



Euskadi-preben

*Estrategia de País
Herri-estrategia*

ACTUALIZACIÓN
NOVIEMBRE 2024

Análisis de Factores de Riesgo y Prevención de Accidentes por TUFO y Espacios Confinados

Bodegas, Cerveceras y Sidrerías de Euskadi

Índice:

Equipo de desarrollo y contraste.....	3
1.- Introducción.....	4
2.- Objeto y Alcance.....	12
3.- Metodología.....	13
4.- Diagnóstico.....	14
4.1.- Consideraciones previas.....	14
4.2.- Análisis de procesos y actividades críticas.....	15
4.3.- Análisis de factores de riesgos potenciales.....	46
4.2.- Análisis de equipos y tecnología.....	53
4.4.- Análisis de datos campaña 2021-2024.....	73
4.4.1.- Aspectos generales.....	73
4.4.2.- Características del ambiente y lugar del trabajo.....	75
4.4.3.- Procesos de trabajo.....	83
4.4.4.- Metodologías de trabajo.....	87
4.4.5.- Equipos e instalaciones.....	90
4.4.6.- Capacidad de ventilación y renovación de aire.....	92
4.4.7.- Personas.....	96
4.4.8.- Caracterización de los procesos de molienda de la malta (cerveceras).....	97
4.4.9.- Análisis de monitorización y control de la calidad del aire interior.....	98
5.- DAFO (Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).....	103
7.- Observaciones y Oportunidades de mejora.....	106
Índice de tablas:.....	109
Índice de ilustraciones:.....	110
Referencias y webgrafía consultada:.....	113
ANEXOS.....	115
Anexo 1.- Cuestionario caracterización “Problemática de TUFO en Cerveceras, Sidrerías, Bodegas de vino y Txakoli de Euskadi.....	116
Anexo 2.- Tabla resumen de datos y estadísticos para análisis del TUFO (monitorización CO2).....	128

Equipo de desarrollo y contraste.

La campaña destinada al estudio de “Análisis de Factores de Riesgo y Prevención de Accidentes por TUFO y Espacios Confinados en Euskadi (bodegas, sidrerías y cerveceras) ha sido desarrollado, con sus revisiones y contraste por el equipo que integra el grupo de trabajo agroganadero de Euskadipreben y colaboradores, en esta revisión en concreto las siguientes entidades:

- *KONFEKOOP (Confederación de Cooperativas de Euskadi). Sergio Achicallende y Maite Corres.*
- *ENBA (Organización agraria de los baserritarras profesionales de Euskadi). Iñigo Bilbao.*
- *HAZI (Landa, Itsasertz eta Elikagaien Sustapena; Desarrollo Rural, Litoral y Alimentario). Miren Murua, Pilar Santamaria.*
- *OSALAN (Instituto de Seguridad y Salud Laborales de Euskadi). Cesar Arteaga.*
- *Fundación AZTI-AZTI Fundazioa. Nagore Picaza, Marta Renteria, Miriam Perdigón, Begoña Landaño, Angel Pereira, Edorta Aranguena, Pedro Monzón.*

En colaboración con empresas de equipos, tecnología e instalaciones de interés como son:

- Casals Vortice Group (Aplicaciones y Sistemas de ventilación).
- Ineko Instrumentación S.L.
- Mayoral Suministros Industriales S.L.

Este análisis debe tener siempre continuidad confiriendo al propio estudio el grado de actualización que en cada momento permita, bien por la ampliación de datos, la aparición de nuevo conocimiento, así como la mejora que posibilite el avance tecnológico y la innovación de los procesos de trabajo. Es por ello, que su desarrollo requiera de la incorporación de diferentes agentes sectoriales, tecnológicos y científicos que ayuden a conseguir soluciones de prevención y protección para las personas trabajadoras de estos entornos de trabajo, con riesgo a exposición de CO₂ y otros peligros derivados de la fermentación de producto y el trabajo en espacios confinados.

1.- Introducción.

Los sectores y actividades integrantes de la cadena de valor de la alimentación son elementos esenciales con una traslación social importante. La sociedad ha estado observando la relevancia de la cadena de suministro básico de alimento. Podríamos hacer una analogía con esta cadena diciendo que tenemos que responderles de la forma necesaria de “cuidar al cuidador”, más aún después de haber pasado una pandemia como fue la del COVID19. Todas las personas trabajadoras que integran esta cadena han tenido y tienen una importante crucial, por lo que es necesario poner foco en su sostenibilidad, especialmente en las palancas de la salud y de la seguridad laboral.

Una cadena de valor que va desde el sector primario hasta las cadenas de suministro y puntos de venta director, con influencias transversales.

Considerando el análisis de dimensionamiento y contribución económica realizado en el marco de la Estrategia de Especialización Inteligente RIS3, la **cadena de valor de la alimentación representa el 10,56 % del PIB y da empleo directo a 96.500 personas en Euskadi** (Gobierno Vasco, 2017).

De acuerdo con los accidentes investigados por OSALAN en el periodo 2011-2015, las principales formas en la que se produce los accidentes son por caídas a distinto y al mismo nivel (18 accidentes, 2 de ellos mortales en este periodo) **generalmente debido a entornos de trabajo irregulares** como pueden ser los terrenos o estructuras inestables. Seguido

están los accidentes originados por golpes, cortes o pinchazos con objetos y herramientas de trabajo con 10 accidentes (1 mortal), y también con 10 accidentes aquellos con atrapamientos por o entre objetos (fuente OSALAN). En 2020, la incidencia de accidentes en el sector primario fue de 57,99, esto es, de cada 100 trabajadores del sector casi 58 sufrieron un accidente con baja (546 leves, 11 graves y 2 mortales).

Es necesario destacar que las **causas inmediatas** más probables de los accidentes pueden ser **no asegurar o no advertir de las zonas de riesgos, las operaciones o los entornos de trabajo** en un primer nivel, en segundo lugar sería el **uso inadecuado de equipos de trabajo** así como en ocasiones equipos defectuosos o modificados, y resultando como causa básica de los análisis de accidentabilidad aspectos como **la capacidad inadecuada y de habilidad de la persona profesional** en el momento del suceso, el **diseño e ingeniería mejorable en instalaciones y procesos de trabajo** y de forma significativa los casos de ausencia o incumplimiento de **normas de trabajo adecuadas**.

Es necesario también indicar que en muchas ocasiones los accidentes más importantes, como son los graves y mortales, suelen acontecer de forma reiterada, y aunque se produzcan en lugares geográficos distintos no podemos dejar sin analizar estos sucesos.

La Estrategia Sectorial de Seguridad y Salud Laboral para la Cadena de Valor Alimentaria y de la Madera de Euskadi 2019-2025, es una herramienta institucional de actuación conjunta desarrollada por OSALAN (Instituto de Seguridad y Salud Laborales) y la Viceconsejería de Agricultura, Pesca y Política Alimentaria del Departamento de Desarrollo Económico y de Competitividad , sumando el conocimiento en prevención de riesgos laborales y las competencias en el ámbito sectorial, posibilitando que la actividad preventiva alcance a todas las ramas y orientaciones técnico- económicas del sector y a toda su cadena de valor (agricultura, ganadería, madera forestal, agroalimentario y marítimo-pesquero).

La “Estrategia Sectorial de Seguridad y Salud Laboral para la Cadena de Valor de la Alimentación y de la Madera en Euskadi 2019-2025”, supone un instrumento pragmático para consolidar la seguridad y salud como uno de los ejes fundamentales en la sostenibilidad de estos sectores, siendo sus principales objetivos cuantitativos, reducir el 15% de accidentes y enfermedades profesionales en los principales indicadores, y especialmente evitar los accidentes mortales en nuestro sector.



Ilustración 1.- Objetivos cuantitativos de la Estrategia Euskadipreben 2025.

En el marco de esta estrategia y buscando alcanzar sus principales objetivos, se desarrolla una iniciativa orientada a buscar respuestas y soluciones potenciales en problemáticas generadoras de accidentes mortales, como son los producidos en bodegas y actividades similares, como son cerveceras y sidrerías, por el llamado **TUFO** y/o presencia de CO₂.

Tipo	TTHH			
	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total, general
Bodegas de vino	265	33	28	326
Cervecerías	3	10	11	24
Sidrerías		2	36	38
Total, general	268	45	75	388

Tabla 1.- Nº Establecimientos por actividad y TTHH de Euskadi (sólo contempla personas jurídicas). Fuente. Directorio de Actividades Económicas campaña 2019. Elaborado por HAZI.

Tipo de Actividad objeto de estudio por TTHH de Euskadi

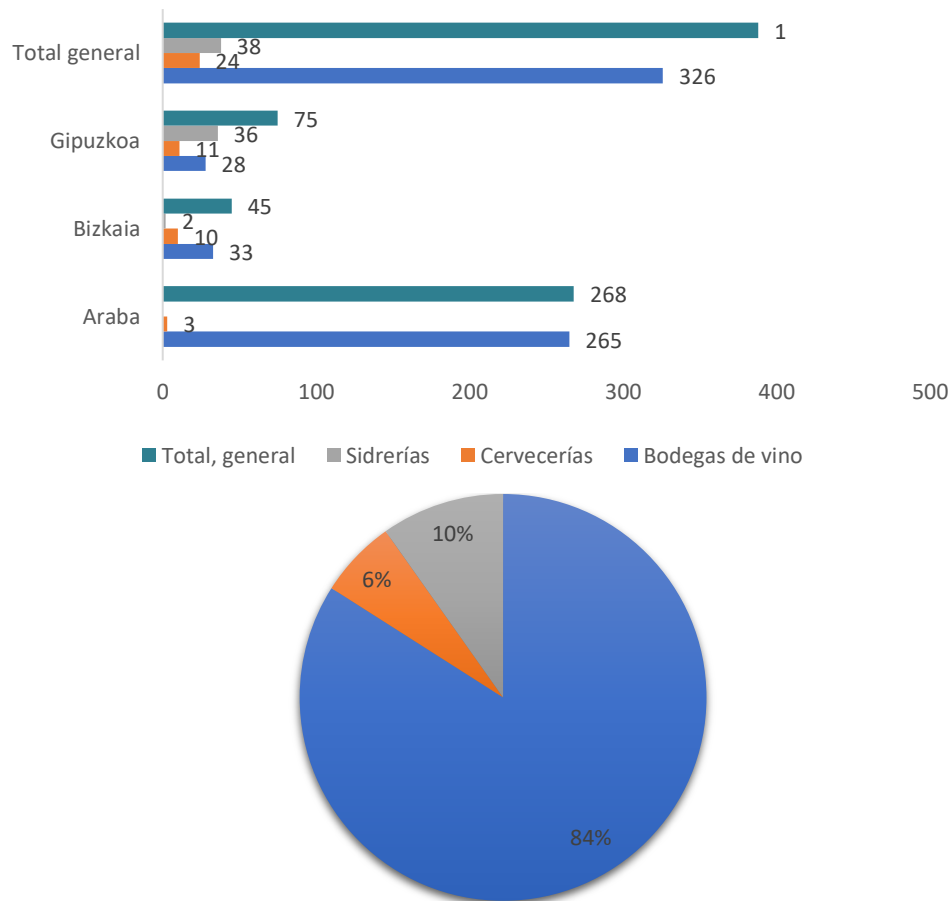


Ilustración 2.- Nº Establecimientos por actividad y TTHH de Euskadi (sólo contempla personas jurídicas). Fuente. Directorio de Actividades Económicas campaña 2019. Elaborado por HAZI.

Estrato de empleo						
EMPLEO	1 a 5	6 a 10	11 a 19	01-19	>20	Total, general
Araba						
Bodegas de vino	652	314	396	1.362	613	1.975
Cervecerías				--		--
Sidrerías				--		--
Gipuzkoa						
Bodegas de vino						296
Cervecerías				37		37
Sidrerías	125	51		176		176
Bizkaia						
Bodegas de vino	71		81	152		152
Cervecerías				28		28
Sidrerías	9			9		9

Tabla 2.- Nº personas trabajadoras por estrato de empleo, tipo de actividad y TTHH de Euskadi. Fuente. Directorio de Actividades Económicas. Fuente: Encuesta industrial campaña 2019. Elaborado por HAZI.

PRODUCCIÓN (mil €)						
PRODUCCIÓN (mil €)	1 a 5	6 a 10	11 a 19	01-19	>20	Total, general
Araba						
Bodegas de vino	142.101	68.339	86.237	296.676	323.558	620.234
Cervecerías				--		--
Sidrerías				--		--
Gipuzkoa						
Bodegas de vino						71.614
Cervecerías				2.461		2.461
Sidrerías	16.874	6.884		23.758		23.758
Bizkaia						
Bodegas de vino	12.308		13.890	26.198		26.198
Cervecerías				1.949		1.949
Sidrerías	1.148			1.148		1.148

Tabla 3.-Producción en mil€ por estrato de empleo, tipo de actividad y TTHH de Euskadi. Fuente. Directorio de Actividades Económicas. Fuente: Encuesta industrial campaña 2019. Elaborado por HAZI.

Las diferentes tablas de dimensión económica y socio laboral de las bodegas, sidrerías y cervecerías de los tres TTHH de Euskadi, aquellas relacionadas con bodegas₂ deben ser analizadas considerando que la práctica totalidad de la información de Gipuzkoa y Bizkaia corresponde a Txakoli (aunque existe una parte residual de vino), mientras que en Araba, prácticamente la totalidad corresponde a la producción de vino, con nula representatividad estadística en producción de Txakoli.

La actividad principal en Euskadi es la producción de vino que representa un 84%, concentrada en el TH de Álava, el 93% de la actividad de bodega se encuentra en este territorio; posteriormente con un 10% son las sidrerías, ubicadas en Gipuzkoa principalmente (el 95% de las sidrerías se encuentran en este TH) y finalmente la actividad de cervecerías que cada vez más están surgiendo en Euskadi.

La mayor producción en miles de euros, correspondiente a la campaña del 2019 (estadística oficial de HAZI), corresponde a las bodegas de vino en Alaba con una producción total de 620.234 miles €.

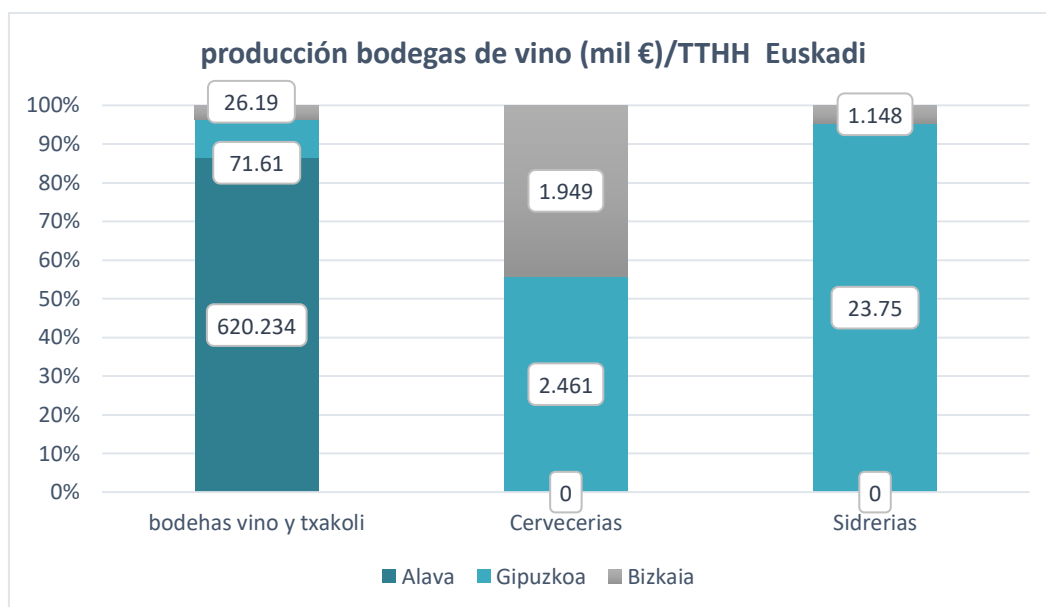


Ilustración 3.-Producción en mil€ por estrato de empleo, tipo de actividad y TTHH de Euskadi. Fuente. Directorio de Actividades Económicas. Fuente: Encuesta industrial campaña 2019. Elaborado por HAZI.

