

# ESTUDIO SOBRE EXPOSICIÓN A POLVO DE HARINA EN LA INDUSTRIA PANADERA Y ACTIVIDADES AFINES DEL PAÍS VASCO

---



**OSALAN**

Laneko Segurtasun eta Osasunerako Euskal Erakundea  
*Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales*

Erakunde autonomiaduna  
Organismo Autónomo del

**EUSKO JAURLARITZA**

Justizia, Lan eta  
Gizarte Segurantzza Saila



**GOBIERNO VASCO**

Departamento de Justicia,  
Empleo y Seguridad Social

Edición: Junio 2009

Tirada: 1.000 ejemplares

© Osalan. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales  
Organismo Autónomo del Gobierno Vasco

Internet: [www.osalan.net](http://www.osalan.net)

Edita: Osalan. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales  
Cº de la Dinamita, s/n. Cruces - 48903 Barakaldo (Bizkaia)

Autor: Luis Miguel Bengoetxea Elizetxea

Colaboradores: M<sup>a</sup> Jesús Arenaza Amezaga  
José A. Vázquez Grueiro  
Juan Carmona Etxezarreta  
Gema Castillo Sein  
Antonio Alonso García  
Teresa Gámez Domínguez

Diseño de portada y  
Fotocomposición: Fotomecánica GARBER  
General Concha, 25 - 4<sup>a</sup> planta  
48010 Bilbao

Impresión: Imprenta SACAL  
Barrachi, 2 (Pol. Ind. Gamarra-Betoño)  
01013 Vitoria-Gasteiz

ISBN: 978-84-95859-50-5

D.L.:

## ÍNDICE

1. INTRODUCCION .....	7
2. REACCIONES ALERGICAS A LOS POLVOS DE HARINA.....	9
2.1 Síntomas.....	9
2.2 Diferentes alérgenos, su causa y acción .....	9
2.3 Aerosol (polvo de harina), definiciones y deposición.....	10
2.3.1 Denominación de Aerosol.....	10
2.3.2 Definiciones .....	10
2.4 Deposición.....	11
3. FABRICACION DEL PAN .....	13
3.1 Productos utilizados:.....	13
3.1.1 Harina.....	13
3.1.2 Clases de trigo .....	13
3.1.3 Levadura .....	15
3.1.3.1. Clases .....	16
3.1.3.2. Conservación de la levadura.....	16
3.1.3.3. Acción de la levadura en la masa .....	16
3.1.3.4. Funciones de la levadura .....	16
3.1.4 Mejoradores .....	17
3.1.5 Sal.....	17
3.1.6 Agua.....	17
3.2 Producto final.....	17
4. PROCESO.....	19
4.1 Almacenamiento, pesado y dosificación de materias primas.....	19
4.2 Amasado .....	20
4.3 Grupo de laboreo ó equipo automático de panificación .....	21
4.3.1 División.....	21
4.3.1.1. Masas sin fermentar .....	21
4.3.1.2. Masas fermentadas (CIABATTA) .....	22
4.3.2 Reposo.....	23
4.3.3 Formado.....	24
4.4 Fermentación .....	25
4.4.1 Fermentación natural .....	25
4.4.2 Fermentación controlada.....	25
4.5 Corte de piezas fermentadas .....	27
4.6 Cocción hornos .....	27
4.6.1 Rotativo de aire .....	27
4.6.2 Carro estático.....	28
4.6.3 Pisos .....	28
4.6.4 Solera fija con tubos a vapor .....	28
4.6.5 Horno túnel .....	28
4.6.6 Otros hornos: .....	28

4.7 Otras máquinas.....	29
4.7.1 Laminadora de masa de panadería y repostería .....	29
4.7.2 Refinadora.....	29
4.7.3 Batidoras-mezcladoras.....	30
4.7.4 Auxiliares: .....	30
5. DESCRIPCION DE LOS PUESTOS DE TRABAJO .....	31
5.1 Amasador .....	31
5.2 Entablador .....	31
5.3 Hornero.....	31
5.4 Boleador-Formado manual.....	31
5.5 Laminador.....	32
5.6 Refinador de cilindros verticales y horizontales (sobadoras) .....	32
6. FOCOS EMISORES DE POLVO DE HARINA EN MAQUINAS Y OPERACIONES .....	33
6.1 Amasadora .....	33
6.2 Batidora .....	33
6.3 Divisado manual, manual a máquina, hidráulica de masas fermentadas .....	33
6.4 Formadora .....	33
6.5 Laminadora.....	33
6.6 Txapatera o divisora de masas fermentadas (CIABATTA) .....	34
6.7 Limpieza del obrador, maquinaria, etc.....	34
6.8 Refinadora-sobadora horizontal ó vertical .....	34
7. TOMA DE MUESTRAS .....	35
8. MÉTODOS DE ENSAYO .....	37
9. DISTRIBUCIÓN POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS.....	39
10. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN .....	41
10.1 Resultados.....	41
11. CONCLUSIONES .....	49
11.1 Amasador .....	49
11.2 Entablador .....	50
11.3 Hornero.....	50
11.4 Boleador .....	50
11.5 Laminador.....	50
11.6 Limpieza .....	50
11.7 Jefe de línea-mantenimiento .....	50
11.8 Todas las tareas .....	50
11.9 Txapatera (CIABATTA).....	51
11.10 Repostero .....	51
11.11 Repostero-amasador .....	51
11.12 Laminador-entablador-repostero .....	51

12. MEDIDAS PREVENTIVAS .....	53
12.1 Amasadora .....	53
12.1.1 Carga con saco .....	53
12.1.2 Carga con silo .....	53
12.1.3 Línea automática .....	54
12.1.4 Amasadora con cuba de diámetro superior a 300 mm. ....	55
12.1.5 Proceso de amasado .....	55
12.2 Batidora .....	56
12.3 Divisado .....	57
12.4 Formadora .....	58
12.5 Laminadora.....	58
12.6 Boleado manual en mesas.....	59
12.7 Txapatera ó Divisora de masas fermentadas (CIABATTA).....	59
12.8 Diferentes harinas para las operaciones de espolvoreado. ....	59
12.9 Limpieza .....	60
12.9.1 General.....	60
12.9.2 Norma EN-60335-2-69 .....	60
12.10 Ventilación.....	62
12.10.1 Aspiración localizada .....	62
12.10.2 Ventilación general .....	62
12.10.3 Clasificación de filtros .....	64
12.11 Materiales antiadherentes.....	65
12.12 Epis.....	65
13. VIGILANCIA DE LA SALUD.....	67
14. BIBLIOGRAFÍA .....	69





## 1. INTRODUCCIÓN

La alergia respiratoria de origen laboral en trabajadores de la industria panadera y actividades afines es la enfermedad profesional predominante, pudiendo afectar al 10-20% de los profesionales.

Aunque no hay datos epidemiológicos oficiales publicados, se sospecha que el asma del panadero es una de las enfermedades respiratorias laborales más frecuentes en España. La mayoría de panaderos con asma laboral están sensibilizados a la harina de trigo y a los ácaros de almacenamiento, sin embargo en los últimos años está creciendo la importancia de algunos aditivos de la harina, especialmente  $\alpha$ -amilasa, como causa de rinitis y asma.

Los datos acerca de su incidencia suelen mostrar importantes discrepancias en la bibliografía médica, por las diferencias en el diseño de los estudios epidemiológicos, en la definición de AL<sup>(1)</sup> (asma laboral), el tipo de población y el país donde se realiza el estudio.

Según datos de la Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica (SEAIC), el 25% de los profesionales españoles en industria panadera y actividades afines (panaderos, pasteleros, etc.) está expuesto al riesgo de inhalación de la harina de los cereales causante del asma laboral

En España, cerca de 2.600 trabajadores reclaman compensaciones debido a que esta enfermedad les impide desarrollar un trabajo diario.

A nivel europeo se trata del tipo de asma laboral más destacable, puesto que una de cada cuatro afecciones respiratorias afecta a un panadero.

Este estudio se ha realizado sobre una muestra de 65 panaderías con un total de 1395 trabajadores, de los cuales 333 eran trabajadores expuestos. De estos trabajadores se realizaron tomas de muestra a 264. Se ha considerado trabajador expuesto a todo aquel ligado al proceso de fabricación de pan y otros productos afines.

En el Gráfico 1 y el Gráfico 2 se muestra la distribución por número de trabajadores de las empresas objeto del estudio.

---

(1) Es una enfermedad caracterizada por obstrucción variable al flujo aéreo y/o hiperreactividad bronquial debida a causas y condiciones atribuibles a un ambiente laboral, no a estímulos encontrados fuera del lugar de trabajo.

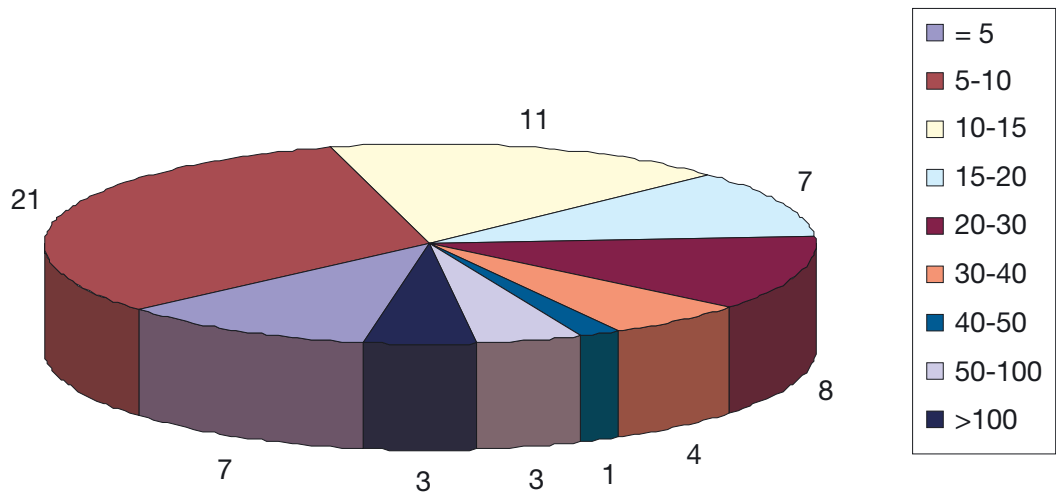


Gráfico 1. Tamaño empresas

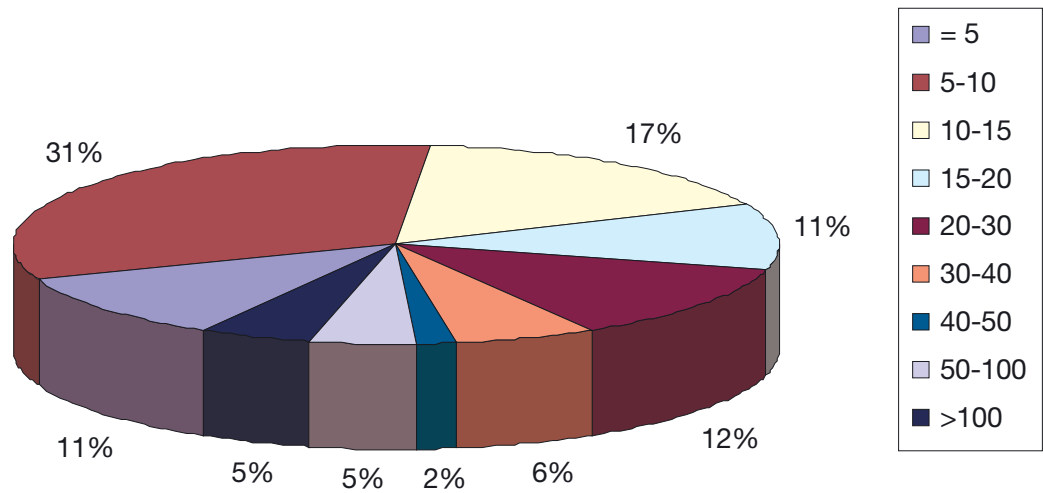


Gráfico 2. Tamaño empresas en porcentaje





## 2. REACCIONES ALÉRGICAS A LOS POLVOS DE HARINA

### 2.1 SÍNTOMAS:

Los polvos de harina más finos quedan en suspensión en el aire de los locales.

A consecuencia de las exposiciones a estos polvos, el hombre puede sensibilizarse fabricando proteínas particulares, llamadas anticuerpos, específicos de la harina. Después de contactos posteriores, los antígenos específicos presentes en el polvo de harina se fijan sobre los anticuerpos, lo que provoca manifestaciones alérgicas, tales como rinitis, asma, conjuntivitis y más raramente eczemas.

Estos pueden venir solos o, más a menudo, asociados. En uno de cada dos casos, aproximadamente, el asma va precedida de una rinitis durante varios años.

La rinitis alérgica está caracterizada por una inflamación localizada, aguda ó crónica, de la mucosa nasal, ello conlleva una obstrucción de fosas nasales, estornudos y secreción mucosa.

El asma es una enfermedad crónica de las vías aéreas que se manifiesta por episodios de dificultad respiratoria, accesos de tos, respiración con sibilancias y sensación de cansancio, debido a un estrechamiento del diámetro de los bronquios por espasmos asociados a una inflamación y a una hipersegregación de la mucosa bronquial.

Las crisis de asma sobrevienen de manera intermitente. Los brotes agudos de ahogo están separados de períodos sin turbación. Muy frecuentemente, las manifestaciones de rinitis y asma sobrevienen inmediatamente o poco después de las exposiciones a la harina, principalmente en las operaciones de amasado y espolvoreado.

En general estos síntomas desaparecen completamente durante los días de descanso y vacaciones. A veces, en las formas de asma más evolucionadas, pueden persistir después del fin de la exposición.

### 2.2 DIFERENTES ALÉRGENOS, SU CAUSA Y ACCIÓN

Los alérgenos se definen como sustancias que pueden inducir una reacción de hipersensibilidad (alérgica) en personas susceptibles que han estado en contacto previamente con el alérgeno y en el presente estudio son:

- Las harinas: Tienen propiedades irritantes que, en casos de exposición a concentraciones elevadas en el ambiente, favorecen las manifestaciones de irritación de los tejidos. Estas exposiciones repetidas constituyen un factor muy favorable a la aparición de enfermedades alérgicas (rinitis, asma, conjuntivitis, eczemas). Se dice que la irritación forma el lecho de la alergia.
- Las enzimas: Son utilizadas para modificar la textura o favorecer el levantamiento del pastón. Son ajustadas por el panadero ó el pastelero. Se presentan en forma de polvo. Su empleo está autorizado desde el año 1970. La patología alérgica que resulta de su utilización es, a veces, próxima a la encontrada en la industria de los detergentes, donde la utilización de enzimas es frecuente.
- Los artrópodos: Se distinguen los ácaros de los no ácaros. Los ácaros son pequeños arácnidos de ocho patas que habitan en numerosos lugares. No son específicos de panaderías. Por ejemplo, el Dermatophagoides faringe es el ácaro más abundante en el polvo de casa. Los Dermatophagoides pteronyssinus y farinae se alimentan de restos cutáneos. Los Tyrophagus putrescentiae y Glycophagus destructor son ácaros de almacenamiento. Los principales artrópodos no ácaros son Blatte y Epehestia kühnellia.
- Los mohos: Su desarrollo está favorecido por las condiciones higrométricas de las panaderías. Los más extendidos son: Alternaria, Aspergillus glaucus, Penicillium glaucus.



## 2.3 AEROSOL (POLVO DE HARINA), DEFINICIONES Y DEPOSICIÓN

### 2.3.1 Denominación de Aerosol

Se define aerosol a una mezcla heterogénea de partículas sólidas ó líquidas suspendidas en un gas. Existe la notación P.M. (particulate matter ó materia particulada), que se refiere a partículas suspendidas que forman parte del aerosol.

Los efectos para la salud relacionados con la exposición a un aerosol son función de una serie de factores: Sus características físicas (líquido-nieblas, sólido-humo, polvo ó fibras); sus características químicas (solubilidad en agua y reactividad); su concentración ambiental; y finalmente del tamaño de las partículas.

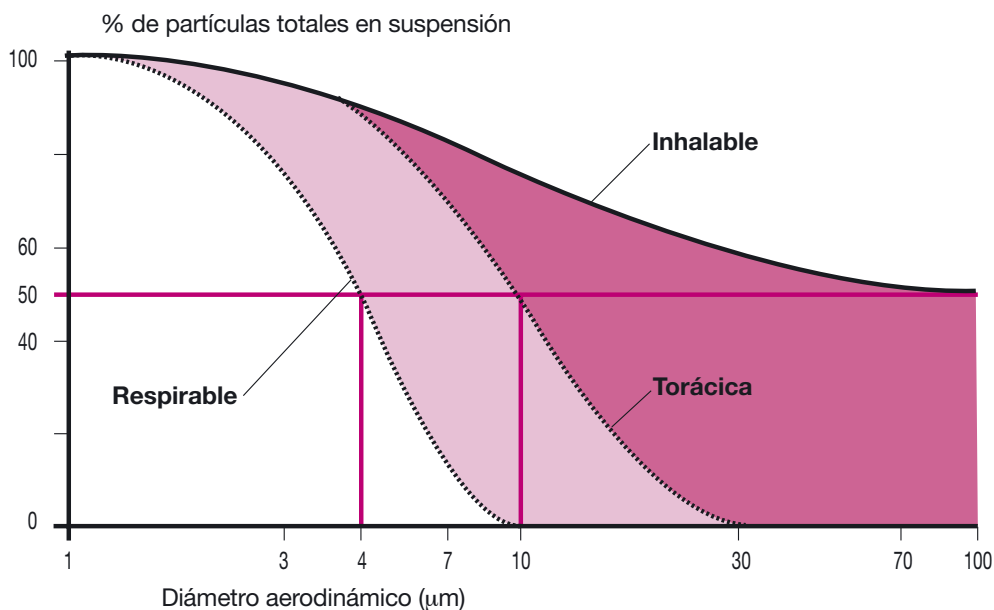
### 2.3.2 Definiciones

A pesar de la variabilidad individual, velocidad y dirección del aire próximo a la persona expuesta, de la cadencia respiratoria y de si la inhalación es a través de la nariz ó de la boca, en lo que respecta a la probabilidad de inhalación de las partículas, se describen las siguientes definiciones:

- Aerosol total: Todas las partículas en suspensión que se encuentran en un volumen de aire dado.
- Fracción inhalable: La fracción másica de aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca.
- Fracción torácica: La fracción másica de las partículas inhalables que penetran más allá de la laringe.
- Fracción respirable: La fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas.

Las tres fracciones másicas de partículas descritas se definen en términos cuantitativos de acuerdo a fórmulas matemáticas.

