

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales  
Especialidad en: Ergonomía y psicología, Higiene industrial y Seguridad en el trabajo.



Trabajo Final de Máster

Curso 2016-2017

“Estudio sobre el Ajuste y Eficacia de las Mascarillas  
Autofiltrantes en la Industria Panadera”

Autor: Víctor Díaz Molins

Tutor de empresa: José Carlos Martínez Raigal

Tutora académica: María José Prieto Castelló

Fecha de entrega:

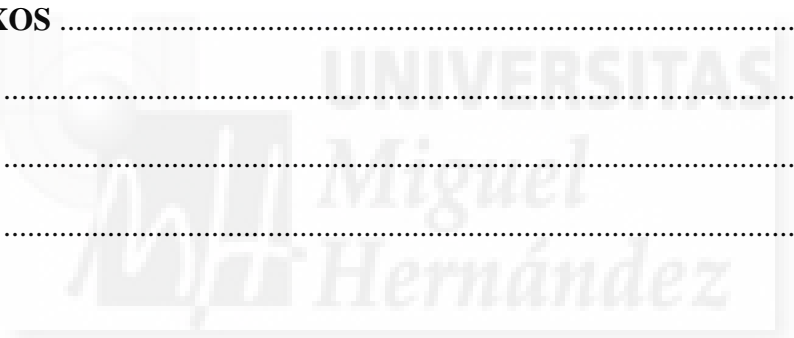




# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	4
<b>1. RESUMEN</b> .....	6
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	7
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>4. ANTECEDENTES</b> .....	9
4.1 HISTORIA.....	9
4.2 LEGISLACIÓN .....	10
4.3 POLVO DE HARINA .....	11
4.4 ENFERMEDAD PROFESIONAL.....	13
4.5 FACTORES DE RIESGO .....	14
4.6 TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES.....	15
<b>5. EMPRESA</b> .....	16
5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.....	17
5.2 MEDIDAS ADOPTADAS.....	18
5.2.1 Eliminación del riesgo .....	18
5.2.2 Reducción o control de riesgo .....	19
5.2.3 Protección del trabajador .....	19
<b>6. DESARROLLO</b> .....	25
6.1 ESTUDIO DEL AJUSTE DE LAS MASCARILLAS.....	25
6.1.1 Test de ajuste (Fit testing) .....	27
6.1.2 PortaCount Pro+ Model 8038.....	27
6.1.3 Procedimiento.....	29
6.1.4 Resultados.....	33
6.1.5 Conclusiones.....	37

6.2 ENCUESTA SOBRE PREFERENCIAS Y USO DE MASCARILLAS .....	39
6.2.1 Resultados.....	40
6.2.2 Conclusiones.....	60
6.3 RESITENCIA A LA RESPIRACIÓN .....	62
6.3.1 Parámetros del ensayo .....	63
6.3.2 Procedimiento.....	63
6.3.3 Resultados.....	64
6.3.4 Conclusiones.....	66
<b>7. CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>68</b>
<b>8. PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>70</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>73</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
ANEXO 1 .....	77
ANEXO 2 .....	83
ANEXO 3 .....	87



# 1. RESUMEN

El trabajo consiste en un estudio sobre la eficiencia y el uso de las mascarillas autofiltrantes frente a la exposición a polvo de harina en una empresa panificadora. A lo largo del documento se expone la problemática causada por el polvo de harina en una empresa, junto con las medidas adoptadas para mitigar el riesgo y proteger a los empleados, para posteriormente hacer un análisis de una de las medidas adoptadas por la empresa: el uso de mascarillas autofiltrantes.

El objetivo central del estudio consiste en estudiar el ajuste y la eficacia de varios modelos de mascarillas autofiltrantes en la protección frente al polvo de harina, para ello se utiliza el PortaCount Pro+ Model 8038, que mide el factor de ajuste de las mascarillas autofiltrantes para cada usuario. También se identifican aquellas mascarillas más eficientes y que ofrecen una mejor protección para cada trabajador.

Por otro lado, se realiza una encuesta para conocer los hábitos y preferencias en el uso de mascarillas autofiltrantes. Con la encuesta se intenta detectar errores en su uso, y así elaborar propuestas de mejora que permitan implantar un uso adecuado de las mascarillas.

Por último, se evalúa la saturación de las mascarillas autofiltrantes no reutilizables a lo largo de una jornada laboral, midiendo el aumento de la resistencia a la respiración, con el fin de determinar si se saturan demasiado rápido y suponen un problema para el confort de los empleados.

Con los datos obtenidos, se extraen conclusiones sobre la efectividad y uso de las mascarillas autofiltrantes, lo que permitirá elaborar recomendaciones a la empresa para mejorar la protección de los trabajadores.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece el derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo, lo cual se corresponde con la obligación del empresario a ofrecer dicha protección (Art. 14 LPRL).

Cada empresario debe afrontar la protección de los riesgos específicos de su sector. En el sector de la panificación industrial, el polvo de harina constituye uno de los riesgos higiénicos más relevantes a los que el empresario debe hacer frente.

Según lo dispuesto en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario debe intentar combatir los riesgos en su origen, y anteponer las medidas de protección colectiva frente a la individual. Debido a la actividad de la empresa, no es posible eliminar totalmente la exposición a dicho riesgo en todas las zonas de la planta, por tanto, los esfuerzos de la empresa van encaminados a mantener el índice de exposición por debajo de 1, lo más cercano a 0 posible.

La empresa ha adoptado una serie de medidas organizativas y colectivas como: sistemas de filtración general del aire ambiental, sistemas de extracción localizada de aire y sistemas para evitar corrientes de aire. Como complemento a todas estas medidas, la empresa decidió implementar medidas de protección individual, como el uso de mascarillas autofiltrantes para la protección frente al polvo de harina en toda la plantilla expuesta a este riesgo.

Debido al carácter sensibilizante del polvo de harina, el uso de estas mascarillas autofiltrantes es particularmente importante en los trabajadores especialmente sensibles, siendo una medida preventiva fundamental y no meramente de carácter residual.

La evaluación de estas mascarillas, su uso y su vida útil ofrece información importante a tener en cuenta para mejorar las medidas de protección frente a este riesgo.

### 3. OBJETIVOS

El presente estudio está dividido en varias partes, cada una con sus propios objetivos pero todos ellos enfocados a obtener conclusiones globales, encaminadas a mejorar la protección de los trabajadores mediante propuestas de mejora. Los objetivos del estudio son los siguientes:

1. Analizar los hábitos y las preferencias de uso de las mascarillas autofiltrantes por parte de los empleados de la empresa.
2. Conocer el confort y las impresiones de los empleados sobre las distintas mascarillas a puestas a su disposición.
3. Medir el factor de ajuste de las mascarillas.
4. Comparar el factor de ajuste obtenido entre distintos modelos de mascarillas autofiltrantes, con el fin de identificar aquellos modelos más eficientes y que mejor se ajustan en cada caso.
5. Comprobar la interacción de otros EPIs y elementos (gafas, gorros,...) con las mascarillas autofiltrantes.
6. Comprobar la interacción de la barba con las mascarillas autofiltrantes.
7. Estudiar el aumento de la resistencia a la respiración que ofrecen las mascarillas autofiltrantes al final de la jornada.
8. Elaborar propuestas de mejora y buenas prácticas que mejoren la protección de los trabajadores en este aspecto.
9. Evaluar la atenuación que la mascarilla ofrece sobre el índice de exposición con base en la medida del factor de ajuste.



## 4. ANTECEDENTES

### 4.1 HISTORIA

La exposición a agentes químicos es un problema inherente a la propia existencia del ser humano en un ambiente hostil. La naturaleza está llena de agentes que, en una concentración determinada, pueden dañar la salud. Sin embargo, no fue hasta que comenzó la explotación intensiva de los recursos naturales, y su posterior transformación, cuando comenzaron los mayores problemas referentes a este tipo de exposiciones.

En el caso del polvo de harina, este ha supuesto un problema para la salud desde que la humanidad creó el pan y sus derivados hace al menos 6.000 años. El pan ha sido desde entonces un alimento básico para muchas culturas, todas ellas se han enfrentado a este problema con más o menos acierto, ya que el polvo de harina proviene mayoritariamente de la harina de cereal, que ha sido y es, un ingrediente fundamental del pan.

Hoy en día el pan sigue siendo un alimento básico en nuestra cultura. La gran demanda de pan ha causado una masificación de su producción y, con ello, la aparición de problemas aún más graves debidos a la exposición al polvo de harina.

El polvo de harina representa un riesgo para muchos trabajadores de sectores muy diversos. Actualmente se combate frente a este agente en cocinas, molinos, panaderías,..

Una de las consecuencias más graves de la exposición a este contaminante es la aparición del asma del panadero. En contra de lo que puede parecer, esta enfermedad se puede sufrir en sectores que nada tienen que ver con la harina de cereal; asmas muy similares a la del panadero se dan en trabajadores de otros sectores expuestos a partículas sólidas en suspensión, como los mineros, soldadores, trabajadores textiles, peluqueros...

La legislación española es muy clara en cuanto al deber de los empresarios de proteger a los trabajadores expuestos a estos contaminantes. En este trabajo se abordará la problemática actual con el polvo de harina y se evaluarán algunas de las soluciones planteadas.

## 4.2 LEGISLACIÓN

A la hora de realizar el presente estudio se ha tenido en cuenta toda la normativa general vigente en materia de prevención de riesgos laborales como, la Ley de Prevención de Riesgos laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) o el Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997, de 17 de enero), junto con la normativa específica relativa a agentes químicos, ambientes de trabajo y equipos de protección individual (RD 773/1997, de 30 de mayo)

En España las condiciones ambientales vienen reguladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, que establece la normativa básica. Por otro lado, la ley 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 trata específicamente los riesgos ambientales de agentes químicos.

Los valores límites ambientales se han obtenido del documento de Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España de 2017.

Respecto a la normativa relativa a las mascarillas autofiltrantes, a nivel europeo las características técnicas vienen determinadas en por la normativa EN 149:2001 + A1:2010, mientras que los test empleados para evaluar el ajuste de las mascarillas autofiltrantes vienen descritos en el anexo E de la norma UNE-EN 529:2006.

Para elaborar el protocolo de la prueba de ajuste se han tomado como referencia normativas internacionales redactadas por organismos de reconocido prestigio. Esto ha sido necesario, puesto que a nivel europeo no se ha desarrollado aún normativa específica. La principal norma de la referencia utilizada es la HSE 282/28 de Health and Safety Executive (UK) y, en menor medida, la OSHA 29 CFR 1910. 134, de Occupational Safety and Health Administration (USA).

Actualmente se está desarrollando una normativa ISO específica sobre este tipo de pruebas, se trata de la ISO/TS 16975:2006, que está concluida en dos de sus tres partes. Al no estar finalizado su desarrollo no se ha podido tomar como referencia para el presente estudio.

### 4.3 POLVO DE HARINA

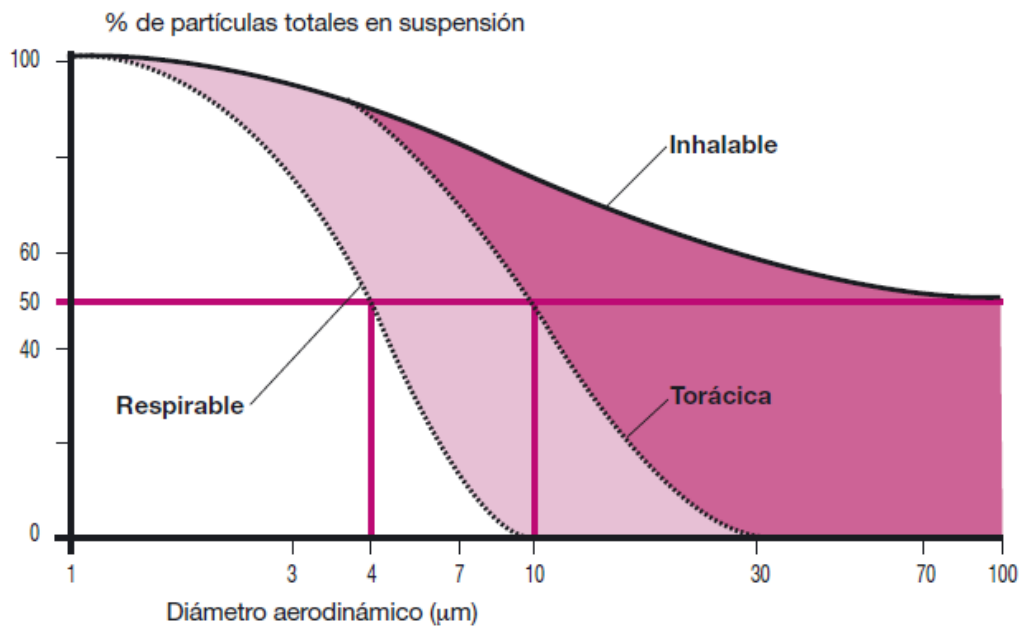
El polvo de harina proviene de la harina, que es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y otros alimentos ricos en almidón. Es un agente químico que se puede presentar en forma de partículas sólidas en suspensión. Como todos los agentes químicos, tiene establecido un VLA-ED, que en este caso es de  $4 \text{ mg/m}^3$ , además, está catalogado como agente sensibilizante (Límites de exposición profesional a agentes químicos en España 2017, INSHT) de elevado peso molecular. El Reglamento CLP lo clasifica como sensibilizante por inhalación y le adjudica la frase H334: Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.

En ambientes relacionados con la panadería se pueden encontrar más alérgenos a parte del polvo de harina, levaduras, pequeños artrópodos, mohos, enzimas y otros complementos panarios pueden estar implicados también en reacciones alérgicas. No obstante, el presente estudio va a analizar únicamente la influencia del polvo de harina.

El polvo de harina representa un problema para los trabajadores cuando se presenta en forma de aerosol, que es una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas, en este caso, aire; lo que permite su inhalación. Las partículas en suspensión se comportan de forma diferente según su diámetro, ya que ello condiciona hasta dónde pueden penetrar en el sistema respiratorio. Podemos distinguir varios tipos de partículas o fracciones en función de su tamaño:

1. **Fracción respirable (<3 $\mu\text{m}$ ):** Está constituida por todas aquellas partículas que penetran en el sistema respiratorio hasta alcanzar las vías respiratorias no ciliadas. Suelen depositarse en los alveolos.
2. **Fracción torácica (>3 $\mu\text{m}$  y <10 $\mu\text{m}$ ):** Está constituida por todas aquellas partículas que alcanzan la laringe. Estas partículas suelen llegar hasta los bronquios.
3. **Fracción inhalable (>10 $\mu\text{m}$ ):** Está constituida por todas aquellas partículas que pueden entrar al sistema respiratorio por la nariz o la boca. Estas partículas tienen tendencia a depositarse en los ojos y vías respiratorias superiores.
4. **Aerosol total:** Constituido por todas las partículas en suspensión, tanto las que son respirables como las que no lo son.

Ilustración 1 Penetración de las partículas en el sistema respiratorio



Estudio sobre exposición a polvo de harina en la industria panadera y actividades afines del País Vasco (OSALAN, 2009)

Se catalogan como agentes sensibilizantes todas las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, pueden ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos.

Inicialmente, la respuesta de las personas a un compuesto sensibilizante como el polvo de harina puede ser pequeña o no existir. Sin embargo, algunos individuos pueden llegar a sensibilizarse, con lo que las exposiciones posteriores pueden producir respuestas intensas incluso a muy bajas concentraciones. No se sabe a ciencia cierta por qué sólo algunos individuos desarrollan la sensibilidad. Se cree que la asociación de atopia (carácter hereditario de una persona que presenta reacciones alérgicas con una frecuencia anormalmente elevada) junto con la presencia del agente sensibilizante aumentan la probabilidad de desarrollar una sensibilidad.

La sensibilización se produce mediante un mecanismo inmunológico mediado por anticuerpos específicos (IgE e IgG) contra antígenos de la harina (en el caso del trigo, la proteína Tri a 14 parece ser la responsable de la sensibilidad), estos anticuerpos son los responsables de las reacciones alérgicas, que pueden llegar a ser muy graves. Las manifestaciones más habituales en estos casos son leves y de tipo alérgico: rinitis, asma, conjuntivitis, tos y, más raramente, eccemas.

#### 4.4 ENFERMEDAD PROFESIONAL

El asma del panadero puede afectar a entre el 10% y el 20% de los trabajadores del sector panadero y otros afines. Se manifiesta con distintos síntomas según la gravedad de la misma. Los primeros síntomas en aparecer son rinitis, conjuntivitis, picor de garganta y tos. Tras exposiciones más prolongadas, que se pueden prolongar durante años, la enfermedad profesional puede derivar en manifestaciones más graves, como el asma.

La rinitis es uno de los primeros síntomas en aparecer ante la exposición a polvo de harina. Es una inflamación del revestimiento mucoso de la nariz, caracterizada clínicamente por uno o más síntomas: rinorrea, estornudo, prurito (picor) nasal, congestión nasal, drenaje (secreción) postnasal. La rinitis causada por reacciones de hipersensibilidad se conoce como rinitis alérgica.

La conjuntivitis es la inflamación de la capa conjuntiva (membrana mucosa que recubre el interior de los párpados y que se extiende a la parte anterior del globo ocular). Hay diversos tipos de conjuntivitis, una de ellas es la conjuntivitis alérgica, que se presenta ante la exposición al alérgeno. Se caracterizan, además, por implicar un importante picor, legañas acuosas y frecuente asociación con sinusitis.

El asma es una manifestación del asma del panadero y una enfermedad crónica de las vías aéreas. Se caracteriza 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. El asma se caracteriza por crisis agudas intermitentes separadas por periodos sin turbación.

Las probabilidades de la aparición de la sensibilidad aumentan con la exposición al agente. Una vez el trabajador ha quedado sensibilizado, la rinitis y el asma pueden aparecer al poco tiempo o inmediatamente después de haber comenzado una nueva exposición a harina.

Muchas veces los síntomas del asma del panadero desaparecen al terminar la exposición, especialmente durante los días de descanso, aunque en algunos casos más graves, los síntomas pueden persistir tiempo después de cesar la exposición.

El VLA del polvo de harina está basado en la protección de aquellos trabajadores que aún no han sido sensibilizados, no de aquellos que ya han sido sensibilizados, por lo que requieren una mayor protección para evitar que se presenten las manifestaciones de la enfermedad, incluso con índices de exposición bajos.

#### 4.5 FACTORES DE RIESGO

Hay una serie de factores de riesgo que aumentan la probabilidad de sufrir esta enfermedad laboral. Es importante tenerlos en cuenta a la hora de hacer las evaluaciones de riesgo y proponer medidas correctoras.

Factores de riesgo ambientales:

- **Concentración:** Elevadas concentraciones ambientales del agente aumentan el riesgo de sufrir la patología. Disminuir la concentración suele ser la primera medida a adoptar.
- **Tiempo de exposición:** El tiempo es un factor clave, ya que el paso de los años no disminuye la probabilidad de desarrollar la enfermedad. A mayor tiempo de exposición, mayor probabilidad de desarrollar la enfermedad.
- **Ventilación y aireación del lugar:** Los lugares mal ventilados pueden incrementar la probabilidad de aparición del asma del panadero. Para el diseño de los lugares de trabajo es importante tener en cuenta las disposiciones del RD 486/1997, sobre seguridad y salud en los lugares de trabajo.

La renovación del aire ha de ser proporcional a la cantidad de agente generado por unidad de tiempo. En espacios refrigerados, como la planta estudiada, la renovación del aire es menos viable económicamente, normalmente lo que se hace es filtrar el agente químico cuando el aire pasa por el sistema de refrigeración. En estos espacios se intenta renovar el aire en ciclos de renovación coordinados con las condiciones climatológicas exteriores con el fin de reducir el coste de refrigerar el aire nuevo.

Factores de riesgo personales:

- Asociación de atopía y de agentes de elevado peso molecular: Se ha detectado una posible predisposición genética, lo que podría explicar porque algunos individuos desarrollan la enfermedad y otros no.
- Asociación de Hiperreactividad bronquial (HRB) previa y agentes de BPM: De forma similar al caso anterior, la coincidencia de estos factores puede predisponer a la aparición del asma del panadero.
- Hábito de fumar y otros antecedentes: Circunstancias personales como ser o no fumador, inhalación de drogas u otras enfermedades previas pueden aumentar la probabilidad de desarrollar la patología.

#### 4.6 TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES

La LPRL en su artículo 25 establece que: *“El empresario garantizará de manera específica la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean especialmente sensibles a los riesgos derivados del trabajo”*.