La elaboración de vino en Euskadi es la principal actividad del alcance (84%) con 2.127 personas trabajadoras. Su característica principal es su gran atomización, ya que está formado por pequeñas empresas, muchas de las cuales realizan todo el proceso productivo, desde la crianza de la uva hasta la comercialización del vino.

En Euskadi se elaboran dos tipos de productos claramente diferenciados y localizados en zonas geográficas específicas:

Vinos de La Rioja alavesa: Situados al sur de la provincia de Araba, en la zona limítrofe con la Rioja con 378 bodegas, y que el 84% tienen menos de 5 trabajadores y solo el 1% tiene más de 50 trabajadores. Durante la última década esta zona ha efectuado una espectacular ampliación y modernización industrial de sus procesos e instalaciones

Txakoli: Se elaboran predominantemente en las zonas cercanas a la costa de las provincias de Gipuzkoa y Bizkaia, aunque también existen explotaciones en Araba, pero sin representatividad estadística. Se caracteriza por estar muy atomizado con un 90% de las bodegas con menos de 5 trabajadores. En los últimos años la producción se ha multiplicado sustancialmente. El total de bodegas de Txakoli asciende a 80 distribuidas aproximadamente en las siguientes denominaciones:

- Getariako Txakolina: 28
- Bizkaiko Txakolina: 44
- Arabako Txakolina: 8

Estas actividades contemplarían los siguientes CNAEs:

Actividad	código CNAE
Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas	1101
Elaboración de vinos	1102
Elaboración de sidra y otras bebidas fermentadas a partir de frutas	1103
Elaboración de otras bebidas no destiladas, procedentes de la fermentación	1104
Fabricación de cerveza	1105
Fabricación de malta	1106

Tabla 4.- Relación de actividades y su CNAE dentro del alcance del estudio. Obtenida de <https://www.ine.es/>.

El término “Tufo” está asociado a olores característicos cuando existe presencia de CO₂ generalmente generados por procesos de fermentación. Este compuesto no es venenoso, pero consigue desplazar al oxígeno consiguiendo que este no llegue a los pulmones y provocando en poco tiempo, primero pérdida de conciencia y posteriormente la muerte por asfixia.

La fermentación es un proceso de transformación de determinadas materias orgánicas bajo la acción de enzimas segregadas por microorganismos (por ejemplo, levaduras). Se trata pues de un proceso de naturaleza bioquímica. La fermentación tiene lugar en ambiente anaeróbico, con degradación de la sustancia orgánica en compuestos intermedios que actúan de donadores y aceptores de electrones (proceso de óxido-reducción) con liberación de energía. Los sustratos de las fermentaciones se incuban en bandejas, tanques o en recintos de temperatura y humedad relativa controladas. Los sustratos líquidos se incuban en tanques de acero inoxidable o en fermentadores cilíndricos agitados, como es el caso del vino, la cerveza o la sidra. En estos casos una de las fermentaciones que se produce es la fermentación alcohólica, en la que a partir de azúcar se obtiene alcohol etílico y anhídrido carbónico (C₆H₁₂O₆ = 2CH₃ - CH₂OH + 2CO₂). (CEUPE, 2021).

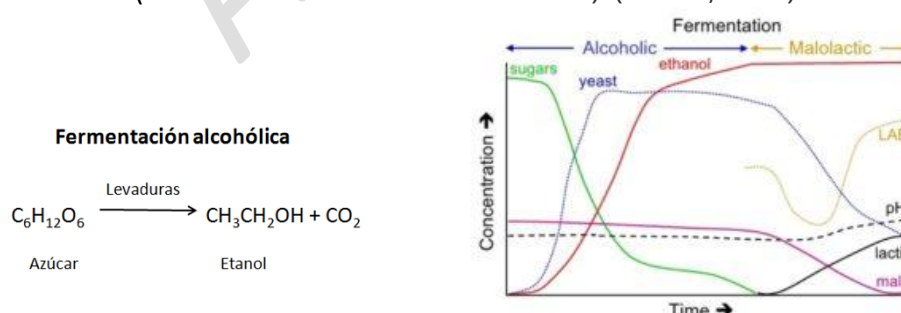


Ilustración 4.- Síntesis química y proceso de la fermentación alcohólica. Obtenida de <https://www.aprenderdevino.es/fermentacion-alcoholica/>

En la fermentación alcohólica se produce una gran cantidad de dióxido de carbono que como efecto colateral beneficioso se encarga, por ejemplo, de proteger al vino de la oxidación, pero por otra parte implica un factor de riesgo potencial para las personas trabajadoras, especialmente cuando se trabaja en zonas confinadas y con escasa ventilación (<https://www.aprenderdevino.es/>, 2021).

Como regla general un recinto confinado es cualquier espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para una ocupación continuada por parte del trabajador. (INSHT)

Los riesgos existentes en un espacio confinado (EC) se pueden clasificar en dos grupos:

- *Aquellos debidos a las deficientes condiciones materiales de la zona de trabajo. Por ejemplo: caídas a distinto o igual nivel, ahogamiento, riesgos físicos, químicos y biológicos, independientes de la peligrosidad de la atmósfera interior.*
- *Aquellos derivados de la atmósfera peligrosa que se encuentra en su interior (llamados riesgos específicos): riesgo de asfixia (por agotamiento de oxígeno), riesgo de incendio o explosión (cuando la concentración de polvos, gases o vapores inflamables es superior al 10 % de su límite inferior de explosividad o bien cuando la concentración de oxígeno es superior al 23,5 % en volumen) y riesgo de intoxicación (por inhalación de contaminantes al superar los valores límite ambientales o los límites de desviación).*

(quironprevencion, 2020)

El “tufo” de la fermentación supone un riesgo mortal en las bodegas, El CO₂, en sí mismo no es venenoso, sin embargo, al ser más denso que el aire ocupa las oquedades a cubierto de las corrientes y, desplaza al oxígeno, haciendo que su respiración, aunque no sea venenosa, no aporte oxígeno a los pulmones, provocando en escasos tiempo la pérdida de la conciencia y un poco después, la muerte por asfixia.

El riesgo más característico de las bodegas es el originado por el gas carbónico (CO₂) que se desprende de la fermentación, “tufo”. Anualmente se registran accidentes debidos al CO₂ que, si bien poco frecuentes, resultan casi siempre mortales.

El gas carbónico es 1,5 veces más pesado que el aire y se concentra, principalmente, en las zonas bajas de las naves de vinificación y de los depósitos. También puede acumularse en rincones que no estén bien ventilados o aireados. La pérdida de conocimiento en estas atmósferas viciadas puede producirse en menos de un minuto y medio, el corazón puede seguir funcionando unos tres minutos más y posteriormente, el cerebro sufre una lesión irreversible que provoca la muerte.

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas tóxico en altas concentraciones, así como también asfixiante (debido a la reducción de oxígeno). Solamente en altas concentraciones produce irritación en los ojos, nariz y garganta. Los umbrales de concentración para efectos a la salud se detallan en la tabla siguiente.

Efectos a la exposición respiratoria de dióxido de carbono

(Baxter, 2000; Faivre-Pierret and Le Guern, 1983 and refs therein; NIOSH, 1981).

Límites de exposición (% en aire)	Efectos sobre la salud
2-3	Imperceptible en reposo, pero en actividad marcada falta de aliento
3	Respiración se hace notoriamente más profunda y frecuente durante el reposo
3-5	Aceleramiento del ritmo respiratorio. Repetida exposición provoca dolor de cabeza
5	Respiración se hace extremadamente dificultosa dolores de cabeza, transpiración y pulso irregular
7.5	Respiración acelerada, promedio cardíaco aumentado, dolor de cabeza, transpiración, mareos, falta de aliento, debilidad muscular, pérdida de habilidades mentales, somnolencia y zumbido auricular
8-15	Dolor de cabeza, vértigo, vómitos, pérdida de conciencia y posible muerte si el paciente no recibe oxígeno inmediatamente
10	Agotamiento respiratorio avanza rápidamente con pérdida de conciencia en 10 – 15 minutos
15	Concentración letal, la exposición por encima de este nivel es intolerable
25+	Convulsiones y rápida pérdida de conciencia luego de unas pocas aspiraciones. Si se mantiene el nivel, deviene la muerte.

Tabla 5.- Efectos a la exposición respiratoria de dióxido de carbono. Obtenida de <https://www.ivhnn.org/index.php/es/information/information-different-volcanic-gases/carbon-dioxide>

En cuanto a los valores límites ambientales de exposición laboral debemos decir que el CO₂ tiene los siguientes:

Determinación química	Tipo	Valores Límite de Exposición	Fuente
Dióxido de carbono	TWA	5000 ppm / 9000 mg/m ³	UE. Valores límite de exposición indicativos recogidos en las Directivas 91/322/CEE, 2000/39/CE, 2006/15/CE, 2009/161/UE (12 2009)
	VLA-ED	5.000 ppm / 9.150 mg/m ³	España. Límites de Exposición Ocupacional (2021)

Tabla 6.- Tabla de valores límites de exposición de dióxido de carbono. Obtenida de <https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134>

2.- Objeto y Alcance.

El objeto es el análisis en una muestra de industrias alimentarias en Euskadi susceptible de TUFO y exposición a CO₂, como son Cervecerías, Sidrerías, Bodegas de vino y Txakoli, que debe tener un desarrollo encaminado a la representatividad de la población real, así como la adquisición de conocimiento útil para aportar soluciones frente a los accidentes de carácter mortal como consecuencia del “tufo”.

Es decir, estudio debe tener la continuidad suficiente para poder conocer la problemática en profundidad, así como las oportunidades de mejora, fundamentalmente destinadas a la prevención de accidentes mortales y graves frente a estas situaciones problemáticas de asfixia generados por desplazamiento de CO₂.

La población de empresas donde se manifiestan estos factores de riesgo, pudiéndose materializar en accidentes de diferente magnitud, pero especialmente mortales y graves son de un total de 388 en Euskadi, para una población de personas trabajadoras de 2.673.

Etiquetas de fila	Araba	Bizkaia	Gipuzkoa	Total, general
Bodegas de vino	265	33	28	326
Cervecerías	3	10	11	24
Sidrerías		2	36	38
Total, general	268	45	75	388

Tabla 7.- IIAA de interés por TTHH de Euskadi. Fuente: HAZI. Directorio de Actividades Económicas DIRAE ejercicio cerrado 2020.

Nº IIAA Euskadi	Nº IIAA	n (95%)	n (90%)
Bodegas de vino	326	125	100
Cervecerías	24	22	21
Sidrerías	38	32	30
Total, general	388	180	151

Tabla 8.- Estimación de tamaño muestral de IIAA representa de IIAA de interés. Elaboración propia¹.

IIAA por TTHH	1-5	6-10	11-19	20-49	50-99	>100	Total
Araba	201	31	21	13	1	1	268
Bodegas de vino	198	31	21	13	1	1	265
Cervecerías	3						3
Gipuzkoa	58	14		3			75
Bodegas de vino	20	5		3			28
Cervecerías	8	3					11
Sidrerías	30	6					36
Bizkaia	38	3	4				45
Bodegas de vino	27	2	4				33
Cervecerías	9	1					10
Sidrerías	2						2
Total, general	297	48	25	16	1	1	388

Tabla 9.- Tramos de personas trabajadoras de IIAA de interés por TTHH de Euskadi. Fuente: HAZI. Directorio de Actividades Económicas DIRAE ejercicio cerrado 2020.

Considerando que el tamaño muestral para el cálculo de una población finita de 388 es de 151 se debe tener en cuenta que la presente revisión de estudio contemplado 32 plantas de IIAA, que si bien es cierto representa un avance sigue siendo necesario continuar para conseguir un mayor grado de representatividad (se han realizado >45 visitas, incluyendo aquellas de contraste de cuestionarios y unificación de criterios).

3.- Metodología.

La metodología que fue planteada inicialmente en el estudio ha contemplado las siguientes tareas.

T1.- Caracterización y dimensionamiento problemática existente (diseño de cuestionarios y trabajo de campo):

- Identificar el alcance (realizado, y se ha contemplado bodegas de vino y Txakoli, y sidra y cerveza).
- Elaboración de metodología y cuestionario contrastado para la toma de datos en campo.
- Visitas y toma de datos en campo. Actualmente con >45 visitas a diferentes plantas (un total de 32 plantas de IIAA).
- Análisis y caracterización de los datos disponibles.

T2.- Identificación y análisis de accidentes por tufo en el sector de interés;

- Acción desarrollada conjuntamente con OSALAN con el objetivo de identificar los factores de riesgos potenciales, establecer propuestas de medidas preventivas y de mejora, así como líneas de investigación y revisión a futuro.

T3.- Estudio, propuesta y análisis de mejoras y medidas de prevención eficaces con posibilidades implementación.

- Esta acción de desarrollará conjuntamente con todos los participantes de forma permanente y especial hincapié en cada revisión que contempla datos de vigilancia tecnológica, bibliográfica y académica, monitorización y análisis de parámetros críticos como es el CO₂, etc.

T4.- Análisis y comportamiento de los lugares/instalaciones críticas potenciales de TUFO. Aunque es una acción no marcada en un inicio, el grupo de trabajo considero interesante realizarla.

- a) Elección o diseño de sistemas de detección y monitorización de parámetros de interés y determinantes de los accidentes por TUFO como CO₂/O₂, temperatura, humedad, etc.
- b) La monitorización de lugares e instalaciones potenciales tipo (antes, durante y después de procesos productivos o de interés). Acción para comenzar en 2022 una vez instalados los sistemas de monitorización. Con una disposición actual de datos procedentes campañas comprendidas entre 2022 y 2024, principalmente en bodegas de vino rioja y txakoli.

4.- Diagnóstico.

4.1.- Consideraciones previas.

El presente diagnóstico indaga sobre el accidente por TUFO y Asfixia por inertización de instalaciones como son los depósitos principalmente, considerando:

1. **Accidente TUFO:** *Es la generación de CO₂ por procesos de fermentación de UVA principalmente en espacios e instalaciones cerradas que generan desplazamiento de O₂ y riesgo de anoxia.*
2. **Asfixia por inertización de instalaciones (depósitos):** *Inertización para evitar oxidación del producto garantizando su conservación, mediante gas inerte (N₂, CO₂, a veces aprovechado del formado anteriormente). Este genera genera desplazamiento y ocupación de O₂. Para la inertización de los depósitos de vino se impone generalmente una mezcla específica de argón y dióxido de carbono. Esta mezcla, más pesada que el aire y que el oxígeno, desplaza a estos formando una capa de protección sin necesidad de ocupar todo el espacio vacío del depósito (InVIA, 2021).*

El diagnóstico presentado se realiza en base a las industrias visitadas en esta segunda fase de un total de 32. Esta muestra se podrá ir aumentando progresivamente con el objetivo de generar datos más representativos y conocimiento que ayude a la búsqueda de soluciones, como puede ser el establecimiento de medidas preventivas eficaces.

Una aproximación de la caracterización en las IIAA investigadas de Euskadi ayudará a mejorar la metodología y los sistemas de recogida de datos, y esta metodología en si mismo a conseguir gradualmente las metas marcadas.

El análisis bibliográfico y las vigilancias de información y conocimiento realizados se están actualizando en el transcurso y avance del estudio en su propia evolución.