La representación gráfica de las fracciones inhalable, torácica y respirable, como porcentaje del aerosol total se incluye en la Figura 1.



**Figura 1**



#### 2.4 DEPOSICIÓN

Dependiendo de las clases de partículas de polvo según su tamaño, se establece que:

- a) Las partículas de tamaño superior a 10  $\mu\text{m}$ , denominadas inhalables, se depositan sobre los ojos y las vías respiratorias superiores (nuez, garganta).
- b) Las partículas de tamaño inferior a 10  $\mu\text{m}$ , denominadas torácicas, se depositan a nivel de los bronquios.
- c) Las partículas de tamaño inferior a 3  $\mu\text{m}$ , denominadas alveolares, se acumulan en los alvéolos pulmonares.





### 3. FABRICACION DEL PAN

#### 3.1 PRODUCTOS UTILIZADOS:

##### 3.1.1 Harina

Se define como el polvo fino que se obtiene del cereal molido y otros alimentos ricos en almidón.

Se puede obtener harina de distintos cereales, aunque la más habitual es la harina de trigo, elemento imprescindible para la elaboración del pan. También se hace harina con centeno, cebada, avena, maíz, arroz, etc., existiendo harinas de leguminosas (garbanzos, judías, etc.), e incluso a partir de semillas de varias especies de acacias.

La panificación involucra una amplia gama de panes. Para su elaboración, tal como se comenta en el párrafo anterior, normalmente se usa harina de trigo con calidades provenientes de las distintas variedades de trigo cultivadas.

La harina de trigo posee constituyentes aptos para la formación de masas (proteína-gluten), pues la harina y agua, mezcladas en determinadas proporciones, producen una masa consistente. Esta es una masa tenaz, con ligazón entre sí, que ofrece una determinada resistencia a la que puede darse la forma deseada, y que resiste a la presión de los gases producidos por la fermentación para obtener el levantamiento de la masa y un adecuado desarrollo de volumen.

El gluten se forma por hidratación e hinchamiento de proteínas de la harina (gliadina y glutenina).

La cantidad de proteína es muy diferente según los tipos de harina, que dependen del tipo de trigo, época de la cosecha y grado de extracción.

Las harinas que contienen menos proteína gluten se les llama pobres en gluten y las que tienen contenido superior al 30% de gluten húmedo se consideran ricas en gluten y se prefieren para masas de levadura, por ejemplo para hojaldre. Para masas secas, en cambio, no es conveniente un gluten tenaz y formador de masa.

##### 3.1.2 Clases de trigo

A partir de la nominación primitiva de trigo (*Triticum vulgare*), se han ido aportando diferentes especies, clases y variedades de un cereal que está siendo constantemente fuente de investigación y de cruces para mejorar sus condiciones genéticas.

De acuerdo a sus cromosomas existen las siguientes variedades de trigo:

- Variedades diploides: Con dos grupos de cromosomas en cada célula. A esta variedad pertenecen algunas especies como Einkorn.
- Variedades tetraploides: Con cuatro pares de cromosomas por célula. A esta variedad pertenecen especies como *Triticum durum*.
- Variedades hexaploides: Con seis pares de cromosomas en cada célula. En este grupo tenemos especies como *Triticum aestivum* ó *Triticum spelta*.

Según su utilidad, básicamente tenemos dos grupos de trigo:

- Trigo blando: Es un grupo al que pertenecen una serie de especies que se destinan fundamentalmente a la producción de pan en Europa y a la producción de pastas en Estados Unidos ó Canadá. La especie más abundante de este grupo es el trigo candeal (*Triticum aestivum*), aunque al mismo grupo pertenecen otros tan conocidos como la escaña mayor (*Triticum spelta*). El trigo blando se



cultiva preferentemente en regiones cálidas ó templadas y el grano al romperse presenta una diferencia de textura entre el borde más duro y el centro más harinoso. Su contenido en almidón, grasas, hierro, fósforo y vitamina B es superior al trigo duro. Entre las variedades de trigo blando tenemos las de ciclo largo: Academie, Apache, etc. ó de ciclo corto: Artur Nick, Bitácora, Perico, etc.

- Trigo duro: La especie más utilizada es el trigo duro (*Triticum durum*). Se cultiva en zonas más secas. El aspecto del interior del grano al romperse es cristalino y uniforme. Presenta más proporción de proteínas, agua y calcio que el trigo blando. Es la variedad más utilizada en Estados Unidos y Canadá, donde se utiliza para la producción de pan; pero menos utilizado en Europa, donde se destina principalmente a la producción de pastas. Entre las variedades de trigo duro tenemos Amilcar, Boabdil, Burgos, etc.

Según la época de plantación distinguimos entre:

- Trigos de invierno: Son aquellos que se plantan en otoño y se cosechan a principios de verano. Necesitan climas suaves y son utilizados en España.
- Trigos de primavera: Son plantados en primavera y recolectados a finales de verano. Se plantan en lugares más fríos.

Por el color de la semilla:

- Trigos rojos: Cuando presentan la coloración ligeramente roja debido a su contenido en taninos.
- Trigos blancos: Son aquellos de coloración blanquecina porque se les han extraído los pigmentos rojizos.

En España las denominaciones de harina son clasificadas por su extracción, es decir por el residuo de cenizas que queda en una prueba específica, como se puede ver en esta tabla:

CLASIFICACIÓN POR EXTRACCIÓN			
Tipo	España Cenizas %	Francia Cenizas %	Aspecto
T-45	<0,50	<0,50	Blancas
T-55	0,50-0,65	0,50-0,60	
T-65	-	0,62-0,75	
T-70	0,05-0,73	-	Morenas
T-75	0,73-0,80	-	
Masas fritas	0,80	-	
T-80	-	0,75-0,80	
T-110	-	1-1,20	
T-150	-	>1,40	Completas



Y como comparación:

<b>CLASIFICACIÓN POR EXTRACCIÓN – Alemania</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Min. Cenizas %</b>	<b>Max. Cenizas %</b>
T-405	-	0,50
T-550	0,51	0,63
T-812	0,64	0,90
T-1050	0,91	1,20
T-1600	1,21	1,80
T-1700	1,80	2,10

En resumen: La harina 550 corresponde casi exactamente con una harina de 55 según la clasificación española, es decir una harina blanca.

Pero, además, el nivel de extracción no es el único aspecto que permite clasificar las harinas, sino que también tendremos que tener en cuenta su contenido en gluten, que afecta a la capacidad de admitir agua de esa harina. Este aspecto es fundamental en panificación y tiene que ver con lo denominado en dicho ámbito "harinas con fuerza". Se mide con la máquina denominada alveógrafo, que permite, de forma comparable, analizar las cualidades plásticas de la masa que forma esa harina, tanto en tenacidad (resistencia que muestra a la rotura) como extensibilidad (capacidad de estiramiento).

### 3.1.3 Levadura

Organismo vivo, generalmente un hongo, que produce enzimas, las cuales provocan cambios bioquímicos importantes en productos orgánicos naturales: fermentación. Son capaces de transformar los azúcares en alcohol y CO<sub>2</sub>. Se multiplican por gemación ó estrangulamiento cada tres horas.

<b>COMPOSICIÓN DE LA LEVADURA FRESCA</b>	
Agua	70,0 %
Materias nitrogenadas	13,5 %
Materias celulósicas	1,5 %
Azucar	12,0 %
Materias minerales	2,0 %
Vitaminas	B, PP,E



### 3.1.3.1 Clases:

- Levadura prensada húmeda
- Levadura deshidratada
- Levadura prensada. La más utilizada en los países industriales, se presenta en forma de bloques compactos que son fácilmente desmenuzados en la amasadora.
- Levadura natural.

### 3.1.3.2 Conservación de la levadura

Una vez llega la levadura al centro de trabajo se debe tener presente que es un organismo vivo con lo cual es preciso que conserve sus cualidades. Es recomendable guardarlo en refrigerador a una temperatura entre 4 y 6 °C y, aunque puede conservarse durante semanas a dichas temperaturas, es aconsejable utilizarla durante los diez días siguientes a su adquisición.



**Figura 2.- Levadura prensada**

### 3.1.3.3 Acción de la levadura en la masa

La levadura se nutre principalmente de azúcares y compuestos nitrogenados y sus enzimas, como ya se ha indicado anteriormente, transforman los azúcares en gas carbónico y alcohol. La pasta se amasa y la levadura incorporada se encuentra en un terreno que favorece su desarrollo. El aire, el agua y los azúcares que contiene la masa permiten a las células multiplicarse rápidamente.

Desde su incorporación las células comienzan a nutrirse y a producir CO<sub>2</sub>. En efecto, unos minutos son suficientes para transformar la sacarosa (aproximadamente la harina contiene 1,5 %) gracias a la invertasa. Durante el reposo de la masa, después del amasado, las enzimas continúan nutriendo a la levadura y transformando poco a poco los azúcares de la harina en gas carbónico y alcohol.

En este momento puede percibirse que la masa se infla y redondea, prueba de que la levadura ya ha transformado un poco de azúcar y ha producido gas carbónico, que buscando liberarse, provoca la formación de burbujas ó alvéolos en el interior de la masa que la hacen subir. Este fenómeno prosigue hasta el horneado donde la masa se infla rápidamente ya que bajo la acción del calor las enzimas se activan y transforman mucho azúcar, la levadura se nutre mucho más produciendo así más gas y alcohol hasta la temperatura de 50 °C que muere. A partir de este instante, la fermentación cesa y comienza la cocción.

### 3.1.3.4 Funciones de la levadura

Además de la producción de gas y alcohol en la masa, la levadura realiza otras funciones:

- Al hacer inflar la masa, el gas carbónico estira el gluten, dando a la miga su estructura porosa y ligera.
- La levadura influye en el aroma de la miga gracias a los productos secundarios de fermentación.
- Juega un papel importante en la coloración de la corteza.

Se añade a la pasta de la amasadora, o bien levadura fresca prensada, o levadura madre líquida, obtenida mediante equipo para fabricarla con agua y sal.





### 3.1.4 Mejoradores

Son preparados que mejoran la masa combinando cuatro acciones:

- 1.- Acelerado de la fermentación
- 2.- Refuerzo de la retención del gas
- 3.- Acondicionamiento de las masas
- 4.- Retardo del envejecimiento del pan

Los ingredientes utilizados en los mejoradores son, entre otros: harina de trigo y malta, emulsionantes (éster acetiltartárico, mono y diglicéridos de ácidos grasos), ácido ascórbico, enzima amilasa, sorbitol, citrato sódico, antiaglomerante, etc. Estos mejoradores pueden ser agregados, o bien en el molino del fabricante para su posterior comercialización o en la panadería.

### 3.1.5 Sal

Compuesto químico formado por cloro y sodio. Las proporciones recomendables a utilizar son desde 1,5 al 3 % del peso de la masa. Las características de la sal a utilizar son que tengan granulación fina, posean cantidades moderadas de yodo y una pureza por encima del 95 %. Las funciones que cumple son:

- Mejorar el sabor y fortalecer el gluten.
- Controlar o reducir la actividad de la levadura, ya que ejerce una acción bactericida y no permite fermentaciones indeseables dentro de la masa.

### 3.1.6 Agua

Cuando se amasa la harina con la adecuada cantidad de agua, las proteínas (gliadina y glutenina) forman el gluten al unirse por un enlace covalente que finalmente será el responsable del volumen de la masa. Las funciones del agua en panificación son:

- Formación de la masa: El agua es el vehículo de transporte para que los ingredientes al mezclarse formen la masa. También hidrata el almidón que junto con el gluten dan por resultado la masa plástica suave y elástica.
- Fermentación: Para que las enzimas puedan actuar hace falta el agua para que puedan difundirse a través de la pared ó membrana que rodea la célula de la levadura.

## 3.2 PRODUCTO FINAL

Se elaboran dos tipos de producto: fresco o tradicional en todas sus variedades y el denominado precocido (bake-off). El primero es el que ha pasado por todas las etapas del proceso desde el amasado a la cocción y el segundo se caracteriza por haber superado únicamente determinadas etapas de fabricación, desde el amasado hasta la primera cocción parcial (prehorneado) y que, tras ser congelado o no, se comercializa en el punto de venta previa cocción definitiva en horno en el propio punto de venta.



**Figura 3.- Máquina para fabricar levadura madre líquida**





## 4. PROCESO

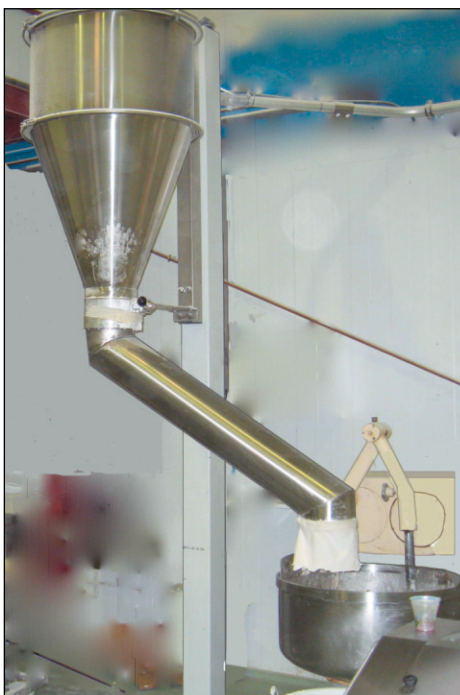
En general, la fabricación de pan exige los siguientes pasos:

### 4.1 ALMACENAMIENTO, PESADO Y DOSIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

La harina se distribuye, minoritariamente, en bolsas ó sacos, siendo la tendencia general recibirla a granel. En este caso, mediante camión cisterna y sistema neumático, se recepciona la harina en silos (metálicos, lona, inoxidable, tejido Trevira, de fibra de vidrio, etc.) situados, generalmente, en secciones independientes del obrador.

Con transporte neumático ó sinfín se vehiculiza la harina a la tolva ubicada próxima ó sobre la amasadora. Una balanza electrónica, o cualquier balanza más simple, asegura la exactitud del peso de la harina para su descarga en la amasadora. En este punto es donde se produce la emisión ó nube de polvo por la caída de harina por gravedad.

A fin de reducir ó minimizar la altura de caída de la harina a la artesa, se conecta una manga a la boca del conducto de salida de la tolva con una longitud tal, que quede el otro extremo de la manga lo más próximo a la base de la artesa sin interferir en el proceso de carga, contacto con agua, etc.



**Figura 4.- Tolva con brazo giratorio hacia varias amasadoras**



**Figura 5.- Manga corta y alejada de la base de la artesa ó cuba**

Una vez, ó antes de, cargada la artesa con harina, mediante dosificador de agua ó de forma manual, se adiciona el agua en la cantidad prevista en la fórmula a la temperatura preprogramada.

Para las masas a realizar con amasadoras rápidas (batidoras), en la mayoría de los casos es indispensable añadir agua refrigerada o bien utilizar hielo en escamas, al ser esta operación generadora de mucho calor en la masa.



## 4.2 AMASADO

Esta operación consiste en mezclar perfectamente los ingredientes hasta conseguir que la masa sea uniforme.

A veces resulta necesario realizar operaciones manuales para tomar muestras, rasgar la cuba o para añadir ingredientes.

Para desarrollar la masa, tendremos en cuenta la duración del amasado y la velocidad de la amasadora. Según el tipo de masa, se pueden elegir los siguientes métodos:

- a) Tradicional: Velocidad lenta de amasado que permite evitar el sobreamasado y una fermentación de masa larga.
- b) Intensificado: La velocidad es mucho más elevada y la masa está en límite de sobreamasar.



**Figura 6.- Amasadora de dos brazos**



**Figura 7.- Amasadora con cuba basculante**

En ambos métodos se utilizan las amasadoras mecánicas, que disponen de artesa o cuba y brazos móviles (Norma UNE EN 453/2001).

Los dispositivos de amasado son de eje vertical u oblicuo o de dos brazos espaciales que mezclan la masa. En algunos casos estos dispositivos se pueden levantar para poder extraer la cuba o el producto.

Para el método intensificado, existen en el mercado amasadoras/batidoras, con ejes en espiral u otro tipo de herramienta, con procesos de amasado turbo o rápido, unas con artesa extraíble provista de carretilla para su desplazamiento mediante ruedas y otras con cabezal amasador móvil, que se pueden adaptar a un basculador/elevador para facilitar la salida de la artesa.

En el primer caso, la artesa, una vez cargada con los ingredientes en la vertical del silo, es trasladada a la batidora. Terminado el amasado se desplaza la artesa al volcador automático, que permite extraer el contenido para depositarla bien sobre mesa o bien en las tolvas de las divisoras volumétricas del grupo de laboreo, en su caso, de la línea de producción automática.



**Figura 8.- Amasadora con eje oblicuo**



**Figura 9.- Batidora con artesa o cuba móvil**



### 4.3 GRUPO DE LABOREO

En dicho grupo se realizan las operaciones de división, reposo y formado.

#### 4.3.1 División

Consiste en dividir la mezcla amasada en pastones según el peso deseado. Para conservar la estructura alveolar de la masa es importante encontrar una solución que evite una desgasificación excesiva.

##### 4.3.1.1. Masas sin fermentar

Existen diferentes métodos para dividir la masa:

- Manual

Con la ayuda de un cortapastas, cuchillo, etc. se corta la masa de la amasadora en pastones. Se pesan trozos de los mismos hasta obtener las piezas con los pesos deseados. La operación es poco productiva ya que se pesan los pastones uno a uno, no obstante tiene la ventaja de respetar la masa. Dentro de este grupo se puede incluir el divisado mediante máquina con palanca manual.

- Mecánica

##### Divisora hidráulica

La masa se corta como en el proceso anterior y con el peso deseado se coloca en un recipiente o cazuela que, al ser introducida en la citada máquina y posteriormente accionada, consigue con las divisiones, el número de piezas y peso exactos. La operación de pesado y colocación en cazuela se repite tantas veces como sea necesario para vaciar la amasadora. Actualmente las divisoras modernas hidráulicas son alimentadas con la masa cortada en cubas redondas ó cuadradas, dependiendo del tipo de pastón a realizar.

Las capacidades de masa máxima y mínima de la cuba, los pesos máximos y mínimos del pastón, las llanas ó cuchillas que reducen el floreado por su baja adherencia respecto a la masa además de la reducción de las presiones utilizadas, a fin de hacer posible el tratamiento de masas muy blandas ó punteadas sin desgasificación ni desestructuración, los hacen ser ventajosos respecto al ahorro de tiempo y calidad comparando con el sistema anterior y, por supuesto, comparando con el manual.