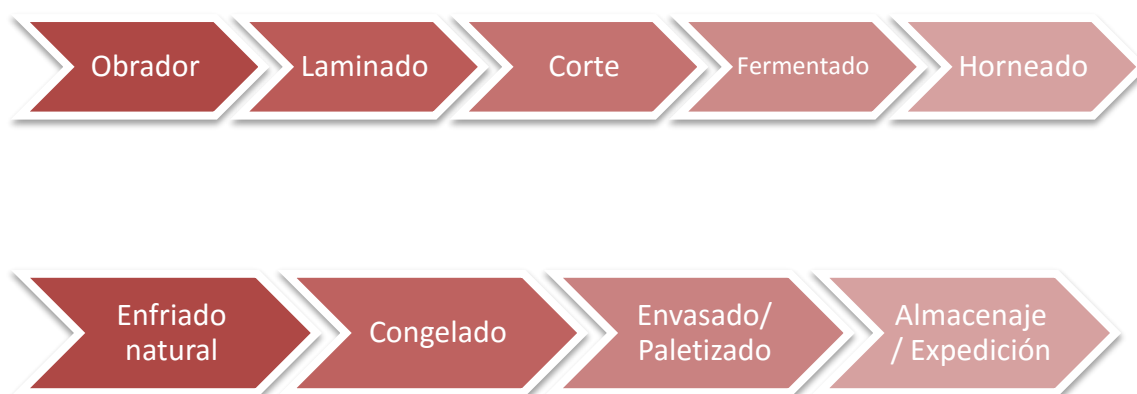
El RD 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, establece como infracción muy grave: *“La adscripción de los trabajadores a puestos de trabajo cuyas condiciones fuesen incompatibles con sus características personales conocidas o que se encuentren manifiestamente en estados o situaciones transitorias que no respondan a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo así como la dedicación de aquéllos a la realización de tareas sin tomar en consideración sus capacidades profesionales en materia de seguridad y salud en el trabajo, cuando de ello se derive un riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores.”*

La ley, por tanto, establece que los trabajadores especialmente sensibles requieren una protección especial y deben ser tenidos en cuenta en la evaluación de riesgos, con el fin de poder adoptar medidas de protección específicas. (Art. 25 LRPRL)

Posteriormente, se expondrán las medidas específicas adoptadas para proteger a este colectivo.

## 5. EMPRESA

El estudio se ha desarrollado en una panificadora industrial que se dedica a la fabricación, venta y distribución de pan congelado. Las líneas de producción de la planta se pueden esquematizar de la siguiente forma:



Las zonas en las que se detecta presencia de polvo de harina son las de obrador, laminado, corte y envasado; ya que son aquellas zonas donde se trabaja directamente con harina o se trabaja manualmente con el producto. Será en estas zonas donde se centre el estudio.

La empresa panificadora consta de varias plantas de producción. El presente estudio se ha centrado en una de ellas (Planta A), donde se ha realizado la encuesta y el ensayo sobre la resistencia a la respiración de este estudio; en el caso los test de ajuste, se realizaron en dos plantas del grupo (Planta A y B), para así poder analizar lugares de trabajo diferentes. Las características de la Planta A, donde se va a centrar el estudio, se exponen en el punto 5.1.

En ambas plantas trabajan plantillas de más de 200 empleados, algunos de ellos expuestos a atmósferas con polvo de harina en suspensión. El estudio de mascarillas se centrará en aquellos trabajadores que habitualmente están expuestos a atmósferas con polvo de harina, es decir, los trabajadores de los obradores y de los envasados.

La empresa en la que se ha desarrollado este estudio también cuenta en su plantilla con trabajadores especialmente sensibles al polvo de harina. Estos trabajadores tienen una



evaluación de riesgos específica y unas medidas particulares a sus condicionantes especiales.

Dentro de la empresa se diferencia entre aquellos trabajadores que desarrollaron una enfermedad profesional dentro de la empresa (diagnosticada por la Mutua) y aquellos trabajadores especialmente sensibles por tener una patología previa al comienzo de su actividad en la planta. Estas enfermedades previas están relacionadas con procesos alérgicos u otras enfermedades respiratorias, determinadas por el médico del trabajo.

## 5.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Tabla 1 Índices de exposición para los distintos puesto de trabajo estudiados

De acuerdo con la legislación vigente, la empresa ha ido realizando mediciones ambientales de polvo de harina en todos los puestos de trabajo con riesgo, con el fin de realizar un seguimiento de la exposición. Es importante conocer los índices de exposición a harina en estas zonas para entender mejor la problemática a la que se enfrenta la empresa.

En los últimos años la empresa está consiguiendo reducir progresivamente los índices de exposición con las diversas medidas adoptadas, siendo reducido por debajo de 1 el  $I_{Ex}$  en muchos puestos de trabajo, y estando trabajando en reducir el resto.

Línea de producción	Puesto de trabajo	$I_{ex}$
Línea A	Amasador	1,58
	Envasador	0,163
Línea B	Amasador	2,53
	Envasador	0,105
Línea C	Amasador	1,601
	Envasador	0,457
Línea D	Amasador	2,8
	Envasador	0,111
Línea E	Amasador	0,95
	Envasador	0,196
Línea F	Amasador	0,727
	Envasador	0,150
Línea G	Amasador	0,727
	Envasador	0,150
Línea H	Amasador	2,7
	Envasador	0,768
Línea I	Amasador	1,7
	Envasador	0,404
Línea J	Obrador	1,2
	Envasado	0,013

Actualmente la empresa está inmersa en la instalación de sistemas de extracción localizada de aire en los principales focos de generación de polvo de harina, estas medidas tienen el potencial de reducir drásticamente los índices de exposición. Las mediciones más recientes realizadas en la Planta A se presentan en la tabla 1.

El puesto con más índice de exposición de la planta es el amasador.

## 5.2 MEDIDAS ADOPTADAS

Ante los problemas causados por el polvo de harina, la empresa ha ido adoptando diversas medidas de protección colectiva con el fin de disminuir los índices de exposición. Tras la implementación de nuevas medidas, la empresa realiza una batería de mediciones de niveles de contaminación ambiental con el objeto de comprobar su efectividad.

La empresa también ha adoptado medidas de protección individual, donde destacan la implementación de mascarillas autofiltrantes o las medidas de protección para trabajadores especialmente sensibles.

A continuación se exponen las medidas más relevantes que ha adoptado la empresa en este ámbito, se clasifican de acuerdo con el elemento sobre el que actúan: (Guía técnica de Agentes Químicos Presentes en Lugares de Trabajo, 2013)

### 5.2.1 Eliminación del riesgo

La emisión de harina está causada, en su mayor parte por focos localizados que emiten gran cantidad de harina en momentos puntuales, por esta razón, algunas de las medidas técnicas más significativas, en lo que a protección colectiva se refiere, van destinadas a la eliminación de los focos de emisión de harina mediante automatización de aquellos procesos que implicaban un riesgo higiénico importante, como el rellenado de harineros y cernedores.

También se han tomado otras medidas como:

- Modificación de las cintas de reposo para evitar que se formen costras de harina en su superficie.
- Remodelación de los sistemas de dosificación de harina

### 5.2.2 Reducción o control de riesgo

En este aspecto, los avances más significativos hacen referencia a la instalación de sistemas de ventilación:

- Ventilación general y compartimentación de las distintas estancias de la planta: Con esto se pretende facilitar el reciclado y filtrado del aire, y evitar que las partículas de polvo de harina se diseminen por la planta.
- Extracción localizada: En aquellos puntos donde no es posible eliminar el foco se están instalando sistemas de extracción localizada para evitar la propagación del contaminante.

### 5.2.3 Protección del trabajador

Habiendo priorizado las medidas de protección colectiva, se han implementado diversas medidas de protección individual destinadas a complementar a las medidas colectivas:

**MASCARILLAS AUTOFILTRANTES:** Una de las medidas implementadas para proteger a los trabajadores es adoptar el uso de mascarillas autofiltrantes. Las mascarillas autofiltrantes son equipos de protección personal de clase III (RD 1407/1992) que protegen a los trabajadores frente a partículas sólidas en suspensión, como el polvo de harina. Las características y especificaciones técnicas de las mascarillas vienen reguladas por la normativa UNE-EN 149:2001+A1:2010, mientras que la normativa referente a su uso y mantenimiento está determinada por la norma UNE-EN 529:2006.

Las mascarillas autofiltrantes se marcan en función de su rendimiento y su fuga total hacia el interior (Fuga de aire hacia el interior de la mascarilla proveniente de cualquier fuente: filtro, válvula, ajuste, etc.). La clasificación vigente se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2 Marcaje de mascarillas autofiltrantes (UNE-EN 149:2001+A1:2010).

Marcaje	Factor de Protección (FPN)	Fuga total hacia el interior	Penetración máxima	Fuga hacia el interior
FFP1	4	22%	20%	2%
FFP2	12	8%	6%	2%
FFP3	50	2%	1%	1%

FF: Media máscara filtrante; P: Símbolo de filtro frente a partículas y su clase.

La penetración máxima es el porcentaje de partículas que pueden pasar por el filtro sin quedar retenidas en él.

Las medias máscaras filtrantes frente a partículas sólidas (FFP) se clasifican en 3 clases: 1, 2 y 3. La clase depende del factor de protección nominal (FPN), que a su vez depende de la fuga total hacia el interior. El FPN se asigna mediante la siguiente fórmula:

$$FPN = \frac{100}{Fuga\ total\ hacia\ el\ interior}$$

El factor de ajuste, que se medirá en el test de ajuste, está directamente relacionado con la fuga hacia el interior. A menor fuga total hacia el interior, más alto es su factor de protección nominal y mayor es el número de su clase y protección.

Con la finalidad de incrementar la protección de los trabajadores, la empresa decidió implantar el uso de mascarillas autofiltrantes FFP2 y, en mayor medida, FFP3, que son las que más protección ofrecen al tener la menor fuga total hacia el interior.

Su uso es obligatorio para aquellos trabajadores expuestos a elevadas concentraciones de polvo de harina y, en los trabajadores sensibles sometidos a índices de exposición mayores de 0,1. Por otro lado, las mascarillas están a disposición de forma gratuita e ilimitada al resto de empleados expuestos a esta atmósfera, recomendándose su uso continuo en toda la zona de producción.

Actualmente hay disponibles 3 modelos diferentes de mascarillas autofiltrantes NR FFP3 en la planta en la que se centrará el estudio (Planta A); en la segunda planta (Planta B) hay disponible un modelo FFP2 y uno FFP3. No hay a disposición de los trabajadores diferentes tallas de cada modelo en ninguna de las dos plantas.

En el Anexo 1 se incluyen los datos de cada una de estos modelos de mascarillas proporcionados por el fabricante. Se ha elaborado una tabla resumen de las especificaciones técnicas de los 3 modelos presentes en la planta en la que se centra este estudio (Planta A).

**Tabla 3 Modelos de mascarillas disponibles en la planta A**

	Medop 912469	Alphamesh 8030V	BLS Zero 30
<b>Marcado</b> (EN 149:2001 + A1:2009)	FFP3 NR D	FFP3 NR	FFP3 NR D
<b>FPN</b>	50x TLV (FPN)	20x TLV (FPA)	50x TLV (FPN)
<b>Válvula</b>	X	X	X
<b>Filtro de carbón</b>	X		
<b>Forma</b>	Plegada	Conformada	Conformada
<b>No reutilizable</b>	X	X	X
<b>Clip nasal</b>	X		X

NR: No reutilizable; D: La mascarilla ha superado el test de dolomitas; TLV: Valor Límite Umbral.

Nota: En el caso de la mascarilla Alphamesh 8030V, el fabricante proporciona información del factor de protección asignado, no del nominal, que es el que proporcionan el resto de fabricantes.

En la siguiente tabla se encuentran las especificaciones de las mascarillas presentes en la planta B:

**Tabla 4 Modelos de mascarillas disponibles en la planta B**

	Medop 912466	BLS Zero 30
<b>Marcado</b> (EN 149:2001 + A1:2009)	FFP2 NR D	FFP3 NR D
<b>Factor de protección</b>	12x TLV	50x TLV
<b>Válvula</b>	X	X
<b>Filtro de carbón</b>		
<b>Forma</b>	Plegada	Conformada
<b>No reutilizable</b>	X	X
<b>Clip nasal</b>	X	X

**FORMACIÓN E INFORMACIÓN:** En cumplimiento de los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, la empresa ha instaurado un programa de formación e información de sus trabajadores sobre los riesgos que implica la exposición a polvo de harina y las medidas adoptadas.

- **Formación:**

En la empresa se realizan dos tipos de formación: la formación inicial, que todos los trabajadores reciben previamente a su incorporación a su puesto de trabajo, y programas de reciclaje periódico, que reciben los trabajadores que pasaron su formación inicial anteriormente.

Las sesiones de formación consisten en sesiones teórico-prácticas presenciales en las que uno de los técnicos de la empresa instruye a los empleados en materia de prevención de riesgos laborales específicos de su puesto. Los empleados también reciben un cuadernillo donde pueden encontrar de forma escrita toda la información recibida en el proceso de formación para que la tengan disponible para su consulta.

En la formación que reciben los empleados, se identifica claramente el riesgo y se explica cómo se deben colocar la mascarilla y también se les da advertencias sobre su uso correcto. En el Anexo 2 se encuentra la parte del cuadernillo de formación dedicada al uso de mascarillas de protección.

- **Información:**

Los trabajadores también reciben información en sus puestos de trabajo que les recuerda en qué lugares es necesario el uso de mascarillas. En la planta hay distribuidos carteles como el del Anexo 2

**MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES:** En virtud del cumplimiento del artículo 25 de la LPRL, la empresa ha tomado medidas específicas para proteger a los trabajadores especialmente sensibles. Podemos distinguir dos tipos de poblaciones de trabajadores sensibles, por un lado están los trabajadores con una patología previa y, por otro lado, los trabajadores que han desarrollado una enfermedad profesional que les hace sensibles al polvo de harina.

- **Trabajadores con una patología previa:** Estos trabajadores son aptos para trabajar pero poseen una sensibilidad que hace necesario tomar algunas de las siguientes medidas, en función de la gravedad:
  1. Uso obligatorio de mascarillas autofiltrantes FFP3 en aquellos lugares con atmósferas que contienen polvo de harina.
  2. Revisiones médicas con protocolos específicos para asma laboral cada 3 o 6 meses.
  3. Reubicación del trabajador en lugares con atmósferas con la menor  $I_{exp}$  posible, siempre garantizando que este  $I_{exp}$  será menor de 1.
  
- **Trabajadores que han desarrollado una enfermedad profesional:** En este grupo se incluyen tanto aquellos trabajadores que han desarrollado la patología a causa de sus funciones dentro de la empresa, como a aquellos que han visto agravada una patología previa.
  1. Reconocimientos médicos periódicos.
  2. Readaptación o reubicación del puesto en base a las restricciones médicas asociadas a dicho puesto de trabajo.
  3. Uso obligatorio de mascarillas autofiltrantes FFP3 en aquellos lugares con atmósferas que contienen polvo de harina.
  4. Vacunación específica contra el polvo de harina.

También se aplican medidas de control que permiten controlar la evolución del trabajador y del puesto:

- Realización de evaluaciones higiénicas específicas. Estas evaluaciones tendrán en especial consideración la enfermedad profesional del trabajador.
- Comprobación de la adaptación del puesto de trabajo

Para asegurar el cumplimiento de las medidas de reubicación de los trabajadores y de obligatoriedad de utilizar mascarillas autofiltrantes FFP3, se elabora un anexo de trabajadores especialmente sensibles donde se evalúa el riesgo y se establecen las medidas preventivas especificadas por el médico del trabajo para su cumplimiento por parte del empleado y del empleador.

El presente estudio será especialmente relevante para evaluar la eficacia de una de las medidas del plan de protección específico de esta población de trabajadores. Es

importante conocer la efectividad real de las mascarillas para evaluar y cuantificar el nivel de protección real.





## 6 DESARROLLO

### 6.1 ESTUDIO DEL AJUSTE DE LAS MASCARILLAS

En la legislación se establece que la capacidad de filtración del equipo de protección respiratoria tiene que venir determinada por el Factor de protección (FP), entendiendo como tal: un número, asignado a cada uno de los equipos de protección de las vías respiratorias, que nos indica hasta qué concentración ambiental protege dicho equipo. Este número multiplicado por el Límite de Exposición Máximo Permitido (pe. VLA), nos da la concentración máxima de contaminante en el aire a la que se puede enfrentar el equipo.

En principio, cuanto mayor sea el factor de protección, mejor será la protección que presta el equipo.

Existen dos factores de protección que divergen en la forma de medir la protección que ofrecen las mascarillas.

- Factor de protección nominal (FPN): deriva de los valores de fuga o penetración máxima permitida, que aparecen en las normas. Se trata por tanto de valores teóricos que deben tomarse con precaución. (INSHT)

Las mascarillas se marcan en función del factor de protección nominal que ofrecen, tal y como se indicó en la tabla 2.

- Factor de protección asignado (FPA): es el nivel de protección respiratoria que, de manera realista, puede esperarse en el lugar de trabajo para un 95% de los usuarios adecuadamente formados y supervisados utilizando un equipo de protección respiratoria en buen estado de funcionamiento y ajustado correctamente. Está basado en el percentil cinco (P5) de los datos de factor de protección en el lugar de trabajo (WPF).

Los valores de FPA son menores que los de FPN debido a que miden la protección real esperable que se puede obtener del equipo si se usa correctamente.

En la siguiente tabla se muestran los FPA establecidos en Reino Unido y Estados Unidos en comparación con los FPN.

Clase	FPN	FPA (UK)	FPA (USA)
FFP1	4	4	
FFP2	12	10	10
FFP3	50	20	

Tabla 5 Factor de protección asignado (FPA)

Los valores de FPA pueden tomarse como una medida fiable si las mascarillas se usan correctamente.

El presente estudio medirá la efectividad de las mascarillas en cada trabajador realizando un test de ajuste (fit testing), que ofrece la medida del factor de ajuste (FF), que es un estimador cuantitativo del ajuste de un respirador particular a un individuo específico y estima la razón de la concentración de una sustancia en el aire ambiental a su concentración dentro del respirador al usarse. (OSHA 71 FR, No. 164) Se calcula con la siguiente fórmula:

$$FF = [Exterior]/[Interior]$$

Aunque en Europa no hay normativa específica a este respecto, en la normativa internacional se establece que el factor de ajuste mínimo de las mascarillas autofiltrantes tiene que ser de 100, lo que indica que la concentración de partículas en el interior de la mascarilla tiene que ser al menos 100 veces menor que en el exterior.

El resultado de la prueba de ajuste depende de muchos factores, pero principalmente depende de la capacidad de filtrado de la mascarilla y del adaptador facial, que es la parte de un equipo de protección respiratoria que conecta el sistema respiratorio del usuario a otras partes del equipo y que aísla dicho sistema respiratorio de la atmósfera ambiental. Los adaptadores faciales pueden ser máscaras, mascarillas, boquillas o mascarillas autofiltrantes.

La principal función del adaptador facial es la de proporcionar hermeticidad, que es la característica esencial que debe poseer cualquier adaptador facial mediante la que se evita que entre contaminante, desde el exterior del adaptador facial, hacia el interior de las vías respiratorias del usuario. La falta de hermeticidad de un equipo puede ser debida a un mal ajuste con la cara del usuario, a un mal funcionamiento o a una mala colocación de alguno de sus elementos (válvula de exhalación o inhalación, conectores, roscas, etc.) (INSHT).

### 6.1.1 Test de ajuste (Fit testing)

Los test de ajuste son un tipo de pruebas cuantitativas o cualitativas que se usan para evaluar el ajuste del equipo respiratorio en un individuo concreto.

- Test de ajuste cualitativo (QLFT): El test cualitativo más habitual está determinado por la capacidad del individuo de detectar el olor o sabor de un agente químico a través de la mascarilla. Al ser un test cualitativo, se puede fallar o superar, pero no ofrece un valor numérico ni da una medida exacta del funcionamiento de la mascarilla. Las principales desventajas que ofrece este método es que es un test subjetivo y depende de la sensibilidad del trabajador a la sustancia indicadora utilizada.
- Test de ajuste cuantitativo (QNFT): El test cuantitativo ofrece una cuantificación numérica del ajuste que ofrece la mascarilla.

Para este ensayo se van a realizar test de ajuste cuantitativo. Este tipo de test nos permitirá cuantificar de forma precisa la eficacia de las mascarillas y nos permitirá conocer de una forma más realista las condiciones de trabajo de los empleados.

Debido a la inexistencia de normativa específica europea, la prueba cuantitativa de ajuste se ha hecho tomando como referencia la normativa HSE 282/28.

El test fue conducido por un técnico de BLS especializado en el uso del PortaCount Pro+ model 8038 de TSI, en todo momento se siguieron sus consejos e indicaciones sobre el desarrollo de la prueba.

### 6.1.2 PortaCount Pro+ Model 8038

Para el test de ajuste se ha utilizado el PortaCount Pro+ model 8038 fabricado por TSI, que ha sido diseñado para calcular el factor de ajuste de máscaras y mascarillas.

Este instrumento mide la concentración de partículas dentro de la mascarilla y en el ambiente mediante dos tubos, con la finalidad de obtener el factor de ajuste. Para ello es necesario hacer una pequeña perforación en la mascarilla que se desea probar; en el orificio se inserta un adaptador metálico que permite conectar un tubo que comunica la mascarilla con el cuerpo del PortaCount Pro+. El adaptador mantiene la estanqueidad de la mascarilla y el tubo, de tal forma que no se alteren los resultados. La mascarilla queda inservible tras el ensayo.