4.2.- Análisis de procesos y actividades críticas.

La problemática de TUFO o desplazamiento del oxígeno por gases como el CO₂ se encuentra presente en diferentes procesos de las actividades identificadas., principalmente en las etapas de fermentación y en operaciones en depósitos como limpiezas, espacios confinados y bajo rasante, o bien en procesos de embotellado con incorporación de CO₂ como sucede en la elaboración de la cerveza.

En la elaboración del vino nos encontramos etapas con presencia de este factor de riesgo como es el estrujado si se realiza de manera tradicional por pisado en lagar. Las etapas de maceración y fermentación alcohólica, así como el descube del producto obtenido en estas tienen especial exposición a este riesgo, precisamente por la formación de CO₂ y las tareas que se desarrollan en el interior de tanques y depósitos, así como a su alrededor, bien sean limpiezas manuales y automáticas, estas últimas en menor medida. Las aperturas de los depósitos para los trasiegos tras la fermentaciones alcohólicas suponen una tarea de riesgo que deben estar acompañadas de medidas preventivas adecuadas como es la ventilación/aireación tanto del propio deposito como de las zonas de trabajo, y la supervisión y vigilancia de esta.

En el proceso de elaboración de la cerveza, de modo similar la fermentación tiene dos fases principales, una primera donde la levadura consume únicamente el oxígeno contenido en el mosto para multiplicarse y una segunda fase donde, a falta de oxígeno empieza a consumir los azúcares transformándolos en alcohol y anhídrido carbónico (CO₂). Este proceso se puede realizar a diferentes temperaturas según la cepa de la levadura y el estilo de cerveza que se quiera elaborar. Cuando finaliza la fermentación, hay que dejar sedimentar y eliminar los subproductos generados. Este es uno de los procesos críticos, junto con la maduración y clarificación donde se produce una fermentación secundaria con levadura arrastrada del proceso anterior. En la elaboración de la cerveza existe una etapa diferencial como es la carbonatación donde se inyecta CO₂ cuando en el producto final no alcanza la concentración suficiente, especialmente cuando se conecta al depósito de producto la manguera procedente del suministro de CO₂. Esta misma exposición se presenta cuando es necesario incorporarlo al circuito de envasado, o utilizarlo para empujar la cerveza desde el depósito origen hasta la embotelladora.

La elaboración de la sidra se caracteriza de forma similar en el proceso de fermentación, con exposición en alrededores de los depósitos donde se desarrolla y como sucede en la elaboración de vino y cerveza en procesos de limpieza.

Los diferentes procesos de elaboración de vino, cerveza y sidra identificando las etapas en donde existe exposición a CO₂ se observan en las diferentes ilustraciones que en adelante se encuentran mostrando los flujos de elaboración de vino, cerveza y sidra.

Existe mucha bibliografía de carácter general y divulgativo orientada a la formación y a la sensibilización sobre el riesgo de tufo en bodegas, pero desde el punto de vista de la

investigación y el estudio científico que profundice en esta problemática y en la actividad de bodega podemos destacar, que sea comparable con el estudio y la campaña iniciada en el marco de Euskadipreben, la Tesis doctoral de Rafael Pérez Sedano de la Facultad de Medicina de la Universidad Miguel Hernández (departamento de patología y Cirugía, área de Medicina Legal y Forense) denominada “Análisis de las condiciones de seguridad en los espacios confinados de las bodegas de elaboración de vino de la región de Murcia” (Sedano, 2017).

Esta tesis evalúa los riesgos específicos en espacios confinados en bodega como pueden ser depósitos de hormigón sobre y bajo rasante, depósitos de acero inoxidable, de poliéster, de hierro (acero al carbón), o de madera denominadas tinas, así como las atmósferas peligrosas en estos espacios, considerando entre ellos de forma relevante el riesgo de asfixia o de intoxicación por inhalación, y analiza las medidas de ventilación/aireación, la protección individual respiratoria, la señalización y la vigilancia desde el exterior como las más importantes en la prevención de accidentes.

En esta tesis, aunque su alcance sean bodegas de la región de Murcia, la recogida de datos mediante visita y cuestionario a una muestra de 15 bodegas realizada en 2017 ofrece datos como:

Aspecto evaluado/analizado	Datos y observaciones
Modalidad organizativa	100% de bodegas disponen de SPA.
Evaluación de riesgos	El 20% de las bodegas no disponen de Evaluación de Riesgos en el centro de trabajo, y en un 17% de las mismas no se identifican los trabajos en espacios confinados.
Identificación y señalización de riesgos en espacios confinados	Sólo identificados en el 30% de las bogas visitadas, en el 10% solo se identificaba de forma parcial, y en el 60% de las bodegas restantes no existía identificación. No existe señalización en ningún caso.
Medidas establecidas y planteadas frente a las atmósferas peligrosas.	Sólo en el 10% de los casos (1 empresa) se habían aplicado medidas adecuadas para espacios confinados. En un 30% se consideraban medidas parcialmente adecuadas y muy mejorables. El 60% del resto se consideraban medidas totalmente inadecuadas.
Accidentes de trabajo	El 100% de las bodegas manifiestan no haber tenido accidentes relacionados con espacios confinados.
Actualización y control de la documentación de PRL	El 66,67% de las bodegas no controla ni actualiza la documentación.
Procedimientos de trabajo por escrito.	Solo en 1 empresa se encontraron. El resto no disponían (93,33% de la muestra).
Permisos de entradas/salidas y permisos de trabajo.	Ninguna empresa disponía de sistema alguno implantado.
Formación a personas trabajadoras.	Sólo el 20% de las bodegas ha realizado y dispone de evidencia documental.
Coordinación de actividades	El 87% no realiza coordinación de actividades.
Acceso a depósitos	El 86,91% de las bodegas manifiestan que es necesario acceder a los depósitos para limpieza o extracción de orujos (166 de los depósitos existentes en el conjunto de las bodegas).
Mantenimiento	El 75% lo realiza personal ajeno.

Conocimiento de los gases existentes	El 40% manifiestan que sí, y el 13% de forma parcial.
Existencia de detectores de gases	El 93,33% no dispone de sistemas de detección, y los que existen no se realiza ningún tipo de mantenimiento, calibración o verificación.
Ventilación	En el 20% de las bodegas no existía ventilación. El 73,33% no se conocen datos como caudal o volumen de ventilación de zonas o naves.
Protección respiratoria individual	En el 80% de las bodegas no disponen de protección, y el 66,67% tampoco realiza mantenimiento de los equipos.
Vigilancia exterior y comunicación trabajadores	El 53,33% no ha previsto vigilancia durante el trabajo en espacios confinados. La comunicación entre trabajadores en un 60% es visual y el 40% restante verbal, sin medios de auxiliares en ningún caso.
Rescate	El 80% no ha previsto ninguna operación o sistema de rescate, y tampoco existen protocolos escritos con esta finalidad.

Tabla 10.- Datos y resultados obtenidos de la Tesis doctoral "Análisis de las condiciones de seguridad en los espacios confinados de las bodegas de elaboración de vino de la región de Murcia" de Rafael Pérez Sedano de la Facultad de Medicina de la Universidad Miguel Hernández (departamento de patología y Cirugía, área de Medicina Legal y Forense).

En 2012 los resultados de una campaña sectorial (2010-2012) realizada en el marco de línea Elikapreben-Nekapreben de los Planes Sectoriales de Prevención de Riesgos Laborales en el sector Agroforestal en la CAE, y en donde se visitaron 11 plantas de producción (2 de Rioja-Alavesa, 3 de sidra, 4 de txakoli, 1 de sidra-txakoli, 1 de embotellado y comercialización), donde 9 empresas de estas empresas tenían de 1 a 10 trabajadores, 1 empresa de entre 11 y 20 y 1 de entre 21 y 50 trabajadores, la estimación del riesgo de "Asfixia" se recogió como importante en las siguientes tareas:

Tareas con estimación importante de riesgo "asfixia"

- *Exposición a CO₂ que desplaza el oxígeno en la fermentación del mosto e inexistencia de detectores ni sistemas de ventilación*
- *Trabajos de limpieza, descube, pisado de uva, etc. en interiores de depósitos o kupelas con posibilidad de ausencia de oxígeno (espacio confinado y concentraciones de CO₂), sin procedimiento de trabajo establecido*
- *En muchos casos no identifican todos los posibles riesgos de seguridad, que según la estimación de riesgos que se había realizada podían ser importantes. Además, por parte de la empresa, no se realiza una correcta gestión de este. Esto ocurre también con el riesgo, inherente a la actividad, de asfixia, en el proceso de fermentación de los mostos y en los trabajos en interiores de depósitos y kupelas (limpiezas, descubes, pisada de uva, etc.), cuando se da la situación de inexistencia, en la mayoría de los casos, de detectores de oxígeno o de CO₂ y de procedimientos que aseguren la correcta realización de las tareas, así como la falta de designación y presencia de recursos preventivos.*

Propuestas de acción en el sector

En base a estos resultados se realizaban las siguientes propuestas de acción en el sector:

- *Formación y sensibilización, sobre determinados riesgos específicos, al colectivo de trabajadores, como los riesgos de caídas en alturas y el riesgo de asfixia (formación de trabajos en altura, técnicas de acceso, descenso y permanencia en altura, recurso preventivo, trabajos en espacios confinados, etc.)*

- *Creación y difusión de normas o procedimientos de trabajo seguro para la realización de tareas críticas de la actividad (acceso a interior de depósitos, tareas en altura, etc.)*
- *Realizar un planteamiento sectorial para la actualización y personalización de los Planes de Emergencia y la realización de la comprobación de la eficacia de las medidas establecidas*
- *Establecer mecanismos de comunicación de buenas prácticas en el sector, para aquellas cuestiones positivas que se identifican en algunas empresas, puedan ser extendidas a otras.*
- *Dinamizar estudios/análisis de las posibilidades de mejoras tecnológicas/organizativas para la reducción de riesgos.*

Propuestas de acción en bodegas

Para el caso de las bodegas las siguientes propuestas de acción:

- Se sugiere realizar un procedimiento de trabajo seguro para el acceso a zonas con posible insuficiencia de O₂ en la fermentación del mosto en las bodegas, en el que se especifiquen todas las medidas preventivas, permisos de trabajo, presencia de recursos preventivos, etc. a realizar antes de entrar
- Se sugiere realizar otro procedimiento de trabajo seguro en la línea del anterior para la realización de la tarea de limpieza en el interior de los depósitos, que son espacios confinados
- Se sugiere instalar detectores de O₂ en aquellos lugares en los que no haya, así como un sistema de ventilación forzada que se active cuando descendan los niveles
- Se sugiere formar a personal y designarle como recurso preventivo para la supervisión de las tareas definidas

Tabla 11.- Datos obtenidos y propuesta de la campaña sectorial (2010-2012) realizada en el marco de línea Elikapreben-Nekapreben de los Planes Sectoriales de Prevención de Riesgos Laborales en el sector Agroforestal en la CAE.

Otra referencia importante que hay que tener en cuenta es la Campaña 2016-2017 realizada por OSALAN (Instituto de Seguridad y Salud Laborales del País Vasco) en bodegas del Territorio Histórico de Álava con la finalidad de realizar un diagnóstico de la situación en materia de Prevención de Riesgos Laborales con el fin último de estudiar propuestas de actuación de cara a mejorar las condiciones de seguridad y salud, derivadas de la falta de implantación de medidas de seguridad.

El estudio se caracterizó en aquel momento como punto de partida con la existencia 163 centros de trabajo dedicados a la elaboración de vinos (CNAE 1102) en la CAE, que suponía el 14% de la industria manufacturera en la comunidad. La plantilla media era de 7,77 trabajadores por centro de trabajo, con un total de 1266 trabajadores (10% de las empresas del sector). En el Territorio Histórico de Álava se encontraban adscritos 100 centros de trabajo de elaboración de vinos de los 234 existentes en esta provincia en la industria manufacturera (43%) en los que se trabajan 783 personas de las 2533 existentes en el sector (31%). Con el objetivo de que la muestra fuese lo más representativa en cuanto a representación de municipios y de tamaño de las empresas, se partió de un listado inicial de 100 empresas que desarrollan su actividad en la elaboración de vino en la provincia de Álava que ocupan a un total de 783 trabajadores por cuenta ajena.

Teniendo en cuenta el número de trabajadores de cada empresa, se establecieron 3 grupos: empresas de 7 o más trabajadores (el 30%), empresas de entre 2 y 6 trabajadores (que suponía el 38%) y empresas de 1 trabajador (que suponen un 32%).

Se seleccionó una muestra de 25 bodegas, que al repartirlas en estos tres grupos implica la realización de 7 visitas a empresas grandes (7 o más trabajadores), 10 a las medianas (entre 2 y 6 trabajadores) y 8 a las pequeñas (empresas con un solo trabajador). La designación concreta de las empresas a visitar se realizó de forma aleatoria contando con diferentes agrupaciones de carácter sectorial. La fase de visita y observación de la campaña se realizó en el año 2017 obteniendo como principales datos y resultados los expuestos en la siguiente tabla.

Aspecto evaluado/analizado	Datos y observaciones
Modalidad organizativa	La modalidad preventiva elegida por la práctica totalidad (todas menos una) es Servicio de Prevención Ajeno (SPA), la bodega que no opta por esta modalidad preventiva manifiesta no tener trabajadores por cuenta ajena y por lo tanto esta fuera del ámbito de aplicación de la Ley 31/1995.
Evaluación de riesgos	En lo relativo a la Evaluación de riesgos, es habitual indicar evitar los posibles riesgos que presentan los equipos de forma genérica y como medida preventiva la adecuación al RD 1215/1997.
Documentación	En lo relativo al Plan de prevención y a las medidas de emergencia, se apreciaban diferencias en el grado de implantación que suelen estar relacionadas con el tamaño de la bodega. (a mayor tamaño, mayor grado de implantación). En lo relativo a las medidas de emergencia, se considera oportuno destacar que si bien las instalaciones de protección y su señalización habitualmente era correcta y se encontraba en buen estado (salvo problemas puntuales de accesibilidad) la señalización de evacuación e iluminación de emergencia presentaba carencias en un gran número de las bodegas visitadas.
Vías de circulación interior	Se limitan al acceso a la zona de aparcamiento para el personal o a los muelles de carga para la expedición de los productos. Es poco habitual la señalización de las vías de circulación y la limitación de velocidad salvo engrandes bodegas en las que además los recorridos por estas vías interiores son de mayor entidad.
Báscula de pesaje	No todas cuentan con esta instalación. Además, hay que indicar que el riesgo de caída al tomar muestras para el análisis del grado ha sido eliminado al realizarlo en la báscula de forma telescópica o con posterioridad al pesado de la uva.
Tolva de recepción	Las bodegas que cuentan con esta instalación, en su práctica totalidad, presentan riesgo de caída a distinto nivel y atrapamiento con el tornillo sinfín. Las soluciones aplicadas para minimizar este riesgo sin de eficacia muy variable, se indican a continuación soluciones adoptadas: - Protección mediante portón o tapa durante la no utilización de la instalación. - Dotación de paros de emergencia próximos a los puntos de operación

	• Instalación de emparrado sobre el tornillo sinfín con mayor o menos luz entre barras. • Instalación de pasarela deslizante para operar desde la misma. Totalmente protegidas con barandillas o no y mediante accionamiento mecanizado o manual.
Despalilladora y prensa	Se aprecian riesgos de caída a distinto nivel de forma residual (habitualmente menos de 2 metros de altura) por falta de barandilla o protección en algún tramo.
Operaciones en depósitos y ventilación	Se identifican varios riesgos presentes de forma recurrente: Caídas a distinto nivel: Algunas bodegas tienen eliminado este riesgo mediante la construcción en dos plantas (coincidiendo la boca superior con la planta de arriba, sin embargo en las que optan por pasarelas, hay que decir que si bien están dotadas de forma habitual de barandillas de protección, hay algún tramo que presenta deficiencias (ausencia de protección, altura insuficiente) la solución para el acceso a la boca superior en muchos casos no es correcta y presenta riesgo de caída desde la parte superior del depósito. Las soluciones adoptadas para minimizar el riesgo en estos puntos son la utilización de bocas desplazadas hacia la pasarela, continuación de pasarela (Con su barandilla) hasta el acceso o continuación de las barandillas hasta la boca del depósito. En estos últimos casos, la forma del depósito y de la barandilla hace posible la caída del trabajador al suelo por debajo de la barandilla de protección. Riesgo de asfixia por inhalación de CO₂ durante la fermentación del vino. Las soluciones adoptadas para minimizar este riesgos son muy variadas y presentan una eficacia diferente. <i>Ventilación general:</i> se propone desde ventilación natural con la apertura de los portones, ventilación forzada mediante ventiladores ubicados en la zona inferior de la bodega con accionamiento manual, temporizado o asociado a un analizador de gases. En cuanto a señalización, una bodega disponía de un sistema de alarmas luminoso y sonoro que se activaba cuando la concentración del oxígeno que hay en la nave baja del límite asignado. Ventilación localizada en los depósitos: lo más habitual consiste en la aplicación de un protocolo de acciones previas a la entrada al depósito (es infrecuente encontrarlo por escrito). Esas actuaciones consisten en una ventilación por tiro natural abriendo las bocas superior e inferior, ventilación forzada colocando un ventilador /extractor en la boca superior o inferior, detección de atmosfera respirable mediante utilización de llama o analizador de gases. La utilización de analizador de gases, equipo autónomo de respiración para rescates muy poco frecuente.