##### Divisora automática

Llamada pesadora volumétrica, a diferencia de las soluciones anteriores, la totalidad de la masa se coloca en la tolva de la divisora. Esta operación se puede realizar, bien mediante carga manual de la masa a la tolva, ó de forma automática con un volcador-elevador del conjunto artesa-amasadora ó en amasadoras con artesas móviles por desplazamiento de estas a volcador independiente.



**Figura 10.- Grupo de laboreo**



Con la divisora volumétrica, la carrera del pistón se regula para ajustar el volumen de la cámara a la masa deseada por pastón. Para ello cada fabricante tiene sistemas de ajuste para conseguir la relación peso/volumen, el número de piezas que se pretende producir a ese peso y una vez de puesta en marcha, la máquina aspira la masa de la tolva y después la expulsa tras comprimirla en el pistón. Las principales ventajas son el ahorro de tiempo y la automatización del proceso.



**Figura 11.- Divisora automática**



**Figura 12.- Detalle de divisora automática**

Con el fin de dar forma esférica a las porciones de masa divididas, existe en el mercado la heñidora cónica que bolea aquellas mediante un recorrido por un canal fijo alrededor de un cono invertido.

#### Divisora boleadora

Es esencial cuando se necesita una regulación en el peso y el formato redondo de las masas. La máquina divide un bloque de masa en los mismos pedazos y transforma automáticamente estos en forma redondeada, mediante plataforma oscilante de boleado motorizado.

Es de gran utilidad para fabricar piezas de pequeño formato (p.e. de 13 gr. a 300 gr., dependiendo de las divisiones a realizar y peso/bloque en gramos del pastón).

Existen en el mercado dos tipos:

- a) Semiautomáticas
- b) Automáticas

La principal ventaja es que realiza dos operaciones a la vez (dividir y bolear), dando buena calidad.

#### *4.3.1.2. Masas fermentadas (CIABATTA)*

Los métodos para dividir la masa son:

- Manual. Similar al apartado 4.3.1.1, excluyendo el divisado por máquina con palanca normal.
- Mecánica (Txapatera–CIABATTA)

Son máquinas diseñadas para dividir diferentes tamaños de porción de masas (% de agua entre 70 y 90), en formatos cuadrados ó rectangulares.

Máquina similar a la laminadora en diseño, disponiendo de:

- a) Rodillos graduables pivotantes para uniformizar la masa.
- b) Rodillo para regularizar el espesor.



**Figura 13.- Divisora boleadora**



- c) Discos de corte en sentido longitudinal.
- d) Corte transversal que define la longitud de las piezas mediante cizalla con movimiento electromecánico.

Las masas cortadas provenientes de amasadoras son pesadas y depositadas en cubetas alimentarias para completar el proceso de reposo. Estas cubetas han sido previamente floreadas ó espolvoreadas en su base mediante proyección de harina ó deposición por gravedad, a fin de evitar adherencia de la masa en la misma.

Finalizado el ciclo de reposo, la cubeta con la masa fermentada se vuelca sobre la cinta de cabeza de máquina manualmente.



**Figura 14.- Txapatera**

Estirada la masa en cabeza de máquina, se solapan el final de un pastón con el inicio del siguiente hasta terminar la masa total. En el tramo final se realiza el entablado en chapas y llenado de carros para la cocción.

#### 4.3.2 Reposo

Operación intermedia entre división y formado para masas sin fermentar. Consiste en dejar descansar/reposar las piezas divididas con el fin de facilitar la posterior extensión de aquellas en la formadora, conservando mejor las propiedades.

El tiempo de reposo es variable, dependiendo de los productos que se van a panificar, del tipo de masa, tipo de producción (fresco/congelado), de la temperatura ambiente, de la forma de pastones al ser divididos, etc.

Se utilizan distintos sistemas, a saber:

##### Simple:

Consiste en estirar los pastones divididos y depositarlos en mesas. Como este sistema ocupa mucho espacio, normalmente se depositan dichos pastones en tablas, chapas ó planchas que se colocan en carros, armarios, etc.

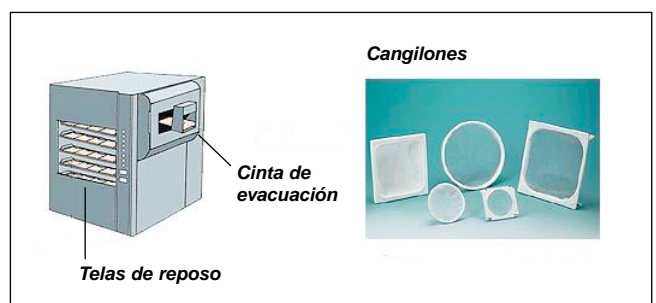
##### Máquina reposa pastones:

Ofrece como ventaja la recuperación del espacio de trabajo, ya que se puede depositar en zonas superiores. No obstante el número de manipulaciones es más elevado y no se controla el tiempo de reposo, siendo el mismo a criterio del usuario con el consiguiente riesgo de diferentes calidades en producto terminado.

##### Cámara de prefermentación:

El panadero carga manualmente los pastones en unos bolsillos y tras un ciclo, programado según la cadencia y el tiempo de reposo deseado, los bolsillos vuelcan automáticamente a una cinta de vaciado que alimenta la formadora.

Actualmente, en la gran mayoría de empresas, esta operación de reposo se realiza en una cámara de reposo automática que es alimentada



**Figura 15.- Máquina reposa pastones**



por una divisora automática y que carga los pastones en los bolsillos de la bolsa. Tiene la ventaja de que las manipulaciones se limitan al amasado, carga de divisora y a la recepción de los pastones formados.

Los tipos actuales son:

- Cámara de volteo ó dinámica:

El sistema de carga de las piezas de la masa a la cámara permite una carga directa de las piezas que llegan, por ejemplo, de divisora automática ó de heñidora cónica a través de la cinta sinfín que incorpora la máquina y regulada por una célula fotoeléctrica que detecta la llegada de cada pieza. Por lo tanto, la velocidad de carga está determinada por la velocidad de la divisora, etc.

Las bolsas son cargadas por una superficie una vez y por la otra superficie en la siguiente carga, esto permite que la masa no se pegue al tejido de las bolsas, con la ayuda de un enharinador situado en la parte de carga.

El sistema de descarga a la máquina posterior, formadora, se realiza por caída de la pieza sobre la cinta de alimentación.

- Cámara estática:

En esta cámara las piezas permanecen siempre en la misma bolsa hasta la descarga. No hay saltos de piezas.

Para masas fermentadas esta operación de reposo se realiza con los pastones colocados en cubetas alimentarias, tal como se describe en la página 21.

#### 4.3.3 Formado

Consiste en dar una forma alargada a los pastones. Es la operación final y más compleja del proceso de panificación, desarrollándose en tres etapas:

##### Prelaminado

Consiste en un laminado para obtener una "torta". La calidad de esta fase condiciona el comportamiento del pastón en el resto del proceso de panificación, ya que es indispensable obtener una "torta" antes del enrollado y formado para conservar lo mejor posible la estructura alveolar de la masa, evitando la desgasificación.

##### Formación de la voluta

Enrollado de la "torta" con ayuda de una cinta pesada, con pesos ó bien una malla. El proceso se efectúa mediante la cinta anteriormente mencionada contra una cinta motorizada bajo la cual el pastón se enrolla de manera natural. Hay formadoras horizontales provistas de cinta de malla y verticales que están equipadas de cintas con un material flexible guiado por muelles, acoplado a una cinta de fieltro.

##### Formado final

Operación en la que se obtiene la extensión y el aspecto deseado. Cada tipo de máquina se adapta al pastón que se va a formar; mientras que para estirados elevados o masas consistentes, las forma-



**Figura 16.- Cámara de fermentación de volteo o dinámica**





doras verticales son las adecuadas, para masas blandas ó estirados progresivos es preferible una formadora horizontal.

Durante esta fase, se aplican distintos procesos que van de obtener distintos formatos por corte mediante cuchillas, o bien mejora de calidades en los extremos de las mismas.

Las piezas recogidas, manual ó automáticamente, se depositan en chapas que, a su vez, se colocan en carros para ser estos trasladados a las cámaras de fermentación controlada.



**Figura 17.- Formadora**

#### 4.4 FERMENTACIÓN

El término fermentación engloba tres aspectos diferenciados, pero que resultan sinérgicos a la vez, y están lógicamente relacionados de forma directa con la panificación:

- Aspectos microbiológicos: Consecuencia directa de la propia actividad bacteriana de la célula de levadura.
- Aspectos bioquímicos: Asociados a actividades enzimáticas, reacciones de oxidación, formación de compuestos orgánicos responsables del sabor del pan, etc.
- Desarrollo y aumento del volumen de la masa: Derivado de la retención por parte del gluten del gas carbónico producido por la levadura.

Las dos principales etapas del proceso de panificación con influencia sobre la levadura son el reposo en bloque y la fermentación en piezas ya formadas.

La fermentación puede ser:

##### 4.4.1 Fermentación natural

Proceso de fermentación que se realiza dejando actuar espontáneamente las levaduras sobre la masa.

##### 4.4.2 Fermentación controlada

Consiste en controlar a voluntad la fermentación de una masa destinada a la fabricación de pan mediante una combinación de temperaturas.

El proceso no varía respecto al que se utiliza normalmente para cualquier elaboración pero, al ralentizar la acción de la levadura, se debe acondicionar la masa para poder soportar los cambios de temperatura y una fermentación más larga. No obstante debe haber condiciones tales como:

- La harina debe ser de buena calidad.
- La masa madre preferiblemente fresca. Caso de ser problemático, se reduce la dosificación de masa ácida.
- Es probable que se deba añadir un porcentaje mayor de mejorante respecto a la harina y, si el que se utiliza normalmente es lecitinado, quizás habría que sustituirlo por otro que contenga ésteres mono y diacetil tartáricos de los mono y diglicéridos de los ácidos grasos (los emulsionantes más utilizados), para dar mayor estabilidad a la masa.



- La dosificación de la levadura es preferible que no supere el 3% sobre la harina para evitar cualquier fermentación antes del proceso de bloqueo de la masa. Asimismo, trabajando con amasadoras lentas, es recomendable añadir la levadura poco antes de finalizar el amasado a fin de evitar el mismo efecto anterior.
- La temperatura de final de amasado no deberá superar 23° C para evitar cualquier fermentación antes del bloqueo de la masa.



**Figura 18.- Cámara de fermentación controlada**

Como ventajas de esta aplicación se encuentran:

- Evitar el trabajo nocturno o disminuir el horario del mismo, elaborando el pan de día y horneando a la hora deseada.
- En algunos casos, el ahorro de levadura al poder programar en cámara el tiempo de fermentación.
- Mejor conservación y sabor del producto final al poder optar por largos tiempos de fermentación.
- Posibilidad de disponer de pan caliente en el punto de venta durante mayor tiempo aplicando el sistema Dormi que detiene de forma parcial la fermentación de masa una vez lista para su cocción.

Al introducir las piezas en la cámara de fermentación controlada, se programa la estancia siguiendo las siguientes temperaturas:

#### Temperatura de bloqueo

Temperatura que debe tener la cámara al introducir la masa y debe ser de -8° C para lograr un efecto de choque que no permita reaccionar a la levadura. La levadura en una masa de pan empieza a reaccionar a partir de los 4° C y la temperatura de bloqueo durará hasta que el interior de la masa alcance los 2° C.

#### Temperatura de mantenimiento

Es la temperatura que deberá existir en el interior de la cámara desde que termina la temperatura de bloqueo hasta que empieza el ciclo de fermentación y será de entre 0 y -2° C.

#### Temperatura de fermentación

Temperatura que deberá alcanzar la cámara al finalizar el mantenimiento. Oscilará entre 20 y 28° C. El cambio de temperatura de mantenimiento a fermentación debe ser paulatino para evitar que fermente la parte exterior de la masa. La humedad relativa deberá estar entre 75 y 80%.

#### Dormilón

Sistema que permite aguantar el pan una vez fermentado para ser cocido posteriormente. La temperatura en esta fase estará comprendida entre 10 y 14° C, pudiendo aguantar de 3 a 4 horas e incluso algo más con harina de calidad superior.



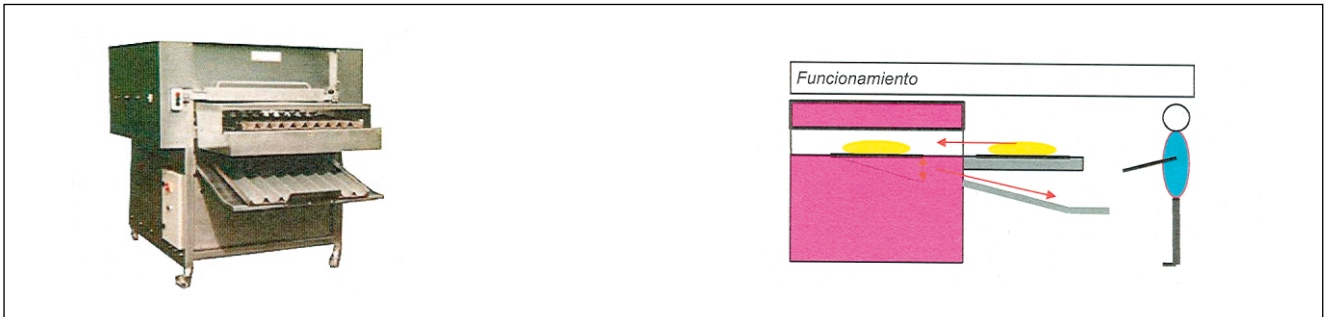
**Figura 19.- Detalle**



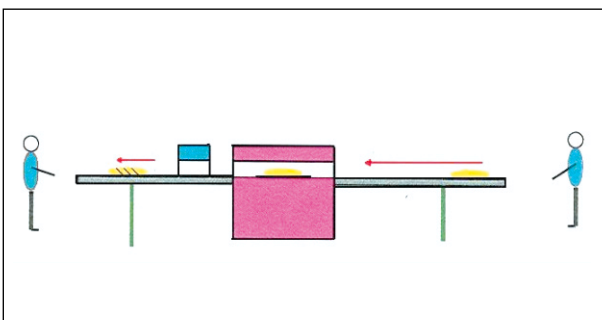
#### 4.5 CORTE DE PIEZAS FERMENTADAS

Esta fase final de la panificación requiere que, antes de introducir las piezas al horno, se les practique cortes rectos u oblicuos, tradicionalmente a mano con la ayuda de un elemento cortante (p.e. hoja de afeitar) ó con cortadoras específicas.

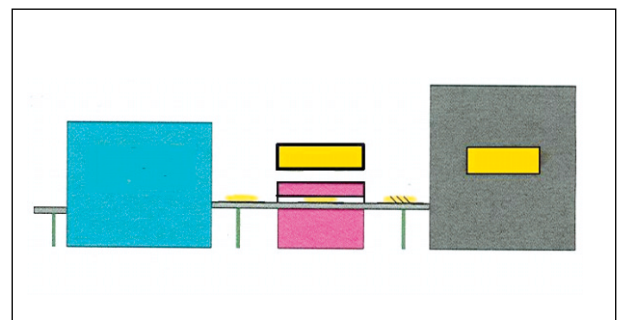
Existen en el mercado cortadoras integradas en líneas automáticas, instaladas en cinta transportadora, robots, etc. que consiguen longitudes, profundidades y ángulos de corte regulables.



**Figura 20.- Cortadora**



**Figura 21. Corte en cinta transportadora**



**Figura 22. Cortadora en línea automática**

#### 4.6 COCCIÓN HORNOS

Las piezas fermentadas y cortadas, dispuestas en latas, chapas ó bandejas, se depositan en los pisos de los carros, que posteriormente se introducen en los hornos para su cocción.

Tipos existentes en el mercado y de mayor utilización:

##### 4.6.1 Horno rotativo de aire

Al ser el tipo de horno que más se utiliza, damos una explicación del funcionamiento del horno rotativo de aire:

Cuece el producto introduciendo un flujo de aire caliente calentado por un generador y puesto en circulación mediante un electro-ventilador. El aire se introduce en la cámara de cocción a través de rendijas equipadas con registros para que la cocción del producto sea uniforme en todo el carro.

El calentamiento se realiza mediante una cámara de combustión a gas o gas oil, o una batería de resistencias blindadas; mientras que la vaporización se consigue con un productor de vapor "tipo cas-



cada" situado en el interior de la cámara y regulado por una electroválvula comandada desde el panel de control.

El movimiento de carro por rotación permite la correcta cocción de todas las bandejas.

#### 4.6.2 Horno de carro estático

Fundamento similar al anterior pero con el carro estático.

#### 4.6.3 Horno de pisos

Se caracterizan por la superficie de cocción, altura útil de cada piso, número de ellos y superficie de boca.

La alimentación puede realizarse con cargador:

- Automático múltiple de 4, 5 y 6 pisos.
- De columna manual, semiautomático ó automático.
- De tijera manual, semiautomático ó automático.
- Manual ó desprendedor.
- Manual mediante paleta.

#### 4.6.4 Horno de solera fija con tubos a vapor

La característica principal de este horno es el sistema de calentamiento que se efectúa a través de una red de tubos en circuito cerrado por los que circula vapor.

Cada cámara de cocción tiene su propio grupo de vapor, calentándose con quemador a gas, gas oil, leña, carbón, etc.

La posibilidad de trabajar en automático permite cargas y descargas programables en profundidad. Los movimientos controlados por motorreductores provistos de variadores de velocidad permiten desplazar y parar el cargador.

#### 4.6.5 Horno túnel

Consta de uno ó varios grupos de calentamiento dependiendo de su longitud, componiéndose cada grupo de un quemador, radiadores y un ventilador de circulación, formando un sistema de calentamiento con tiro constante. Los sistemas de transporte dependen de los productos a fabricar y son los siguientes:

- Cinta metálica sin guías
- Cinta metálica guiada (se utiliza para la cocción de productos en moldes)
- Cinta de solera refractaria

El accionamiento de la velocidad de la cinta se puede regular mediante un variador-reductor controlado por un telemando del cuadro eléctrico.

#### 4.6.6 Otros hornos:

- Con solera refractaria
- Modular de fluido térmico con solera refractaria



**Figura 23.- Rotativo de aire**



- De tubos anulares
- Eléctrico modular, etc.

#### 4.7 OTRAS MÁQUINAS

##### 4.7.1 Laminadora de masa de panadería y repostería

Realiza trabajos similares a la Txapatera (CIA-BATTA) con masas no levadas; por ejemplo, cruasanes, hojaldres, etc.