El rango de factor de ajuste que es capaz de medir el aparato va desde 1 hasta 10.000, aunque dependiendo del tipo de prueba realizada, el rango puede descender a entre 1 y 200.

El PortaCount Pro+ trabaja entre un rango de concentración de partículas mínimo de 0,01 partículas/cm<sup>3</sup> y máximo de 2,5x10<sup>5</sup> partículas/cm<sup>3</sup>, estas partículas han de ser mayores de 0,02 µm para ser detectables. El flujo de aire en cada medición es de 350 cm<sup>3</sup>/min, aunque la bomba tiene un caudal nominal de 1.000 cm<sup>3</sup>/min.

El aire entra procedente del ambiente y del interior de la mascarilla mediante dos tubos, una válvula interna cambia la fuente del aire que se está midiendo en ese momento. No se puede medir el aire procedente de ambos tubos al mismo tiempo. Una vez dentro, el aparato mide la concentración de partículas sólidas mediante un Condensation Nucleous Counter (CNC), también conocido como Condensation Particle Counter. Este sistema aumenta el tamaño de las partículas pequeñas, y difíciles de detectar, hasta tamaños más grandes y fácilmente detectables. Esta metodología hace que el aparato sea sensible a partículas muy pequeñas, pero insensible a las variaciones de tamaño de las partículas.

El sensor contiene un saturador, un condensador y elementos ópticos. El saturador está forrado de alcohol isopropílico. Entre el saturador y el condensador hay un dispositivo termoeléctrico que enfría el condensador y calienta el saturador. Cuando el aire pasa a través del saturador, lo hace saturado de vapor de alcohol, al entrar en el condensador, debido al frío, el alcohol se condensa en las partículas en sólidas en suspensión, formando gotitas y aumentando su tamaño. Después las gotitas pasan a los elementos ópticos, que cuentan la cantidad de partículas mediante un rayo láser.

Se han realizado dos tipos de pruebas diferentes con el PortaCount Pro+:

- **Test rápido:** Este test ofrece en tiempo real los valores del ajuste. Ofrece un resultado aproximado y preliminar que permite valorar el ajuste de la mascarilla y detectar posibles fugas para corregirlas. El test rápido se realiza en posición estática con un ritmo normal de respiración.
- **Test de ajuste (Fit Test):** Este test está diseñado para seguir el protocolo de la normativa HSE 282/28 y todos sus ejercicios. Ofrece un resultado fiable y estandarizado del ajuste de la mascarilla.

Durante cada uno de los 7 ejercicios del test de ajuste, el PortaCount Pro+ toma:

- $C_B$ : Una muestra inicial del aire ambiental
- $C_R$ : Una muestra del aire del interior de la mascarilla.
- $C_A$ : Una muestra de aire ambiental al final de la prueba

Con estas 3 muestras, el aparato calcula el factor de ajuste (FF) en cada prueba utilizando la siguiente fórmula:

$$FF = \frac{C_B + C_A}{C_R}$$

El ensayo de ajuste consta de 7 pruebas individuales. De cada prueba se obtiene el factor de ajuste individual, posteriormente, se calcula el factor de ajuste ponderado global mediante la siguiente fórmula:

$$FF_{global} = N / [(1/FF_1) + (1/FF_2) + \dots + (1/FF_{n-1}) + (1/FF_n)]$$

Siendo:

$FF_n$  = factor de ajuste de cada ciclo de prueba

N = número total de ciclos de prueba

### 6.1.3 Procedimiento

Las pruebas fueron realizadas en varias dependencias de dos plantas de producción (Plantas A y B). En caso de que el técnico considerara que no había suficientes partículas sólidas en suspensión en el ambiente como para poder realizar la prueba, se utilizaba un generador de partículas Particle Generator Model 8026 de TSI, que generaba un ambiente con aerosol no tóxico de sal (NaCl). El PortaCount Pro+ mide indistintamente ambos tipos de partículas.

El procedimiento seguido para realizar la prueba de ajuste ha sido obtenido de la normativa HSE 282/28 y es el siguiente:

1. Se informa al trabajador sobre la prueba que se va a realizar y el procedimiento a seguir. Una vez el trabajador accede se toma nota sobre su sexo, si tiene barba y si va a realizar la prueba con cubre barba.

2. Se le da al trabajador uno de los modelos disponibles de mascarilla, que ya ha sido conectada al aparato y se le permite realizar a él mismo el ajuste que considere adecuado.
3. Se realiza un test rápido para poder tener una primera idea aproximada del factor de ajuste del usuario. En caso de no obtener valores cercanos a 100, se indica al usuario que debe mejorar el ajuste.
4. Si se consigue obtener valores cercanos a 100 en el test rápido, se procede a realizar el test de ajuste completo.
5. Comienzan las mediciones siguiendo el protocolo específico expuesto en la norma HSE 282/28. Este protocolo consiste en una serie de ejercicios que se detallan en la siguiente tabla:



Tabla 6 Procedimiento del test de ajuste

Número	Ejercicio	Tiempo	Descripción
A	Respiración normal	60s	El sujeto debe respirar normalmente, de pie y sin moverse.
B	Respiración profunda	60s	El sujeto debe respirar lenta y profundamente, de pie y sin moverse.
C	Girar la cara de un lado a otro	60s	Mientras se realiza una respiración normal, el sujeto debe girar la cabeza de un lado a otro lentamente, de extremo a extremo.
D	Mover la cara arriba y abajo	60s	Mientras se realiza una respiración normal, el sujeto debe subir y bajar la cabeza.
E	Hablar	60s	El sujeto debe hablar en voz lo bastante alta como para ser oído. El sujeto puede leer un texto preparado previamente, contar hacia atrás desde 100 o recitar un poema o canción.
F	Inclinarse hasta tocarse los dedos de los pies	60s	El sujeto debe inclinarse hasta tocarse la punta de los pies.
G	Respiración normal	60s	El sujeto debe respirar normalmente, de pie y sin moverse.

En todos los ejercicios el PortaCount Pro+ toma una primera medición de la concentración de partículas sólidas del aire exterior, después una medición del aire del interior de la mascarilla y una última medición de la concentración ambiental. Con estos datos calcula el factor de ajuste de cada ejercicio y, por último, se calcula el factor de ajuste global.

En caso de que algunos de los ejercicios del test de ajuste no obtenga el valor mínimo de 100, el PortaCount Pro+ interrumpe automáticamente el test y lo considera no superado al no haber obtenido el valor mínimo de 100 en alguno de los ejercicios.

6. Al acabar la prueba, se realiza de nuevo la prueba con otro de los modelos de mascarillas disponibles, siguiendo el procedimiento desde el punto 2.

Cuando ambas pruebas han acabado, se compara el factor de ajuste obtenido y se informa al trabajador de cuál es la mascarilla que mejor se adapta a su anatomía facial.

El criterio para saber si la prueba de ajuste se supera o no depende de la legislación que tomemos como referencia. En los casos de la normativa OSHA 29 CFR 1910.134, AS/NZS 1715:1994, CSA Z94.2-02 y de la HSE 282/28, se exige un factor de ajuste mínimo de 100. En el caso de la normativa ANSI Z88.2, se establece que el valor mínimo tiene que ser 100 y que, además, el factor de ajuste tiene que ser al menos 10 veces mayor que el factor de protección asignado (FPA). En este caso, se ha seguido con el criterio de la norma HSE 282/28.





## 6.1.4 Resultados

### TEST RÁPIDO

En las siguientes tablas se exponen los resultados de los test rápido realizados a los empleados de las planta A y B:

**Tabla 7 Resultados del test rápido en la Planta A**

Trabajador	Sexo	Barba	Cubre barba	Medop 912469	BLS Zero 30	Alphamesh 8030V
A	H	X		12	60	-
B	H	X		65	22	-
B	H	X	X	-	30	-
C	H	X		20	-	-
D	H	X		7	17	-
E	M			-	200	-
F	H	X		12	-	-
G	M			-	135	-
H	M			89	150	-
I	M			15	15	-
J	H			45	98	-
K	M			177	-	181
L	H			-	200	200
M	H	X		10	20	-
N	H			15	35	-
Ñ	M			10	7	-
O	H			-	100	-
P	H			50	160	-
Q	M			140	-	-
Media				47,64	83,27	190,5
Media con barba				21,00	29,80	na
Media sin barba						
Hombre				26,22	71,33	200
Mujer				72,75	101,4	181

Tabla 8 Resultados del test rápido en la Planta B

Trabajador	Sexo	Barba	Cubre barba	Medop 912466	BLS Zero 30
A	H	X	X	7	-
A	H	X		7	7
B	M			17	170
C	M			25	175
D	H	X		17	20
E	H	X		5	40
F	M			22	88
G	H			15	189
H	M			151	188
I	M			138	78
J	M			59	104
K	M			30	177
L	M			37	35
M	M			100	197
N	M			7	185
Ñ	H			41	186
Media				42,37	122,6
Media barba				9,00	22,33
media no barba				53,50	147,67
Hombre				15,33	88,40
Mujer				58,6	143,91

En la realización del test rápido hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Por problemas de tiempo no se pudo realizar el test rápido con todos los modelos disponibles a los empleados a los que se les hizo la prueba en la Planta A.
- El ensayo B de la planta A y el ensayo A de la Planta B corresponden a una misma persona, a la que se le hizo el test con y sin cubre barba.

#### TEST DE AJUSTE

Las siguientes tablas corresponden con los resultados del test de ajuste realizado a los empleados de la Planta A y B. Los trabajadores se corresponden con los mismos que en el test rápido.

Tabla 9 Resultados del test de ajuste en la Planta A

Trabajador	Sexo	Barba	Cubre barba	BLS Zero 30 FFP3	Medop 912469	Alphamesh 8030V
A	H	X		Na	Na	Na
A	H	X		Na	Na	Na
B	H	X	X	Na	Na	Na
C	H	X		Na	Na	Na
D	H	X		Na	Na	Na
E	M			200	Na	Na
F	H	X		Na	Na	Na
G	M			Na	Na	Na
H	M			124	Na	Na
I	M			Na	Na	Na
J	H			Na	Na	Na
K	M			170	Na	174
L	H			200	Na	200
M	H	X		Na	Na	Na
N	H			Na	Na	Na
Ñ	M			Na	Na	Na
O	H			Na	Na	Na
P	H			149	Na	Na
Q	M			Na	132	Na
Test superados				5	1	2
Porcentaje de superación				26%	5,20%	-
Media con barba				-	-	-
Media				168	132	187

Tabla 10 Resultados del test de ajuste en la Planta B

Trabajador	Sexo	Barba	Cubre barba	Medop 912466	BLS Zero 30
A	H	X	X	Na	Na
A	H	X		Na	Na
B	M			Na	166
C	M			Na	180
D	H	X		Na	Na
E	H	X		Na	Na
F	M			Na	Na
G	H			Na	186
H	M			Na	183
I	M			Na	Na
J	M			Na	Na
K	M			Na	172
L	M			Na	Na
M	M			Na	197
N	M			Na	174
Ñ	H			Na	177
Test superados				0	8
Porcentaje de superación				0%	50%
Media con barba				-	-
Media				-	179,37

Igualmente, con el test de ajuste debemos considerar lo siguiente:

- En ambas plantas se utilizó el generador de partículas de NaCl para aumentar la concentración ambiental de partículas.
- En la Planta A no se pudo realizar el test de ajuste a todos los trabajadores que obtuvieron valores cercanos a 100 en el test rápido por problemas de tiempo y de interrupción de la producción. Por esta razón no se pueden tener en consideración los porcentajes de superación de las pruebas en la Planta A.
- No se pudo realizar ningún test de ajuste completo a la mascarilla Medop 912466 (FFP2) de la planta B porque no se consiguieron, en ningún caso, valores cercanos a 100.
- El modelo de Alphamesh no estuvo disponible para ser probado en todos los empleados de la Planta A y pudo probarse en aquellos que estaban utilizando el modelo Alphamesh en ese momento (2 trabajadores). Al haberse realizado sólo 2 test de ajuste, no se ha calculado el porcentaje de test superados para ese modelo.

- Al haberse superado sólo un test de ajuste con el modelo Medop 912469, el valor medio de 132 ha sido calculado sólo con un dato.

### 6.1.5 Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos de las dos pruebas en ambas plantas se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La mascarilla Alphamesh obtiene el mejor resultado medio tanto en el test rápido (190), como en el test de ajuste (187). En ambos casos supera los test con más de 100 de factor de ajuste, aunque los resultados deben ser tomados con cautela debido al reducido tamaño muestral.
- La mascarilla BLS obtiene una media de 122,6 en el test rápido, y 179,37 en el test de ajuste de la planta B. El 50% de los trabajadores estudiados de la planta B superaron el test de ajuste al utilizar este modelo.
- La mascarilla Medop 912469 no pudo ser correctamente analizada en el test de ajuste de la Planta A, no obstante, sólo logró valores superiores a 100 en el test rápido en el 14% de los trabajadores estudiados, una media de 47,64 en y sólo consiguió superar un test de ajuste.
- La mascarilla Medop 912466, presente sólo en la Planta B, obtuvo una media de 42,37 en los test rápidos y no logró superar ningún test de ajuste, a pesar de haber superado o igualado la puntuación de 100 de factor de ajuste en 3 test rápidos. Esto podría ser debido a que a pesar de poder conseguir un ajuste correcto con este modelo, el ajuste es muy inestable y falla con el movimiento de los ejercicios del test de ajuste.
- Ninguno de los trabajadores con barba (con o sin cubre barba) superó las pruebas de ajuste. En los test de ajuste rápido, las medias obtenidas en todos los ensayos son inferiores a las medias obtenidas por los trabajadores sin barba.
- Los resultados medios en los test rápidos arrojan diferencias entre hombres y mujeres, siendo los resultados de las mujeres mejores que los de los hombres. Por su parte, los resultados medios en los test de ajuste superados con el modelo BLS, no muestran grandes diferencias. Esto podría ser debido a que los resultados de hombres con barba, que sí se tienen en cuenta en la media del test rápido, hacen descender el valor medio en hombres. No obstante, no se

realizaron pruebas suficientes a hombres sin barba como para poder valorar esto con profundidad.



## 6.2 ENCUESTA SOBRE PREFERENCIAS Y USO DE MASCARILLAS

Otro de los objetivos del presente estudio fue realizar una encuesta a los empleados expuestos a polvo de harina. La encuesta ha sido elaborada de forma específica para este proyecto, con la intención de evaluar las preferencias y hábitos de uso de las mascarillas autofiltrantes por parte de los empleados. La encuesta completa se puede consultar en el Anexo 3.

El fabricante de las mascarillas ofrece unos datos teóricos sobre la protección que aportan a los empleados. Las mascarillas que la empresa pone a disposición de la plantilla ofrecen FPN de 50x TLV o un FPA de 20x TLV. Sin embargo, la protección real que ofrecen estas mascarillas puede quedar comprometida si no se usan de forma continua y adecuada.

La encuesta se encuentra dividida en apartados, cada uno con una finalidad específica:

1. Datos generales: contiene preguntas destinadas a ubicar al trabajador y conocer su lugar y puesto de trabajo.
2. Uso general de mascarillas de protección: en este apartado, se quieren conocer las impresiones generales sobre el uso de mascarillas y algunos hábitos de uso de la mascarilla que pueden comprometer su eficacia global, como si se usa de forma continua o puntual, o si se comprueba el ajuste.
3. Utilización de la mascarilla: se pretende evaluar si los empleados saben cómo deben colocarse la mascarilla para obtener la máxima efectividad. Para ello, se evalúa si ajustan correctamente el clip nasal y si las gomas de las mascarillas quedan paralelas y tensas. Los resultados de esta parte de la encuesta nos permitirán detectar los errores en su utilización que podrían disminuir su eficacia. Con esta información se podrá mejorar la formación de los empleados enfocándola a subsanar los errores más habituales en su uso.
4. Interacción con otros elementos: el siguiente apartado de la encuesta va destinado a conocer las impresiones de los empleados respecto a las posibles interacciones de las mascarillas con otros elementos, como otros EPIs.

5. Modelos disponibles: Por último, se incluye un apartado que permitirá conocer las impresiones particulares sobre cada modelo de mascarilla disponible. Al empleado se le pregunta sólo por los modelos que utiliza habitualmente, y no por aquellos que no conoce. Con estos datos se pretende conocer qué es lo que más valoran los empleados para decantarse por un modelo u otro, así como sus principales ventajas e inconvenientes. Esta información puede ser útil para ser tenida en cuenta en futuras adquisiciones de nuevos modelos de mascarillas.

La toma de datos se realizó mediante entrevistas personales e individuales con los empleados, en su lugar de trabajo y durante su jornada laboral. En la toma de datos no se registra el nombre del trabajador que contesta al formulario. De esta forma se pretende obtener la información lo más sincera y real posible de los trabajadores.

Durante la entrevista, el entrevistador plantea al empleado las distintas cuestiones y clasifica la respuesta del trabajador en alguna de las respuestas posibles. Solo se admite una respuesta por pregunta, aunque no es necesario responder a todas las cuestiones.

Los datos se recogieron utilizando la plataforma Google Forms, que digitaliza automáticamente los resultados y facilita su procesado

Con los datos obtenidos se ha realizado un estudio estadístico, con la finalidad de obtener conclusiones que permitan conocer la situación actual, y proponer mejoras en las medidas adoptadas a este respecto.

### 6.2.1 Resultados

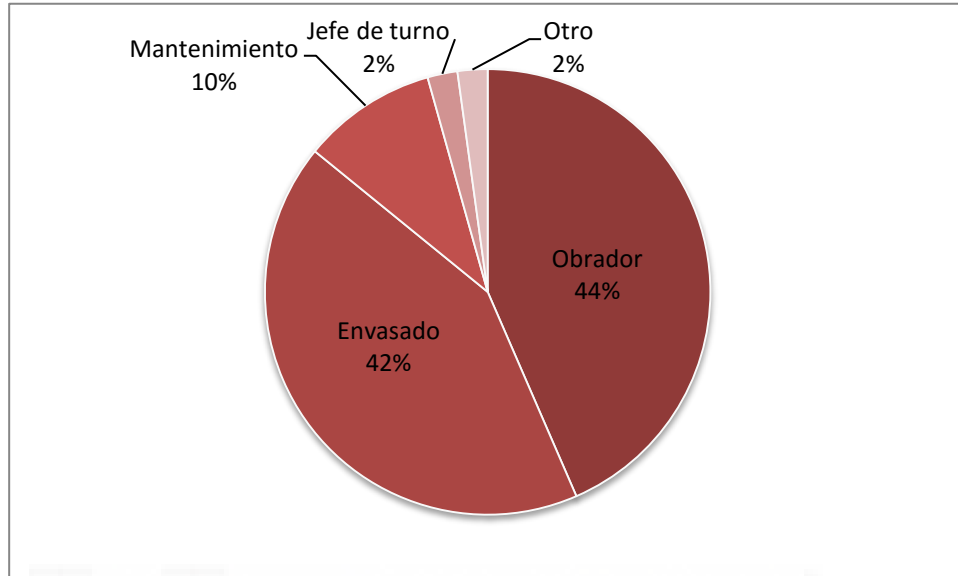
Las entrevistas fueron realizadas a 92 trabajadores de los turnos de mañana, tarde y noche. Esto representa el 34% de la plantilla de la Planta A.

Los resultados de todas las preguntas realizadas en las encuestas se presentan a continuación en forma de gráficas y por apartados.



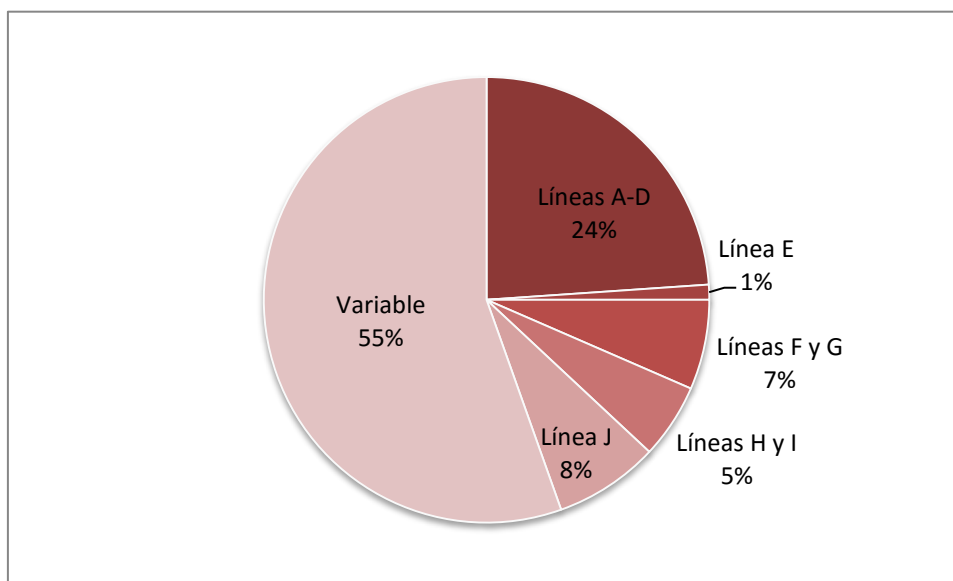
## A) DATOS GENERALES

### 1. PUESTO DE TRABAJO HABITUAL



El 44% de los trabajadores encuestados desarrolla sus funciones en la zona de obrador de la planta, mientras que el 42% lo hace en la zona de envasado, el 10% trabaja en mantenimiento, el 2% ostenta el cargo de jefe de turno y el 2% desarrolla otras funciones.