	En lo relativo a las actuaciones en espacio confinado (trabajos en el interior del depósito), si bien siempre son realizadas por más de una persona (salvo la bodega en la que solo había un trabajador), <i>la presencia de un recurso preventivo que cumpla los requisitos legales es inexistente.</i>
Almacenaje en barricas	Existen dos métodos de apilado de las barricas, el tradicional y mediante durmientes. El apilado de barricas mediante durmientes se realiza de forma mecanizada con ayuda de carretilla elevadora con lo que el riesgo de caída a diferente nivel se elimina. Sin embargo, cuando el apilado se realiza de forma tradicional mediante cuñas, las únicas medidas que se aplican son limitar el apilado a dos alturas y/o utilización de línea de vida y arnés, medidas preventivas que no es frecuente encontrar entre las bodegas visitadas.
Planta de embotellado	Si bien se ha encontrado alguna bodega que presenta riesgos de atrapamiento con partes móviles en determinadas partes del proceso (llenadora, taponadora, encapsuladora, etc.) lo habitual es que los equipos de trabajo empleados en este proceso productivo estén adecuados al RD 1215/1997. La solución más habitual para evitar el riesgo de contacto con partes móviles es la utilización de protecciones fijas cuando no se precisa acceder a la zona de forma frecuente o enclavamientos eléctricos en las zonas practicables que precisan un acceso más frecuente. En función de la capacidad productiva de la empresa, se ha introducido maquinaria que facilita la manipulación de cargas al principio y final de la línea de embotellado (mediante pulpos mecánicos o robots, tanto en la alimentación de botellas como en la estación intermedia como en la salida de cajas).
Instalaciones	Se ha observado que de forma generalizada se realizaban las revisiones en plazo salvo en el caso de los depósitos de aire comprimido en los que se ha apreciado algún caso en el que la revisión estaba caducada y del caso de un aparato elevador que además de tener las revisiones fuera de plazo, presentaba riesgos graves en su funcionamiento (atrapamientos y caídas a distinto nivel) pero se trataba de una empresa sin personal por cuenta ajena por lo que quedaba fuera del ámbito de aplicación de la Ley 31/1995.

Tabla 12.- Datos y resultados obtenidos de la Campaña 2016-2017 realizada por OSALAN (Instituto de Seguridad y Salud Laborales del País Vasco) en bodegas del Territorio Histórico de Álava. Situación en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

Otra referencia encontrada, desde el punto de vista del análisis de los procesos y actividades críticas sobre esta problemática, y muy aproximada a la propuesta de continuidad e investigación específica con el comportamiento de los parámetros ambientales en bodega, apoyándonos en la monitorización con sensores y detectores específicos es la tesis doctoral realizada en 2017 por Carmen Victoria Rojas Moreno del Departamento de Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales de la Universidad de Extremadura, sobre la *“Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz”* (Moreno, 2017).

El trabajo presentado en la tesis comprende desde encuesta y entrevistas realizadas de forma personalizada a personas trabajadoras (un total de 10), hasta la medición de los niveles de gases con exposición de riesgo higiénico, como es el CO₂ entre otros, existente

durante determinadas tareas o realizadas en zonas con equipamiento o instalaciones de riesgo potencial no solamente por su exposición sino también por la propia dificultad en su detección, como pueden ser depósitos de fermentación o durante tareas de limpieza (en 10 jornadas de trabajo). El trabajo además introduce una propuesta de mejoras y medidas de prevención, así como líneas futuras en el sector vinícola muy útiles para el objetivo final de nuestro estudio.

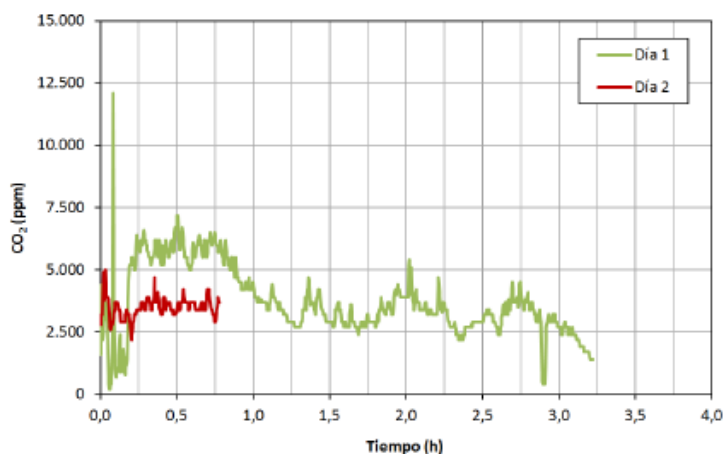


Ilustración 5.- Comparación de concentración de CO₂ en tareas de descube de vino tinto en depósitos subterráneos presentado en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas “Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz”.

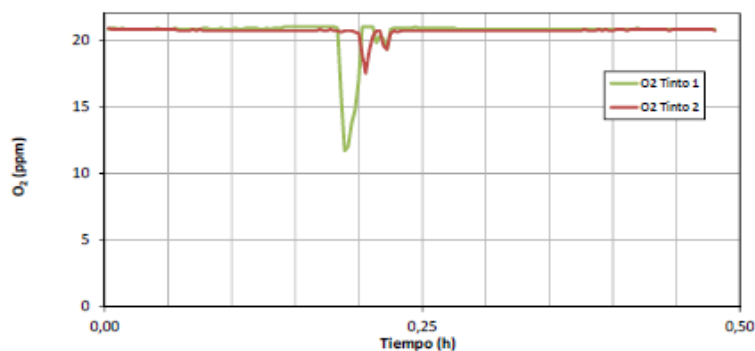


Figura 6.28. Concentración de O₂ durante la ventilación previa de dos depósitos de vino tinto.

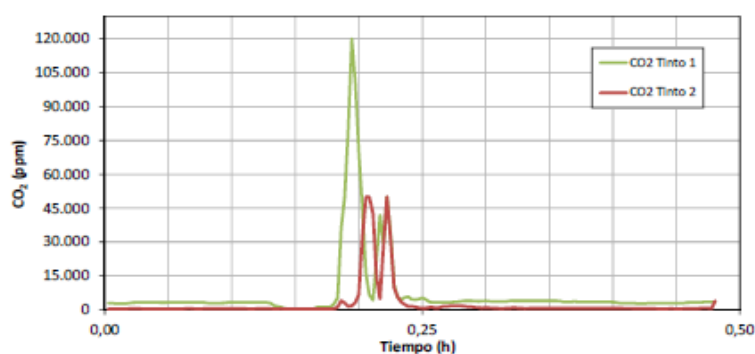


Figura 6.29. Concentración de CO₂ durante la ventilación previa de dos depósitos de vino tinto.

Ilustración 6.- Figuras de comparación de concentración de O₂ y CO₂ en procesos de ventilación durante la ventilación de depósitos de vino tinto presentados en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz" 1.

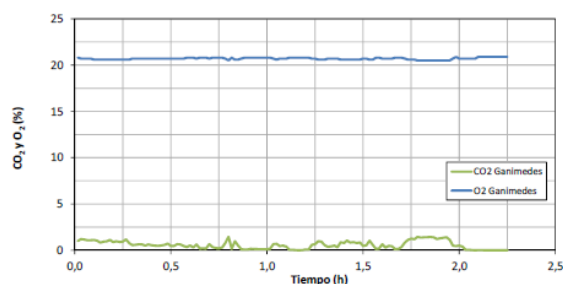


Figura 6.35. Concentración de O₂ y CO₂ durante la ventilación previa de un depósito de vino tinto Ganimed.

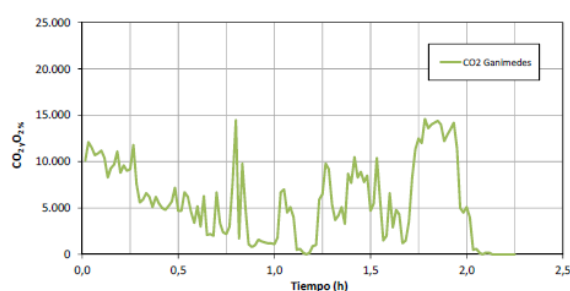


Figura 6.36. Concentración de CO₂ durante la ventilación previa de un depósito de vino tinto Ganimed.

Ilustración 7.- Figuras de comparación de concentración de O₂ y CO₂ en procesos de ventilación durante la ventilación de depósitos de vino tinto presentados en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz" 2.

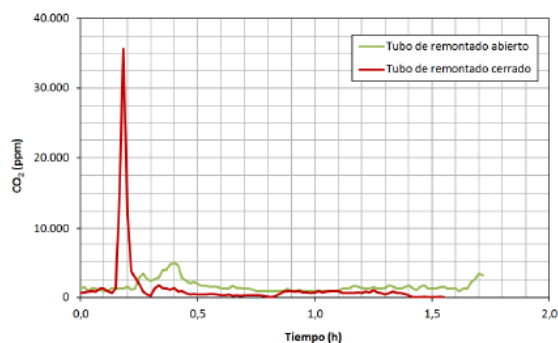


Figura 6.31. Comparación de concentración de CO₂ en tareas de limpieza de vino tinto en depósitos de maceración.

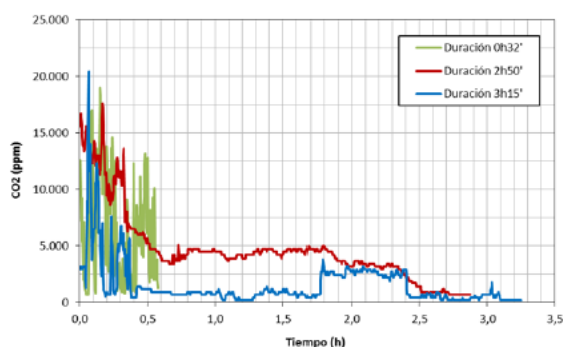


Figura 6.34. Comparación de concentración de CO₂ en tareas de limpieza de vino tinto con distinta duración.

Ilustración 8.- Figuras de comparación de concentración de CO₂ en tareas de limpieza de depósitos de vino tinto presentados en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz".

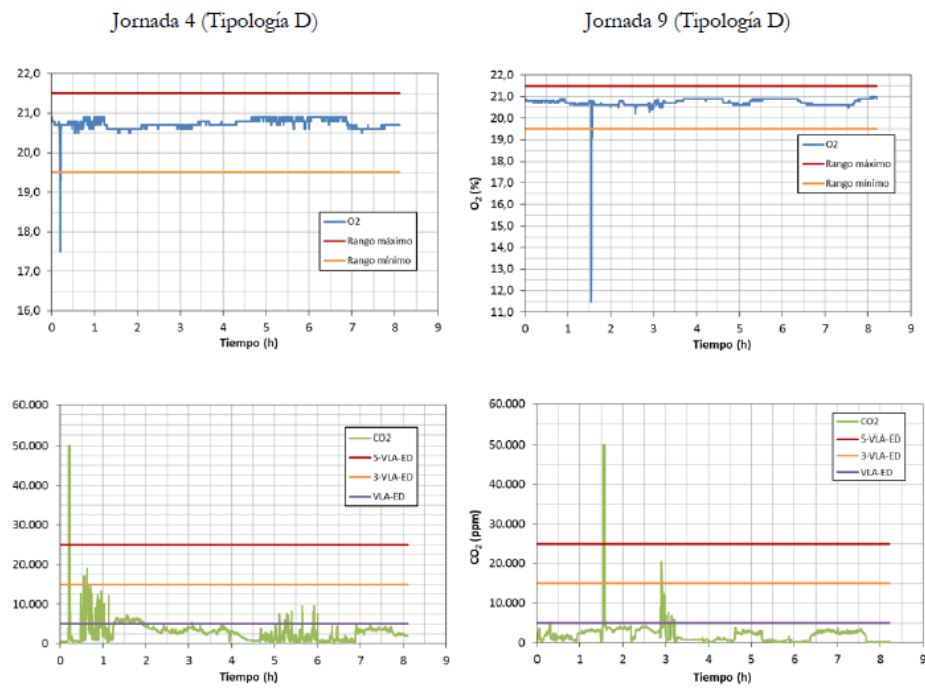


Figura 6.5. Niveles de O₂ y CO₂ en una jornada completa de la Tipología D.

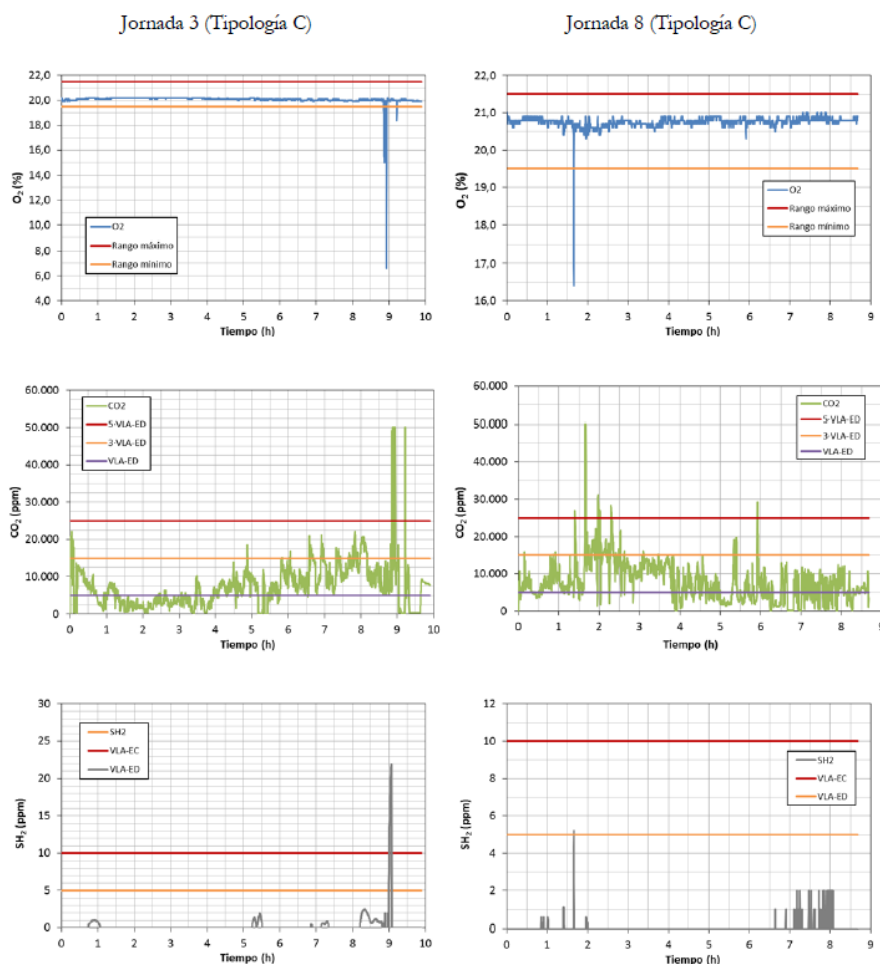


Figura 6.4. Niveles de O_2 , CO_2 y SH_2 en una jornada completa de la Tipología C.