La máquina de laminar las masas utilizadas en la industria y comercios de alimentación (panaderías, pastelería, bollería, confitería, servicio de restauración, restauración colectiva, etc.) es para reducir el grosor de una masa sólida para pan o pastelería. La operación se realiza por laminado mediante un movimiento de vaivén entre unos cilindros cuya separación se reduce progresivamente, con ajuste manual o automático.



**Figura 24.- Laminadora**

Dicha máquina se compone generalmente de un cuerpo montado sobre una base móvil o fija, o colocado sobre una mesa o un soporte que consta de los siguientes elementos:

- Un motor eléctrico para hacer rodar los cilindros.
- Dos cilindros superpuestos. El cilindro inferior tiene una altura fija, mientras que la del superior se puede graduar para obtener el grosor de masa que se desee. Los cilindros giran en sentidos contrarios.
- Unos dispositivos de raspado para eliminar los residuos de masa de los cilindros.
- Una tabla o una cinta transportadora a cada lado de los cilindros.
- El cuadro de mandos compuesto por: un interruptor de marcha y paro, un dispositivo que permite la inversión del sentido de rotación y un sistema de ajuste de la separación de los cilindros.
- Opcionalmente, accesorios para el enharinado.
- Opcionalmente, dispositivos de corte y laminado de la masa. El dispositivo de corte se utiliza, una vez finalizado el laminado, para cortar la masa en formas determinadas. Este sistema suele estar compuesto por un rodillo provisto de cuchillas circulares para cortar tiras y otro rodillo provisto de moldes para obtener formas especiales como cruasanes, napolitanas, tartaletas, etc.

La capacidad de la máquina viene determinada por la anchura de la tabla de alimentación o de las cintas transportadoras.

Las laminadoras pueden ser de mando manual, cuando los cilindros y las cintas transportadoras son accionados por un motor eléctrico y el ajuste de la separación de los cilindros se efectúa manualmente mediante maneta o automático en las que el ajuste de la separación de los cilindros se efectúa con un motor eléctrico, controlado mediante un microprocesador.

##### 4.7.2 Refinadora

En esta máquina se realiza el sobado de la masa para conseguir las características plásticas requeridas. El tiempo de este trabajo mecánico entre cilindros oscila entre 3 y 5 minutos, dependiendo de la



fuerza y tenacidad de la harina. El refinado produce un aumento de la extensibilidad a medida que la masa va adquiriendo un color blanco. Las piezas se cortan rápidamente a mano o en divisora de cuchillas, ya que no es posible utilizar la pesadora divisora por ser la masa demasiado dura. El reposo de la masa debe ser mínimo, ya que la pieza debe formarse lo más rápido posible para evitar que se gasifique.

#### 4.7.3 Batidoras-mezcladoras

Utilizadas para amasado de pan, pastelería, mezclado de cremas, etc. Suelen equiparse con variador de velocidad y sistemas motorizados de elevación y descenso del perol.

#### 4.7.4 Auxiliares:

- Molino para rallar pan
- Heñidora cónica
- Cortadora de pan ó rebanadora
- Cargadores de hornos, etc.



## 5. DESCRIPCION DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

Las instalaciones objeto del presente estudio comprenden naves de reciente construcción con procesos automatizados, pabellones industriales antiguos, locales urbanos a nivel de entresuelo ó en planta baja subterráneas, con lo cual las disposiciones de las máquinas, superficies y volúmenes de los locales eran muy dispares.

Dentro de los organigramas de las plantillas en las empresas de esta actividad existen puestos "estables" para las líneas con procesos automatizados, mientras que en los no automatizados (de pequeña producción) ó artesanales-tradicionales los trabajadores ocupan puestos multidisciplinarios ó polivalentes, debido a que la actividad, aunque se encuentra en proceso de modificación, se desarrolla en horario nocturno, festivos, fines de semana, etc, y los descansos se producen en los distintos días de la misma, lo que implica la rotación en los diferentes puestos de trabajo.

Asimismo y por el propio proceso productivo, en estos últimos casos, diariamente los trabajadores, finalizada la producción ó su actividad en su puesto, apoyan a demanda a aquellos que lo requieran.

En la industria de bollería y pastelería el problema higiénico por polvo de harina puede, en líneas generales, ser de distinto "rango", debido a que el número de masas y los kilogramos de harina por amasada son ostensiblemente inferiores a la industria del pan.

### 5.1 AMASADOR

Realiza la carga de harina en artesa-cuba, por medio de sacos o con tolva, y del resto de productos prepesados en balanza (p.e. sal, levadura, mix, etc.) y agua, añadiendo masa madre en algunos casos.

Terminado el ciclo, y antes de la extracción de la masa, existe la costumbre de espolvorearla mediante proyección, tanto para facilitar la manipulación durante el corte con cortapastas ó cuchillo del pastón, o su traslado a la tolva de la divisora ó a la mesa de boleado manual, como para mejorar la carga de la tolva, caso de realizarse mediante volcado de la artesa.

Controla el pesaje de las primeras piezas obtenidas de la divisora y una vez conseguido el peso deseado, carga la tolva de la divisora hasta la terminación de la masa.

### 5.2 ENTABLADOR

Dividida la masa, prefermentada y formada, coloca las piezas obtenidas en chapas, tablas, etc., para, una vez completadas, depositarlas en baldas de carros metálicos, armarios, etc.

Esta operación, denominada entablado, se realiza de forma manual, semi ó automáticamente.

### 5.3 HORNERO

Realiza el corte del producto manualmente mediante cuchillas o de forma automática con máquina o robot. Carga los carros en los hornos giratorios, estáticos, etc. o bien las piezas de pan en hornos modulares, de pisos, etc. con ayuda de cargadores o paleta y ajusta las temperaturas y los tiempos de cocción. Terminada la cocción, extrae los carros o las piezas que se traslada a expediciones para su reparto.

### 5.4 BOLEADOR-FORMADO MANUAL

Muchas piezas requieren un sistema no tan automatizado del proceso de divisado-boleado por lo que una vez extraída la masa, se coloca sobre mesas de inoxidable ó madera, troceándose mediante cortapastas ó cuchillo, para ser pesada y boleada manualmente.



En masas con alto contenido en agua se espolvorea la mesa con harina para evitar que la masa se pegue a la misma. Completada la bola, se deja fermentar bien sobre las mismas mesas, bien en tablas de madera ó en armarios prefermentadores. Posteriormente se sigue el proceso de formado, etc.

### 5.5 LAMINADOR

Opera la máquina laminadora de forma manual mediante maneta, o mecanizada mediante micro-procesador.

Este operario está muy expuesto al polvo de harina, ya que en las operaciones de "dar vueltas" y laminar, se proyecta manualmente harina sobre la masa, cilindros ó cinta, independientemente de que la máquina disponga o no de enharinador automático.

Finalizada la laminación con el espesor adecuado, el producto se puede envolver mediante palo ó rodillo de amasar ó con enrollador automático.

### 5.6 REFINADOR DE CILINDROS VERTICALES Y HORIZONTALES (SOBADORAS)

El operador proyecta harina sobre la masa a refinar.



**Figura 25.- Refinadora vertical**



**Figura 26.- Refinadora horizontal**





## 6. FOCOS EMISORES DE POLVO DE HARINA EN MAQUINAS Y OPERACIONES

En este apartado se enumeran para cada máquina aquellas operaciones que, por sus características, son susceptibles de generar concentraciones de polvo de harina elevadas

### 6.1 AMASADORA

- Carga de cuba o artesa de amasadoras mediante sacos (manual) ó silo (automático).
- Operación de amasado propiamente dicho.
- Proyección manual de harina ó espolvoreado sobre masa, en su fase ó tramo final, para facilitar la extracción del pastón.

### 6.2 BATIDORA

- Carga de artesa móvil mediante silo.
- Operación de amasado, aunque el proceso es generalmente hermético.
- Adición manual o automática de harina, con el fin de facilitar la extracción de la masa.
- Volteado-volcado de la artesa con la masa sobre la tolva de la divisora.
- Operación de extracción manual de la masa sobre mesas de madera o inoxidable, o bien a tolva de la divisora.

### 6.3 DIVISADO DE MASAS FERMENTADAS

- Proyección de harina sobre mesas de madera o inoxidable, a fin de evitar adherencias y facilitar el boleado-formado.
- Proyección de harina sobre recipiente o cazuela y posterior espolvoreado por la zona superior del pastón a fin de evitar adherencias con llanas y facilitar el desmoldeo de las piezas divisadas.

### 6.4 FORMADORA

- Proyección de harina sobre cintas y cilindros. La harina, proyectada manualmente ó depositada de forma automática mediante enharinadores, impregnan tanto el pastón como las cintas, con lo cual éstas, tanto en sus transferencias como en su retorno, hacen que caiga por gravedad al suelo su parte grosera, mientras que las partículas de pequeño diámetro aerodinámico pueden quedar en suspensión.

### 6.5 LAMINADORA

- Proyección manual de harina sobre el pastón y a ambos lados de la cinta, independientemente de que la máquina disponga o no de enharinador automático.
- Proyección manual de harina sobre cintas y cilindros.
- Carga manual de los enharinadores.



#### 6.6 TXAPATERA O DIVISORA DE MASAS FERMENTADAS (CIABATTA)

- Volcado de las cubetas alimentarias, conteniendo la masa fermentada, previamente enharinadas por proyección o deposición, sobre cinta de cabeza de máquina.
- Proyección de harina sobre la masa estirada.

Ambas operaciones son de gran emisión de polvo, estando el trabajador próximo al foco emisor.

#### 6.7 LIMPIEZA DEL OBRADOR, MAQUINARIA, ETC.

- Utilización de escoba, mopa y aire comprimido; éste último para máquinas y zonas de difícil acceso, así como limpieza personal.

#### 6.8 REFINADORA-SOBADORA HORIZONTAL Ó VERTICAL

- Proyección manual de harina sobre los cilindros, la cinta, la masa de refines, etc.



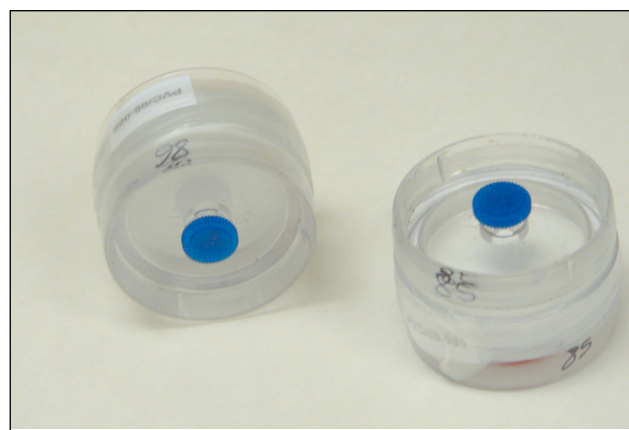
## 7. TOMA DE MUESTRAS

La determinación de la exposición a polvo de harina, presente en los puestos de trabajo y que ejerce su acción toxicológica sobre la salud del trabajador, debe llevarse a cabo de tal modo que los resultados sean representativos de la exposición del trabajador durante las operaciones que realiza a lo largo de su jornada y en las condiciones habituales de trabajo.

El procedimiento de evaluación, y concretamente la estrategia de muestreo (el número, duración y oportunidad de las mediciones), se ha establecido siguiendo la normativa específica, Norma UNE-EN 689, "Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición".

Los métodos de medición que se utilicen para la evaluación de riesgos derivados de la exposición por inhalación de un agente químico deben cumplir la normativa específica que sea de aplicación y que incluye la relativa a los requisitos exigibles a los instrumentos de medida. En concreto, debemos tener en cuenta las normas UNE-EN 481, "Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles"; UNE-EN 482, "Atmósferas en el lugar de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medición de agentes químicos" y UNE-EN 13205, "Atmósferas en el lugar de trabajo. Evaluación del funcionamiento de los instrumentos para la medición de concentraciones de aerosoles".

El muestreador de fracción inhalable que se ha venido utilizando en España es la casete de poliestireno de 37 mm cerrada. Esta casete es de plástico no conductor con un orificio de 4 mm en su cubierta y que contiene un filtro en su interior en el que se recogen las partículas. La determinación analítica considera únicamente las partículas depositadas en el filtro de 37 mm.



**Figura 27.- Casete de 37 mm**

Sin embargo, el estudio realizado sobre el comportamiento de los muestreadores personales de la fracción inhalable utilizados en la Unión Europea ha constatado que la casete de 37 mm no cumple con las especificaciones de las normas UNE en 481 y UNE en 13205 y en consecuencia dicho muestreador no está incluido en la lista de muestreadores que proporciona la guía CEN/TR 15230: "Workplace atmospheres - Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions".

En la planificación de este estudio sobre la determinación de la exposición a polvo de harina se consideró necesario utilizar un muestreador que hubiese demostrado el cumplimiento de los requisitos recogidos en la normas UNE-EN 482 y UNE-EN 13205.

De entre los muestreadores incluidos en la lista proporcionada por CEN/TR 15230 se optó por utilizar el muestreador IOM, desarrollado por el Instituto de Medicina Laboral de Edimburgo y que ha demostrado dar buenos resultados con las especificaciones de la UNE-EN 481 para la fracción inhalable en una gran variedad de condiciones ambientales. El muestreador puede ser de plástico o de acero inoxidable, incorporando un portafiltro interno de plástico o acero inoxidable, en cuyo interior se



**Figura 28.- Muestreador IOM de plástico**



coloca el filtro. El aerosol se aspira a través de un orificio de 15 mm que está orientado en dirección perpendicular con respecto al cuerpo del trabajador. El caudal de muestreo es de 2 l/min. La mayoría de las partículas que llegan al portafiltro se recogen en un filtro de 25 mm y la determinación analítica considera tanto las partículas depositadas en el filtro como las partículas que se depositan en las paredes internas del portafiltro.

Con objeto de realizar una comparación de los resultados obtenidos con los sistemas de captación utilizados hasta el momento, es decir, el casete de 37 mm, y con el sistema IOM, se realizaron, en determinados casos, mediciones paralelas con ambos sistemas.

Las muestras se recogen haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un filtro situado en el muestreador. La cantidad de materia particulada recogida se determina mediante la diferencia de peso antes y después del muestreo.

Para la toma de muestras se utilizaron diferentes bombas de muestreo portátiles capaces de mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo. Todas las bombas de muestreo utilizadas (GilAir 5, Buck-Genie VSS-5 y Airchek 2000) cumplen los requisitos recogidos en la norma UNE-EN1232: "Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para el muestreo personal de los agentes químicos. Requisitos y métodos de ensayo". La bomba de muestreo y el muestreador se conectaron mediante un tubo flexible de plástico de longitud y diámetro adecuados, evitando las estrangulaciones y fugas en las conexiones.

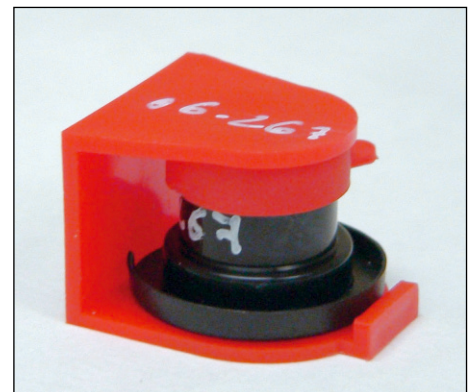
Los filtros que se utilizaron en los muestreos con IOM fueron de microfibra de vidrio, libre de ligantes, tipo GF/A con un diámetro de 25 mm y una retención efectiva de 1,6  $\mu\text{m}$ .

Para los muestreos con la casete de 37 mm se utilizaron filtros de membrana de cloruro de polivinilo (PVC) de 37 mm de diámetro y 5,0  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro. En este caso es necesario, además, un soporte de celulosa de 37 mm de diámetro, que garantice la distribución uniforme de paso de aire durante la toma de muestras.

Las bombas de muestreo se calibraron, con un sistema representativo de la toma de muestra real, a un caudal de 2,0 l/min, utilizando un dispositivo para la medición precisa del caudal (Gilibrator-2®, Multicon y DryCal® DC-Lite). Se midieron los caudales antes y después de la toma de muestras, manteniéndose constante en el intervalo de  $\pm 5\%$  en todos los casos, tal y como especifica la norma UNE-EN1232.

Para realizar la toma de muestras se coloca el muestreador en la zona de respiración del trabajador, normalmente sujeto a la solapa. La zona de respiración se define como: El espacio alrededor de la cara del trabajador del que éste toma el aire que respira. Con fines técnicos, una definición más precisa es la siguiente: semiesfera de 0,3 m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base está constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe, tal y como se recoge en la norma UNE-EN 1540 "Atmósferas en el lugar de trabajo. Terminología".

Finalizado el muestreo, en los muestreadores IOM se retiraron los portafiltros de cada muestreador, se colocaron los tapones de goma y se dispusieron en el clip de transporte suministrado por el fabricante. Las casetes de 37 mm, una vez finalizado el muestreo, se cerraron sus orificios con los tapones correspondientes. Las muestras, junto con los blancos, se colocaron en unas cajas de transporte adecuadas, que evitaban cualquier tipo de daño o pérdida de contenido, y se enviaron al laboratorio para su análisis.



**Figura 29.- Clip de transporte del portafiltros del IOM**



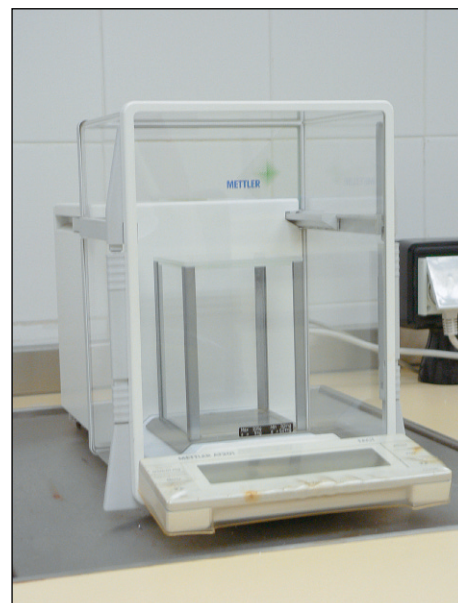
## 8. MÉTODOS DE ENSAYO

La determinación de materia particulada en aire se ha llevado a cabo siguiendo el método HSE-MDHS 14/3: "General methods for sampling and gravimetric análisis of respirable and inhalable dust", para el caso de toma de muestras con IOM y la norma UNE-EN 81599: "Atmósferas en el lugar de trabajo. Determinación de materia particulada (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método gravimétrico", en el caso de toma de muestras con la casete de 37 mm.

Para los análisis se utilizó una balanza AT-201 de la marca Mettler, con una sensibilidad de 10 µg, calibrada por un laboratorio acreditado.