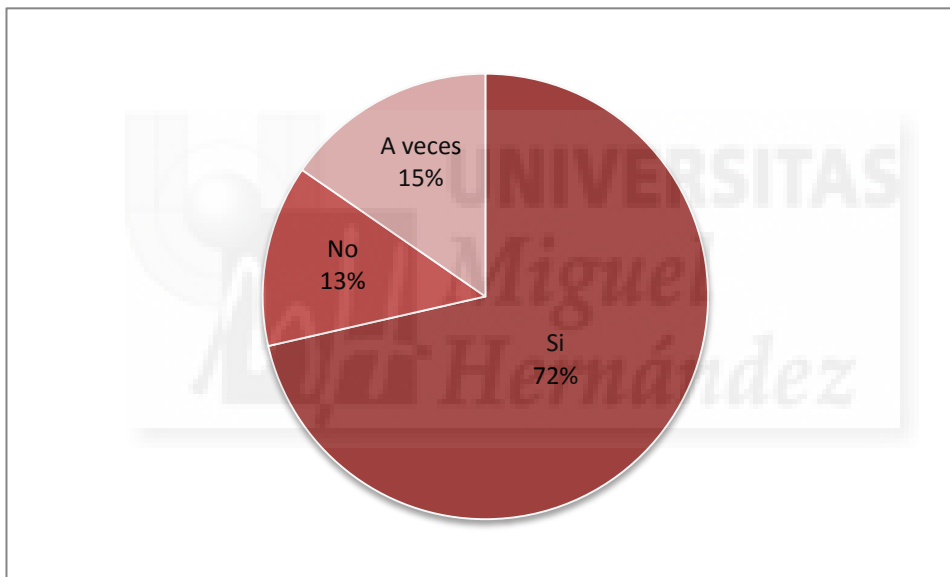
### 2. LÍNEA DE PRODUCCIÓN HABITUAL



A la hora de organizar a los trabajadores, la empresa agrupa las distintas líneas de producción por zonas, esto se hace así porque algunas líneas de producción están situadas muy próximas. A la hora de plantear esta cuestión a los empleados se ha mantenido esta distribución, ya que las condiciones ambientales son muy similares al estar situadas muy próximas.

El 55% de los trabajadores no trabaja en una línea de producción fija, sino que es variable; el 24% lo hace en las líneas A-D; el 8% en la línea J; el 7% en la línea F-G; el 5% en las líneas H-I y el 1% en la línea E.

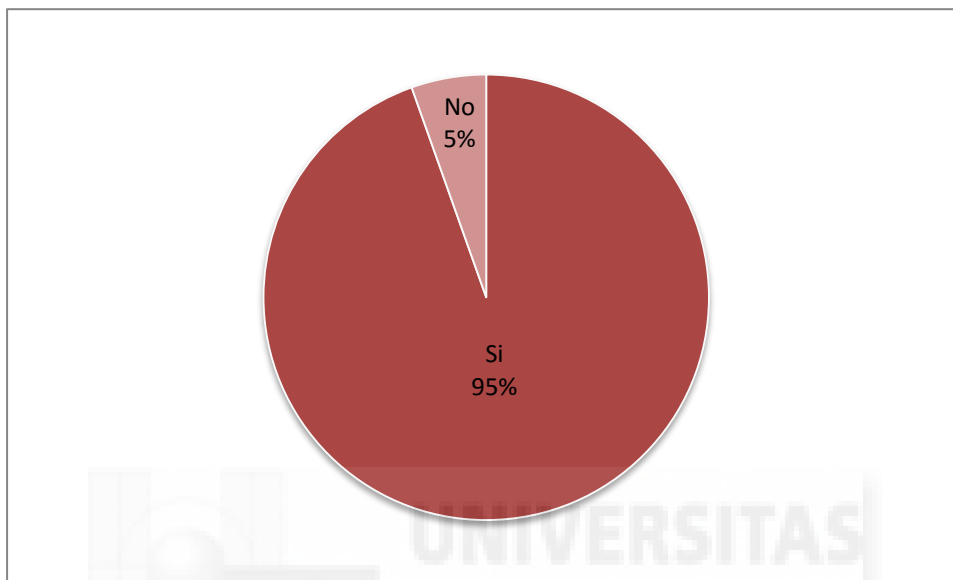
### 3. TIENE OBLIGACIÓN DE USAR MASCARILLA



De los empleados encuestados, el 72% tiene obligación de usar mascarilla durante toda su jornada laboral, mientras que el 13% no está obligado a hacerlo habitualmente y el 15% está obligado a utilizar la mascarilla según la el lugar o la tarea que esté realizando en ese momento.

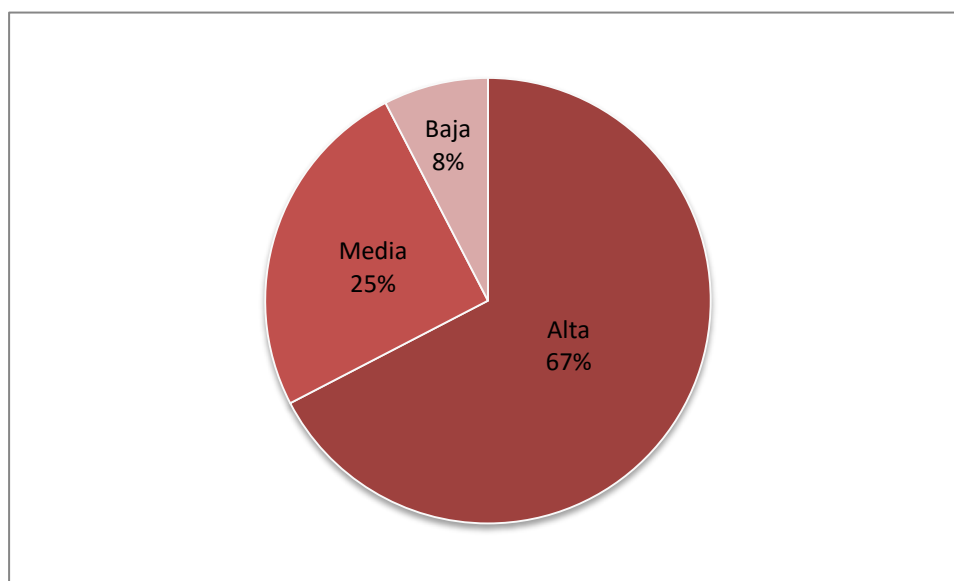
## B) USO GENERAL DE MASCARILLAS DE PROTECCIÓN

### 4. CONSIDERO QUE ES IMPORTANTE UTILIZAR LA MASCARILLA



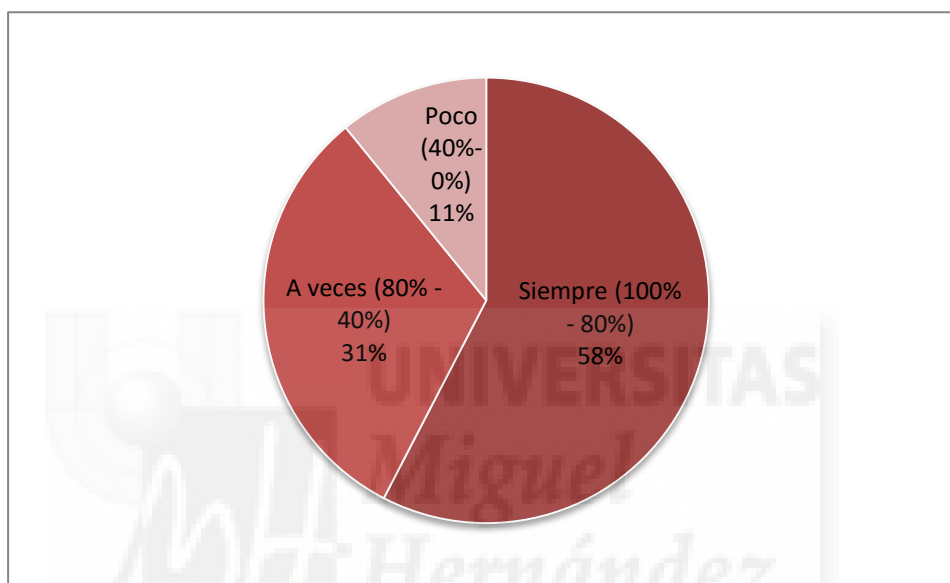
El 95% de los empleados cree que el uso de mascarillas es importante, mientras que tan solo el 5% cree que no lo es. Los porcentajes son muy similares en obrador y envasado.

### 5. CONSIDERO QUE LA EFECTIVIDAD DE LAS MASCARILLAS DE PROTECCIÓN ES



El 67% de los trabajadores encuestados considera que la efectividad de las mascarillas es alta, el 25% considera que es media, mientras que el 8% considera que la efectividad es baja.

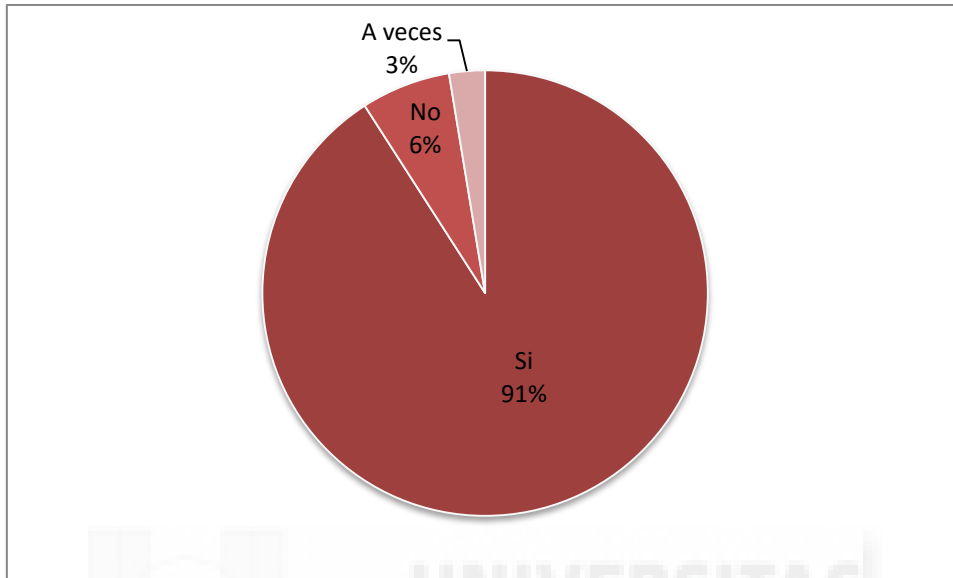
## 6. UTILIZO LA MASCARILLA



El 58% de los empleados reconoce que utiliza la mascarilla siempre (entre el 100% y el 80% del tiempo), por otro lado, el 31% hace uso de la mascarilla a veces (entre el 80% y el 40% del tiempo) y, por último, el 11% reconoce que hace poco uso de la mascarilla (entre el 40% del tiempo y el 0%).

Analizando estos datos por zonas de trabajo, se deduce que el 7,5% de los trabajadores del obrador encuestados utiliza poco la mascarilla, mientras que en envasado ese porcentaje se eleva a al 18%. Es importante tener en cuenta que no es obligatorio el uso de mascarillas en todas las zonas de envasado.

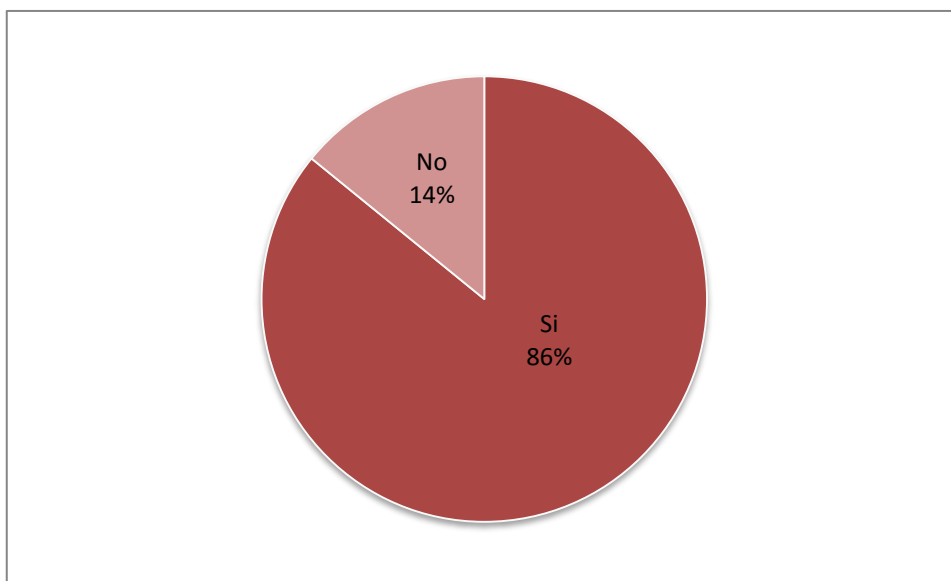
7. UTILIZO LA MASCARILLA AL REALIZAR ACCIONES COMO EL VOLCADO DE SACOS O EL RELLENO DE HARINEROS



Como ya se ha indicado, uno de los principales focos de generación de polvo de harina en suspensión son acciones puntuales y localizadas, como el relleno de harineros, el volcado de sacos o el tamizado de harina. El uso de mascarillas es especialmente importante en estos lugares y momentos, para evitar los picos de exposición de los empleados.

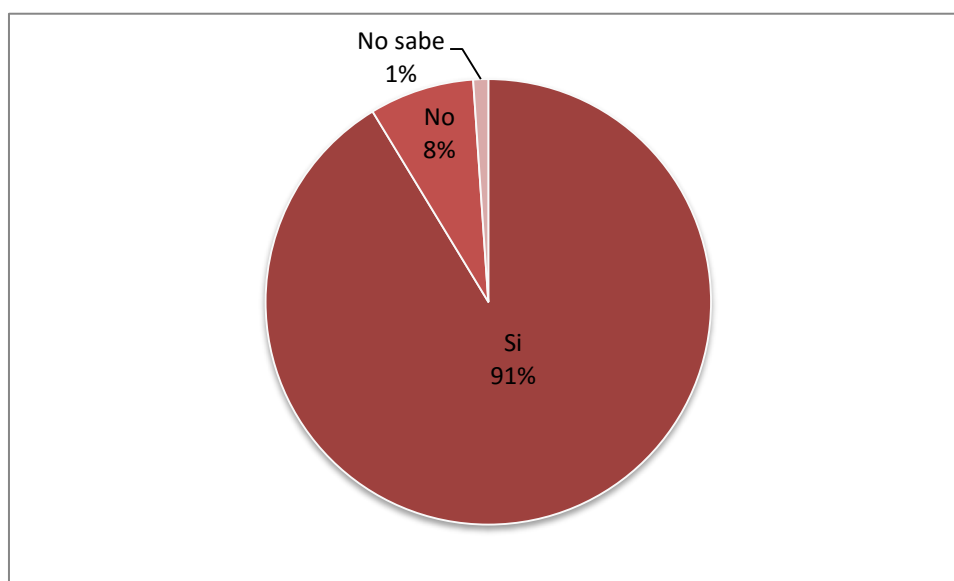
Al responder a esta pregunta, el 91% de los empleados utiliza la mascarilla cuando realiza este tipo de acciones, el 3% sólo a veces y el 6% de los empleados reconocen que no utiliza la mascarilla cuando realiza este tipo de acciones.

## 8. COMPRUEBO EL BUEN ESTADO DE LA MASCARILLA



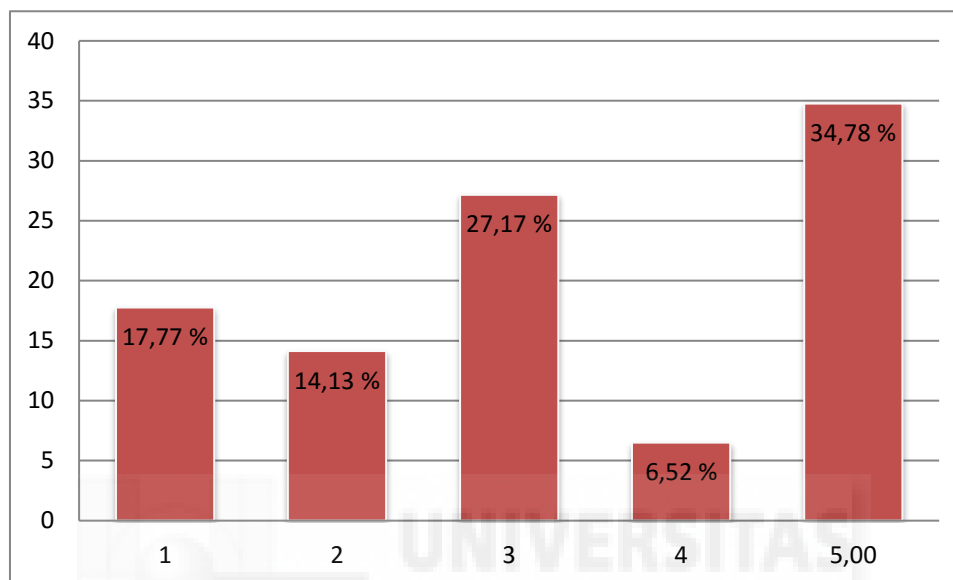
Ante la cuestión acerca de si los empleados comprueban el buen estado de las mascarillas al usarlas (integridad, limpieza,...), el 86% de los empleados si lo hace, mientras que el 14% no inspecciona el estado de la mascarilla.

## 9. COMRPUEBO EL AJUSTE DE LA MASCARILLA



Al colocarse la mascarilla, el 91% de los empleados comprueba el ajuste de la mascarilla, ajustándolo allí dónde es necesario, en cambio, el 8% no lo hace y el 1% reconoce no saber cómo hacerlo.

#### 10. ¿CUÁNTAS MASCARILLAS USO A LA SEMANA?

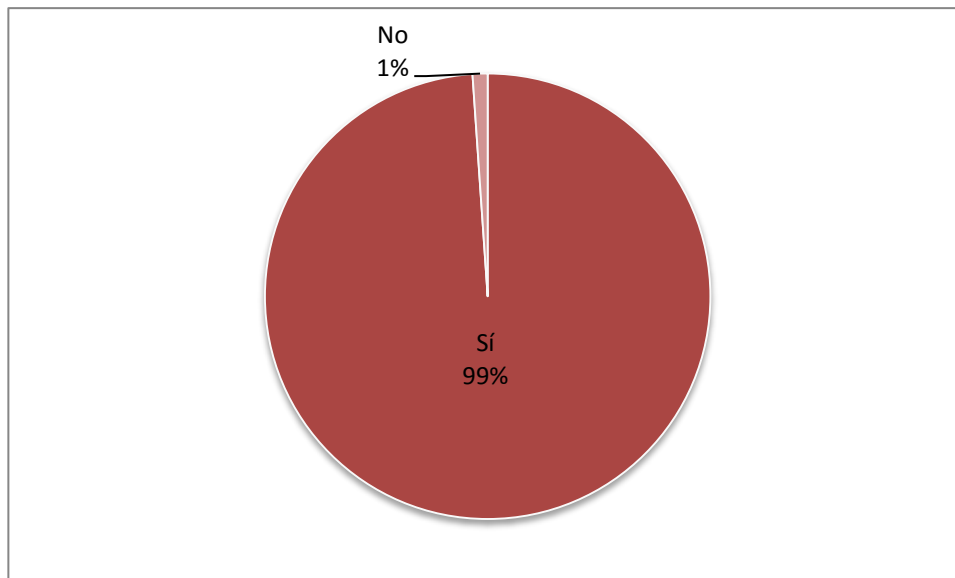


Ante la pregunta del número de mascarillas que utilizan los empleados cada semana, el 17% de los empleados tan solo usa una mascarilla a la semana, 14% utiliza 2, el 27% utiliza 3 mascarillas, el 6% utiliza 4 y el 34% utiliza 5 mascarillas.

La media de mascarillas utilizadas por trabajador es de 3.2, y la moda es de 5.

Es importante considerar que las mascarillas que la empresa pone a disposición de sus empleados están marcadas como no reutilizables y su vida útil es de 1 turno. Por esta razón, la empresa pone a disposición de los empleados, de forma gratuita, todas las mascarillas que necesiten.