Ilustración 9.- Figuras de concentración de CO_2 en jornadas de trabajo completas en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz".

El trabajo realizado en la tesis de Carmen Victoria Rojas estructura las bodegas estudiadas en 4 tipologías diferentes (A,B,C, D y E) de la siguiente forma:

Tipología A: Bodega experimental de una asociación de cooperativas con capacidad para producir 600.000 l. Su función es la experimentación con innovaciones tecnológicas que puedan ser transferibles a planta industrial posteriormente. Esta función determina los ritmos productivos y los propios procesos que se desarrollan en ella, pero si existe la presencia de riesgos al trabajar con producto directamente.

Tipología B: Bodega cooperativa con capacidad >6.000.000 l, pero con equipos e instalaciones relativa antiguas. Con 3-4 trabajadores contratados en campaña.

Tipología C: Pequeña Cooperativa con producción de 1.780.000 l, que cuenta en campaña con 2 trabajadores.

Tipología D: Bodega familiar reformada en 2002 con nuevas tecnologías, pero manteniendo la forma tradicional de elaboración, y una producción de 1.000.000 l con 1 trabajador en campaña.

Tipología E: Cooperativa de dimensiones e instalaciones generales mayores al resto y con una producción de >16.500.000 l

Los resultados obtenidos en el estudio son de interés científico con una evidente aplicación práctica hacia medidas de mejora, especialmente en la selección y diseño de equipos e instalaciones. Aspecto que obedece a los principios de prevención como es la integración de la seguridad, así como la utilización de tecnología que ofrezca mayores garantía de seguridad para sus trabajadores considerando la “evolución de la técnica” tal y como establece el artículo 15 de la LPRL de la Ley de Prevención de Riesgos (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, 1995).

La siguiente tabla resume algunas de las principales conclusiones extraídas de la tesis doctoral.

Conclusiones
Análisis de la jornada laboral en bodega
Detección de situaciones con alta generación de contaminantes ambientales durante periodos de tiempo superior a los establecidos para los límites de valoración.
La proximidad a bocas de depósitos, tubos de remontado, equipos de trasiego, etc. coincide con el aumento en la evolución de la exposición.
Existen valores en periodos cortos de tiempo donde los agentes se encontraban por encima de los valores techo o el límite de desviación del contaminante. A pesar de que la valoración diaria pudiese ser aceptable.
Verificación de extrapolación de resultados con una probabilidad del 90% al resto de jornadas partiendo de las analizadas en el estudio.
Se concluye, mediante la desviación estándar geométrica, que la concentración en las condiciones de la jornada estudiada no es constante, existiendo variabilidad alta.
Se detecta valores de concentración de CO ₂ en las bodegas con depósitos autovaciantes (que coinciden con las bodegas de mayor capacidad de producción).
La capacidad de producción, como es lógico, influye en el número, tiempo y frecuencia de operaciones de descube, trasiego, limpiezas, etc.
Las instalaciones con ventilación forzada manteniendo la ventilación natural en las mismas condiciones de utilización, presentan concentraciones inferiores en todos los gases evaluados.
Análisis de las tareas
Las concentraciones y dosis recibidas por la persona trabajadora durante el desarrollo de las diferentes tareas están condicionadas por el estado del proceso de la reacción de fermentación.
En general las tareas de elaboración de vino tinto fueron más problemáticas que las del vino blanco, debido fundamentalmente a que la fermentación del caldo blanco no se inicia hasta que está encubado en depósitos aéreos, normalmente situados en el exterior de las instalaciones. Asimismo, la fermentación del vino blanco no es realizada en contacto con las madres, generando de esta forma menos contaminantes y menor cantidad de residuo a eliminar en tareas de limpieza. Este aspecto deriva en menores concentraciones y por tanto menos exposiciones, con una disminución de las dosis recibidas.
Las tareas de supervisión y control pueden llegar a ser mu problemáticas incluso cuando no se accede a interiores de los espacios, como es el caso de los depósitos.
Se confirma que las tareas en depósito, autovaciante y subterráneos, presentan mayor riesgo que en las realizadas en los depósitos de maceración de fondo plano o aéreo.
Análisis tareas características de producción de vino tinto
Descube y limpieza de depósitos de maceración de fondo plano.
La tares de control de descube conlleva la exposición a elevadas dosis de CO ₂ de la persona trabajadora ubicada en los alrededores del aboca inferior donde ser realiza el descube.
El periodo de ventilación previa que se establece para la limpieza de un depósito de maceración es de 30 minutos. Se observa que la ventilación es más segura si se realiza con el depósito ya calado.

En la fase inicial de la tarea de limpieza, coincidente con la ventilación del depósito, se detectan concentraciones más elevadas de contaminantes. Se detectan durante la tarea de limpieza picos intermitentes pudiendo ser debidas a bolsas de gases ocluidas liberadas durante esta tarea. Por este motivo, se aconseja como necesaria la ventilación forzada del espacio de forma continua durante la tarea.

Descube y limpieza de depósitos subterráneos desde el exterior y desde el interior.

La utilización de depósitos subterráneos supone riesgo añadido frente a los aéreos, debido a restos de producto que pueden mantener activa la reacción de fermentación.

Los niveles de concentración de gases son más elevados en la fase inicial de la tarea de limpieza desde el exterior, acumulándose CO₂ en el fondo del depósito a medida que avanza el descube. Por lo que la persona trabajadora que se sitúa en la boca superior del depósito está expuesto paulatinamente a menores niveles de concentración. Al contrario de lo que inicialmente se pueda suponer, los datos indican que la limpieza de depósitos subterráneos muestra mayor exposición a CO₂ en limpieza desde el exterior que cuando se realizan desde el interior. En esta zona la respiración de la persona se mantiene alejada de la zona ocupada anteriormente por el CO₂ restante una vez ventilado el depósito.

Se concluye en que para la limpieza desde el interior del depósito es necesario que transcurran horas con ventilación forzada en función de la capacidad del depósito. Aun así, a pesar de la ventilación durante tiempos superiores a los establecidos, se detectan concentraciones de CO₂ problemáticas en los fondos, pero no en la cota correspondiente a la zona de respiración de la persona trabajadora.

De forma similar al anterior caso (depósitos de maceración de fondo plano) la mayor exposición sucede al inicio de la tarea.

Tabla 13.- Conclusiones de la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz".



Ilustración 10.- depósitos de maceración de fondo plano. imagen obtenida de <https://www.conal.es/aplicacion-por-sectores/enologia/>.



Ilustración 11.- depósitos subterráneos. imagen obtenida de las visitas realizadas a bodega.

Descube y limpieza de depósitos autovaciantes.
Al igual que en los depósitos subterráneos en la limpieza desde el exterior, la limpieza de este tipo de depósitos, aunque no requiere la incorporación de la persona supuso la exposición a dosis más elevadas.
Se evidencia el aumento de exposición a CO ₂ cuando se realiza descarga brusca de las madres durante el descube y limpieza del depósito, así como la influencia beneficiosa de la ventilación de las instalaciones.
Similarmente a los depósitos de maceración de fondo plano es beneficioso la apertura del tubo de remontado en la disminución de la concentración de CO ₂ .
Análisis tareas características de producción de vino blanco
En el caso del vino blanco, prácticamente de forma similar al tinto., el periodo de ventilación previa de pocos minutos resulta insuficiente para que en la boca inferior del depósito se alcancen valores de concentración normales, por lo que también se establece para la limpieza un tiempo previo necesario de 30 minutos. Aun ampliando considerablemente el periodo de ventilación no se reduce la concentración de CO ₂ en la cota correspondiente al nivel de los restos existentes en el fondo.
La concentración de CO ₂ para las mismas condiciones de ventilación de depósito, dependen de la capacidad de estos.
Las dosis recibidas en la realización de la tarea de limpieza de depósitos de almacenamiento-fermentación dependieron de la duración de la tarea y ésta, a su vez, de la capacidad del depósito y de los restos generados por el caldo almacenado.
Análisis tareas características en la elaboración del mosto
En este caso la concentración de CO ₂ permanecen por debajo del límite de desviación para 30 minutos de exposición. Esta situación requiere que la persona trabajadora evite situarse en las proximidades del foco emisor, entendiéndose como tal la boca de superior de los depósitos donde se realiza esta elaboración. En el caso de que sea totalmente imprescindible realiza alguna operación bajo estas circunstancias en necesario utilizar equipos de protección respiratoria.
Líneas de futuro
En la tesis se establecen como líneas de futuro de investigación y análisis: • La identificación y evaluación de otros riesgos higiénicos, así como de seguridad y ergonómicos característicos del sector analizado. • La extensión de la totalidad del sector analizado. • El análisis de la percepción de los trabajadores en relación con la exposición al riesgo de inhalación de gases y comparación con la evaluación cuantitativa de los mismos. • Valoración del riesgo por inhalación a gases generados en el proceso productivo de otras industrias o instalaciones de la región.

Tabla 14.- Conclusiones y líneas de futuro del análisis de tareas de la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia.

Las últimas vigilancias realizadas revelan referencias de interés y de utilidad en aplicaciones potenciales en bodegas, cerveceras y sidrerías, tanto en calidad de publicación de artículos científicos como proyectos de interés como se muestran a continuación:

ARTÍCULO
From knowledge to action: Assessing the effectiveness of immersive virtual reality training on safety behaviors in confined spaces using the Kirkpatrick model. Del conocimiento a la acción: Evaluación de la eficacia de la formación en realidad virtual inmersiva sobre los comportamientos de seguridad en espacios confinados utilizando el modelo de Kirkpatrick.netamente Alessandro Evangelista, Vito M. Manghisi, Vito De Giglio, Raffaele Mariconte, Claudia Giliberti, Antonio E. Uva,
FUENTE
Safety Science, Volume 181, 2025, 106693,ISSN 0925-7535, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106693.
RESUMEN
los espacios confinados plantean peligros significativos, que a menudo provocan accidentes mortales en cascada debido a la falta de procedimientos de seguridad adecuados. Por lo tanto, una formación eficaz es crucial para mitigar estos riesgos. Las tecnologías avanzadas como la Realidad Virtual Inmersiva (RVI) presentan nuevas oportunidades para realizar campañas de formación rentables y exhaustivas al eliminar los riesgos asociados a la formación en entornos reales, ofreciendo una experiencia segura pero realista. A pesar de la adopción generalizada de aplicaciones de formación IVR en la investigación industrial, existe una notable falta de enfoques sistemáticos para evaluar su eficacia. Llevar a cabo este tipo de evaluaciones es crucial para determinar su impacto en los resultados esenciales de la formación, incluido el compromiso de los participantes, la transferencia de conocimientos y la mejora del comportamiento de seguridad durante las actividades laborales. Para subsanar esta carencia, se desarrolla una plataforma de formación basada en IVR para procedimientos de seguridad en espacios confinados estableciendo un procedimiento de validación sistemática mediante el modelo Kirkpatrick¹ para evaluar su eficacia en comparación con los métodos de formación convencionales. Los resultados demuestran que la formación mediante IVR proporciona una excelente experiencia al usuario.

¹ El modelo Kirkpatrick es tal vez el más conocido para evaluar los programas de formación y capacitación dejando una cadena de evidencias que soporta con datos los resultados del proceso de aprendizaje y su impacto en las organizaciones, esto se define como el Retorno de las Expectativa o ROE (Return on Expectations). Este método fue diseñado por el profesor Donald L. Kirkpatrick, contemplando 4 niveles de criterios: Reacción, Aprendizaje, Comportamiento y Resultados. (Escuela didáctica, 2024).

ARTÍCULO
Devices for monitoring oenological processes: A review Dispositivos de control de los procesos enológicos: Una revisión Juan José Gallego-Martínez, Eduardo Cañete-Carmona, Andrés Gersnoviez, María Brox, Juan J. Sánchez-Gil, Cristian Martín-Fernández, Juan Moreno,
FUENTE
Measurement, Volume 235, 2024, 114922, ISSN 0263-2241, https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.114922. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224124008078)
RESUMEN
EL artículo establece que los procesos de seguimiento y control deben ser elementos básicos en los procesos enológicos, asegurando la confianza del enólogo en la supervisión de los diferentes procesos. En este artículo se ha realizado un análisis de todos los trabajos recogidos en la literatura para la monitorización de diferentes parámetros del vino en cada fase. Como se describe en el artículo, se han desarrollado sensores artificiales para monitorizar la evolución de las fases de fermentación y maceración. Del mismo modo, en la fase de envejecimiento y crianza, otros autores han desarrollado diferentes sistemas para monitorizar la evolución del color del vino y del oxígeno. Dentro del caso particular de la crianza biológica no se han encontrado muchos desarrollos para su control. Dada la escasez de desarrollos en este campo, sería necesario plantear un mayor número de estudios en este campo.

ARTÍCULO
A scoping review on advantages and drawbacks of nanotechnology in the field of occupational Health. Revisión de las ventajas e inconvenientes de la nanotecnología en el ámbito de la salud laboral. V Feyzi
FUENTE
Nanotechnology for Environmental Engineering 2024 https://doi.org/10.1007/s41204-024-00385-6
RESUMEN
Este estudio revisa los beneficios y riesgos de la nanotecnología en la salud laboral, analizando 75 artículos de bases de datos confiables. Se destacan las ideas clave sobre el impacto de la nanotecnología en la seguridad y salud laboral. Se seleccionaron 73 artículos que cumplían con los criterios de inclusión, centrándose en el uso de nanomateriales en productos como textiles, equipos de protección individual, purificación del aire y sensores. La integración de la nanotecnología ha mejorado la vigilancia, protección y bienestar de los trabajadores. Por ejemplo, los nanosensores permiten controlar la calidad del aire y los textiles inteligentes monitorean constantes vitales y detectan sustancias tóxicas. Sin embargo, también existen desafíos, como la reactividad de los nanomateriales, que deben abordarse para garantizar la seguridad y eficiencia en el lugar de trabajo.

ARTÍCULO
Enhancing heavy gas capture in confined spaces through ventilation control technology. Mejora de la captura de gases pesados en espacios confinados mediante tecnología de control de la ventilación. Tianqi Wang, Angui Li, Yuanqing Ma, Ying Zhang & Haiguo Yin.
FUENTE
Indoor/Outdoor Airflow and Air Quality Published: 27 June 2024
RESUMEN
El estudio propone el uso de un tanque de captación de gases pesados (HGCT) para salvaguardar el ambiente interno y minimizar las emisiones a la atmósfera en caso de fugas de gas en espacios confinados. Se analiza el impacto de la tasa de escape, la tasa de fuga, la densidad del gas pesado y los modos de suministro de aire en la distribución de la concentración interior. Se concluye que la tasa de extracción debe ser superior a cuatro veces el volumen del espacio por hora para evitar acumulación de gas pesado hasta una altura de 0,67 m a nivel del suelo. La ventilación adjunta como aire de reposición ayuda a reducir la acumulación de gas pesado aguas arriba y reduce su extensión a lo largo del espacio. La combinación de un HGCT con inclinación del suelo y ventilación acoplada alcanza una eficiencia del 96,28%.