El procedimiento de análisis es similar en ambos métodos, salvo que con el IOM la determinación analítica considera tanto las partículas depositadas en el filtro como las partículas que se depositan en las paredes internas del portafiltro, mientras que, en el muestreo con casete de 37 mm, la determinación analítica considera únicamente las partículas depositadas en el filtro. A continuación se describe el procedimiento seguido en el caso de muestreo con IOM:

- Previamente a la toma de muestras se coloca un filtro dentro de cada casete o portafiltros utilizando para ello unas pinzas adecuadas
- Se equilibra el conjunto de casete/filtro en una cámara de humedad controlada durante un mínimo de 24 horas.
- Se pesa el conjunto casete/filtro en una balanza con una sensibilidad mínima de 10 µg, permitiendo que se establezca la lectura unos 3 minutos.
- Se anota el peso obtenido (P1) y se relaciona con el casete/filtro mediante una referencia.
- Se coloca el conjunto casete/filtro dentro del cuerpo del muestreador y se procede a realizar la toma de muestra, tal y como se indica en el apartado anterior.
- Posteriormente a la toma de muestras, se equilibra el conjunto de casete/filtro en la cámara de humedad controlada durante un mínimo de 24 horas.
- Se pesa el conjunto casete/filtro en la misma balanza utilizada anteriormente, permitiendo que se establezca la lectura unos 3 minutos.
- Se anota el peso obtenido (P2).
- El peso de polvo o materia particulada retenido en el casete/filtro se obtiene por diferencia entre las dos pesadas P2 y P1.



**Figura 30.- Balanza METLER AT-201**



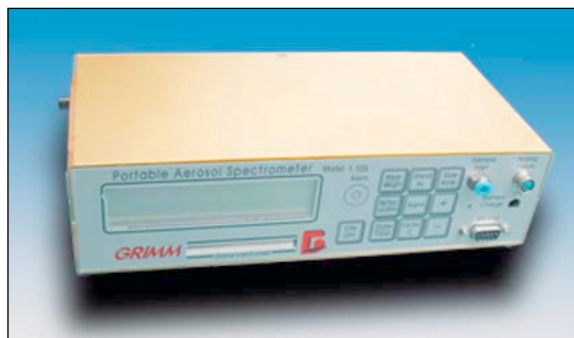


## 9. DISTRIBUCIÓN POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS

Se ha estudiado, asimismo, la distribución por tamaño de partícula de los aerosoles generados en diferentes procesos en los que existe exposición a polvo de harina.

Se ha utilizado un monitor láser de aerosoles GRIMM 1108 que permite una clasificación de las partículas en función de su tamaño, la determinación del número de partículas por rango de tamaños, así como, la concentración de partículas por rango de tamaño. El aire se aspira a un caudal de 1,2 l/min y las partículas recogidas se clasifican en cada uno de los 15 canales diferentes de que dispone abarcando un intervalo entre 0,30 y >20  $\mu\text{m}$ .

Este monitor permite la medición simultánea, en tiempo real, de las fracciones inhalable, torácica y respirable, tal y como se definen en la norma UNE-EN 481.



**Figura 31.- Espectrómetro Grimm 1108**

PUNTO	LÍNEA	CONCENTRACIÓN ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )		
		Inhalable	Torácica	Alveolar
1	A	4,70	2,20	0,55
2		9,46	2,92	0,54
3		10,72	3,02	0,55
4	B	6,95	3,71	0,62
5		2,25	1,52	0,36
6	C	2,12	1,52	0,37
7		5,52	2,81	0,44
8	D	0,45	0,34	0,06
9		17,72	6,90	0,46
10		1,41	0,95	0,11
11		0,08	0,06	0,03

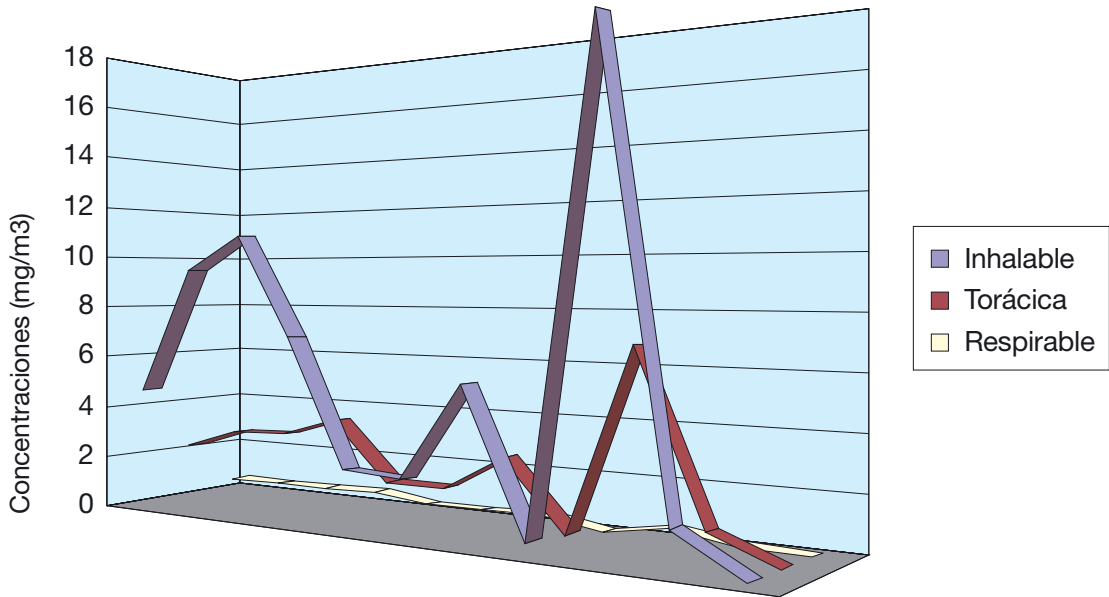


Gráfico 3.- Resultados de la tabla en forma gráfica

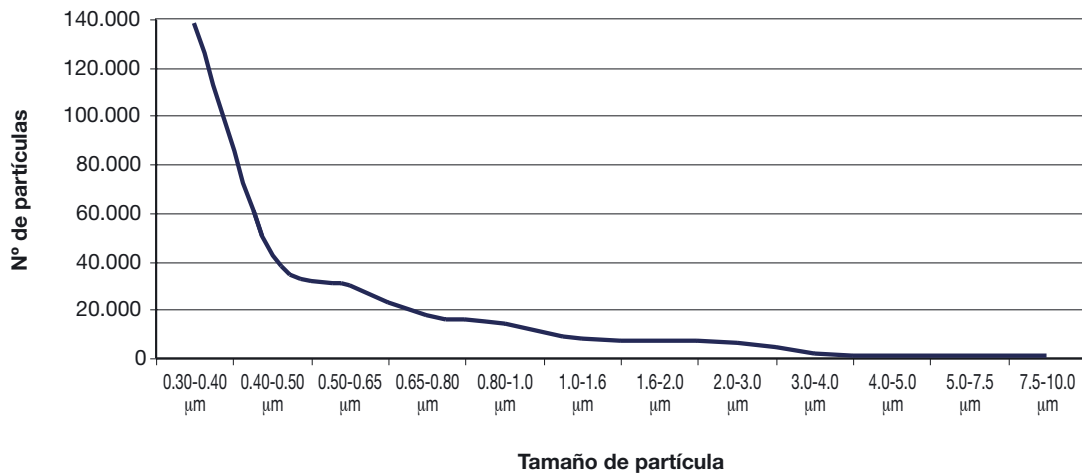


Gráfico 4.- Análisis granulométrico de la harina





## 10. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

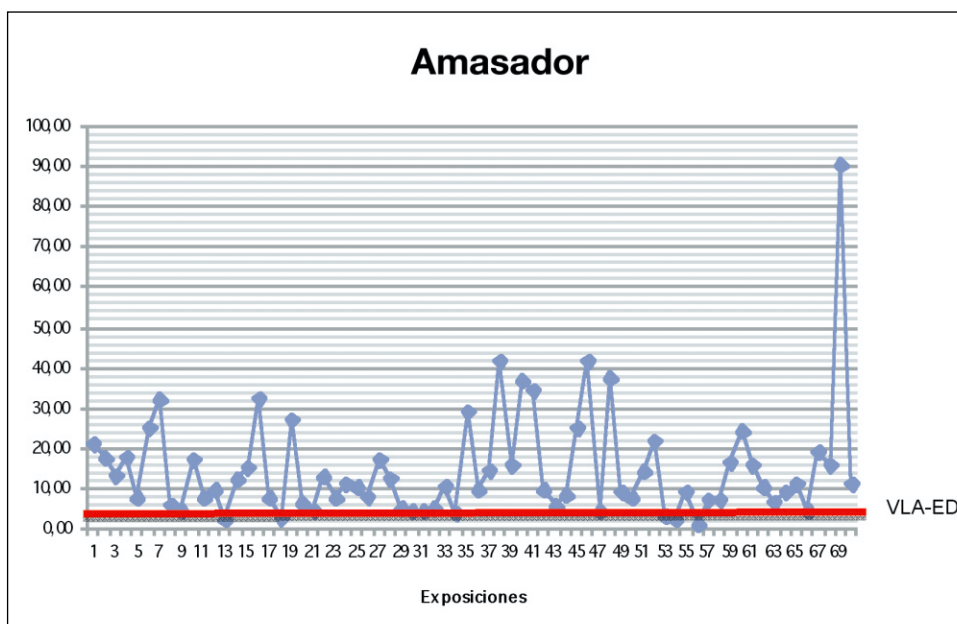
Para evaluar la exposición a polvo de harina se utilizó como valor de referencia el valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED) fijado en el documento "Límites de exposición profesional para agentes químicos 2007", aprobado por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo y aceptado por el REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. El VLA-ED del polvo de harina es  $4\text{mg}/\text{m}^3$  para la fracción inhalable. Como el polvo de harina no tiene fijado valor límite ambiental para la exposición de corta duración, se aplicó como valor de exposición no superable en ningún momento,  $20\text{mg}/\text{m}^3$ , siguiendo la recomendación del documento de fijar dicho valor en 5 veces el VLA-ED.

Como criterio de evaluación se ha seguido la Norma UNE-EN 689: *Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación a agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.*

### 10.1 RESULTADOS

Los resultados se han agrupado por puestos, valorando que el operario dedicara la mayor parte de la jornada a trabajos propios del mismo, aunque, como ya se ha dicho anteriormente, en esta industria es prácticamente imposible encontrar un trabajador que desarrolle única y exclusivamente las tareas propias de su puesto. También se han evaluado tareas para comprobar las concentraciones de polvo de harina existentes y facilitar la adopción de medidas correctoras con el fin de disminuir la exposición diaria y reducir el riesgo.

En el gráfico 5 se muestran las concentraciones obtenidas en el puesto de amasador. Se observa que existe una importante dispersión de los valores ( $\text{DEG}=2,25$ ) y la mayor parte de las exposiciones superan el valor VLA-ED ( $\text{MG}= 10,80\text{mg}/\text{m}^3$ ). Asimismo, un número importante de exposiciones superan el valor  $5\times\text{VLA-ED}$ .



**Gráfico 5**



En el gráfico 6 se han reflejado las exposiciones diarias del puesto de hornero. Aunque existen exposiciones por encima del valor de referencia, la mayoría se encuentran por debajo ( $MG=2,13 \text{ mg/m}^3$ ), aunque la dispersión de las concentraciones es elevada ( $DEG=2,16$ ). Se puede considerar que el hornero, cuando realiza únicamente tareas específicas de su puesto, presenta una exposición aceptable.

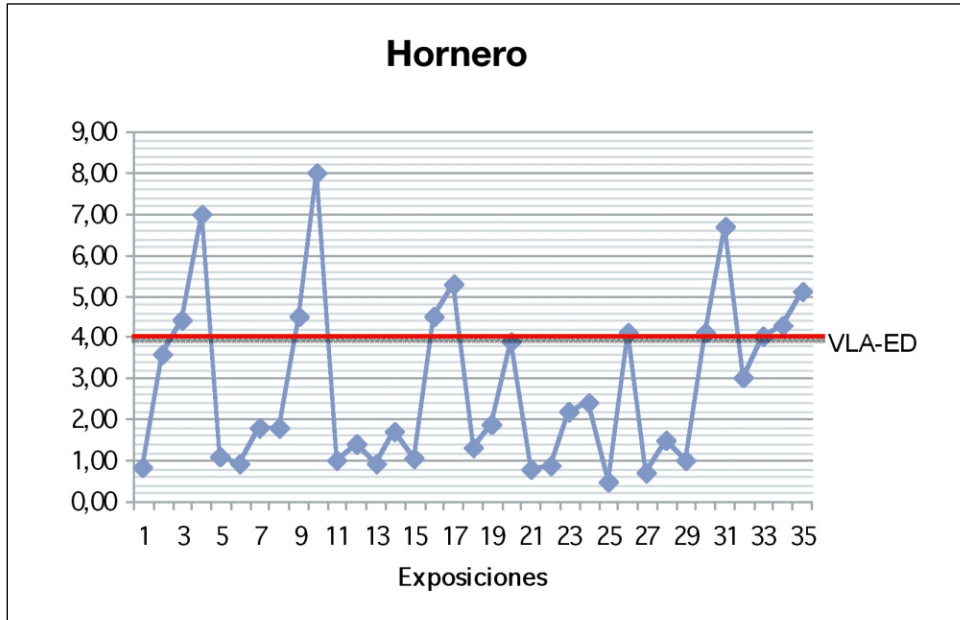


Gráfico 6

En el gráfico 7 se observan las concentraciones obtenidas en el puesto de entablador, que muestran una dispersión elevada igual que los puestos anteriores ( $DEG= 1,93$ ) y con valores, en general, cercanos al valor de referencia ( $MG= 4,47 \text{ mg/m}^3$ )

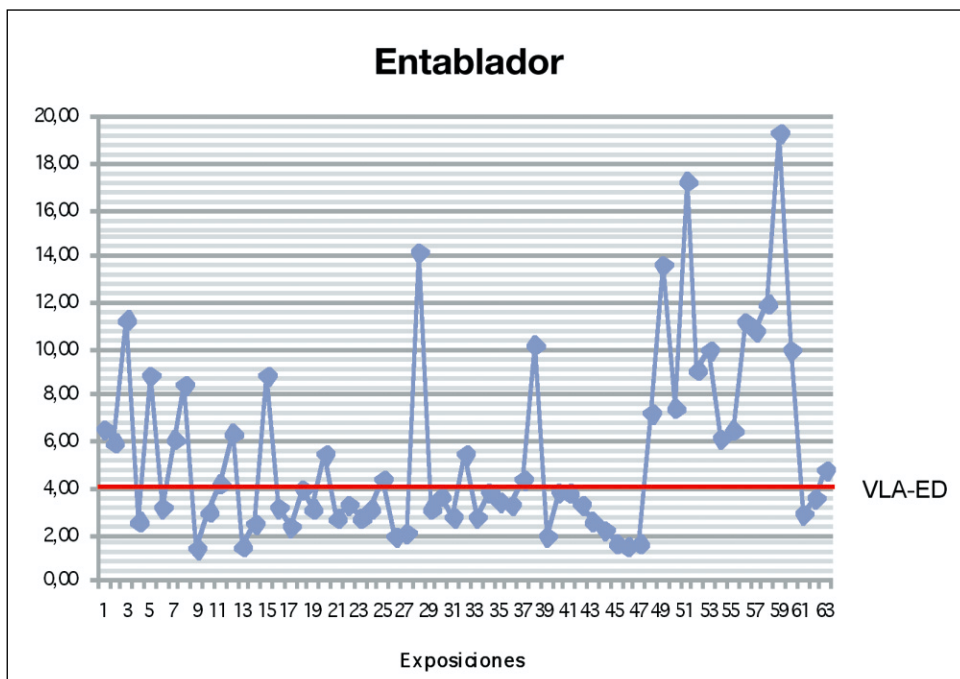


Gráfico 7

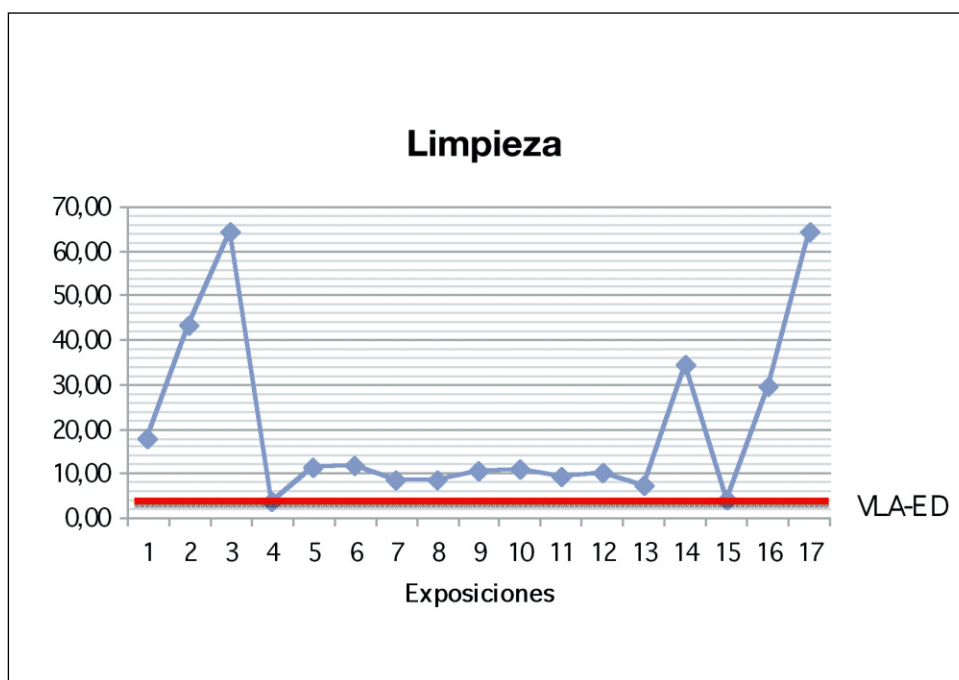


La observación del gráfico 8 nos indica, sin duda, que las exposiciones de los trabajadores que realizan todas las tareas del proceso de fabricación de pan están por encima del valor de referencia (MG= 11,55 mg/m<sup>3</sup>)



**Gráfico 8**

Como en el caso anterior, el gráfico 9, correspondiente a las concentraciones encontradas en las operaciones de limpieza, muestra que superan el valor de referencia, siendo su MG de 14,10 mg/m<sup>3</sup>.