## 11. ¿REEMPLAZO LA MASCARILLA SI SE DETERIORA?



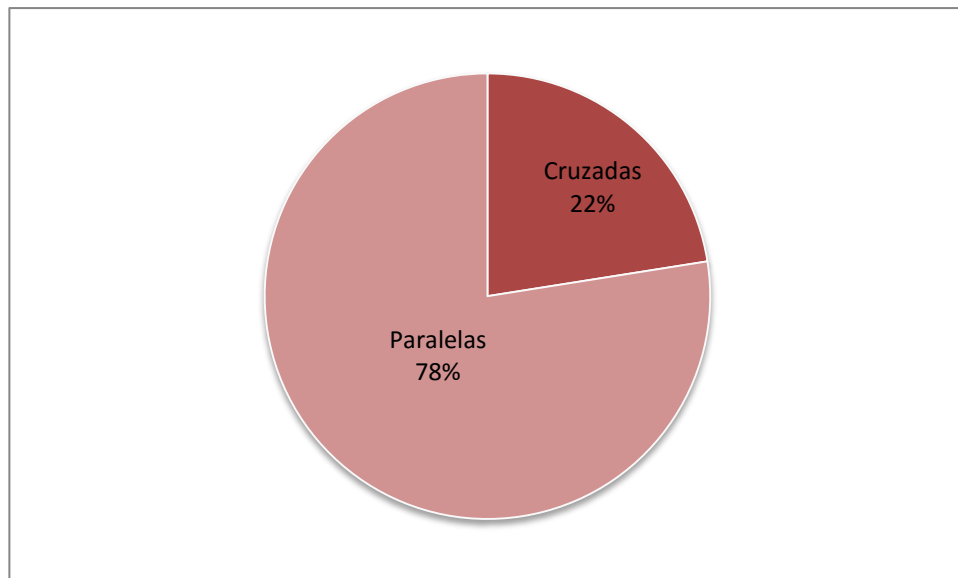
El 99% de los empleados reemplaza la mascarilla si esta se deteriora a lo largo de la jornada laboral, mientras que el 1% reconoce no hacerlo.

### C) UTILIZACIÓN DE LA MASCARILLA

Las respuestas a las cuestiones de este bloque se han obtenido por observación. Se les ha pedido a los empleados que se coloquen la mascarilla como lo hacen habitualmente y se ha tomado nota sobre cómo lo hacen. Las cuestiones de este bloque no se realizaron a aquellas personas que en ese momento no disponían de mascarilla de protección.

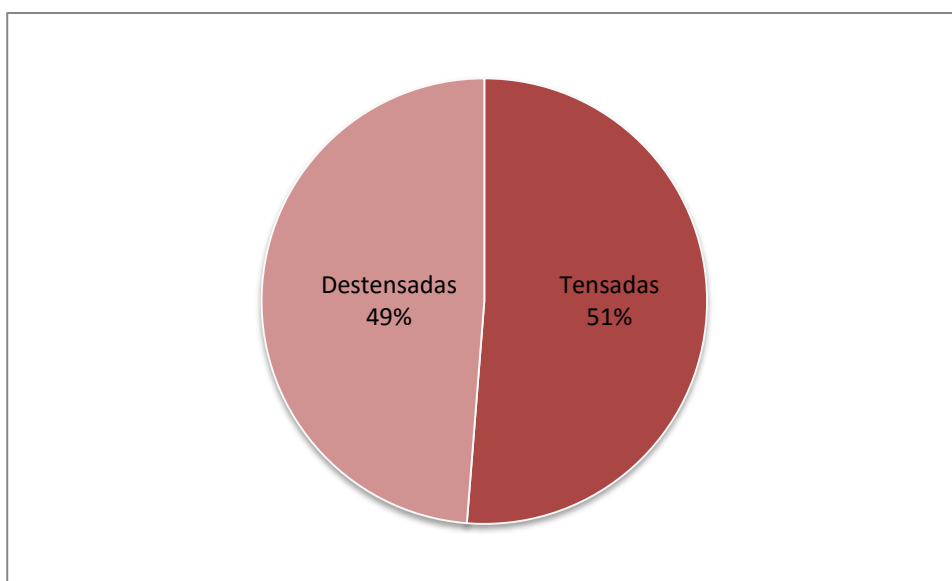


12. AL UTILIZAR LA MASCARILLA, ¿LAS GOMAS QUEDAN CRUZADAS O PARALELAS?



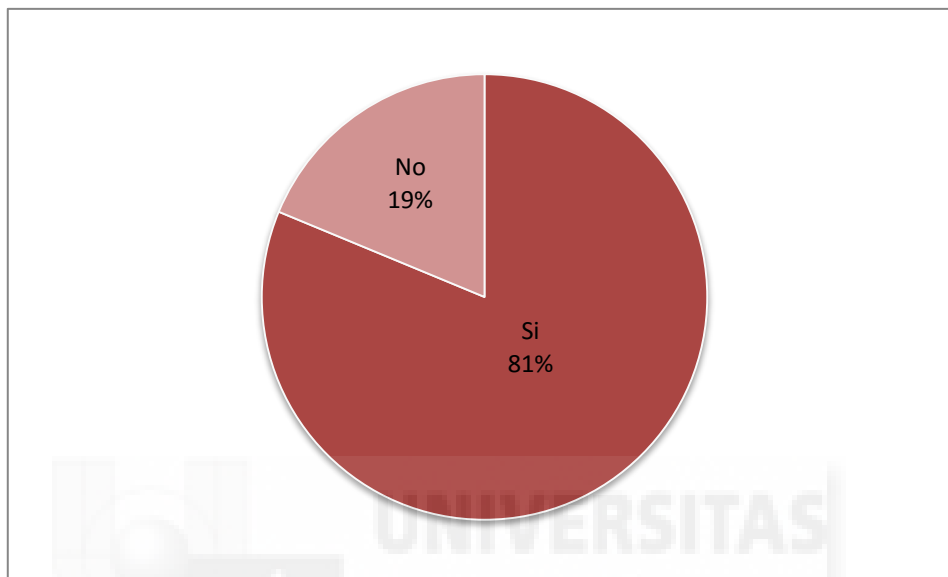
Se ha observado que en el 78% de los empleados las gomas de sujeción de la mascarilla quedan paralelas, mientras que en el 22% restante las gomas quedan cruzadas.

13. AL UTILIZAR LA MASCARILLA, ¿LAS GOMAS QUEDAN TENSADAS O DESTENSADAS?



En el 51% de los casos observados, las gomas de sujeción de la mascarilla estaban tensadas, mientras que en el 49% estaban destensadas.

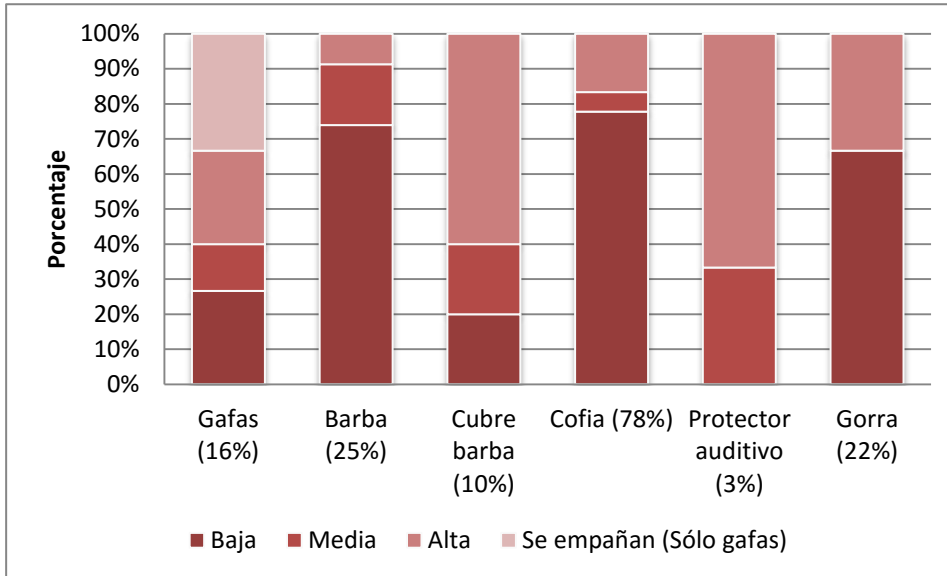
#### 14. AJUSTE CORRECTO DEL CLIP NASAL



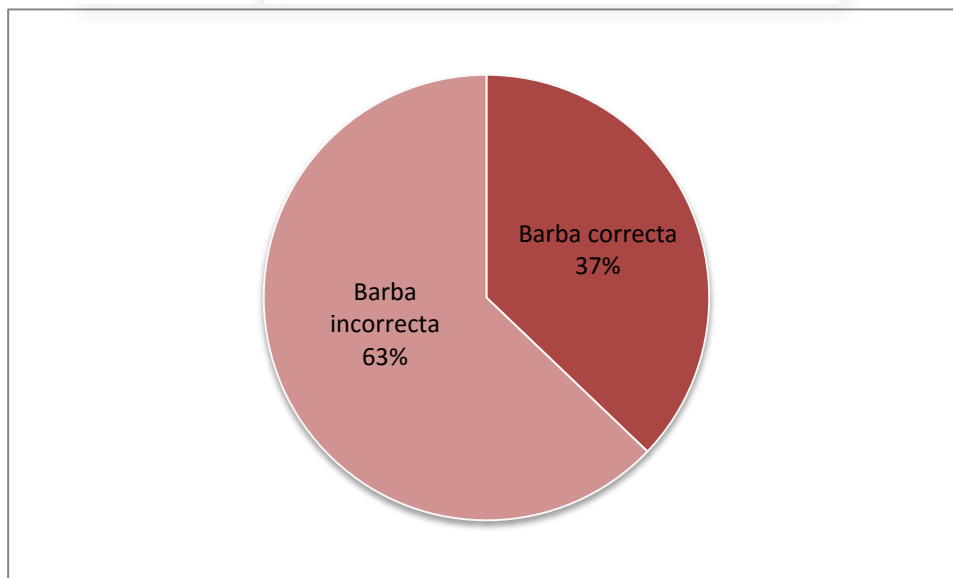
El 81% de los empleados ajustaron correctamente el clip nasal, mientras que el 19% restante no lo hizo.

#### D) INTERACCIONES CON OTROS ELEMENTOS

En esta sección se expone la opinión de los empleados sobre las interacciones de las mascarillas autofiltrantes con otros elementos que podrían comprometer su efectividad. En la siguiente gráfica se identifican los elementos que han sido analizados: gafas, barba, cubre barba, cofia, protector auditivo y gorra. Las interacciones se han clasificado en alta, media y baja según su intensidad. Se ha indicado entre paréntesis el porcentaje de trabajadores encuestados que utiliza cada uno de los elementos, mientras que el porcentaje de las barras está calculado sobre los trabajadores que utilizan dicho elemento.



Por otro lado, también se observó, en aquellos empleados con barba, si ésta era correcta. Desde el punto de vista de la interacción de las barbas con las mascarillas, son correctas aquellas barbas que no queden entre la piel y la mascarilla, es decir, aquellas que quedan completamente dentro de la mascarilla o aquellas que quedan completamente fuera de ella. El porcentaje de barbas correctas e incorrectas se muestra en la siguiente gráfica.



## E) ANALISIS DE LOS MODELOS DISPONIBLES

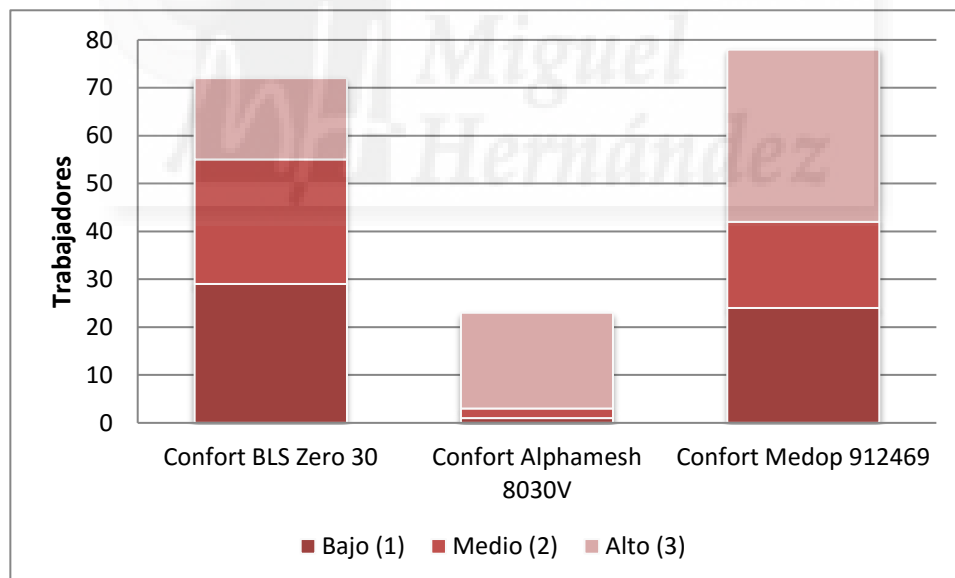
En este apartado se exponen los resultados del análisis de cada uno de los modelos de mascarilla disponibles en la planta. Se presentan juntos los resultados de todas las mascarillas en cada uno de los aspectos analizados.

Es importante recordar que a las preguntas de cada modelo de mascarilla sólo han respondido aquellos trabajadores que utilizan habitualmente dicho modelo.

En las primeras gráficas de cada característica analizada se ha asignado un valor numérico a cada respuesta (1. Bajo; 2: Medio; 3: Alto) con la intención de poder calcular los valores medios.

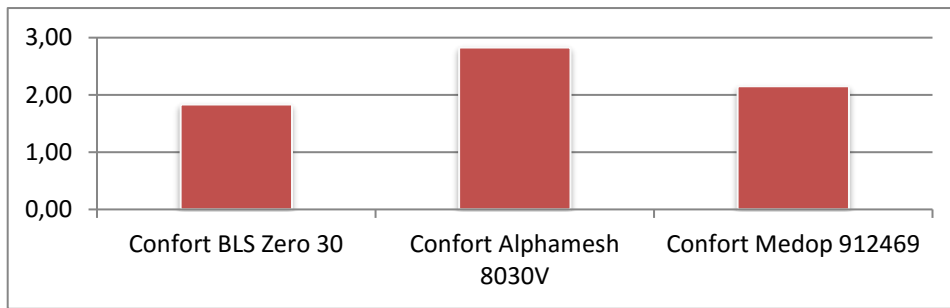
### CONFORT

El confort mide la comodidad o bienestar que sienten los empleados al utilizar cada modelo de mascarilla, el nivel de confort se valora en bajo, medio y alto.



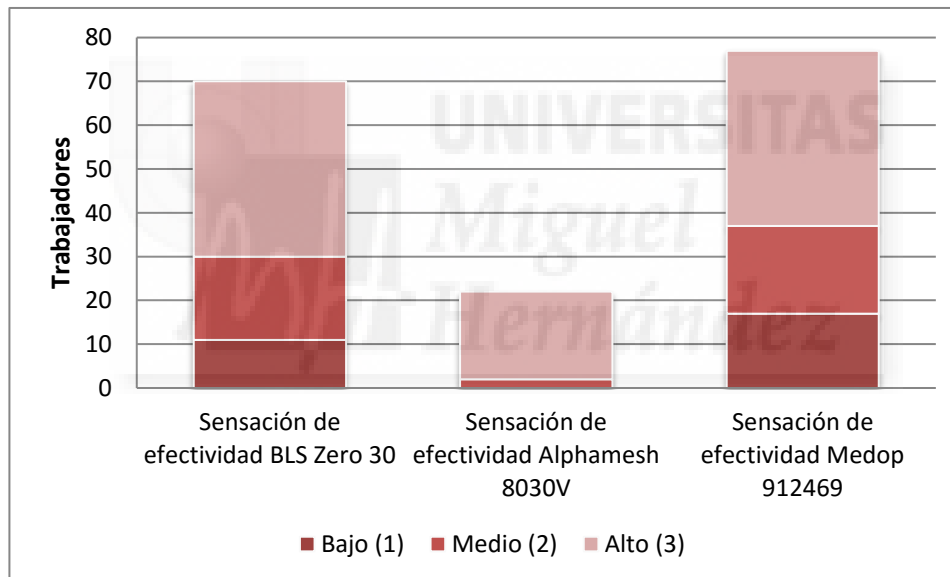
En cada columna se puede apreciar en el código de gradiente de colores el número de trabajadores que valoró cada modelo en cada una de las tres categorías (bajo, medio y alto).

Valores medios de confort para los 3 modelos:

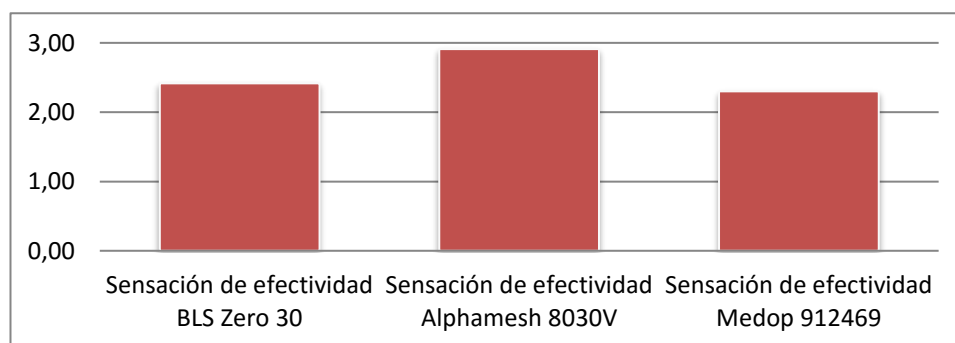


### SENSACIÓN DE EFECTIVIDAD

La sensación de efectividad valora el grado de protección que los usuarios creen que les aporta cada modelo de mascarilla.

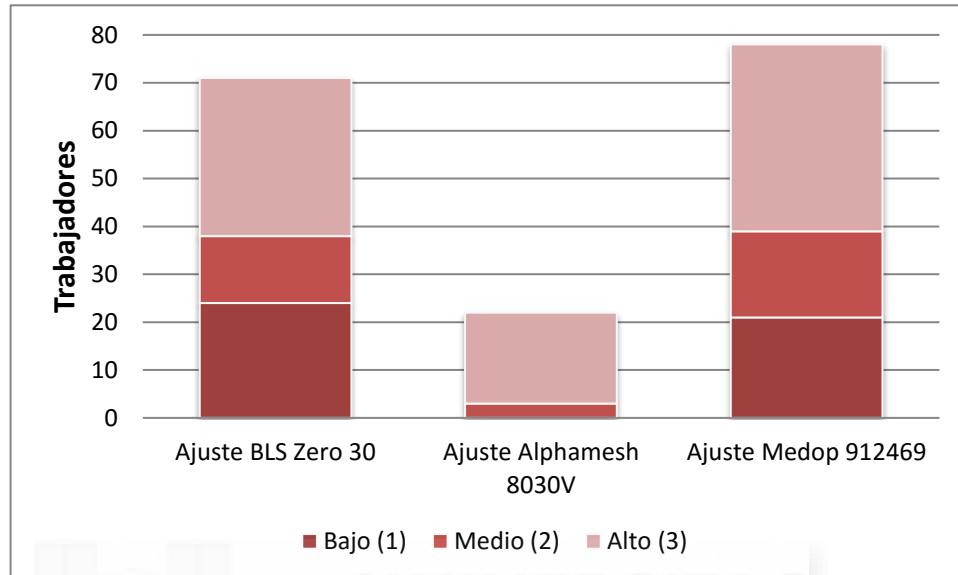


Valores medios de sensación de efectividad para los 3 modelos:

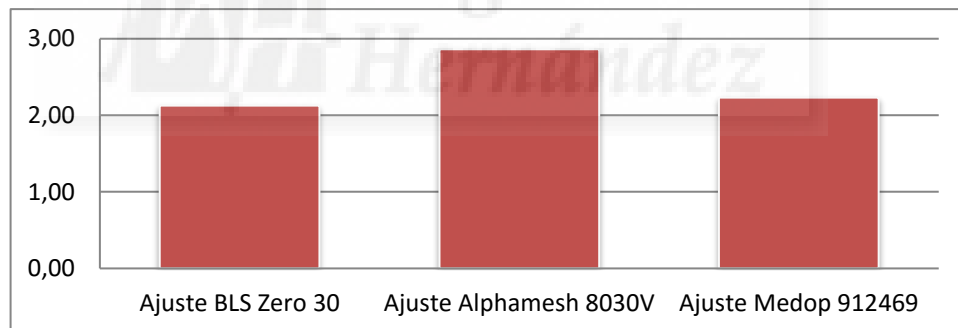


## AJUSTE

El ajuste valora las impresiones de los empleados sobre lo bien que se adapta la mascarilla a las facciones de cada uno de ellos.