ARTÍCULO
A systematic approach to develop safety-related undesired event databases for Machine Learning analyses: Application to confined space incidents, Process Safety and Environmental Protection, Un enfoque sistemático para desarrollar bases de datos de eventos no deseados relacionados con la seguridad para análisis de Machine Learning: Aplicación a incidentes en espacios confinados, seguridad de los procesos y protección del medio ambiente. Elena Stefana, Filippo Marciano, Nicola Paltrinieri, Paola Cocca,
FUENTE
Volume 182, 2024, Pages 279-297, ISSN 0957-5820, https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.11.046 . (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582023010509)
RESUMEN
En Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y seguridad operacional, los espacios confinados son áreas de trabajo de alto riesgo, donde ocurren frecuentes incidentes graves y mortales. Sin embargo, existe un uso limitado de enfoques basados en datos y en técnicas de aprendizaje automático (Machine Learning, ML) para aprender de este tipo de incidentes. En este contexto, nuestro estudio propone un enfoque sistemático para desarrollar una base de datos estructurada adecuada para análisis basados en ML, considerando diversas fuentes de datos con datos no estructurados o semiestructurados. El enfoque se aplicó a 1.346 incidentes ocurridos en espacios confinados que contenían principalmente sustancias químicas y se localizaban en industrias manufactureras y de procesos. Esto permitió construir modelos que predecían las consecuencias mortales o no mortales y las causas directas de los incidentes. El reconocimiento de las potencialidades y dificultades del enfoque estimuló el desarrollo de una versión mejorada del mismo para adaptarlo a distintos sucesos no deseados relacionados con la seguridad. El enfoque sistemático generalizado ayuda a los analistas de seguridad durante el proceso de aprendizaje de sucesos no deseados para maximizar las lecciones aprendidas.

ARTÍCULO

Immersive Virtual Reality as a Training Tool for Safety Working Procedure in Confined Spaces

Realidad virtual inmersiva como herramienta de formación para el procedimiento de trabajo seguro en espacios confinados.

A Vito Modesto Manghisi, Alessandro Evangelista, Veronica Rossano, Claudia Giliberti, Raffaele Mariconte, Maurizio Diano, Valerio Galasso, Antonio Emmanuele Uva

FUENTE

Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing IV, 2023

ISBN : 978-3-031-15927-5

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-15928-2_117

<https://www.researchgate.net/publication/363839812> Immersive Virtual Reality as a Training Tool for Safety Working Procedure in Confined Spaces

RESUMEN

El artículo destaca que **los espacios confinados son peligrosos y pueden causar lesiones mortales debido a la falta de información y formación de los trabajadores, la falta de evaluación de riesgos y el incumplimiento de las disposiciones legales**. Se menciona una encuesta que revela que se produjeron **184 accidentes en espacios confinados en Italia entre 2001 y 2019**. Además, se señala que **estos incidentes suelen afectar a los trabajadores involucrados y a los que intentan ayudar**. Por lo tanto, es **necesario proporcionar una formación adecuada a todos los que participan en operaciones en y cerca de espacios confinados**.

Para abordar las limitaciones de la formación tradicional, **se ha desarrollado una plataforma de realidad virtual inmersiva que complementa el enfoque existente**. Esto permite **simular escenarios de formación en entornos virtuales, eliminando la necesidad de costosos simuladores físicos en escenarios reales**. Por último, se menciona la implementación de un procedimiento de validación experimental para evaluar la efectividad de esta plataforma.

ARTÍCULO

A Distributed IoT Air Quality Measurement System for High-Risk Workplace Safety.

Un sistema IoT distribuido de medición de la calidad del aire para la seguridad en lugares de trabajo de alto riesgo.

Parri, L.; Tani, M.; Baldo, D.; Parrino, S.; Landi, E.; Mugnaini, M.; Fort, A.

FUENTE

Enhancement. Sensors 2023, 23, 5060. <https://doi.org/10.3390/s23115060>

<https://www.mdpi.com/1424-8220/23/11/5060>

RESUMEN

Uno de los factores de mayor riesgo está constituido por la presencia de sustancias gaseosas como compuestos tóxicos como el monóxido de carbono y los óxidos nítricos, partículas en suspensión o en el interior, en espacios cerrados, atmósferas con baja concentración de oxígeno y altas concentraciones de CO2 que pueden representar un riesgo para la salud humana. En este contexto, existen numerosos sistemas de monitorización para multitud de aplicaciones específicas en las que se requiere la detección de gases. En este trabajo, **los autores presentan un sistema de detección distribuida basado en sensores comerciales destinado a monitorizar la presencia de compuestos tóxicos generados por un horno de fusión con el objetivo de detectar de forma fiable la insurgencia de condiciones peligrosas para los trabajadores**. El sistema se compone de dos nodos sensores diferentes y un analizador de gases, y **aprovecha sensores comerciales de bajo coste disponibles en el mercado**.

ARTÍCULO
Internet of Things (IoT) in the food fermentation process: A bibliometric review Internet de las Cosas (IoT) en el proceso de fermentación de alimentos: Una revisión bibliométrica Adeleke, Ismail / Nwulu, Nnamdi / Adebo, Oluwafemi Ayodeji
FUENTE
Journal of Food Process Engineering ; 46 , 5 ; 2023 ISSN: 0145-8876, 1745-4530 Article (Journal) / Electronic Resource https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpe.14321
RESUMEN
Se examinó la literatura existente sobre el uso de Internet de las Cosas (IoT) para mejorar el proceso de fermentación de alimentos. Mediante una investigación bibliométrica, se evaluaron 44 artículos publicados entre 2013 y 2022. El estudio se centró en analizar las publicaciones por autor, por país y por centro de investigación, así como en identificar las palabras clave más utilizadas y los patrones de investigación. Aunque los artículos demostraron que IoT puede ser utilizado para optimizar el proceso de fermentación, su adopción ha sido lenta en los últimos 8 años. Los cinco grupos identificados en los artículos académicos incluyen: la aplicación de IoT para predecir y controlar la calidad de la fermentación, la supervisión remota y automatización del proceso de producción, el seguimiento en tiempo real de la temperatura durante la fermentación, el almacenamiento digital de parámetros mediante WLAN y la aplicación de middleware en el procesamiento de productos agrícolas. Este estudio destaca las posibles aplicaciones de IoT en el proceso de fermentación de alimentos y el análisis predictivo de los productos fermentados.

ARTÍCULO
Design of a digital tool for the identification of confined spaces. Diseño de una herramienta digital para la identificación de espacios confinados. Lucia Botti, Cristina Mora, Emilio Ferrari,
FUENTE
Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 76, 2022, 104731, ISSN 0950-4230, https://doi.org/10.1016/j.jlp.2022.104731 . (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950423022000080)
RESUMEN
Las estadísticas revelan que hay muchos accidentes y muertes anuales por trabajar en espacios confinados debido a la falta de concienciación sobre los riesgos. Para controlar estos riesgos, se propone un procedimiento estructurado y una herramienta digital para dispositivos móviles. La herramienta investiga cuatro categorías de confinamiento: geometría, acceso, configuración interna y atmósfera. Al completar el procedimiento en la aplicación, el usuario recibe una lista de problemas a abordar antes de ingresar al espacio. El artículo presenta tres casos prácticos que demuestran la aplicación de esta metodología a tres espacios confinados sospechosos. El objetivo de esta herramienta es aumentar la concienciación de los trabajadores sobre los riesgos de trabajar en espacios confinados, y se espera que ayude a prevenir accidentes y muertes relacionadas con este tipo de trabajo.

ARTÍCULO
A structured approach to support the definition of confined space entry and working procedures in the wine industry.

Un enfoque estructurado para apoyar la definición de los procedimientos de entrada y trabajo en espacios confinados en la industria vitivinícola.

Simone Mosconi, Adriano Bacchetta, Riccardo Melloni, Maniva Oliva, Lucia Botti,

FUENTE

Transportation Research Procedia, Volume 67, 2022, Pages 109-117, ISSN 2352-1465,
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.12.041>.
 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146522007682>)

RESUMEN

El proceso de producción del vino se divide en varias etapas, donde la uva es transformada en vino embotellado. Utilizando equipo y maquinaria como tornillos, despalladoras y bombas, la uva es procesada y almacenada en diferentes recipientes como depósitos de vino, autoclaves y cubas de fermentación. **El personal de la bodega necesita ingresar regularmente a estos espacios confinados para realizar diversas tareas como limpieza, inspección y mantenimiento. Es importante establecer procedimientos de rescate efectivos en caso de emergencia. Este documento proporciona una metodología estructurada para promover un entorno de trabajo seguro en los espacios confinados de la industria vitivinícola. Su objetivo es ayudar a los empresarios y profesionales de la seguridad a definir un procedimiento adecuado para el contexto operativo específico de su bodega y los espacios confinados a los que deben acceder. Algunos ejemplos indicados en el estudio se muestran en la siguiente tabla:**

Operations	Description	Examples
1. Initial assessment	Check the equipment that will be adopted during the intervention and of the workplace.	Check the presence of proper personal protective equipment and gas detectors for the workers involved in the cleaning of fermentation vats.
2. Demarcation of the workspace	Identification of the working area in which the intervention will take place. Elimination of any removable obstacle inside or in proximity to the confined space.	Ensure proper allocation and anchorage of flexible pipes. Adoption of signs and pictograms in proximity to the vat, describing the hazards. Installation of barriers preventing the access of unauthorized personnel.
3. Preparation of the work permit	The work permit specifies the details of the intervention, including the personnel involved, the characteristics of the confined space, the necessary equipment, and the measures for ER.	Check the presence of available technologies for avoiding worker access inside the fermentation vat.
4. First meeting	Meeting with the company's safety representative and with the personnel involved in the intervention.	Define the operational procedure for the cleaning operations inside the fermentation vat. Check the suitability of the workers to the work, as instructed by the Occupational Physician.
5. Safety check before entry	Air monitoring, visual inspection, and other checks before the workers access the confined space.	Perform gas measurements at different levels inside the emptied fermentation vat.
6. Lock-out/tag-out	Isolation of every energy source using locks and danger tags for every worker on every isolation point.	Close the valves that may introduce hazardous substances inside the confined space.
7. Analysis of the internal atmosphere	Gas measurements inside the confined space with proper equipment and sensors.	Use portable devices for gas measurements, e.g., O ₂ and CO ₂ .
8. Ventilation	Natural or forced ventilation is operated aiming to ensure a good atmosphere inside the confined space.	Ensure the ventilation of internal rooms containing fermentation vats using floor and wall openings, or through forced ventilation systems.
9. Access to the confined space	Access of the worker, supervision from the outside, execution of the intervention, continue monitoring of the atmosphere and communication systems.	Continue O ₂ measurement with a portable device.
10. End of the intervention	Conclusion of the work activities inside the confined space and exit.	Exit from the fermentation vat.
11. Closing meeting	Meeting after the conclusion of the intervention.	Production of the intervention report.
12. Final check	Check the results of the interventions and restore the plant.	Restore vents and manholes functions.

Tabla 15.- Table 2. Procedure for interventions in confined spaces / procedimientos de intervención en espacios confinados según el estudio realizado "Un enfoque estructurado para apoyar la definición de los procedimientos de entrada y trabajo en espacios confinados en la industria vitivinícola" por Simone Mosconi, Adriano Bacchetta, Riccardo Melloni, Maniva Oliva, Lucia Botti,

ARTÍCULO
Development and validation of a confined space rescue training prototype based on an immersive virtual reality serious game. Desarrollo y validación de un prototipo de entrenamiento de rescate en espacios confinados basado en un juego serio de realidad virtual inmersiva. Song Lu, Fei Wang, Xin Li, Qichuan Shen.
FUENTE
Advanced Engineering Informatics, Volume 51, 2022, 101520, ISSN 1474-0346, https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101520 . https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034621002688)
RESUMEN
El estudio ha desarrollado un sistema de formación en rescate en espacios confinados utilizando juegos serios de realidad virtual inmersiva (IVR SG). Se llevó a cabo un experimento comparativo entre el uso de IVR SG y una conferencia electrónica para determinar la eficacia del aprendizaje en términos de habilidades de comportamiento, conocimientos, autoeficacia y enfermedad inducida por simulación. Los resultados mostraron que ambos métodos de formación mejoraron significativamente las habilidades y conocimientos de los participantes en el rescate, así como su autoeficacia. En general, el uso de IVR SG demostró mejores resultados en comparación con la conferencia electrónica en todos los aspectos excepto en la enfermedad inducida por simulación, donde no hubo diferencias significativas entre los dos métodos. Estos hallazgos demuestran el potencial de los serious-games de realidad virtual inmersiva como una herramienta efectiva para mejorar las habilidades de los rescatadores en espacios confinados y resaltar la importancia de una formación más efectiva en esta área.

ARTÍCULO
Carbon Dioxide Monitoring inside an Australian Brewery Using an Internet-of-Things Sensor Network. Control del dióxido de carbono en una fábrica de cerveza australiana mediante una red de sensores de Internet de las Cosas. Hawchar A, Ould S, Bennett NS.
FUENTE
Advanced Engineering Informatics, Volume 51, 2022, 101520, ISSN 1474-0346, https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101520 . https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034621002688)
RESUMEN
El estudio realizado en una fábrica de cerveza artesanal en Australia demuestra que la ventilación del CO2 de fermentación y la ventilación involuntaria durante el llenado de los tanques de almacenamiento de CO2 puede resultar en niveles muy altos de CO2 en el aire interior. Se utilizó un sistema de tres nodos sensores de IoT estratégicamente ubicados en diferentes secciones de la fábrica para monitorizar los niveles de CO2. Se registró un nivel máximo de más de 18,000 ppm, y se encontró que los niveles superiores a 1,000 y 10,000 ppm duraron 425 y 26 minutos respectivamente. El estudio muestra que un solo sensor de CO2 puede ser inadecuado para monitorear la calidad del aire interior, y sugiere que una red de sensores portátiles sería más efectiva. Además, se destaca la importancia de mantener un alto nivel de calidad del aire interior para garantizar la salud humana, ya que los niveles elevados de CO2 están relacionados con trastornos cognitivos y fisiológicos.

ARTÍCULO
Wireless safety monitoring of a water pipeline construction site using LoRa communication. Supervisión inalámbrica de la seguridad de una obra de construcción de tuberías de agua mediante comunicación LoRa. Sahyeon Lee, Sang-Kyun Gil, Soojin Cho, Sung Woo Shin and Sung-Han Sim
FUENTE
Smart Structures and Systems, Volume 30, Number 5, November 2022 , pages 433-446 DOI: https://doi.org/10.12989/sss.2022.30.5.433
RESUMEN
A pesar de los esfuerzos por reducir los accidentes inesperados en las obras de construcción confinadas, siguen produciéndose accidentes por asfixia. Debido a la escasa ventilación de la atmósfera, sobre todo en espacios subterráneos largos y confinados, los trabajadores están sometidos a condiciones de trabajo peligrosas a pesar del uso de ventilación artificial. Además, los métodos tradicionales de control mediante detectores de gas portátiles ponen a los inspectores de seguridad en contacto directo con condiciones peligrosas. En este estudio, se desarrolló un sistema de monitorización de seguridad inalámbrico de largo alcance (LoRa) basado en la organización de la red, la tolerancia a fallos, la gestión de la energía y una interfaz gráfica de usuario (GUI) para obras de construcción subterráneas. Se adoptó el sistema de comunicación inalámbrica de datos LoRa para detectar gases peligrosos y deficiencia de oxígeno dentro de un espacio subterráneo confinado con rango de comunicación ajustable y bajo consumo de energía. Se implementó especialmente la tolerancia a fallos basada en la información de mapeo de toda la red de sensores inalámbricos para garantizar el funcionamiento fiable del sistema de monitorización. Además, se implementó un modo de reposo para la gestión eficiente de la energía. También se desarrolló una interfaz gráfica de usuario para controlar todo el sistema de supervisión de la seguridad y gestionar los datos medidos. El sistema de control de seguridad desarrollado se validó en una prueba en interiores y en dos obras de construcción de tuberías de agua a escala real.

