano de obra y el montaje necesario para la maquinaria se considerarán como un precio a parte de la obra civil y de la maquinaria.

Su cálculo se realizará mediante ratios de estimación que vienen definidos según el equipo que constituya la operación principal de la planta, que en este caso es la molienda.

Por tanto, como maquinaria principal, se va a considerar el molino, el enfriador, el disperso y la máquina llenadora.

Se estimará, siguiendo los estándares, que un 35% del precio de los equipos mencionados representará el coste necesario para su instalación, el cual incluye el cableado eléctrico, las conexiones y tuberías y los materiales necesarios para su realización.

Por otro lado, en cuanto al porcentaje destinado a la mano de obra y montaje en general, se estimará en un 15% del precio de los equipos principales.

**Tabla 1.5 Presupuesto parcial 3: Instalaciones, materiales, mano de obra y montaje de los equipos de la planta.**

<b>EQUIPO PRINCIPAL</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO (€)</b>
Dispensador MICRO Ψ-MIX	1	40000
Molino NANO ZETA	1	300000
Enfriador LAUDA	1	4026
Máquina llenadora	1	11194
<b>Coste total del equipo principal (€)</b>		<b>355220</b>
Estimación del 35% para instalaciones y materiales (€)		124327
Estimación del 15% del precio de mano de obra y montaje (€)		53283
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL 3 (€)</b>		<b>177610</b>

## 2. Presupuesto total.

En primer lugar, se sumarán todos los presupuestos parciales obtenidos.

**Tabla 1.6 Cálculo de la suma de los Presupuestos Parciales**

Presupuesto parcial 1 (€)	694101
Presupuesto parcial 2 (€)	54240
Presupuesto parcial 3 (€)	177610
<b>SUMA DE PRESUPUESTOS PARCIALES (€)</b>	<b>925951</b>

Una vez realizada la suma de los presupuestos parciales, se procederá a aplicarle los porcentajes correspondientes.

Primero se le cargará un 20% por gastos generales y cargos fiscales.

**Tabla 1.7 Aplicación del 20% por gastos generales y cargos fiscales**

Suma de los presupuestos parciales (€)	925951
20% por gastos generales y cargos fiscales (€)	185190,2
<b>Suma de los presupuestos parciales más el 20% (€)</b>	<b>1111141,2</b>

A continuación, a la cifra obtenida se le cargará el 6% de beneficio industrial:

**Tabla 1.8** *Aplicación 6% beneficio industrial*

Suma de los presupuestos parciales más el 20% (€)	1111141,2
6% de beneficio industrial (€)	66668,5
<b>Suma de los presupuestos parciales más el 20% y el 6% (€)</b>	<b>1177809,7</b>

Finalmente, se aplicará a la suma anterior el 7% relacionado a los gastos del proyecto y dirección de obras.

**Tabla 1.9.** *Aplicación 7% gastos de proyecto y dirección de obras*

Suma de los presupuestos parciales más el 20% y el 6% (€)	1177809,7
7% de gastos del proyecto y dirección de obras (€)	82446,7
<b>TOTAL (€)</b>	<b>1260256,4</b>

Por tanto, el Presupuesto total de este proyecto asciende a: UN MILLÓN SEISCIENTOS DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.