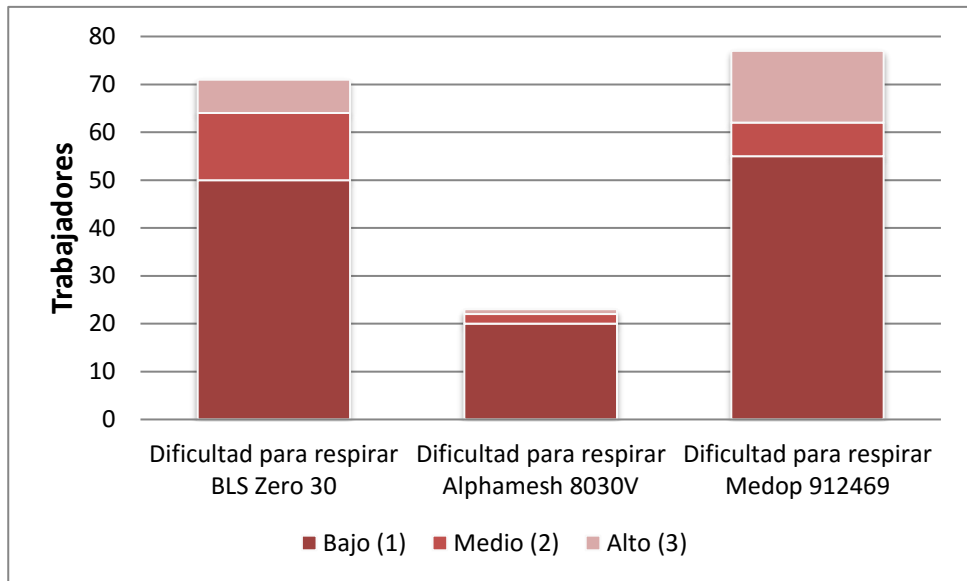


Valores medios de ajuste para los 3 modelos:

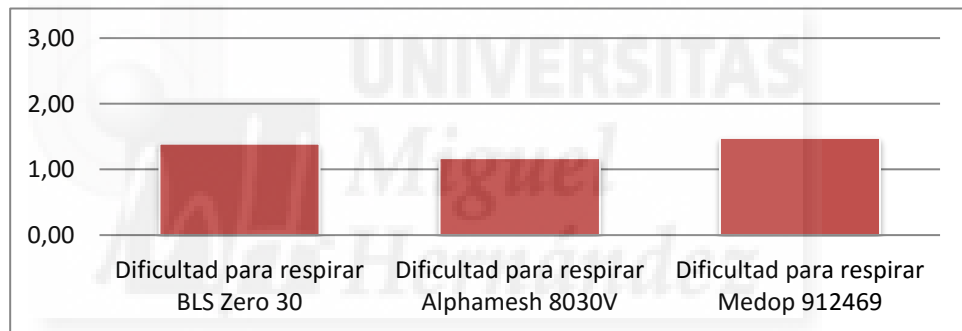


## DIFICULTAD PARA RESPIRAR

Esta cuestión mide la dificultad que sienten los empleados al respirar llevando cada una de las mascarillas. Es un factor importante ya que la dificultad para respirar está relacionada con la sensación de fatiga y cansancio. Esta característica se ha medido también de forma objetiva y cuantificada en el ensayo sobre la resistencia a la respiración, que se presenta más adelante.

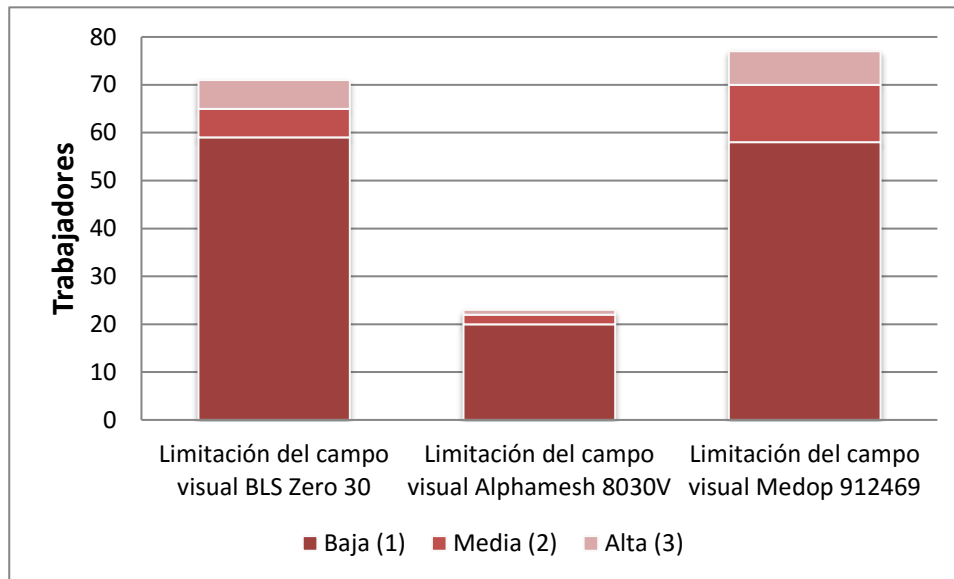


Valores medios de la dificultad para respirar en los 3 modelos:

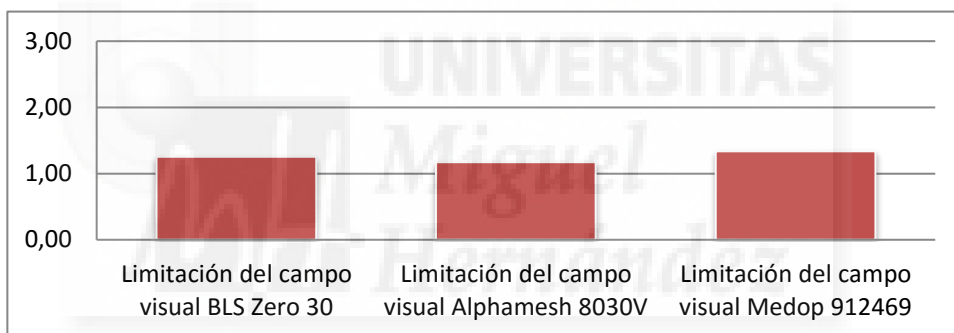


### LIMITACIÓN DEL CAMPO VISUAL

La limitación del campo visual es otro factor importante que puede afectar a la experiencia de uso de las mascarillas. Además, una elevada limitación del campo visual puede ser negativa para seguridad de los trabajadores y podría aumentar las probabilidades de sufrir un accidente laboral.



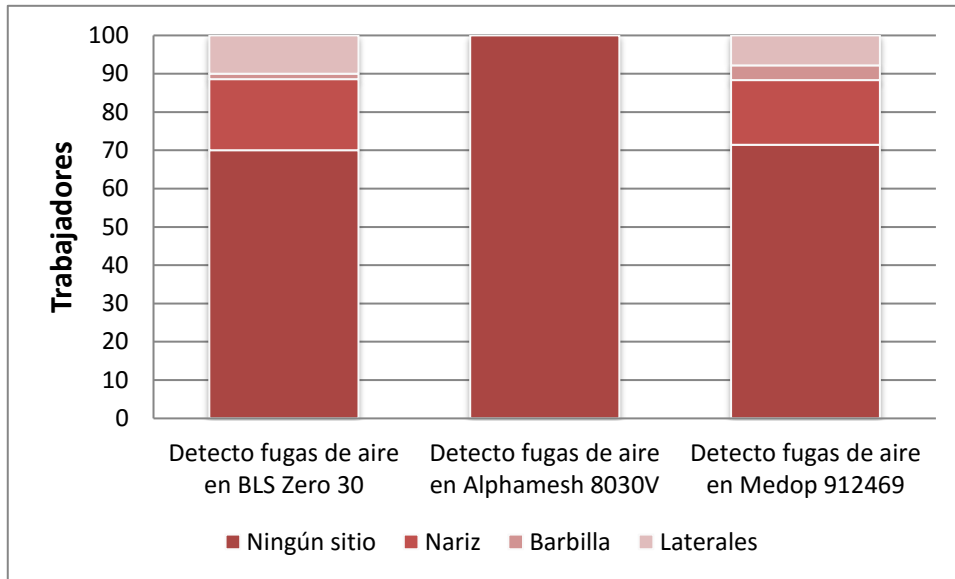
Valores medios de la limitación del campo visual en los 3 modelos:



### FUGAS DE AIRE EN LAS MASCARILLAS

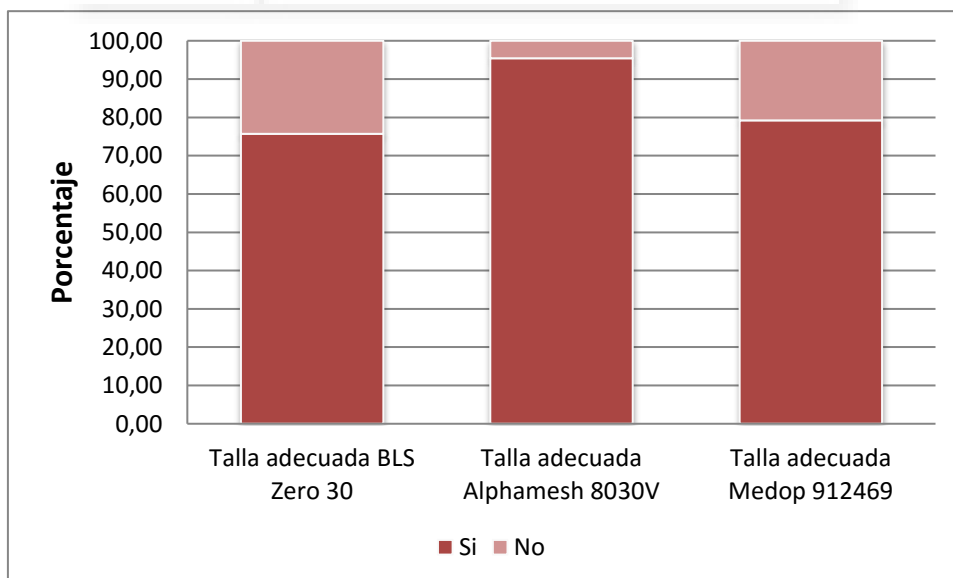
A los empleados se les preguntó por las fugas de aire que detectan en cada modelo de mascarilla. Las fugas son debidas a un mal ajuste de la mascarilla al usuario, por esa razón, se han clasificado las fugas en 3 zonas diferentes: nariz, barbilla y laterales. Los porcentajes de los resultados se presentan en la siguiente gráfica:





### TALLA ADECUADA

Se les preguntó también si consideraban que la talla que usaban de cada modelo era la adecuada para ellos o, por el contrario, creían que una talla diferente se adaptaría mejor a ellos. Actualmente las mascarillas presentes en la planta son de talla única. Los resultados se presentan en porcentaje sobre las respuestas para cada modelo.

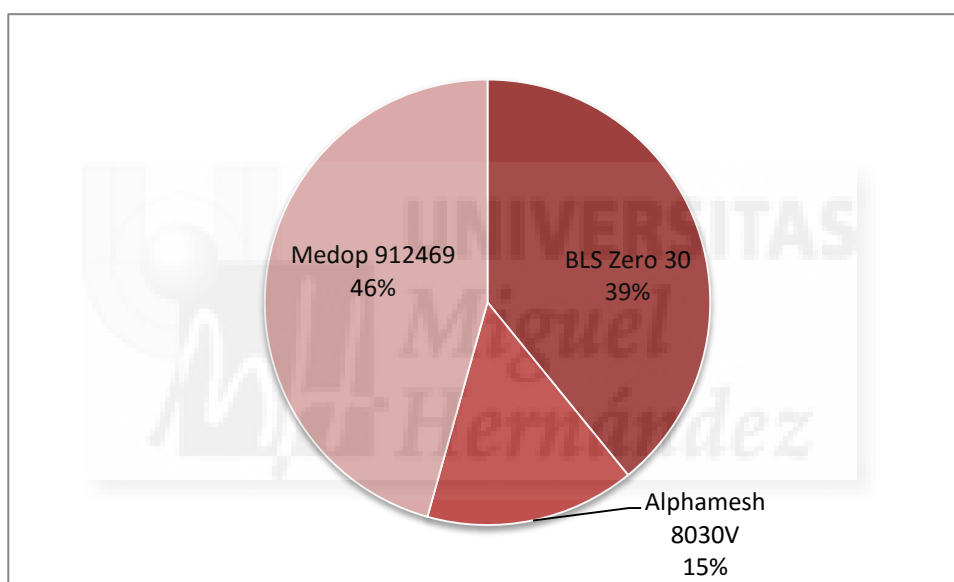


## F) PREFERENCIAS DE SELECCIÓN

La última parte de la encuesta está destinada a conocer cuales las preferencias de los trabajadores a la hora de seleccionar un modelo u otro, de esta forma se puede conocer qué es lo que más valoran para tenerlo en cuenta en futuras adquisiciones de nuevos modelos de mascarillas.

### ¿QUÉ MASCARILLA SUELO UTILIZAR?

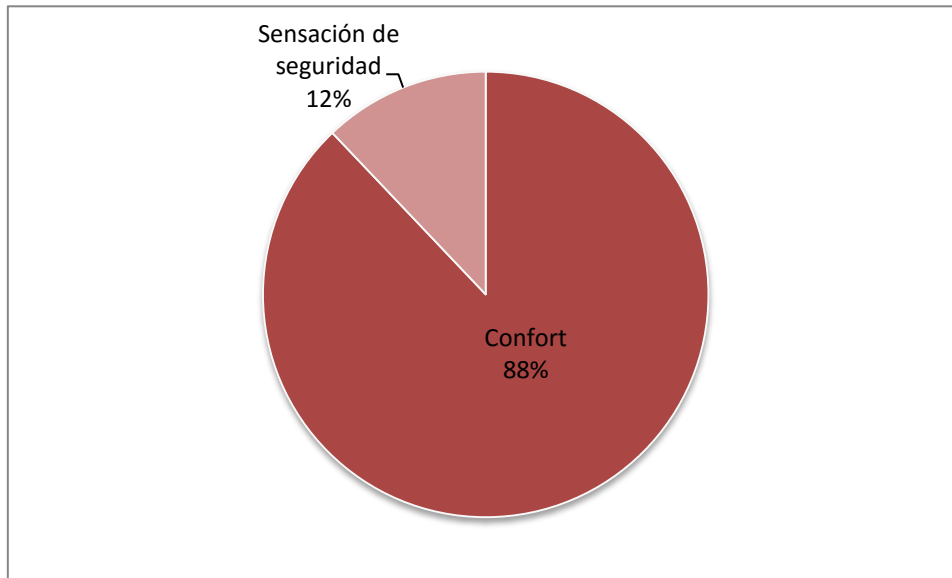
Esta primera cuestión busca averiguar cuál es el modelo más utilizado y demandado en la planta.



De los resultados se deduce que el 46% de los empleados encuestados prefiere la mascarilla Medop 612469, el 39% prefiere la BLS Zero 30 y el 15% restante la Alphamesh 8030V.

### ¿EN FUNCIÓN DE QUÉ SUELO ESCOGER MASCARILA?

Es importante conocer si los trabajadores valoran más las mascarillas que consideran cómodas o seguras. Esta información nos permite conocer mejor cómo eligen los trabajadores la mascarilla que utilizan a diario.

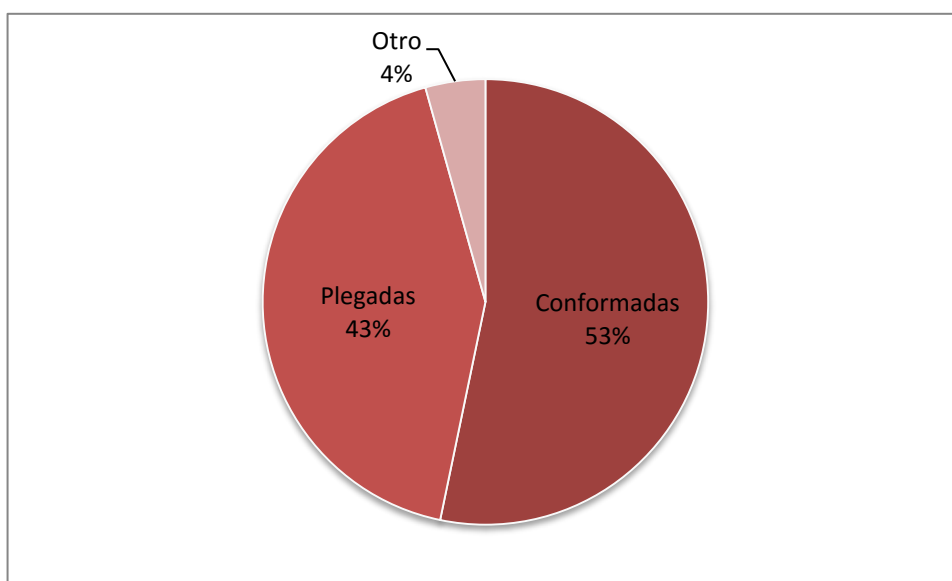


El 88% de los empleados utiliza las mascarillas que le resultan más cómodas, mientras que el 12% elige la mascarilla en función de la sensación de seguridad.

#### GENERALMENTE PREFIERO MASCARILLAS

En la fábrica se pueden encontrar mascarillas conformadas o preformadas y mascarillas plegadas (o sin forma).

El 53% de los trabajadores encuestados prefiere las mascarillas conformadas, mientras que el 43% las prefiere plegadas, y el 4% las prefiere con otra forma.



## CONSIDERACIONES FINALES

Durante la toma de datos en la realización de la encuesta se anotaron algunos apuntes que hacían los empleados sobre los distintos tipos de mascarillas disponibles:

- Durante las entrevistas varios empleados añadieron que la parte interior modelo de mascarilla BLS Zero 30 pica en contacto con la piel, algunos de los empleados otorgaron una baja puntuación en confort a este modelo por esta razón.
- El modelo de Alphamesh está disponible especialmente para los trabajadores especialmente sensibles.

### 6.2.2 Conclusiones

De los resultados obtenidos en las encuestas se extraen las siguientes conclusiones:

- La mayor parte de los empleados se encuentra concienciados sobre el uso de las mascarillas. Así: el 95% de los empleados piensa que el uso de mascarillas es importante, el 92% piensa que la efectividad de las mascarillas es media o alta, el 91% las utiliza en los momentos en los que se generan nubes de polvo y, por último, el 91% asegura que comprueba que el ajuste de la mascarilla es correcto.
- A pesar de que los datos de concienciación son positivos, todavía queda margen de mejora para conseguir que los trabajadores entiendan la importancia de usar mascarillas de protección.
- La media de mascarillas usadas por empleado a la semana es de 3,2 y el 65,22% de los empleados reutiliza la mascarilla al menos una vez a la semana. Teniendo en cuenta que se trata de mascarillas marcadas como no reutilizables por la normativa UNE-EN 149:2001+A1:2010, sería recomendable que los trabajadores de producción utilizaran una mascarilla al día. No obstante, es importante remarcar que una de las razones por las que la media de mascarillas usadas a la semana no alcanza el 5, podría ser que no todos los trabajadores están obligados a llevar mascarilla todos los días.
- Se detectan empleados que no saben colocarse bien la mascarilla. El 22% coloca las gomas de sujeción cruzadas, el 49% lo hace con al menos una de las dos gomas destensadas y al menos el 19% no se ajusta correctamente el clip nasal.

- Los empleados detectan interacciones negativas con algunos de los otros elementos que utilizan habitualmente durante su jornada laboral:
  - El 60% de los trabajadores que utilizan gafas (9 personas) considera que las gafas tienen una interacción alta con la mascarilla o que las gafas se empañan por el uso de mascarilla.
  - Aunque tan sólo el 10% de los empleados con barba considera que su barba y la mascarilla tienen una interacción alta, el 60% de los empleados que utilizan el cubre barba (6 personas) piensa que tiene una interacción alta con la mascarilla.
  - La interacción entre el protector auditivo y la mascarilla es alta, según el 67% de las personas que utilizan protector auditivo (2 personas).

Aunque el número total de empleados que expresa estas interacciones no sea elevado, es importante no pasar por alto estos datos.

- En la comparativa entre las 3 mascarillas, el modelo de Alphamesh obtiene la mejor puntuación en todas las preguntas realizadas, aunque ha sido la mascarilla con menos valoraciones debido a que su uso es más reducido.
- Los resultados comparados entre el modelo de BLS y el de Medop no demuestran grandes diferencias entre ellos, no siendo ninguno de los resultados de ambas mascarillas muy negativo.
- Los resultados de confort de la mascarilla BLS son los más bajos de las 3 modelos, esto podría ser debido a las quejas relacionadas con el picor del filtro interior de la mascarilla.
- Una parte de los trabajadores considera que la talla de su mascarilla no es la apropiada.
- La mascarilla preferida por los empleados de la planta es la Medop 912469, con un uso del 46%; en segundo lugar la más usada es la BLS Zero 30 con un 39% de uso y, por último; la menos usada es la Alphamesh 8030V con el 15%.
- A pesar de que la mascarilla más usada es un modelo plegado, los trabajadores prefieren las mascarillas conformadas.
- Lo que más valoran los empleados a la hora de escoger un modelo de mascarilla u otro es el confort (88%) frente a la sensación de seguridad (12%).

- A partir del análisis por sección se obtiene que el 15% de los empleados del obrador no utiliza de forma continua la mascarilla de protección, mientras que en envasado es el 69%. No en todas las líneas de envasado es obligatorio el uso de mascarillas.