ARTÍCULO
Wireless Sensor Network with Mesh Topology for Carbon Dioxide Monitoring in a Winery Red de sensores inalámbricos con topología de malla para la monitorización del dióxido de carbono en una bodega. J. Nelson et al.
FUENTE
2021 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNeT), San Diego, CA, USA, 2021, pp. 30-33, doi: 10.1109/WiSNeT51848.2021.9413797.
RESUMEN
Se ha desarrollado un sistema de sensores inalámbricos en red mallada de bajo consumo para monitorizar, en función del tiempo, el perfil tridimensional de CO2, temperatura y humedad en una bodega. El sistema implementa una arquitectura de bajo consumo diseñada para aumentar la duración de la batería desconectándola completamente del microcontrolador y de los sensores en estado inactivo. Se diseñó e implementó una antena integrada en una placa de circuito impreso para abaratar costes. Se implementó una pasarela segura para transferir datos a una base de datos para su visualización. El sistema se validó midiendo el consumo de energía, la pérdida de retorno de la antena y el enrutamiento de paquetes en el entorno operativo. Se presentan cinco días de datos de temperatura, humedad y CO 2 registrados desde un nodo sensor.

ARTÍCULO

A low-cost IoT device to monitor in real-time wine alcoholic fermentation evolution through CO emissions

Un dispositivo IoT de bajo coste para monitorizar en tiempo real la evolución de la fermentación alcohólica del vino a través de las emisiones de CO.

E. Cañete-Carmona, J.-J. Gallego-Martínez, C. Martín, M. Brox, J.-J. LunaRodríguez, J. Moreno

FUENTE

IEEE Sens. J. 20 (12) (2020) 6692–6700,

<http://dx.doi.org/10.1109/JSEN.2020.2975284>.

https://www.researchgate.net/publication/339392174_A_Low-Cost_IoT_Device_to_Monitor_in_Real-Time_Wine_Alcoholic_Fermentation_Evolution_through_CO2_emissions

[A Low-Cost IoT Device to Monitor in Real-Time Wine Alcoholic Fermentation Evolution Through CO2 Emissions | IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore](#)

RESUMEN

La fermentación alcohólica es una etapa crítica que debe controlarse y vigilarse para evitar riesgos y peligros a lo largo de todo el proceso de vinificación. Normalmente, el control de la fermentación se realiza mediante análisis físicos o químicos efectuados in situ o en laboratorios enológicos. Estos procedimientos consumen mucho tiempo y mano de obra y también provocan un retraso en la toma de decisiones por parte del enólogo. Sin embargo, pueden optimizarse y automatizarse mediante el uso de soluciones tecnológicas disruptivas como son el Internet de las Cosas (IoT), combinado con minisensores para la monitorización autónoma del dióxido de carbono (CO₂). Este sistema ha sido probado a escala de laboratorio y los resultados obtenidos muestran que su uso proporciona una solución de bajo coste para seguir en tiempo real la evolución de la fermentación alcohólica. La información proporcionada por la combinación de los sensores de CO₂ y las **tecnologías IoT** es muy útil para los enólogos, ya que ayuda a detectar la parada o estancamiento de la fermentación, permitiendo reaccionar de inmediato, lo cual es crucial para asegurar la elaboración de un tipo de vino con la calidad esperada.

los autores proponen un sistema IoT basado en sensores de dióxido de carbono (CO₂) para monitorizar la evolución de la fermentación. El dispositivo se acopla a un tanque de fermentación de forma que el CO₂ generado durante la fermentación es forzado a circular a través de un pequeño túnel donde se instala un sensor infrarrojo de CO₂. Para evitar la saturación del sensor, se activa un pequeño ventilador que elimina el CO₂ acumulado y permite seguir realizando mediciones. Además, el dispositivo es capaz de enviar la información obtenida a una plataforma de software IoT para que los datos puedan ser consultados de forma inalámbrica y en tiempo real. Este sistema ha sido probado a escala de laboratorio y los resultados obtenidos muestran que su uso proporciona una solución de bajo coste para monitorizar la evolución de la fermentación alcohólica en tiempo real.

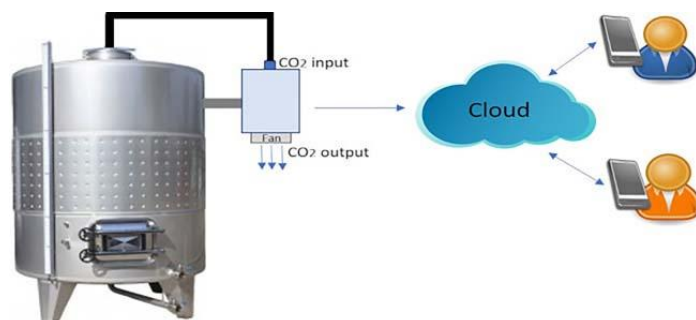


Ilustración 12.- Monitorización en tiempo real de la fermentación alcohólica. Revista de Sensores IEEE (Volumen: 20, Número: 12, 15 de junio de 2020).

ARTÍCULO

An advanced solutions for operators' training working in confined and /or pollution suspected space.

Una solución avanzada para la formación de operarios que trabajan en espacios confinados y/o sospechosos de contaminación.

L.Di Donato, F. Longo, A. Ferraro, M. Pirozzi,

FUENTE

Procedia Manufacturing, Volume 42, 2020, Pages 254-258, ISSN 2351-9789,
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.080>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920306454>)

RESUMEN

Llevar a cabo tareas de mantenimiento, regulación, instalación de piezas mecánicas, limpieza y otras actividades en espacios confinados y/o sospechosos de contaminación, a menudo representa un reto; de hecho, muchos son los casos de incidentes mortales para los operarios. Como en todos los países, existen normativas ad-hoc para aumentar la seguridad de los operarios en el trabajo: en lo que respecta a Italia, el decreto 177/2011 exige la cualificación de las empresas que operan en espacios confinados y/o sospechosos de contaminación con el objetivo de elevar el nivel de seguridad, definiendo además criterios estrictos para todos aquellos contratos empresariales relacionados con espacios confinados. Sin embargo, aunque la normativa define claramente qué son los espacios confinados, las cuestiones de formación no se abordan adecuadamente (por ejemplo, la legislación italiana solo hace recordatorios a leyes generales como el decreto 81/2008) y no hay uniformidad en cuanto a métodos, procedimientos y tiempos de formación requeridos para los operarios que trabajan en espacios confinados. **El Instituto Nacional Italiano de Seguros contra Accidentes Laborales (INAIL) ha conceptualizado y desarrollado un simulador físico para formar a los operarios que trabajan en espacios confinados. Las actividades de investigación llevadas a cabo mediante el uso del simulador físico señalan que la integración de tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 (como la Realidad Virtual y Aumentada desarrollada en cooperación con la Universidad de Calabria) puede ampliar aún más las capacidades de formación y las habilidades de los operadores.** La idea propuesta en este artículo es mostrar cómo los ejercicios en vivo realizados con un **simulador físico combinado con Realidad Virtual Inmersiva e Interactiva** pueden utilizarse de forma provechosa para abordar el problema de la formación de los operarios en espacios confinados.

ARTÍCULO

An integrated holistic approach to health and safety in confined spaces.

Un enfoque holístico integrado de la salud y la seguridad en espacios confinados.

Lucia Botti, Vincenzo Duraccio, Maria Grazia Gnoni, Cristina Mora.

FUENTE

Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 55, 2018, Pages 25-35, ISSN 0950-4230,
<https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.05.013>.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950423017302565>)

RESUMEN

El trabajo en espacios confinados es una actividad de alto riesgo, que supone un peligro importante tanto para los trabajadores como para los rescatadores que intervienen en la respuesta de emergencia. Los riesgos derivados del trabajo en espacios confinados pueden ser extremadamente peligrosos. La principal causa de accidentes y muertes en espacios confinados son las condiciones atmosféricas. Otras causas comunes son el incendio, la explosión, la ignición de contaminantes inflamables, la combustión espontánea y el contacto con temperaturas extremas. **Aunque el trabajo en espacios confinados es una actividad de alto riesgo, pocos estudios se han orientado a definir procedimientos estructurados o herramientas integrales para identificar y gestionar los riesgos del trabajo en espacios confinados. Falta una metodología organizada y fiable para evaluar y controlar los riesgos asociados al trabajo en espacios confinados en la industria de procesos. El objetivo de este artículo es proponer un procedimiento estructurado para analizar y gestionar los riesgos en espacios confinados en la industria de procesos.** Dos casos de prueba muestran la aplicación del marco propuesto: un análisis ex-post realizado sobre un accidente real ocurrido durante la ejecución de una tarea en un espacio confinado y una evaluación ex-ante para la prevención de riesgos.

ARTÍCULO

Sensor Module for Monitoring Wine Fermentation Process.

Módulo sensor para supervisar el proceso de fermentación del vino.

Angelkov, Dimitrija, Martinovska Bande, Cveta

FUENTE

September 2018, Lecture Notes in Electrical Engineering

DOI:10.1007/978-3-319-53934-8_31

Conference: International Conference on Applied Physics, System Science and Computer

https://www.researchgate.net/publication/318622408_Sensor_Module_for_Monitoring_Wine_Fermentation_Process

RESUMEN

Este trabajo presenta un **módulo de monitorización del proceso de fermentación de la uva construido con sensores de bajo coste para la temperatura, la acidez del vino (pH), el alcohol y los gases liberados por el dióxido de carbono. Los valores de los sensores se registran a lo largo del proceso de fermentación del vino y se envían a través de módulos inalámbricos en tiempo real a un servidor.** Parte constitutiva del módulo es un microcontrolador PIC16F877A. Éste procesa los datos recibidos de los sensores y los envía al servidor a través del controlador Ethernet ENC28J60. **La principal ventaja de este prototipo de bajo coste es la posibilidad de ser utilizado por pequeños bodegueros para el control y la monitorización del proceso de fermentación de la uva.** El sistema propuesto se ha probado en una bodega de la región de Tikves y ha cumplido las expectativas iniciales.

ARTÍCULO

Remote monitoring of winery and creamery environments with a wireless sensor system.

Monitoreo remoto de entornos de bodegas y cremerías con un sistema de sensores inalámbricos.

Nicolas Madrid, Roger Boulton, André Knoesen.

FUENTE

Building and Environment, Volume 119, 2017, Pages 128-139, ISSN 0360-1323,

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.04.010>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132317301634>)

RESUMEN

Los entornos dinámicos y estacionales de las instalaciones de alimentos fermentados están en gran medida poco caracterizados y pueden producir comunidades microbianas ricas. Estos cambios ambientales podrían afectar la composición del producto, el rendimiento del edificio y la salud y seguridad de sus ocupantes. **Este trabajo demuestra la caracterización de las instalaciones de alimentos fermentados mediante el monitoreo continuo del entorno con un sistema de sensores inalámbricos. El sistema mide múltiples parámetros del aire en todo un edificio y muestra los datos de los sensores gráficamente en tiempo real en cualquier dispositivo habilitado para navegadores web. Se hizo énfasis en el diseño en la facilidad de instalación, el mantenimiento mínimo y el acceso conveniente a los datos.** El sistema está instalado en cinco instalaciones, tres bodegas y dos cremerías, y permite a los gerentes de estos lugares tomar decisiones informadas basadas en las mediciones de las condiciones ambientales pasadas y actuales. Los datos de ambos tipos de instalaciones muestran los cambios ambientales como resultado del proceso de fermentación y la operación del edificio. **En particular, se analiza la liberación de dióxido de carbono de la producción de vino y queso y la capacidad del edificio para eliminar el dióxido de carbono.**

PROYECTO
REDWine: INCREASING MICROALGAE BIOMASS FEEDSTOCK BY VALORIZING WINE GASEOUS AND LIQUID RESIDUES AUMENTO DE LA BIOMASA DE MICROALGAS MEDIANTE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS GASEOSOS Y LÍQUIDOS DEL VINO
FUENTE
Horizon 2020, Grant agreement ID: 101023567, Start date1 May 2021, End date31 December 2025 https://cordis.europa.eu/project/id/101023567
RESUMEN
El sector vitivinícola puede contribuir a los esfuerzos destinados a mitigar el cambio climático y restringir las emisiones de gases de efecto invernadero. El proyecto REDWine, financiado por la UE, propone un innovador modelo de negocio circular que permite a los productores de vino tratar sus efluentes líquidos y gaseosos de manera eficiente y rentable. El concepto es el resultado de una poderosa sinergia entre las industrias basadas en bioproductos y se centra en la utilización de CO2 biogénico del proceso de fermentación del vino para la producción y valorización de biomasa de microalgas. REDWine establecerá una biorefinería simple dentro de una bodega que generará ingredientes sostenibles y competitivos en costos para formulaciones alimentarias, cosméticas, agrícolas y producción de vino.El proyecto está liderado por la asociación AVIPE en colaboración con 11 entidades relacionadas... ...Hay algunas soluciones para capturar CO2 en bodegas, pero son caras y los objetivos son usarlas en la producción de carbonato de calcio o usarlas directamente en los mostos para evitar la oxidación. También hay algunas soluciones en la industria donde se captura CO2 y se utiliza en el desarrollo de algas, pero no en bodegas. Este proyecto tiene como objetivo fusionar ambas ideas en una actividad muy popular. Además, considerando que hay algunas estimaciones que mencionan el uso de 10L de agua por litro de vino, la posibilidad de utilizar los efluentes del vino en algas para producir cosméticos y bioestimulantes es innovador y ecológico.

PROYECTO
FUELPHORIA Idean un sistema que transforma el dióxido de carbono de la fermentación del vino en metano para otros usos.
FUENTE
FUELPHORIA https://enoviticultura.quatrebcn.es/idean-un-sistema-que-transforma-el-dioxido-de-carbono-de-la-fermentacion-del-vino-en-metano-para
RESUMEN
Nueve grupos de investigación de diferentes instituciones y centros europeos conforman el proyecto internacional Fuelphoria, que tiene por objetivo obtener combustibles renovables a través del establecimiento de cadenas de valor sostenibles. Una de estas investigaciones es la que lleva a cabo el grupo de investigación META (de las siglas en inglés de Ingeniería de los Materiales y sus Aplicaciones) del Departamento de Ingeniería Química de la Universitat Rovira i Virgili (URV), que «está desarrollando, en una viña, un sistema para transformar el dióxido de carbono (CO2) que se libera durante la fermentación del vino en metano para que pueda ser utilizado para otros usos dentro de la misma explotación».

PROYECTO
MICRO-BIO: The MICRO-BIO process: a comprehensive platform to capture CO2 from indoor air, transform it into valuable carbon-neutral commodity chemicals El proceso MICRO-BIO: una plataforma integral para capturar CO2 del aire interior y transformarlo en valiosos productos químicos neutros en carbono
FUENTE
Horizon 2020, Fecha de inicio 1 Febrero 2022, Fecha de finalización 31 Enero 2024, La captura y transformación del CO2 del aire en interiores. https://cordis.europa.eu/project/id/101018274/es
RESUMEN
La pandemia de COVID-19 ha aumentado la concienciación pública sobre los efectos de una mala calidad del aire en interiores. El suministro de aire fresco en un espacio interior cerrado puede ser muy bajo o nulo. Además, la concentración de CO2 puede alcanzar niveles peligrosos para la salud. Las tecnologías para reducir el CO2 atmosférico y mejorar la calidad del aire en interiores son importantes. El proyecto financiado con fondos europeos MICRO-BIO desarrollará una plataforma para capturar el CO2 del aire en interiores y transformarlo en valiosos productos químicos neutros en carbono. Para ello, diseñará un módulo microconcentrador del CO2 para absorber el CO2. También desarrollará un sistema de control real para dirigir la bioelectrofermentación del gas hacia la producción selectiva de hexanol utilizando el CO2 capturado del aire en interiores. En última instancia, el proyecto contribuirá a las tecnologías de energía limpia.