**Gráfico 9**



Asimismo las tareas de boleado y laminado, gráficos 10 y 11 respectivamente, presentan concentraciones que superan el VLA-ED para polvo de harina con medias geométricas de 5,68 mg/m<sup>3</sup> y 6,81 mg/m<sup>3</sup> respectivamente.

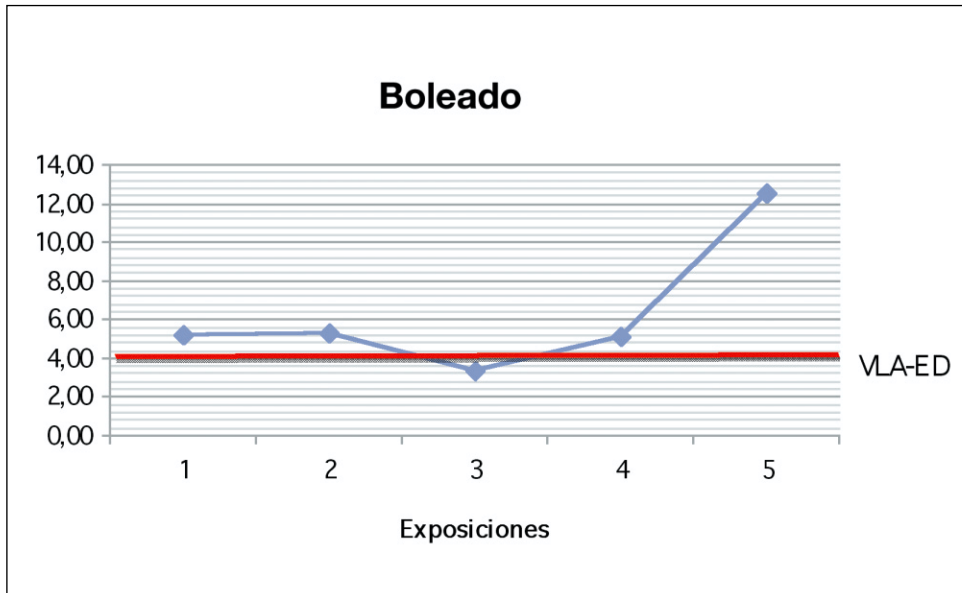


Gráfico 10

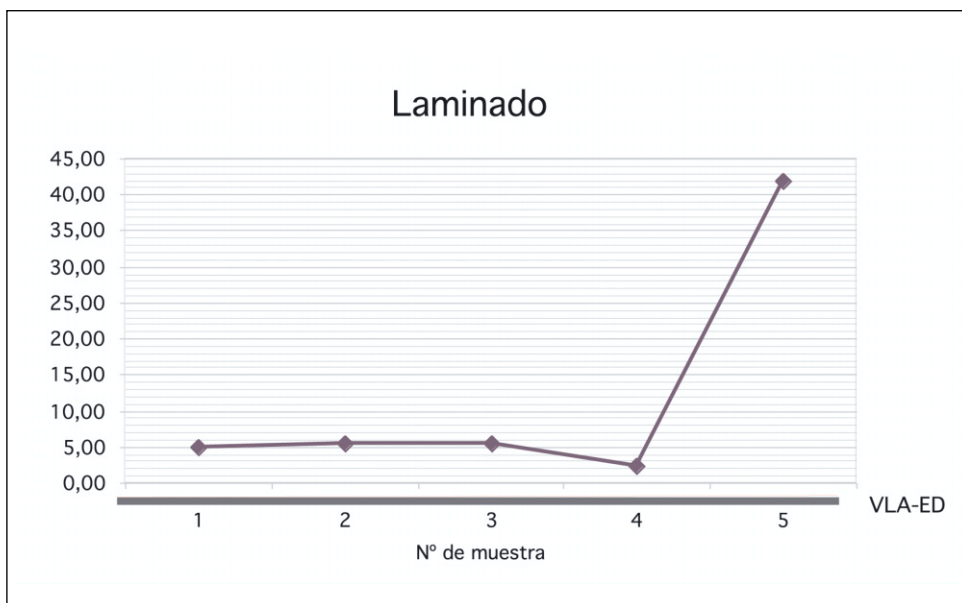
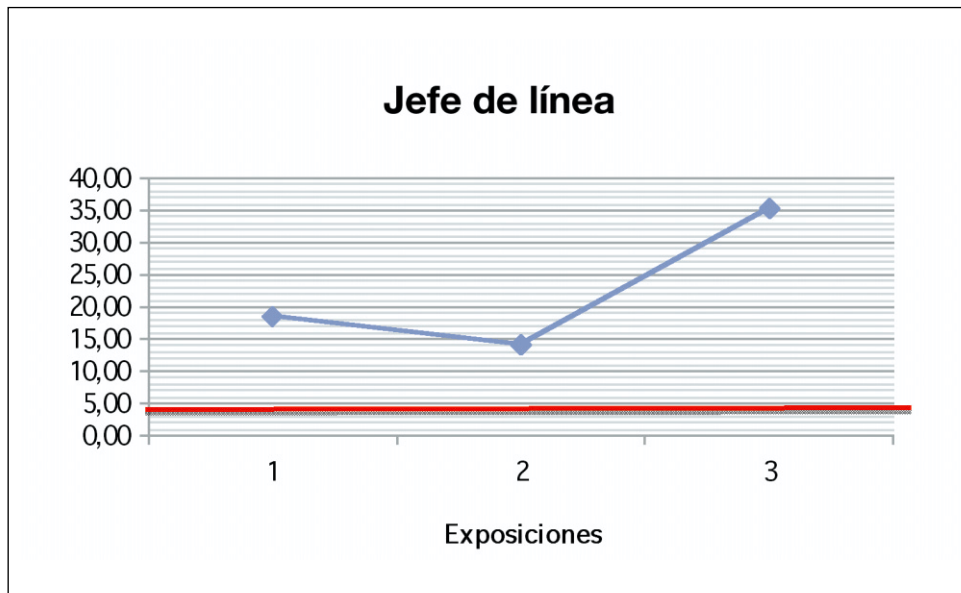


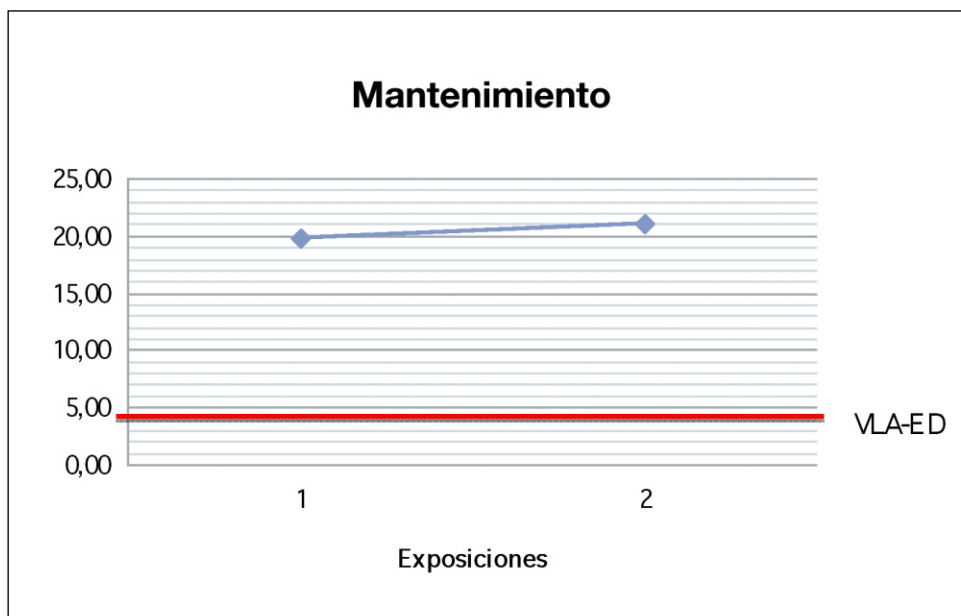
Gráfico 11



Por otra parte, las exposiciones diarias en los puestos de Jefe de línea y mantenimiento (gráficos 12 y 13 respectivamente) sobrepasan ampliamente la exposición permitida.



**Gráfico 12**



**Gráfico 13**



Sin embargo, las encontradas en los puestos de amasador y laminador-entablador de repostería (gráfico 14 y gráfico 15) se hayan en niveles próximos al valor de referencia, salvo en algunos casos aislados en que se supera de forma importante.

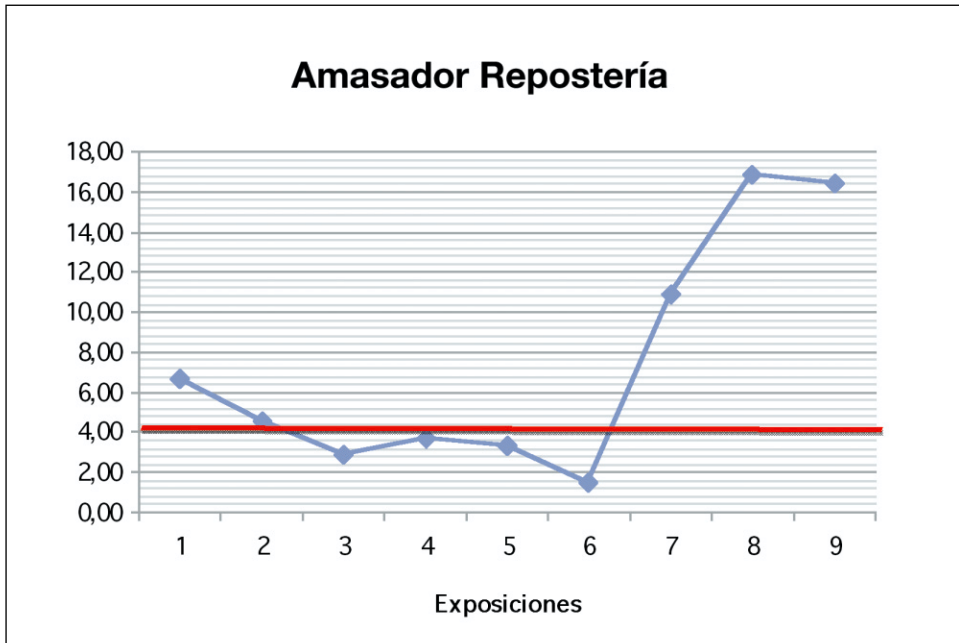


Gráfico 14

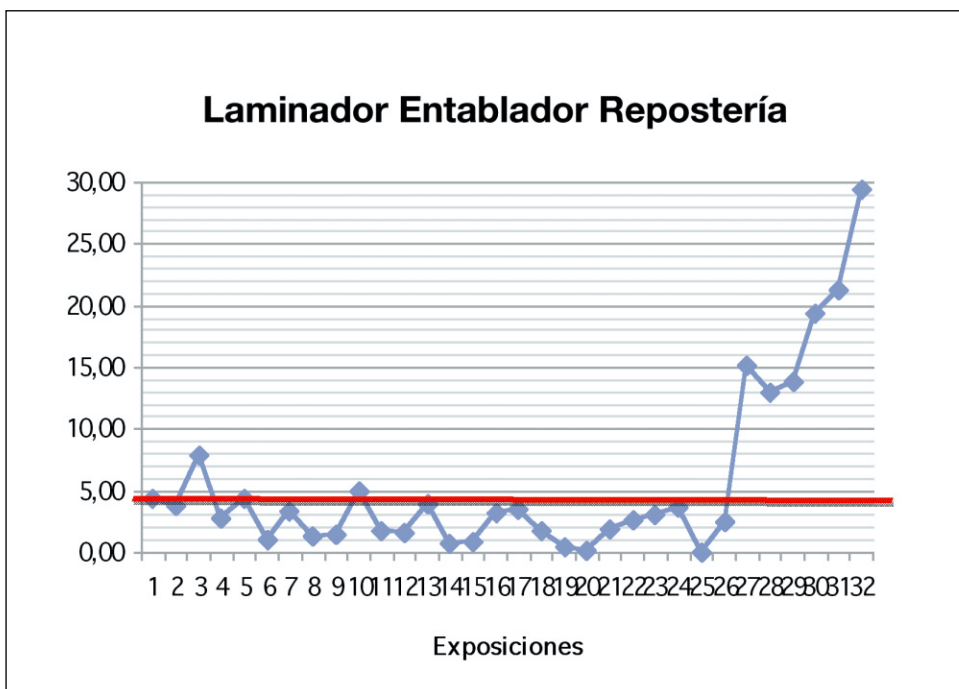
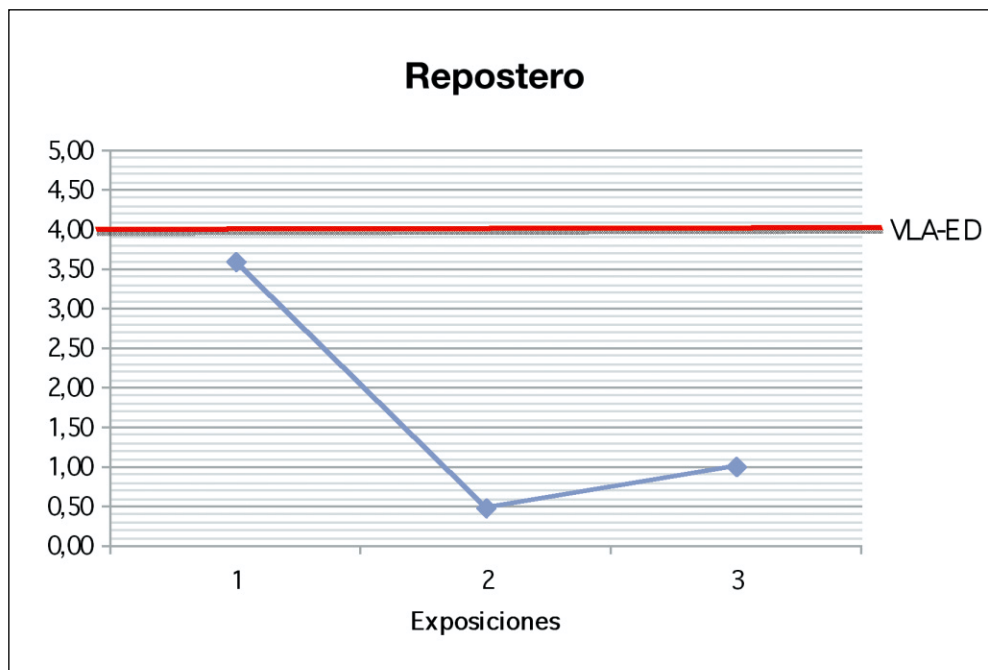


Gráfico 15

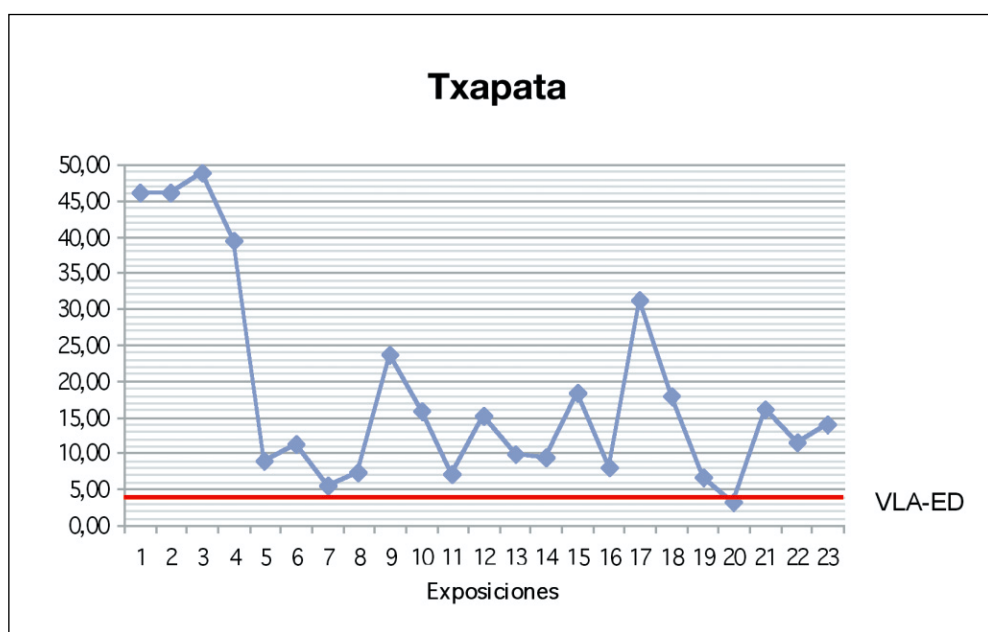


Sin embargo, en el puesto de repostero las exposiciones no superan la exposición de referencia. (Gráfico 16)



**Gráfico 16**

Finalmente hemos de destacar que, durante las tomas de muestra se observó que el tipo de fabricación conocido como "Txapata" exige un mayor espolvoreado con harina que los demás, razón por la que se realizaron tomas de muestra específicas encontrándose concentraciones elevadas por encima del valor de referencia (MG= 14,14 mg/m<sup>3</sup>) (Gráfico 17)



**Gráfico 17**







## 11. CONCLUSIONES

### 11.1 AMASADOR

En este puesto, las exposiciones superan el VLA-ED, Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria, establecido para el polvo de harina, en la mayoría de las Empresas muestreadas.

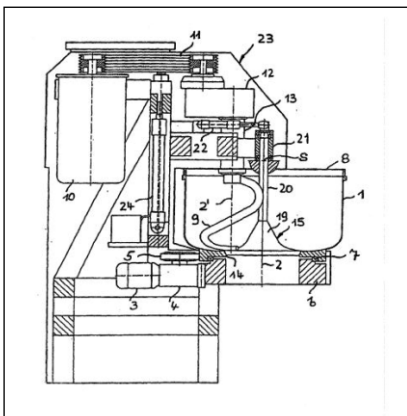
Un número importante de exposiciones superan el valor 5 veces el VLA-ED, valor no superable en ningún momento.

Existen salvedades a estas conclusiones en los siguientes casos:

- Empresa de panadería, con pequeño número de amasadas al día, 3 ó 4 de 70 Kg de harina cada una, donde el mencionado trabajador, además de la función principal, desarrollaba labores como Hornero y Entablador.
- Empresas (2) de pastelería-bollería, en las que el número de masas a realizar, además de reducido, son de cantidades de harina del orden de 20 a 40 Kg por amasada.
- Empresa de gran consumo de harina, en la cual las cargas de silos a artesas, en sus dos líneas, disponen de un sistema de carenado o cierre hermético, cuyo modelo se puede ver en la figura 32 y el sistema de amasado es estanco, tal como se observa en la figura 33.