### 6.3 RESISTENCIA A LA RESPIRACIÓN

La resistencia a la respiración de las mascarillas autofiltrantes es un factor que resulta relevante para una parte importante de los trabajadores. Una alta resistencia a la respiración puede producir sensación de fatiga y cansancio, al dificultar la respiración. La sensación de confort que siente el trabajador al utilizar la mascarilla es clave para el bienestar de los trabajadores y para que den un uso correcto y continuo al EPI.

La resistencia a la respiración es causada por la dificultad que sufre el aire a atravesar los elementos de la mascarilla al inhalar y al exhalar. Cada mascarilla tiene una resistencia a la respiración específica, fruto de sus propias características, como el tipo de filtro utilizado o su estructura.

La resistencia a la respiración se mide en mbar. La norma EN 149:2001 establece que la resistencia máxima a la respiración para los modelos FFP3 a 95 l/min es de 3 mbar y 7 mbar después de realizar el test de dolomitas.

Otro factor relevante que influye en la resistencia a la respiración es la saturación del filtro. La empresa ha decidido proporcionar a los trabajadores mascarillas autofiltrantes no reutilizables que, por tanto, poseen filtros que se saturan con el uso y tienen una vida útil de un turno, debido a la obstrucción de los poros por parte de las partículas sólidas que filtran. Estos filtros no pueden ser reemplazados ni limpiados, por lo que limitan la vida útil de la mascarilla.

El aire exhalado al respirar es húmedo por la acción humidificadora de los pulmones. Por esta razón, se ha realizado uno de los ensayos bajo condiciones de humedad ambiental y otro después de mojar las mascarillas por la parte interior, simulando la respiración humana. El objetivo es valorar cómo se comportan las mascarillas en circunstancias lo más cercanas a la realidad posibles.

El aire que atraviesa la mascarilla se filtra sólo al ser inhalado, puesto que cuando se produce la exhalación, el aire sale por la válvula de exhalación, que ofrece menos

resistencia a la salida de aire que el filtro. Esta válvula está presente en todas las mascarillas analizadas.

Un factor a tener en cuenta es que los modelos Medop 912469 y BLS Zero 30 han superado el test de capacidad de dolomitas y van marcadas con una “D”, en cumplimiento de la normativa EN 149:2001 + A1:2009. Por tanto, estos modelos están cualificados como un equipo altamente durable aun cuando haya largas exposiciones a polvo, sin olvidar que su vida útil es de un turno.

En este ensayo se va a medir la resistencia a la respiración de mascarillas nuevas, usadas y nuevas-húmedas, de esta forma, se comparará cómo evoluciona la resistencia la respiración con el uso.

Se han recogido mascarillas nuevas de todos los modelos disponibles en la planta, más algún modelo no disponible para los trabajadores, con el fin de evaluar y comprar su resistencia a la respiración. También se han recogido algunas mascarillas ya utilizadas durante un turno por parte de los trabajadores de la planta, de esta forma se podrán comparar los resultados.

### 6.3.1 Parámetros del ensayo

Para el ensayo se han utilizado en total 5 mascarillas nuevas y 4 mascarillas usadas. Aunque el número de mascarillas utilizadas no permite obtener datos fiables sobre la resistencia a la respiración de cada modelo, sí que nos permite realizar una aproximación relativa entre los distintos modelos analizaos.

El ensayo ha sido utilizado con una máquina Dräger Quaestor 5000, que simula la respiración humana y la anatomía de la cara para asemejar al máximo posible el ajuste normal de la mascarilla.

Configuración utilizada:

- Flujo de aire: 90 l/min
- Frecuencia de inspiraciones: 30 inspiraciones/min
- Volumen de aire inspirado: 3 l/inspiración

### 6.3.2 Procedimiento

Primeramente se selecciona una mascarilla y se coloca en el adaptador, que simula las facciones de una cara, del medidor Dräger Quaestor 5000. A continuación se comprueba que el ajuste de la mascarilla es correcto y se enciende el medidor. La Dräger Quaestor 5000 simula la respiración humana durante 1 minuto, mientras recoge los datos de resistencia a la respiración. Los resultados obtenidos corresponden con los valores máximos de resistencia a la respiración.

### 6.3.3 Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en todos los ensayos:

Modelo	Nuevas (mbar)		Usadas (mbar)		Húmedas (mbar)	
	Inh.	Exh.	Inh.	Exh.	Inh.	Exh.
Alphamesh 8030V NR	-4,9	3,6	-5,7	3,8	-14,2	6,1
Medop 912469 NR D	-6,1	2,8	-6	3,1	3,2	5,4
BLS Zero 30 NR D	-4,1	2,1	-4,4	2,2	-4	1,9
Moldex2555 NR D*	-7,7	2,4	-	-	-7,6	2,2
Dräger X-plore 1730 + V NR D*	-4	2	-	-	-4	2

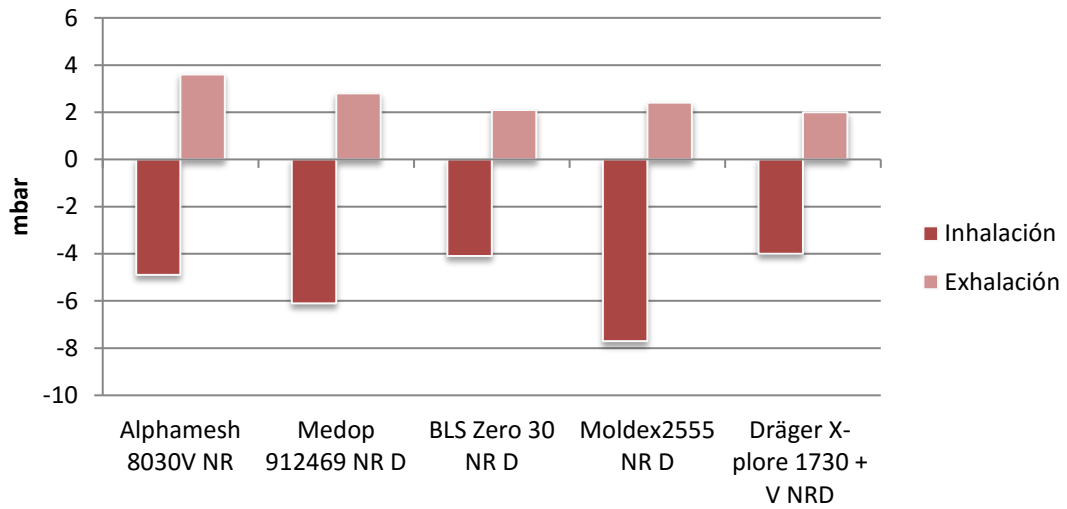
Tabla 11 Resultados de resistencia a la respiración

\* Modelos no disponibles en planta

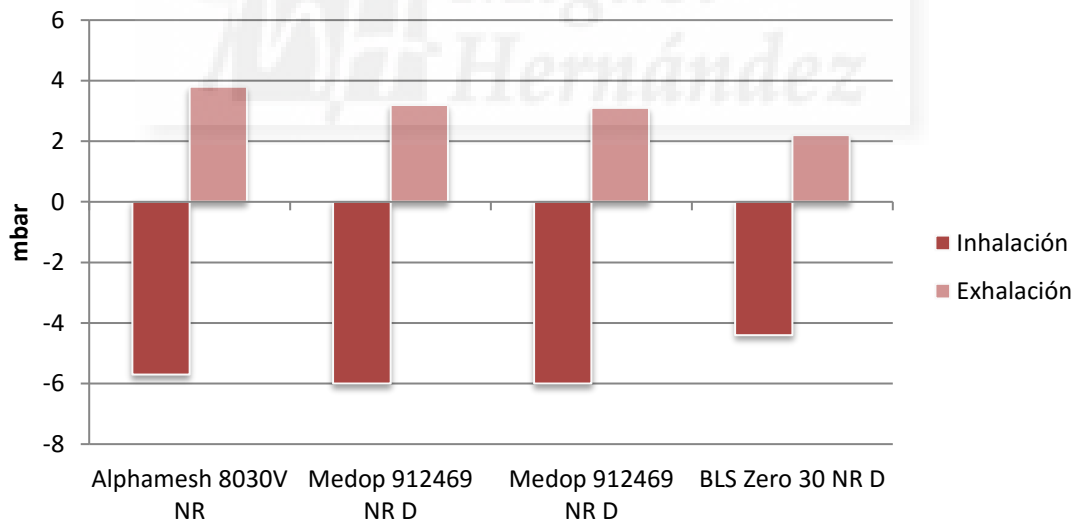
Se han elaborado también las siguientes gráficas para facilitar el análisis de los datos:

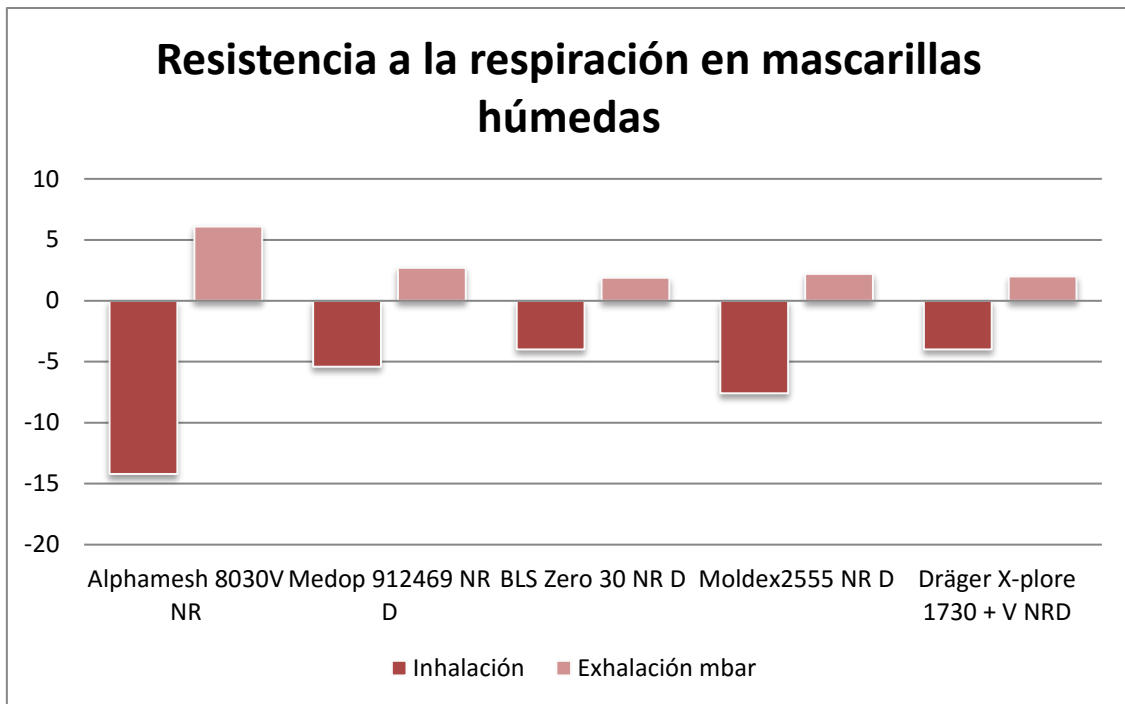


## Resistencia a la respiración en mascarillas nuevas



## Resistencia a la respiración en mascarillas usadas





Durante los ensayos se observa que las mascarillas Alphamesh 8030V y Medop 912469 son difíciles de ajustar a la máquina, lo cual podría indicar que su ajuste a los usuarios tampoco es óptimo.

En el proceso de humedecer las mascarillas se observa que el modelo Alphamesh 8030V absorbe gran cantidad de agua y se empapa con facilidad, mientras que los demás modelos se comportan de forma hidrófoba, repeliendo el agua y no empapándose.

#### 6.3.4 Conclusiones

Aunque los resultados deben tomarse con precaución debido al pequeño tamaño muestral podemos obtener algunas conclusiones relativas.

- Todos los modelos han obtenido valores superiores al máximo permitido por la norma EN 149:2001, que es de 3mbar para mascarillas FFP3 a 95 l/min. Esto podría ser debido a la metodología de experimentación.
- La normativa EN 149:2001 establece que después del ensayo de obstrucción de dolomitas las mascarillas FFP3 no han de ofrecer una resistencia a la respiración mayor de 7 mbar a 95 l/min. Aunque este test no se asemeja a un ensayo con dolomitas, los modelos de BLS, Medop y Dräger no han superado los 7 mbar en ninguna de las pruebas.

- El modelo Alphamesh 8030V no obtiene un mal resultado en seco y usada en comparación con los demás modelos. No obstante, del estudio de su comportamiento en mojado, podemos ver que esta mascarilla se comporta mucho peor que las demás y ofrece una elevada resistencia a la respiración (tanto en inspiración como en expiración), posiblemente debido a que el filtro absorbe mucha agua y dificulta el paso del aire.
- El modelo BLS Zero30 es, de los disponibles en la planta, el que mejores resultados obtiene en los 3 ensayos. BLS es el único fabricante que ofrece información sobre la resistencia a la respiración teórica de la mascarilla. La resistencia a la respiración, según el fabricante, es de 1,2 mbar; en los ensayos se ha superado ese valor.
- El modelo Medop 912469 se comporta de una forma similar en las 3 pruebas. Lo cual quiere decir que no se satura con facilidad y que tiene un buen comportamiento hidrófobo.
- Los modelos Dräger X-plore 1730 y Moldex 2555 no están disponibles en la planta y no se ha podido realizar el ensayo de las mascarillas usadas. No obstante, si se ha podido realizar el ensayo de las mascarillas nuevas y húmedas. En ambos casos, la mascarilla Dräger se comporta mejor que la Moldex. En el caso del modelo Dräger X-plore 1730, se comporta de forma similar a la BLS Zero30.

## 7. CONCLUSIONES GENERALES

De la integración de todos los ensayos realizados, la experiencia y las observaciones realizadas, se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

- Haciendo una valoración relativa de los resultados de cada prueba podemos obtener el siguiente cuadro resumen con un código de colores: verde cuando el resultado es positivo, amarillo cuando es medio y rojo cuando es negativo.

Modelo	Test de ajuste	Encuestas	Resistencia a la respiración
BLS Zero 30	Verde	Amarillo	Verde
Alphamesh 8030V	Verde	Verde	Rojo
Medop 912469	Rojo	Amarillo	Amarillo

- La mascarilla mejor considerada por los empleados ha sido la Alphamesh 8030V NR FFP3, además esta mascarilla obtuvo los mejores resultados en el test de ajuste, aunque no se pudieron hacer suficientes ensayos con ella para afirmar que tiene un ajuste mejor que las demás. Por otro lado, la resistencia a la respiración obtenida en los ensayos, especialmente en el ensayo con humedad, han sido muy superiores al máximo legal de 3 mbar y 7 mbar para el test de dolomitas (EN 149:2001).
- Los resultados de las encuestas han mostrado que el modelo BLS Zero 30 NR D FFP3 no está mal considerado entre los trabajadores, ha demostrado tener el potencial de ser efectiva y ajustar correctamente al 50% de los trabajadores sometidos al test de ajuste en la Planta B, y comparativamente, no ha obtenido malos resultados en el ensayo de resistencia a la respiración.
- El modelo Medop 912469 NR D FFP3, a pesar de haber obtenido unos buenos resultados en la encuesta, ha demostrado tener una alta resistencia a la respiración, en comparación con los demás modelos, y ha obtenido malos resultados en el test de ajuste.

- El modelo Medop 912466 NR D FFP2 sólo ha sido puesto a prueba en los ensayos de ajuste, donde no ha sido capaz de finalizar con éxito ningún test de ajuste.
- Un análisis más minucioso de las características del modelo Alphamesh 8030V y BLS Zero30 ha permitido identificar algunos elementos positivos que le han hecho obtener buenos resultados en el test de ajuste y en la valoración por parte de los trabajadores, a pesar de baja calidad del filtro en cuanto a hidrofobicidad se refiere:
  - Sellado interior completo: este modelo posee un ribete interior que facilita mucho el ajuste de la mascarilla a caras con rasgos y tamaños muy diferentes.
  - Pinza trasera: El modelo posee una pinza en la goma de ajuste inferior que permite tensarla con facilidad, lo que permite conseguir un mejor ajuste.
  - Conformado: Este modelo, al igual que el BLS Zero 30, es conformado, lo que facilita la colocación e impide que la mascarilla se deforme. Se ha detectado durante la realización del estudio que a los empleados les resulta más difícil y laborioso ajustarse los modelos plegados.

Todas estas características son las que le dan una valoración positiva al modelo Alphamesh, tanto en los test de ajuste como en la valoración por parte de los trabajadores.

- La barba y el uso de cubre barba parece disminuir el ajuste y la eficiencia de las mascarillas autofiltrantes.
- A modo de colofón, se ha hecho un cálculo teórico de la supuesta exposición real a polvo de harina de los trabajadores, teniendo en cuenta la mitigación de la exposición causada por las mascarillas. Este punto se puede encontrar en el Anexo 4.

## 8. PROPUESTAS DE MEJORA

- La empresa ha conseguido reducir progresivamente los índices de exposición, aunque aún hay valores mayores de 1. Se recomienda continuar con el plan de reformas, como la instalación de extracción localizada, reducción de tareas manuales o automatización de procesos, para conseguir índices de exposición menores de 1.
- La formación e información de los trabajadores ha conseguido unos notables resultados en cuanto a la sensibilización. No obstante, se puede conseguir un uso más efectivo de las mascarillas de protección si se refuerzan y recuerdan algunos aspectos del uso de las mascarillas en los futuros planes de reciclado y formaciones iniciales:
  - Las gomas de sujeción tienen que quedar paralelas y tensas.
  - Es importante fijar bien el clip nasal para mejorar el ajuste.
  - Los trabajadores no deben utilizar las mascarillas más de una jornada.
  - Sería importante incidir con más énfasis en que la mascarilla es importante en aquellos lugares donde los índices de exposición a harina son mayores de 1.
- El modelo Alphamesh 8030V es el menos recomendado por los altos niveles de resistencia a la respiración, a pesar de estar bien valorado y tener unos buenos datos de ajuste.
- El modelo BLS Zero 30 ha demostrado ajustar y proteger correctamente al 50% de los encuestados en la Planta B y una valoración positiva en la encuesta de valoración. Es un modelo aceptable para proteger a los trabajadores, siempre y cuando se combine con otro modelo que ofrezca un ajuste adecuado a los trabajadores que no están protegidos por el modelo BLS Zero 30.
- Los Modelos Medop 912466 y 912469 no han demostrado ofrecer un ajuste y protección adecuados para los trabajadores, por lo tanto, se desaconseja su uso.
- Fruto de las conclusiones a las que se han llegado en este estudio, se hacen las siguientes recomendaciones a tener en cuenta ante posibles nuevas adquisiciones de modelos de mascarillas:

- El sellado completo interior es muy recomendable para facilitar el ajuste a distintas morfologías de cara.
- Las mascarillas conformadas ofrecen ventajas de ajuste frente a las plegadas, pues las conformadas son más fáciles de ajustar correctamente.
- Si es compatible con las normas de seguridad alimentaria, se recomienda el uso de mascarillas con clip en las gomitas que permitan el tensado de las mismas.
- Durante el desarrollo del proyecto, se ha detectado que algunas mascarillas no conservan bien su forma propia al ser obtenidas por los empleados. Esto podría ser debido a la forma de almacenaje y dispensación de los equipos de protección. Las mascarillas se almacenan plegadas en máquinas expendedoras hasta que son retiradas por los empleados mediante una tarjeta. Se recomienda no plegar las mascarillas para introducirlas en la máquina expendedora con la intención de que no vean alterada su forma.
- El test de ajuste ha demostrado ser muy útil, no sólo con fines puramente científicos, sino también con fines didácticos. Para la empresa podría ser interesante combinar los programas de formación actuales con entrenamientos prácticos que permitan a los empleados detectar cual es la mascarilla que mejor se adapta a ellos y averiguar cómo han de colocársela para conseguir una mayor eficiencia. Este punto es particularmente interesante en los trabajadores especialmente sensibles.
- Se ha detectado algunas interacciones entre distintos elementos:
  - Gafas: se recomienda recolocar, en la medida de lo posible a los empleados que utiliza gafas en lugares donde la exposición es más baja y, por tanto, no es obligatorio el uso de mascarilla.
  - Protector auditivo: aunque su uso no está extendido ni es habitual, sería recomendable buscar algún modelo que interaccione menos con las mascarillas.
  - Barba: Aunque los empleados no detectan mucha interferencia entre la barba y la mascarilla, el test de ajuste ha demostrado que sí que existe esta interacción. Sería recomendable que los empleados no se dejaran barba para maximizar el efecto de la mascarilla, especialmente en los obradores. Esta observación se recoge también en la norma UNE-EN 529:2006.

- De cara a una posible repetición del presente estudio que permitiera validar las conclusiones, se recomienda tener en consideración lo siguiente:
  - Intentar disponer de más tiempo de los empleados con la finalidad de poder hacer un test con cada mascarilla a cada usuario.
  - Revisar el procedimiento de la prueba de resistencia a la respiración para hacerla similar a la utilizada por los fabricantes y la normativa.