**Figura 32.- Artesa carenada (posición cerrada y posición abierta)**



**Figura 33.- Amasadora con cierre basculante estanco**



- Empresa de panadería, dotada con sistema de aspiración forzada, similar al que se indica, con la boca de aspiración dispuesta en la zona opuesta al trabajador y lo más próxima a la cuba.

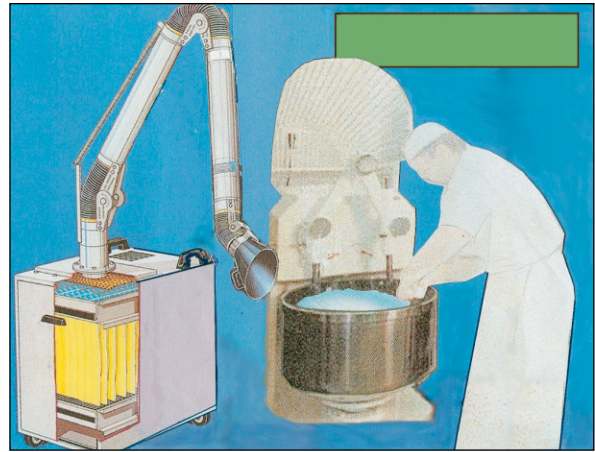
### 11.2 ENTABLADOR

Las exposiciones de polvo de harina en este puesto muestran una gran dispersión en las 63 muestras realizadas con la mitad de los puestos superando el VLA-ED.

Esta diferencia es debida a que, como en los restantes casos, el entablador realiza otras tareas en el obrador, además de la principal.

### 11.3 HORNERO

Las exposiciones al polvo de harina en este puesto, en líneas generales, no superan el VLA-ED establecido cuando realizan únicamente la tarea específica. No obstante once exposiciones, de 35 trabajadores muestreados, son superiores a dicho valor, porque los horneros de las mismas desarrollaban labores de apoyo en boleado manual, divisado, txapatera, entablado, etc. Como ya se ha indicado anteriormente en estas operaciones es habitual el floreado –espolvoreado- o proyección de harina, bien sobre masas o en lonas, chapas, cilindros, mesas, etc.



**Figura 34.- Aspiración localizada con brazo y sistema filtrante**

### 11.4 BOLEADOR

Las exposiciones de polvo de harina, superan el VLA-ED en cuatro de los cinco puestos muestreados.

### 11.5 LAMINADOR

Las exposiciones de polvo de harina, superan el VLA-ED en cuatro de los cinco puestos muestreados.

### 11.6 LIMPIEZA

Las concentraciones de polvo de harina encontradas en dichas operaciones, superan el VLA-ED. Además, 5 del total de 17 exposiciones, superan el valor de cinco veces el VLA-ED, límite no superable en ningún momento.

### 11.7 JEFE DE LÍNEA-MANTENIMIENTO

Puestos desarrollados en empresa de gran consumo de harina con varias líneas de producción, donde las exposiciones a polvo de harina de los Jefes de Línea (3) y mantenimiento (2) superan el valor VLA-ED.

### 11.8 TODAS LAS TAREAS

Puestos con trabajos no cíclicos ni programados que completan el ciclo de fabricación de pan. La exposición al polvo de harina es superior al VLA-ED en 15 de las 16 exposiciones, superando tres de ellas, el valor cinco veces el VLA-ED.



#### 11.9 TXAPATERA (CIABATTA)

Las concentraciones de polvo de harina detectadas, específicamente en esta operación, superan el valor VLA-ED en la mayoría (22) de las exposiciones (23).

Asimismo en 5 de dichas exposiciones se supera el valor de cinco veces el VLA-ED, concentración no superable en ningún momento.

#### 11.10 REPOSTERO

En los tres puestos muestreados las exposiciones al polvo de harina son inferiores al valor VLA-ED.

#### 11.11 REPOSTERO-AMASADOR

Las exposiciones al polvo de harina superan el valor VLA-ED en 5 de los puestos muestreados y son inferiores en 4.

#### 11.12 LAMINADOR-ENTABLADOR-REPOSTERO

Las exposiciones al polvo de harina superan el VLA-ED en 14 de los puestos muestreados, siendo inferiores al citado valor en 18.





## 12. MEDIDAS PREVENTIVAS

### 12.1 AMASADORA

#### 12.1.1 Carga con saco

Cuando la carga a la artesa es manual y mediante saco, se utilizan algunos métodos para vaciar el saco:

Método 1:

- A.1 Abrir el cosido ó cortar en lo alto del saco.
- A.2 Colocar el saco en la base de la cuba.
- A.3 Cortar el fondo del saco.
- A.4 Vaciar el saco levantándolo suavemente.

Método 2:

- B.1 Colocar en la cuba el agua necesaria en el formulado.
- B.2 Abrir el cosido ó cortar en lo alto del saco.
- B.3 Levantar y bascular el saco con la abertura hacia la cuba.
- B.4 Vaciar el saco levantándolo suavemente.

Se pueden evitar o disminuir las emisiones de polvo de harina aplicando prácticas de trabajo convenientes, como por ejemplo:

- Cortar con precaución el saco con útiles apropiados.
- Reducir a pequeñas alturas las caídas del volcado de harina.
- Eliminar los sacos vacíos plegando ó enrollando sin sacudirlos.

#### 12.1.2 Carga con silo

- Disponer en la salida del conducto de la boca del silo una manga flexible de fieltro de longitud tal que, sin interferir en el proceso o provocar contacto con el agua, ingredientes, etc., descienda lo máximo posible al fondo de la artesa o cuba.
- Reducir la emisión de harina durante la carga de la cuba a la artesa, disponiendo cerramiento de la operación, aspiración forzada, ó bien realizándola en circuito cerrado.



**Figura 35.- Amasadora con pantalla de rejilla**



### 12.1.3 Línea automática

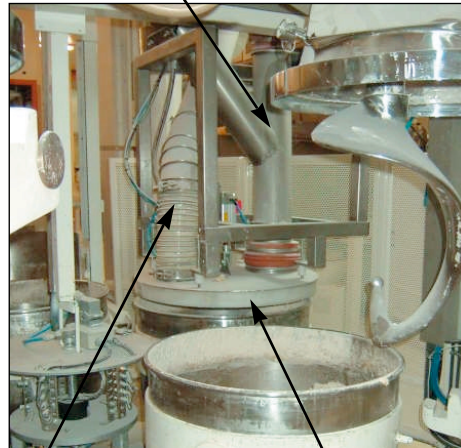
- Si está previsto que la máquina funcione con dispositivo automático de alimentación de ingredientes secos con la cuba en disposición de trabajo, el fabricante debe prever medidas adecuadas que permitan evitar la emisión de polvo durante la alimentación sin disminuir el nivel de seguridad.

**Artesa elevada y amasando, operación hermética**



**Artesa cargando ingredientes y tapa hermética con aspiración forzada**

**Convergencia de conductos para carga de distintos productos**



**Conducto de aspiración forzada**

**Tapa de cierre hermético de artesa**



**Otra perspectiva de la foto anterior**



**Bajada de artesa en amasado. El carrusel gira en el sentido de las agujas del reloj**



**Figura 36.- Línea automática**



**Carrusel girando**



**Recogida de artesa y proceso de volcado a tolva de divisora**

12.1.4 Amasadora con cuba de diámetro superior a 300 mm.

Con dicha máquina, la reducción se puede conseguir por los siguientes métodos:

- Uso de capota o carenado mediante cubierta maciza en lugar de pantalla por rejilla.
- Uso de temporizador que, durante la puesta en marcha de la máquina, mantenga la herramienta girando a una velocidad mínima (por ejemplo, para una herramienta simple, una velocidad de 120 rpm) durante un mínimo de 120 segundos, antes de que el operador pueda introducir velocidades superiores.
- Sustitución de la operación de proyectar por enharinado por gravedad mediante tamiz manual.

12.1.5 Proceso de amasado

Se disminuirá la emisión de polvo de harina utilizando, si técnicamente es posible, aceite alimentario en el proceso del amasado.



**Figura 37.- Amasadora con capota cerrada**



## 12.2 BATIDORA

- Cerramiento total ó carenado en carga de silo a artesa, cuba ó cazuela (Ver figura 32).
- Utilización de aceite alimentario en el amasado.
- Regulación de la altura de elevación de la artesa para el volcado de la masa a la tolva de la divisora.





### 12.3 DIVISADO

- Aspiración forzada mediante cajones ó campanas aspirantes, dispuesta en zona opuesta al trabajador, en la mesa de divisado.
- Sustitución de la divisora por una divisora antiproyección de harina.
- Espolvorear mesas de madera, inoxidable, cazuelas, etc., mediante tamiz, cedazo, etc.
- Espolvorear con harina de débil desprendimiento de polvo (tamaños granulométricos mayores, es decir con  $\phi$  aerodinámicos que disminuyan el % de polvo inhalable). Esta medida es extensible para todos los procesos de proyección.
- Utilización de aceite alimentario en la tolva de la divisora.



**Figura 38. Divisora de antiproyección de harina**

**Dispositivo de salida del polvo de harina por sobrepresión**



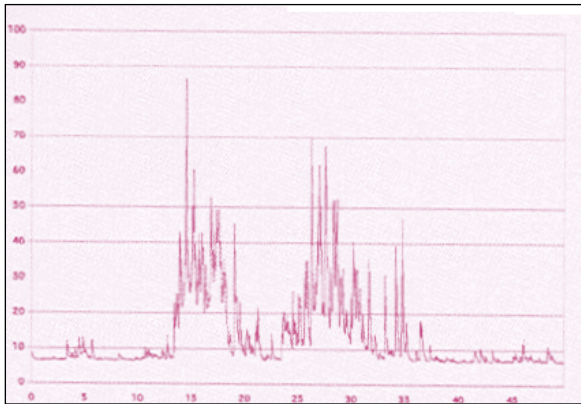
**Detalle del dispositivo**



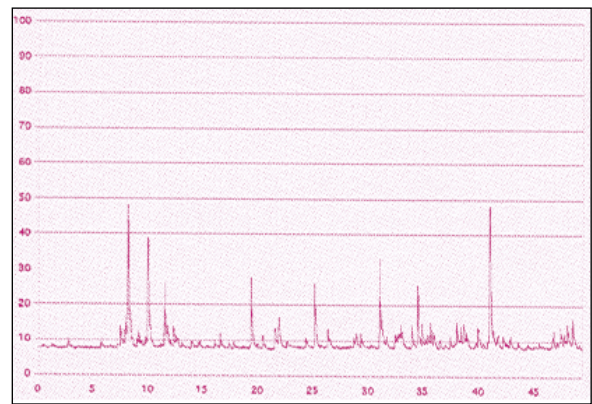
**Figura 39. Divisora con antiproyección de harina**



A continuación se muestran dos gráficos de concentración en el tiempo generadas por una divisora tradicional y otra con dispositivo de antiproyección de harina.



**Registro obtenido sobre divisoria tradicional**



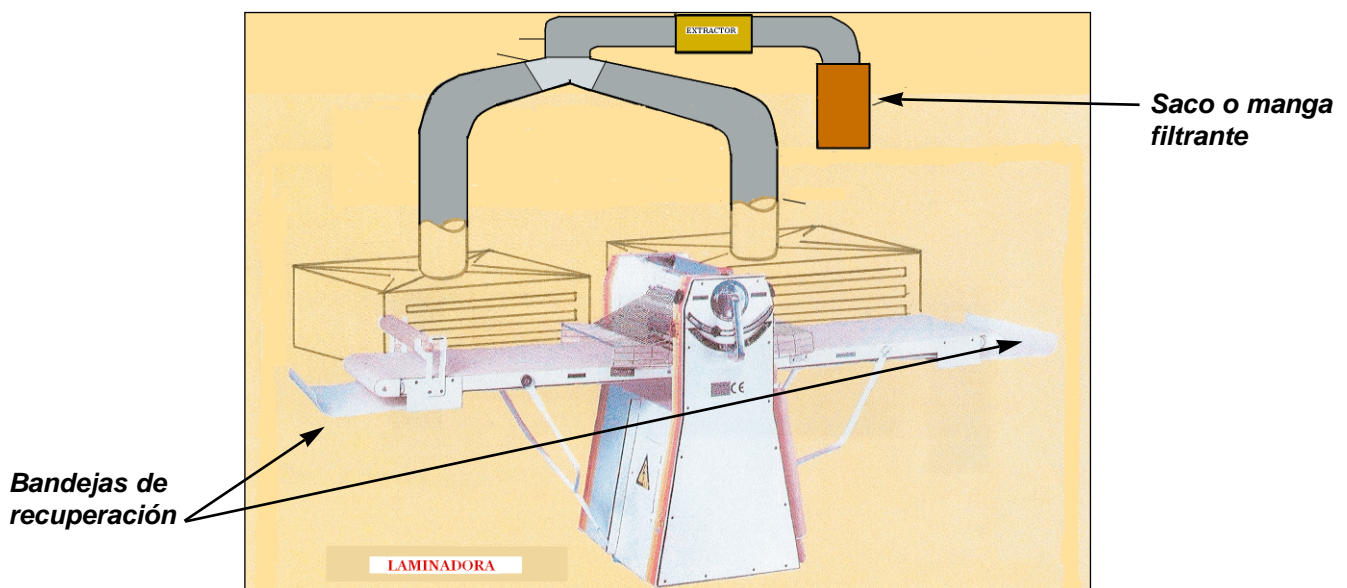
**Registro obtenido sobre divisoria antiproyección de harina**

#### 12.4 FORMADORA

- Carenado de la máquina y aspiración forzada “por descendum” que, además de aspirar el polvo generado, automatizará la recogida y recuperación de harina en las transferencias de cinta a cinta, retornos de las mismas, etc.
- Aspiración forzada en zona de entablado manual (chapas, metálicas ó de madera, lonas, etc).

#### 12.5 LAMINADORA

- Con el fin de reducir al máximo la emisión de polvo a causa de la harina utilizada para evitar que la masa se pegue, todas las máquinas con una tabla o cinta de alimentación de más de 600 mm. de anchura deben estar equipadas con un dispositivo de enharinado automático.
- Aspiración forzada mediante cajones ó campanas aspirantes dispuestas en la parte opuesta al operador (zona de mandos, maneta, etc).



**Figura 40.- Laminadora con aspiración localizada**



- La harina esparcida puede contenerse en unas placas colocadas paralelamente a los cilindros en toda su longitud y a una altura lo más próxima posible a la superficie de la masa. La cantidad de harina vertida, así como la amplitud de enharinado, debe poder ajustarse de modo que sean adecuados a la cantidad de masa utilizada en la máquina.
- Colocar bandejas de recuperación en retornos de cinta.
- Dentro de la información de uso, el fabricante debe facilitar un manual de instrucciones que debe contener entre otras :
  - Instrucciones para la limpieza, incluyendo concretamente la prohibición de limpiar con aire comprimido.
  - La necesidad de ajustar convenientemente y de mantener en buen estado las juntas raspadoras de los cilindros que impiden que la masa se pegue y reducir así el enharinado.
  - Para aquellas máquinas con una bandeja de alimentación de más de 600 mm de anchura, información de cómo llenar, utilizar y limpiar el sistema de enharinado.
  - Espolvorear con tamiz.
  - Espolvorear con harinas de débil desprendimiento de polvo.
  - Enharinador automático.

#### 12.6 BOLEADO MANUAL EN MESAS

- Aspiración forzada mediante cajones ó campanas aspirantes dispuesta en la zona opuesta al trabajador.
- Espolvorear con tamiz.
- Espolvorear con harinas de débil desprendimiento de polvo.

#### 12.7 TXAPATERA Ó DIVISORA DE MASAS FERMENTADAS (CIABATTA)

- Aspiración forzada mediante cajones ó campanas aspirantes dispuestas en la parte opuesta al operador, similar al de laminadora.
- Espolvoreado con harinas de débil desprendimiento de polvo.

#### 12.8 DIFERENTES HARINAS PARA LAS OPERACIONES DE ESPOLVOREADO

- Harina impregnada en aceite vegetal.

Se trata de una harina especial que produce menos polvo que las harinas ordinarias. Está envuelta en aceite vegetal endurecido.

- Harina denominada de "ronda" o de "pasaje"

El término ronda es más utilizado en contexto comercial, siendo más técnico el de pasaje, que es utilizado entre los panaderos. Se obtiene en el molino por el proceso de separación, basado en la diferencia de tamaño y la densidad de las partículas de harina (selección de harinas con mayor diámetro aerodinámico). Esta separación conduce a la selección de partículas groseras, estableciéndose como harina especial, siendo su valor en el mercado superior a las estándar.

- Harinas BISCUITIER

Se trata de harina obtenida a partir de trigos biscuitiers; es decir, con bajo contenido en proteínas.



- Harina de almidón

Es una harina obtenida a partir de arroz seleccionado. Tiene una tasa de humedad de 12,5% ( $\pm$  1,5 %).

- Almidón

El almidón representa alrededor del 70% de la composición de la harina. Está constituida de pequeños granos de forma esférica. Puede ser utilizada para la función antiadherencia.

Dentro de los resultados obtenidos en un estudio de las harinas descritas, el INRS establece y aconseja a los panaderos la utilización de la harina impregnada en aceite vegetal obtenida en Alemania y desaconseja la denominada " Karin of Denmark".

## 12.9 LIMPIEZA

### 12.9.1 General

- El puesto de trabajo, en sus superficies planas, deberá limpiarse con la misma herramienta que se utiliza para cortar el pastón, (P.e. cortapastas, espátula, etc).
- Utilizar para la limpieza de suelo mopa, regleta, rascador ó aspirador industrial, eliminando la utilización de escoba.
- La limpieza de maquinaria se realizará con espátula y aspiración forzada.
- La mejor solución técnica está en el empleo de aspiradores industriales. La norma EN-60335-2-69 relativa a los aspiradores industriales y depuradoras montadas sobre máquinas que posteriormente se describe, clasifica los dispositivos de aspiración en tres categorías (L, M y H).

### 12.9.2 Norma EN-60335-2-69, relativa a los aspiradores montados sobre máquinas.

La norma adjunta la tabla A1, presentando una columna en tres clases (L, M y H) de aparatos, basándose de una parte sobre la eficacia y de otra sobre el valor límite que corresponde al aerosol. El método de ensayo debe ser conforme a la norma EN-1093-6 (fig 41).