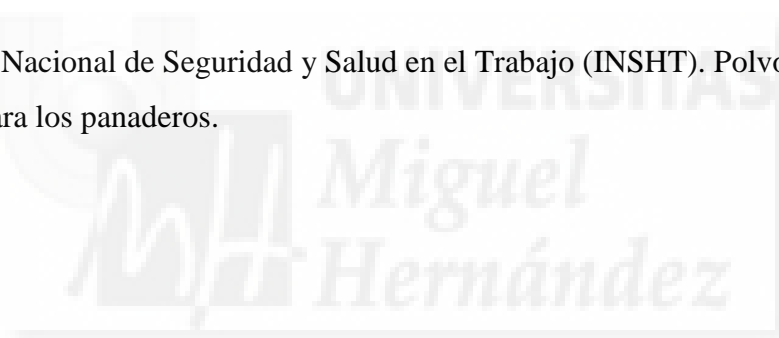




## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995, de 8 de noviembre. Boletín Oficial del Estado, núm. 269, (10-11-1995).
2. Reglamento de los Servicios de Prevención. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. Boletín Oficial del Estado, núm. 27, (31-01-1997).
3. Ley sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril. Boletín Oficial del Estado, núm. 104, (1-05-2001).
4. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España de 2017. 2017.
5. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado. UNE-EN 149:2001+A1:2010. 2004.
6. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Equipos de protección respiratoria. Recomendaciones sobre selección, uso, cuidado y mantenimiento. Guía. UNE-EN 529:2006. 2006.
7. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Occupational Safety and Health Standards, Personal Protective Equipment. OSHA 29 CFR 1910. 134. 1998.
8. Health and Safety Executive (HSE). Fit Testing of Respiratory Protective Equipment Facepieces. HSE 282/28. 2012.
9. International Organization for Standardization (ISO). Respiratory protective devices - Selection, use and maintenance. ISO/TS 16975:2006. 2006.
10. FREMAP Mutua Colaboradora con la Seguridad Social Número 61. Eficacia en la utilización de los equipos de protección respiratoria. Evaluación cuantitativa del ajuste facial en mascarillas autofiltrantes. 2012.

11. Ministerio de Sanidad y Consumo. Protocolo de vigilancia sanitaria específica, Asma Laboral. Madrid. 2000.
12. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Medias máscaras filtrantes (mascarillas autofiltrantes). 2011.
13. Bengoetxea LM. Estudio sobre la exposición a polvo de harina en la industria panadera y actividades afines. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales (OSALAN). 2009.
14. Hernández A. Protección de las vías respiratorias. INSHT - Centro Nacional de Medios de Protección.
15. Medlineplus [Homepage on the internet]. Rockville Pike: U. S. Department of Health and Human Services [consultado 10 mayo 2017]. Disponible en: <https://medlineplus.gov>
16. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT). Polvo de harina: un riesgo para los panaderos.



## 10. ANEXOS





# ANEXO 1



**BLS ZERO SERIES / mascarillas preformadas**



**CARACTERÍSTICAS**

BANDAS ELÁSTICAS	Elastómero termoplástico (TPE) fijado mediante Ultrasonidos
CLIP NASAL	Acero no aleado recubierto de Polipropileno (PP)
VÁLVULA (tapa y soporte)	Polipropileno (PP)
VÁLVULA (membrana)	Caucho
SELLADO FACIAL	Espuma polimérica y poliéster tejido
MATERIAL FILTRANTE	Polipropileno (PP)
LAMINA de CARBÓN	No dispone
ENVASE INDIVIDUAL	Disponible en todos los modelos
PESO	Verifique por modelo en la tabla adjunta



**PROTECCIÓN**

CÓDIGO	CODE for SINGLE PACKED	MODELO	VÁLVULA	LAMINA de CARBÓN	PROTECCIÓN	TLV límite de exposición
8006295	8006302	BLS Zero 30 NV			FFP3 NR D	50*
8006296	8006303	BLS Zero 30	✓		FFP3 NR D	50*
8006297	8006304	BLS Zero 31	✓		FFP3 R D	50*
8006299	8006306	BLS Zero 30 C	✓	✓	FFP3 NR D	50*
8006301	8006308	BLS Zero 31 C	✓	✓	FFP3 R D	50*

**ALMACENAJE**

DURACION	10 years / 5 years (carbon layer)
TEMPERATURA	+ 5° C / + 40° C
HUMEDAD RELATIVA	< 60 %

NR No Reutilizable (8 horas) R Reutilizable \* Factor de Protección Nominal acorde a la Norma EN 529:2005  
D El producto pasa el test de Dolomite (simula estimación in situ concentración de partículas sólidas)

**PRESTACIONES**

EN 149:2001+A:2009	MÉTODO DE ENSAYO	Requerimientos FFP3 NR D	BLS Zero 30 NV	BLS Zero 30 BLS Zero 31	BLS Zero 30 C BLS Zero 31 C
RESISTENCIA RESPIRATORIA (mbar)	INHALACIÓN 30 l/min	< 1,0	0,4	0,4	0,5
	INHALACIÓN 95 l/min	< 3,0	1,2	1,2	1,4
	EXHALACIÓN 160 l/min	< 3,0	2,0	1,1	1,1
EFICIENCIA FILTRANTE 95 l/min (%)	TRAS 120 mg DE ACEITE DE PARAFINA simulación de 1 turno de trabajo (8 h)	> 99	99,9	99,9	99,9
	TRAS ALMACENAJE (24 h) solo para modelos Reutilizables	> 99	-	99,8	99,8

**TRANSPORTE**

CÓDIGO	CÓDIGO por ENVASADO INDIV.	MODELO	TAMAÑO POR CAJA (s X b X h)	CANTIDAD POR CAJA	PESO POR CAJA	TAMAÑO POR EMBALAJE	CANTIDAD POR EMBALAJE	PESO POR EMBALAJE	CANTIDAD POR PALLET
8006295	8006302	BLS Zero 30 NV	12,8 x 14,2 x 23 cm	10	-	-	-	-	-
8006296	8006303	BLS Zero 30	12,8 x 14,2 x 23 cm	10	-	-	-	-	-
8006297	8006304	BLS Zero 30 C	12,8 x 14,2 x 23 cm	10	-	-	-	-	-
8006299	8006306	BLS Zero 31	12,8 x 14,2 x 23 cm	10	-	-	-	-	-
8006301	8006308	BLS Zero 31 C	12,8 x 14,2 x 23 cm	10	-	-	-	-	-

**CERTIFICACIÓN**

CE de acuerdo con la Directiva 89/686 y en conformidad con las Normas armonizadas EN149:2001+A1:2009. BLS es una firma Certificada ISO 9001:2008

FEBRERO 2016

BLS srl  
via dei Giovi, 41  
20032 Cornano (MI) - Italy  
tel. +39 02 39310212

[www.blsgroup.it](http://www.blsgroup.it)  
[info@blsgroup.it](mailto:info@blsgroup.it)



**MOULDED DISPOSABLE RESPIRATOR**  
**- SINGLE SHIFT USE FILTERING HALF MASK**  
**TO PROTECT AGAINST PARTICLES**

**PRODUCT DATA**

**1. GENERAL:**

- |     |                |                     |
|-----|----------------|---------------------|
| 1.1 | Product Ref.'s | 8030V               |
| 1.2 | Standard       | EN 149:2001+A1:2009 |
| 1.3 | Classification | FFP3 NR             |

**2. PRODUCT DESCRIPTIONS:**

- |     |       |   |
|-----|-------|---|
| 2.1 | 8030V | Single shift use valved particulate respirator. <ul style="list-style-type: none"><li>• Features exhalation valve to reduce temperature and humidity within the respirator and improve exhalation resistance.</li></ul> |
|-----|-------|---|

**3. PROTECTION:**

- |     |  |
|-----|--|
| 3.1 | For protection against non-toxic, low-to-average toxicity and high toxicity solid and liquid aerosols, [e.g. oil-mists], in concentrations up to 20 x WEL, [Workplace Exposure Limit].<br>i.e. APF, [Assigned Protection Factor] = 20. |
|-----|--|

**4. APPLICATIONS:**

- |     |  |
|-----|--|
| 4.1 | Recommended applications include;- pharmaceutical, welding and soldering, ship building/repair, iron and steel foundries, battery manufacturers, etc.. |
|-----|--|

**5. MATERIALS:**

- |     |                        |  |
|-----|------------------------|--|
| 5.1 | Mesh Shell:            | Polyethylene   |
| 5.2 | Filter Outer Layer:    | Polypropylene  |
| 5.3 | Filter Internal Media: | Melt-Blown [Polypropylene]   |
| 5.4 | Filter Inner Layer:    | Polyester  |
| 5.5 | Headstrap:             | Woven Elastic [Latex-Free Rubber]  |
| 5.6 | Headstrap Adjuster:    | Polypropylene  |
| 5.7 | Exhalation Valve:      | Valve Housing - Polypropylene & ABS<br>Valve Membrane - Synthetic Rubber<br>[Note: 8030V model only] |
| 5.8 | Face Seal:             | PVC Foam<br>[Note: 8030V model only]   |



Alpha Solway Limited,  
Factory 1, Queensberry Street  
Annan, Dumfriesshire DG12 5BL  
Tel: +44 (0) 1461 202452  
Fax: +44 (0) 1461 205684  
email: sales@alphasolway.com  
www.alphasolway.com

Registered in Scotland No. 177721  
Vat Registration No. 680 685 013

manufacturers of disposable respirators and protective clothing



**MOULDED DISPOSABLE RESPIRATOR**  
**- SINGLE SHIFT USE FILTERING HALF MASK**  
**TO PROTECT AGAINST PARTICLES**

**PRODUCT DATA**

**6. HANDLING AND STORAGE:**

- 6.1 Precautions for safe handling.  
For industrial or professional use only.  
Only for single shift use, [with a maximum of 8 hours].  
A properly selected respirator is essential to protect your health. Before using the respirator, consult an Industrial Hygienist or Occupational Safety Professional to determine the suitability for intended use.  
Use only in adequately ventilated areas containing sufficient oxygen to support life.  
Do not use when concentrations of contaminant are immediately dangerous to health or life.  
Inspect respirator, including any component parts, for holes, tears or damage prior to use. Should any damage be identified, do not use it! - Get a new one. Fit the respirator according to instructions before entering the contaminated area. Do not remove the respirator whilst in the contaminated area. Leave the work area immediately, and return to fresh air, if: (a) the respirator has been worn for 8 hours; (b) the respirator is damaged; (c) breathing becomes difficult; (d) dizziness or other distress occurs.  
Facial hair or beards, and certain facial characteristics, may reduce the effectiveness of this respirator.
- 6.2 Conditions for safe storage.  
Store in original packaging, away from sunlight, in a cool, well ventilated area.  
Shelf Life: 3 Years

**7. CERTIFICATION:**

These particulate respirators are EN149:2001+A1:2009 FFP3 NR certified single-use disposable respirators with CE certification according to European Council Directive 89/686/EEC and subsequent amendments.

EC-Type Examination is certified by INSPEC International Ltd. with the CE notified body number 0194.

Ref. 2016/03

manufacturers of disposable respirators and protective clothing





# SERIE 4P

(EN 149)

MEDOP lanza la nueva gama de autofiltrantes SERIE 4P para asegurar el máximo confort y seguridad para el usuario con las siguientes características:

- Libres de latex: evita alérgias.
- 0% metal: idóneo para el sector alimentario y trabajos con riesgo eléctrico.
- Pasa test de dolomita: altas prestaciones de respirabilidad incluso en ambientes con mucho polvo, manteniendo un alto nivel de confort.
- Empaquetados individualmente para asegurar una correcta higiene y facilitar el almacenaje.




## CLIP NASAL

- Asegura un ajuste óptimo y absorbe el sudor.

## VÁLVULA

- Válvula circular incorporada al cuerpo con aberturas perimetrales que evitan la concentración de calor y humedad para aumentar la sensación de bienestar.

## GOMAS FLEXIBLES

- Gomas termoselladas para evitar piezas metálicas.
- Distinto código de color según protección.
  - FFP1 
  - FFP2 
  - FFP3 
- Permite comprobar fácilmente la protección que lleva el usuario.

## CUERPO CON DOBLE PEGADO HORIZONTAL

- Asegura un perfecto ajuste y cierre a la cara del usuario.
- Fabricado en materiales de última tecnología ligeros y flexibles que aseguran gran confort en la respiración.
- Diseño de doble pegado horizontal que permite que se forme una cavidad en el interior que asegura confort durante su uso y facilita la comunicación.



## FFP1





P1P VÁLVULA



P1P



## FFP2





P2P VÁLVULA



P2P



## FFP3





P3P VÁLVULA



P3P VÁLVULA Y CARBÓN ACTIVO



CARBÓN ACTIVO

DISPONIBLE EN	UNIDADES POR CAJA	MARCADO	REFERENCIA
P1P	20	FFP1 NR D	912463
P1P Válvula	10	FFP1 NR D	912464
P2P	20	FFP2 NR D	912465
P2P Válvula	10	FFP2 NR D	912466
P3P Válvula	10	FFP3 NR D	912468
P3P Válvula y CA	10	FFP3 NR D	912469

## ANEXO 2





Es **OBLIGATORIO el USO de MASCARILLA** de protección frente a partículas en los siguientes casos:

- Si el trabajador es considerado en el reconocimiento médico como **TRABAJADOR ESPECIALMENTE SENSIBLE**, debe llevar la mascarilla **SIEMPRE** en cualquier zona y línea de producción (envasado u obrador).
- En las **zonas con obligatoriedad de uso** de mascarilla, indicadas mediante la señalización correspondiente.
- En las siguientes operaciones, independientemente del lugar donde se realicen:
  - o **Manipulación de harina** (volcado de sacos, tamizado, etc.).
  - o **Rascado** de barras de pan.
  - o **Limpieza del suelo** de zonas de producción con mopa o escoba.



## Exposición a polvo de harina en el ambiente

### Riesgos identificados:

Inhalación de sustancias o agentes de alto peso molecular.

### Medidas propuestas:

Buenas prácticas en la manipulación de harina.

#### → USO DE MASCARILLA AUTOFILTRANTE:



Como sabemos, respirar polvo de harina, sus derivados o aditivos puede causar asma o irritación de la nariz y la garganta. Para evitar estas dolencias, la empresa pone a disposición mascarillas con filtro para polvos.

Para garantizar la eficacia de la mascarilla, seguir unas **normas básicas de uso**: (Fuente: Ficha técnica mascarillas 3M).



1.- Colocar la mascarilla por debajo de la barbilla y pasar las bandas por encima de la cabeza.



3.- Con las dos manos, moldear la pinza para que se adapte a la forma de la parte inferior de la nariz.



2.- La banda inferior por debajo de las orejas y la superior por la coronilla. Ajustar.



4.- Realizar la siguiente prueba: cubrir con ambas manos e inhalar con energía. En caso de pérdida de presión o entrada de aire, reajustar y repetir la prueba hasta conseguir el ajuste.

#### → ADVERTENCIAS:

- Las mascarillas proporcionadas **son desechables**, lo que significa que hay que sustituirlas en caso de que:
  - o Sufran algún daño.
  - o Si la resistencia a la respiración se hace excesiva.
  - o Periódicamente, según las condiciones habituales de trabajo.
- Las mascarillas nunca deben alterarse o modificarse.
- La duración de la mascarilla depende de una serie de factores como:
  - o El nivel de contaminación
  - o El ritmo de respiración
  - o El calor
  - o La humedad
  - o Los factores higiénicos



**Es obligatorio el uso de la mascarilla de protección en todas las zonas señalizadas y al realizar tareas que requieran de vaciado o trasvase de sacos de harina o cualquier otro producto en polvo, así como tamizado.**



## ANEXO 3



A) DATOS GENERALES	
1. Puesto de trabajo habitual	<input type="checkbox"/> Obrador <input type="checkbox"/> Envasado <input type="checkbox"/> Mnto. <input type="checkbox"/> Jefe de turno <input type="checkbox"/> Otro
2. Línea de producción habitual	<input type="checkbox"/> Línea A-D <input type="checkbox"/> Línea E <input type="checkbox"/> Líneas F-G <input type="checkbox"/> Líneas H-I <input type="checkbox"/> Línea J
3. ¿Tiene obligación de usar la mascarilla?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A veces

B) USO GENERAL DE MASCARILLAS DE PROTECCIÓN	
4. Considero que es importante usar mascarilla	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
5. Considero que la efectividad de las mascarilla en la protección frente al polvo de harina es	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
6. Utilizo la mascarilla	<input type="checkbox"/> Siempre (100%-80%) <input type="checkbox"/> Puntualmente (80%-40%) <input type="checkbox"/> casi nunca (40%-0)
7. Utilizo la mascarilla al realizar acciones como el volcado de sacos o el rellenado de harineros	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> A veces
8. Compruebo el estado de la mascarilla	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
9. Compruebo el ajuste de la mascarilla	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe
10. ¿Cuántas mascarillas uso a la semana?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
11. Reemplazo la mascarilla si se deteriora	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

C) UTILIZACIÓN DE LA MASCARILLA	
12. Al utilizar la mascarilla, las gomas de ajuste quedan	<input type="checkbox"/> Cruzadas <input type="checkbox"/> Paralelas
13. Al utilizar la mascarilla, las gomas de ajuste quedan	<input type="checkbox"/> Tensadas <input type="checkbox"/> Destensadas
14. Ajuste correcto del clip nasal	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

D) INTERACCIONES CON OTROS ELEMENTOS	
15. Indique el grado de interacción de la mascarilla con los siguientes elementos, según lo que considere. No conteste a las preguntas de elementos que no utilice habitualmente	
16. Gafas	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Empaña
17. Barba	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
¿Es correcta la barba?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
18. Cubre barba	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
19. Cofia	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
20. Protector auditivo	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
21. Gorra	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto



A) MODELOS DISPONIBLES	
MASCARILLA VERDE BLS Zero 30	
22. Confort	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
23. Sensación de efectividad	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
24. Ajuste	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
25. Dificultad para respirar	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
26. Limitación del campo visual	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
27. Detecto fugas de aire en	<input type="checkbox"/> Nariz <input type="checkbox"/> Barbilla <input type="checkbox"/> Laterales <input type="checkbox"/> Ningún sitio
28. Talla adecuada	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
MASCARILLA AMARILLA Alphamesh 8030V	
29. Confort	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
30. Sensación de efectividad	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
31. Ajuste	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
32. Dificultad para respirar	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
33. Limitación del campo visual	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
34. Detecto fugas de aire en	<input type="checkbox"/> Nariz <input type="checkbox"/> Barbilla <input type="checkbox"/> Laterales <input type="checkbox"/> Ningún sitio
35. Talla adecuada	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
MASCARILLA GRIS Medop 912469	
36. Confort	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
37. Sensación de efectividad	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
38. Ajuste	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
39. Dificultad para respirar	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
40. Limitación del campo visual	<input type="checkbox"/> Bajo <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Alto
41. Detecto fugas de aire en	<input type="checkbox"/> Nariz <input type="checkbox"/> Barbilla <input type="checkbox"/> Laterales <input type="checkbox"/> Ningún sitio
42. Talla adecuada	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

43. Suelo utilizar la mascarilla	<input type="checkbox"/> Verde BLS Zero 30 <input type="checkbox"/> Amarilla Alphamesh 8030V <input type="checkbox"/> Gris Medop 912469
44. Elijo la mascarilla en función de	<input type="checkbox"/> Confort <input type="checkbox"/> Sensación de seguridad <input type="checkbox"/> Otro
45. Generalmente prefiero mascarillas	<input type="checkbox"/> Conformadas <input type="checkbox"/> Plegadas



## ANEXO 4



Para hacer un cálculo teórico de la exposición real de los trabajadores se van a tomar como referencia los datos medios de protección de la mascarilla BLS, que es la única recomendada, en los test rápidos. Como dato de concentración ambiental se va a tomar como referencia dato más alto de los medidos en las líneas, que es la Línea D con un  $I_{Ex}$  de 2,8.

Datos: VLA-ED (harina) = 4 mg/m<sup>3</sup>, FF = 122,6

El primer paso es calcular el la concentración ambiental a partir del  $I_{Ex}$ .

$$I_{ex} = \frac{[ambiental]}{VLA - ED} \rightarrow [ambiental] = I_{Ex} \cdot VLA - ED = 2,8 \cdot 4 \text{ mg/m}^3 = 11,2 \text{ mg/m}^3$$

Ahora, aplicando la fórmula del factor de ajuste (FF) y despejando, podemos calcular la concentración de aire en el interior de la mascarilla.

$$FF = \frac{[ambiental]}{[mascarilla]} \rightarrow [mascarilla] = \frac{[ambiental]}{FF} = \frac{11,2 \text{ mg/m}^3}{122,6} = 0,091 \text{ mg/m}^3$$

Por último, calculamos el índice de exposición dentro de la mascarilla.

$$I_{exM} = \frac{[mascarilla]}{VLA - ED} = 0,022$$

El índice de exposición teórico dentro de la mascarilla es de 0,022, muy inferior a 1.