Clase	VL mg/m <sup>3</sup>	Permeabi- lidad %	Velocidad de filtración m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> .m <sup>-2</sup>	TEST		
				Filtro	Elemento	Conjunto
L <sup>(3)</sup> Riesgo débil	>1	<5 [ $<1^{(2)}$ ]	$\leq 500$	X		
M <sup>(4)</sup> Riesgo medio	>0,1	<0,5 [ $<1^{(2)}$ ]	$\leq 200$	X		X
H Riesgo elevado	Partículas finas <sup>(1)</sup> incluyendo las partículas cancerígenas y patógenas	<0,005	$\leq 200$		X	X



El polvo test es calcáreo, donde el 75% de la concentración es inferior a  $5\ \mu\text{m}$  (25% para  $dp < 2\ \mu\text{m}$ ). Según la clase considerada, los tests pueden ser efectuados sobre el aparato completo (aspirador), sobre un elemento filtrante ó sobre una muestra.

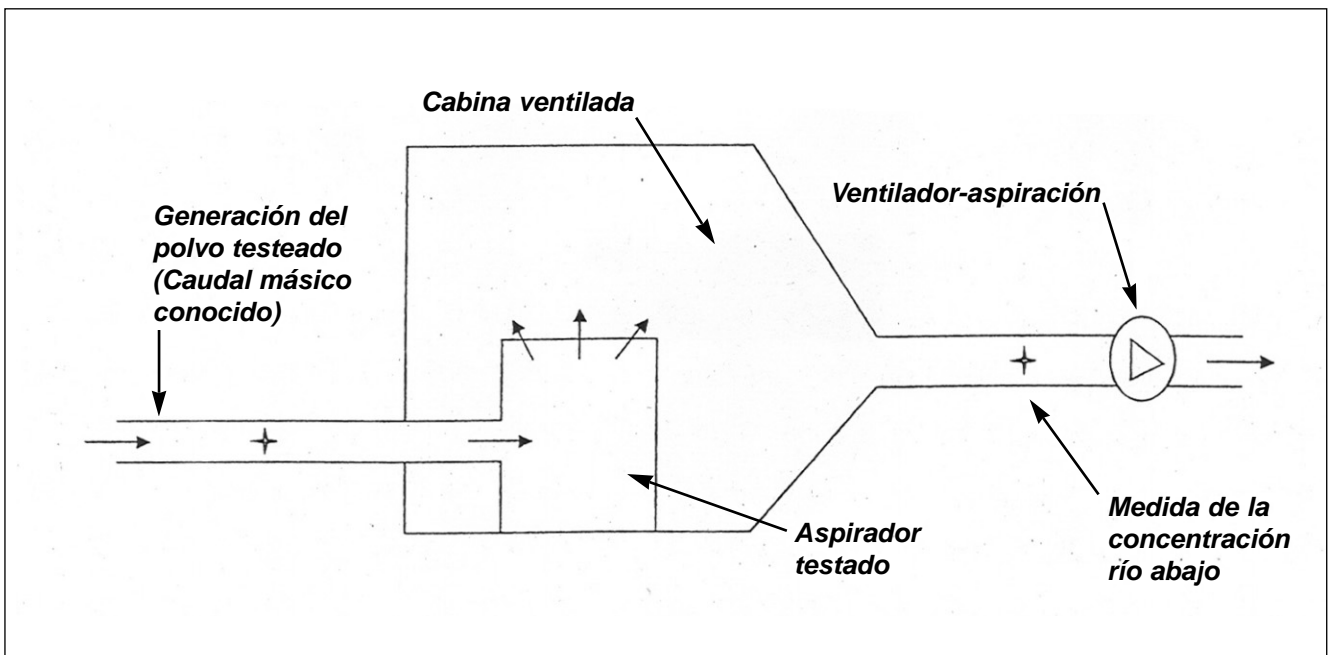
La clase L no permite la calificación del conjunto del aparato.

Los tests se desarrollan sobre un ciclo de colmatado del elemento filtrante hasta conseguir el caudal de aspiración mínimo. Si los filtros están previstos para ser descolmatados, los tests prevén igualmente incluir fases de descolmatado en la medida de la permeabilidad (no descritas en la Norma pero sí en una Nota Técnica BIA 2002).

(1) La definición de partícula fina no está precisada.

(2) Permeabilidades presentadas en una nota técnica del BIA (2002).

(3) y (4) Según antigua clasificación de filtros, había cuatro clases denominadas U,S,G y C por orden creciente de eficacia, en método de puesta por el BIA de Alemania. La clase G corresponde a L (3) y la clase C a M (4) de la tabla.



**Figura 41.- Banco de ensayo para el método de test, conforme a la norma EN 1093-6**

No obstante, para la clase L, la Norma no prevé testear el aspirador en su conjunto, a diferencia de las clases M y H.

Los defectos del montaje del filtro y de la calidad de la estanqueidad no pueden por eso apreciarse. Es por ello que se propone aplicar para los aspiradores de polvo de harina el mismo protocolo de test que el correspondiente a la clase M, a saber el test del filtro, así como el test del aparato pero cogiendo los criterios de resultados de la clase L.



## 12.10 VENTILACIÓN

La ventilación es la mejor solución para eliminar el polvo de harina.

Existen dos grandes categorías: aspiración localizada y ventilación general.

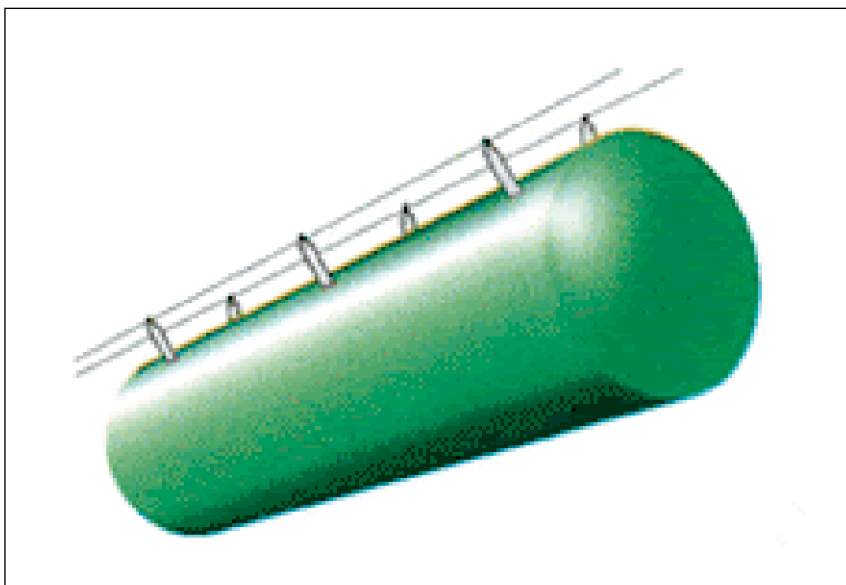
### 12.10.1 Aspiración localizada

Sus principios generales son:

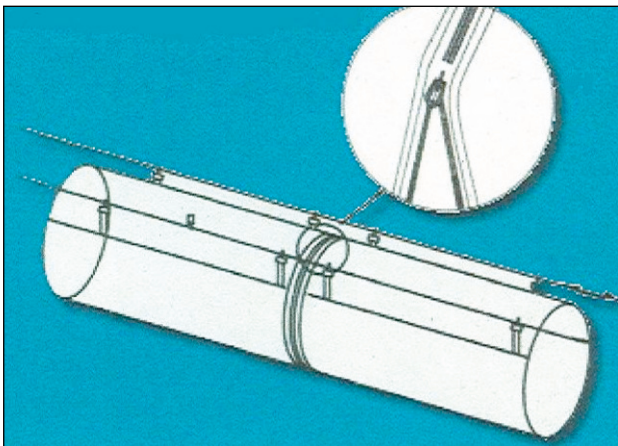
- Envolver-carenar al máximo la zona de emisión del agente químico (en este caso harina).
- La captura se realizará lo más cerca posible de la zona de emisión.
- El dispositivo deberá instalarse de manera que el operador no esté situado en ningún momento entre la fuente contaminante y la aspiración.
- La salida del aire contaminado estará lo más alejada posible de la zona de entrada del aire nuevo de impulsión.
- El aire extraído deberá ser filtrado adecuadamente antes de expulsarlo al exterior.
- Los sistemas de extracción localizada demandan caudales más débiles que la ventilación general y deben situarse en las máquinas u operaciones más contaminantes.

### 12.10.2 Ventilación general

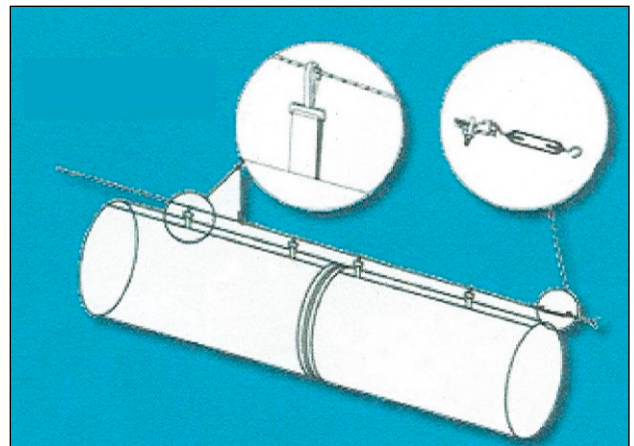
- Permite la dilución del agente químico gracias al aporte de aire nuevo en el local de trabajo, disminuyendo la concentración del mismo.
- Este sistema de ventilación no elimina totalmente el agente químico del local.
- Aporta aire limpio y fresco a la sala a fin de evitar corrientes indeseables por compensación del aire contaminado extraído. Caso de inexistencia de extracción, el aporte de aire limpio y fresco diluirá la concentración del agente químico.



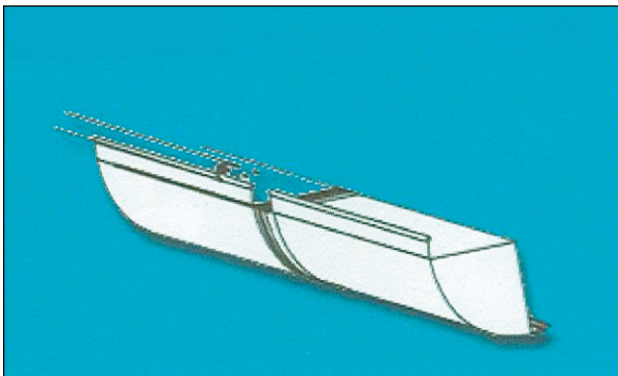
**Figura 42.- Conducto textil aéreo de ventilación forzada**



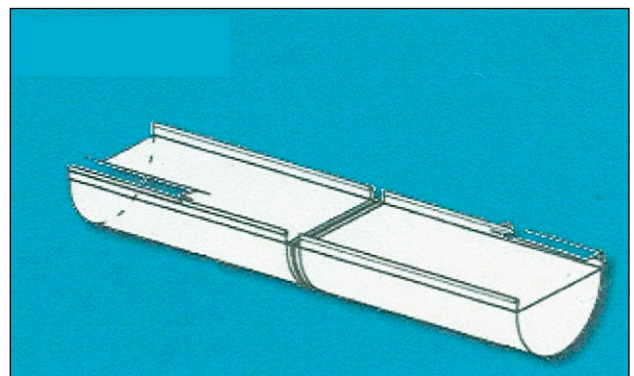
**Circular con dos cables**



**Circular monocable**



**Cuarto circular con perfiles**



**Medio circular con perfiles**

Actualmente se está instalando en los obradores un sistema de refrigeración de aire, que tomado dentro del mismo local, es distribuido mediante conducto cilíndrico aéreo, a lo largo de la sala. Estos conductos, denominados ATC (Aéreo Textile Concept), son difusores textiles de tipo radiante que funcionan según el principio de la difusión de aire a través de materiales textiles permeables. Esta difusión, efectuada sobre una superficie de intercambio muy grande, produce un confort de utilización gracias a que las velocidades de emisión son débiles (0,1 a 1,8 m/s). Los difusores no son permeables en toda su superficie, sino que la eyección del aire se hace a través de bandas de tejido poroso instalado de manera juiciosa en función de la aplicación. Esta difusión por sectores permite una mejor gestión de la difusión sobre la zona de trabajo y sin apenas corrientes de aire sobre las masas, etc.

No obstante, la entrada parcial o total de aire al sistema (grupo de frío) deberá provenir del exterior de la nave con el fin de cumplir con el concepto de renovación mínima del local, sustituyendo a los actuales sistemas de recirculación total existentes en todas las empresas objeto del presente estudio.

Este sistema reparte uniformemente las velocidades de aire a nivel de la zona de captura.

Los apartados anteriores deberán ajustarse a las condiciones ambientales en los lugares de trabajo, Anexo III del R.D. 486/ 1997 de 14 de Abril, donde se establece que, sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el RD 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprue-



ba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 m<sup>3</sup>, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado deberá asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior, deberán tenerse en cuenta las limitaciones ó condicionantes que puedan imponer en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollan en él y del clima de la zona en la que esté ubicado.

### 12.10.3 Clasificación de filtros

Actualmente la clasificación de filtros de aire, norma EN 779, se basa en la anterior EUROVENT 4/5 y la ASHRAE 52.76, en las que el rendimiento in situ de mancha de polvo opacímetro y la retención gravimétrica se determinan por métodos de reconocida eficacia.

La clasificación CEN era nueve clases diferentes, de EU-1 a EU-9, basándose en los rendimientos medios opacímetros y gravimétricos. Ahora, la norma EN 779 designa a los filtros mediante letras y números, según la tabla siguiente:

TABLA DE CLASIFICACIÓN SEGÚN LA NORMA EN 779 PARA FILTROS			
	Clasificación de filtro	Rendimiento gravimétrico	Eficacia espectral a 0,4μ(%)-DEHS (∠)
Filtros de media eficacia	G-1	50≤Am·65	
	G-2	65≤Am·80	
	G-3	80≤Am·90	
	G-4	90≤Am	
Filtros de alta eficacia	F-5		40≤Am·60
	F-6		60≤Am·80
	F-7		80≤Am·90
	F-8		90≤Am·95
	F-9		95≤Am

Para los filtros Hepa y Ulpa, cuya clasificación se basaba en la norma EUROVENT 4/4 que definía 5 clases de filtros, de EU-10 a EU-14, la Norma EN 1822 ha equiparado correlativamente de H-10 a H-14 y añadiendo las clases de filtro de H-15 a H-17, equiparándolas con EU-15 a EU-17 de la norma DIN 24183.





### 12.11 MATERIALES ANTIADHERENTES

Otra medida que permite reducir o suprimir el uso de harina en ciertas etapas del proceso de fabricación consiste en aplicar revestimientos antiadherentes a las zonas en contacto con la masa. Estos revestimientos deben resistir a la corrosión o a los agresivos químicos contenidos en los productos de limpieza con el fin de no contaminar la masa.

Los materiales antiadherentes utilizados actualmente en la industria panadera son:

- Polímeros halógenos
  - Fluoropolímeros como teflón, skandia, cothal, polyflón, pewtwr, techniflón, tisoflón, bakflón, etc.
  - Siliconas. P.e. biflón, fibermax, fiberpain, flexipan, etc.
- Matrices metálicas

La alianza de un metal y un fluoropolímero da a la vez resistencia al uso y a la corrosión, así como propiedades de autolubricación en seco y de antiadherencia. P.e. Revestimiento Nedox de Ni/Cr con partículas de PTFE, Plasmadize 2139, Aplicote 450, Quantum, etc.

- Matrices cerámicas

Comparable a los depósitos composites en matrices metálicas, los revestimientos a base de cerámicas confieren al material una más larga duración y aislamiento eléctrico. P.e. Autograf, Glebón, Tufram, etc.

- Productos emergentes
  - MAM (monocauchos mecánicamente ensamblados)
  - Materialescuasicristalinos
  - Productos biomimétricos

### 12.12 EPIS

En operaciones puntuales y tareas en las que se generan concentraciones de pico elevadas (carga de amasadora con saco o silo, proyección de harina en masa, mesas de boleado manual, divisado, etc) es aconsejable la utilización de equipos de protección respiratoria, ya sean mascarillas autofiltrantes para partículas (norma EN 149) tipo FFP3 o máscaras (norma EN 140) dotadas de filtros antipartículas P3 (norma EN 143) o respiradores para gases y vapores (norma EN 405) con filtros antipartículas P3.





### **13. VIGILANCIA DE LA SALUD**

En cumplimiento del artículo 22 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, la empresa deberá realizar reconocimientos médicos específicos de los trabajadores expuestos a polvo de harina. Estos reconocimientos se realizarán siguiendo los protocolos denominados Vigilancia específica de la salud de los trabajadores expuestos a neumonitis por hipersensibilidad ó alveolitis alérgica extrínseca y Asma Laboral. Estos protocolos se han desarrollado para controlar la salud de los trabajadores que están expuestos a la inhalación de polvo orgánico de distintas proteínas animales y vegetales, como la harina; o algunas sustancias inorgánicas, que abarcan multitud de profesiones dependiendo del agente causal.

Estos protocolos pueden consultarse en OSALAN o consultarlos y descargarlos de su página web (<http://www.osalan.net>).

Dadas las exposiciones diarias detectadas en el presente estudio, y aplicando los referidos protocolos, en la mayoría de los puestos el examen clínico debería realizarse cada seis meses.





## 14. BIBLIOGRAFÍA

- UNE-EN 481, "Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles". (1995)
- UNE-EN 482, "Atmósferas en el lugar de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medición de agentes químicos". (2007)
- UNE-EN 689, "Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición". (1996)
- UNE-EN 1232: "Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para el muestreo personal de los agentes químicos. Requisitos y métodos de ensayo". (1997)
- UNE-EN 1540 "Atmósferas en el lugar de trabajo. Terminología". (1999)
- UNE-EN 13205, "Atmósferas en el lugar de trabajo. Evaluación del funcionamiento de los instrumentos para la medición de concentraciones de aerosoles". (2002)
- UNE-EN 81599: "Atmósferas en el lugar de trabajo. Determinación de materia particulada (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método gravimétrico". (1996)
- CEN/TR 15230: "Workplace atmospheres – Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions". (2005)
- HSE-MDHS 14/3: "General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust". (2000)
- I.N.B.P: Les Nouvelles de la Boulangerie Pâtisserie. Suplement Technique n° 85. (Enero 2005).
- I.N.B.P: Les Nouvelles de la Boulangerie Pâtisserie. Suplement Technique n° 80. (Diciembre 2001).
- I.N.B.P: Les Nouvelles de la Boulangerie Pâtisserie. Suplement Technique n° 80 bis. (Reedición Enero 2.006).
- INRS-Hygiène et sécurité du travail - Cahiers de Notes Documentaires. (1° Trimestre 2005).
- INRS-Hygiène et sécurité du travail - N° 218. (Marzo 2002).
- Protocolos de Vigilancia Sanitaria específica. Alveolitis Alérgica Extrínseca.