PROYECTO
SER4WINE: Regulación Energética Sostenible para el Sector Vitivinícola
FUENTE
https://www.eldiario.es/castilla-la-mancha/agroalimentaria/eden-tecnologia-permite-almacenar-energia-renovable-sector-vitivinicola-emisiones-co2_1_10743892.html
RESUMEN
Investigadores del departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) están trabajando en el desarrollo de una tecnología que permita almacenar energía producida a través de fuentes renovables y sin emisión de CO2 (dióxido de carbono) a la atmósfera para aplicarlo en el sector vitivinícola, tanto en el riego del viñedo como a las bodegas. El proyecto se llama 'Regulación Energética Sostenible para el Sector Vitivinícola (SER4WINE)' y trata de aplicar al sector de la producción de vino, fundamental en comunidades como Castilla-La Mancha, la tecnología EDEN (Energía Descarbonizadora basada en Electroquímica) desarrollada por los investigadores de la UCLM.

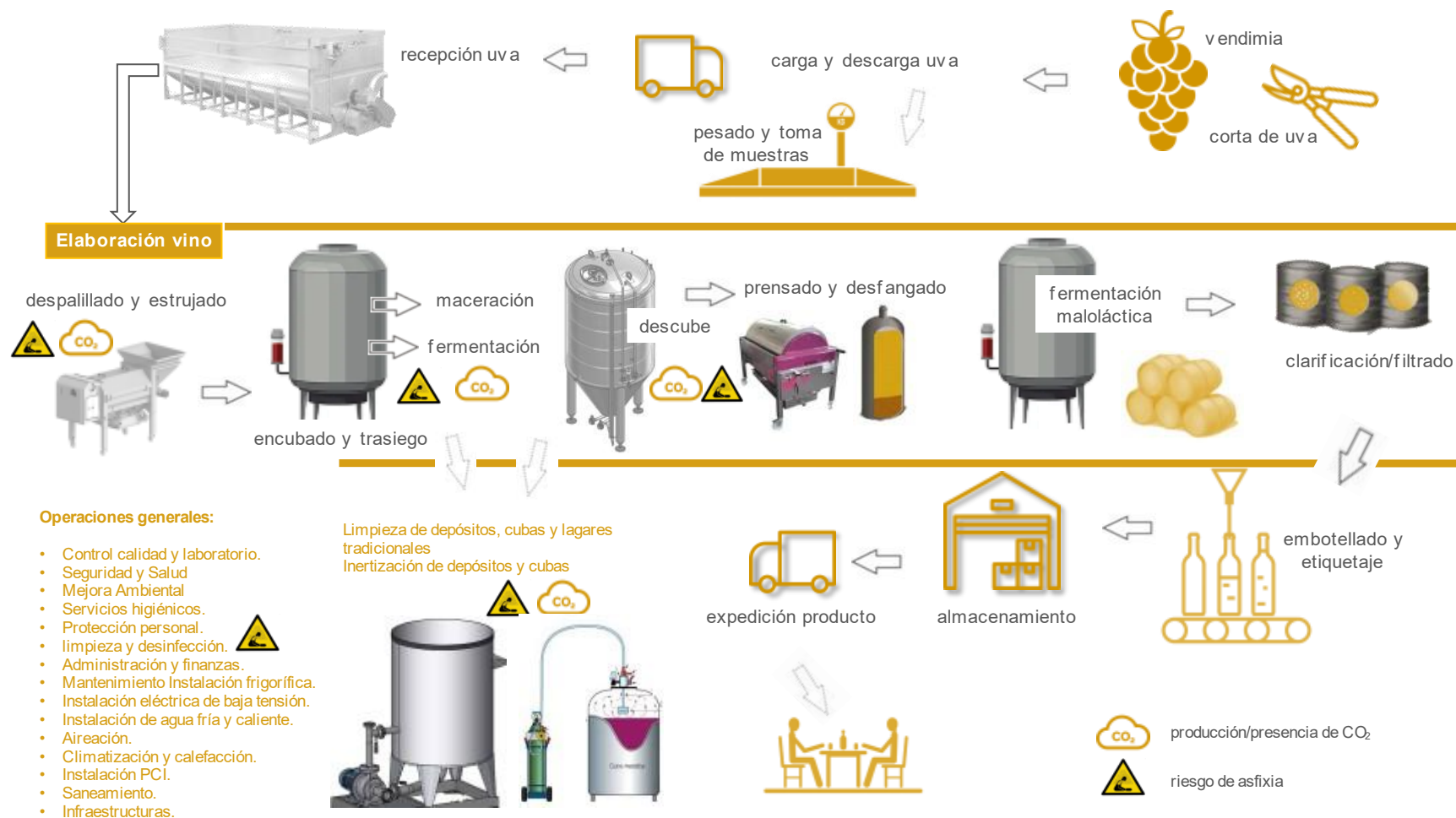


Ilustración 13. Proceso de Elaboración del vino y etapas con exposición a CO₂ y riesgo de asfixia. Elaboración propia.

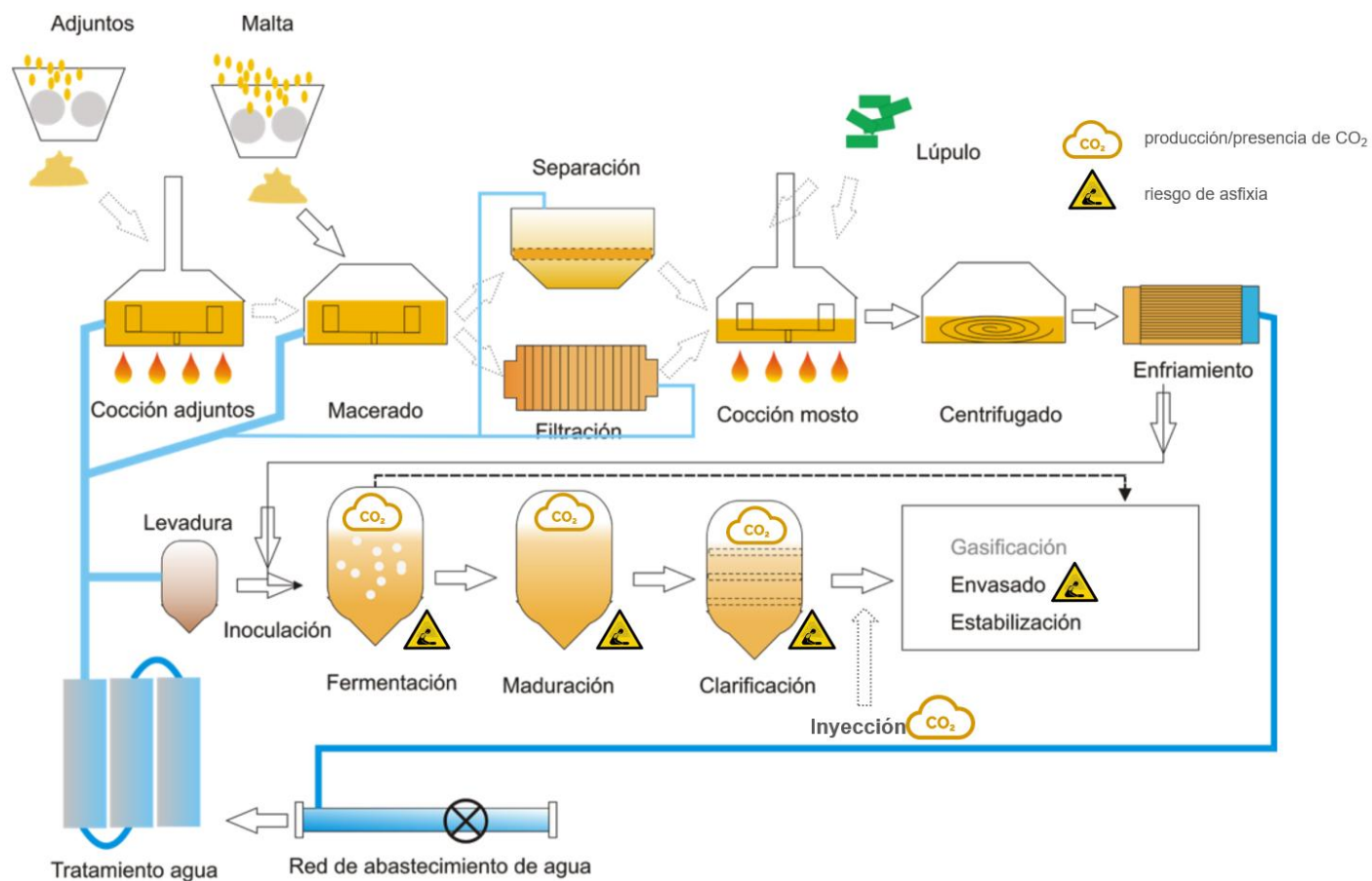


Ilustración 14. Proceso de Elaboración de cerveza y etapas con exposición a CO₂ y riesgo de asfixia. Obtenido de <https://cervezagotter.com.ar/procesos>.

Imagen obtenida de <https://www.petrítegi.com/>



Ilustración 15. Proceso de Elaboración de sidra y etapas con exposición a CO₂ y riesgo de asfixia. Elaboración propia.

4.3.- Análisis de factores de riesgos potenciales.

En relación con la accidentabilidad del TUFO de forma específica, no se han encontrado fuentes fiables en las que se recoja específicamente la accidentabilidad debida a esta problemática en bodegas de vino, txakoli, sidra y cerveza.

En los cinco últimos años en Euskadi OSALAN ha investigado principalmente 2 accidentes en bodegas, uno de ellos directamente por TUFO en la Puebla de la Barca en una bodega familiar, accidente que motiva la actuación del presente informe en Euskadipreben que tuvo como resultado la muerte de 2 personas. Algunos de estos accidentes no han podido ser investigados por OSALAN debido al sistema de cobertura de trabajadores por cuenta propia. En 2018 otras dos personas resultaron intoxicadas por acumulación de gas e inhalación de CO₂. Los accidentes por TUFO están presentes en todas las regiones productoras de vino y lamentablemente con resultados graves o mortales.



Ilustración 16.- Noticias de accidentes por "tufo" en Lapuebla de Labarca (2020). Obtenidas de <https://www.prevencionintegral.com/actualidad/noticias/2020/10/22/accidente-laboral-mueren-dos-trabajadores-en-bodega-alava-y> <https://www.larioja.com/comarcas/intoxicados-tufo-bodega-20181012104603-nt.html>

SUCESO

Dos muertos y un herido grave por intoxicación en una bodega de Zaragoza

El accidente podría deberse a una intoxicación por anhídrido carbónico, procedente de la fermentación de la uva, el peligroso "tufo" de las bodegas, como se conoce en el argot de los viticultores.



La cooperativa donde ha ocurrido el accidente. J.O.

SOCIEDAD

Dos trabajadores muertos en una bodega a causa del 'tufo del vino'

Un tercer empleado tuvo que ser trasladado en helicóptero al hospital

REDACCIÓN | Martes, 2 de julio de 2019



Barril de vino. Fuente pixabay

Dos trabajadores de nacionalidad rumana, de 44 y 33 años, han muerto en un accidente laboral ocurrido en el interior de unas **bodegas de vino** de Paniza (Zaragoza), en el que ha resultado herido otro empleado, español, de 44 años, de según han confirmado fuentes de la Guardia Civil.

Ilustración 17.- Noticias de accidentes por "tufo" en Paniza (2019). Obtenidas de <https://www.elmundo.es/espana/2019/07/02/5d1b319ffc6c83353a8b45eb.html> https://www.elplural.com/sociedad/dos-trabajadores-muertos-en-una-bodega-zaragoza-tufo-del-vino_219661102

En la búsqueda de accidentes por “tufo” aparecidos en diferentes medios y de ámbito internacional en el último periodo 2023-2024, se han encontrado un total de 11, 10 de ellos mortales donde se han producido 16 muertos y 3 heridos graves. La siguiente tabla refleja está relación:

Fecha	Hora	Población	Provincia	Edad	Gravedad	Suceso
Ago-24		Valdepeñas	Ciudad Real,	27	Mortal	Un joven trabajador de 27 años falleció debido a la inhalación de CO2 durante la fermentación alcohólica de la uva. Se produjo en las Bodegas Félix Solís. Las circunstancias exactas del accidente no se han esclarecido por completo, pero los servicios de emergencia intentaron sin éxito reanimar al trabajador en el lugar.
Oct-23		Lanciego	Alava	60 y 61	Mortal	Dos trabajadores de la bodega Crespo Zabala murieron al inhalar dióxido de carbono mientras trabajaban en los depósitos de vino. Los dos bodegueros, cuñados de 60 y 61 años, fallecieron en una bodega familiar de Lanciego. Este tipo de accidentes es común en la vendimia, cuando el dióxido de carbono se acumula en espacios sin ventilación.
Oct-23		Valle de Loira	Francia	50	Mortal y grave	El 3 de octubre, los servicios de emergencia acudieron al Domaine des Bouquerries de Cravant-les-Coteaux, en el valle del Loira. En la bodega encontraron a dos trabajadores que no reaccionaban: Jérôme Sourdais, de 50 años, y uno de sus empleados. Sourdais había intentado salvar a su empleado, que había caído en un depósito. Ambos se habían asfixiado con dióxido de carbono y fueron trasladados al hospital, donde lamentablemente Jérôme Sourdais murió esa misma noche. Su empleado tuvo más suerte. «Se salvó», subraya Jean-Martin Dutour, presidente de la organización de productores de Chinon.
Sep-23		Treviso	Italia	40	Mortal	Un enólogo muere en Italia al intentar salvar a un compañero de trabajo que se desmayó en una cuba de vino. Ocurrió en la bodega Ca'di Rajo de San Polo di Piave, en la ciudad de Treviso, al norte de Italia. Según los bomberos, el hombre, de unos 40 años, intentaba salvar a su compañero, que se había desmayado por los gases de dióxido de carbono mientras realizaba tareas de mantenimiento. Los dos hombres estaban trabajando en un tanque de procesamiento que acababa de ser vaciado de vino para embotellar cuando fueron invadidos por los vapores del proceso de fermentación. Según los bomberos, ninguno de los dos llevaba puesto un respirador o arnés de seguridad.
Oct-23		Ningxia	China		Mortal	Un trabajador de una bodega de la finca de Xige, en Ningxia (noroeste de China), ha muerto tras inhalar dióxido de carbono tóxico durante la fermentación de la uva, el primer caso conocido del que informan los medios de comunicación en la industria vitivinícola nacional china.

oct-20	19:30	Lapuebla de Labarca	Álava	56	Mortal	Uno muere por intentar auxiliar al primero. El depósito tenía producto dentro. La fecha coincide con periodos de fermentación. https://nuevecuatrouno.com/2020/10/07/mueren-trabajadores-bodega-lapuebla-labarca-alava/
oct-20	19:30	Lapuebla de Labarca	Álava	53	Mortal	
jul-19	10:10	Paniza	Zaragoza	44	Mortal	Los trabajadores pertenecerían a una empresa externa a la bodega que la cooperativa habría contratado para la puesta a punto de la próxima campaña de la vendimia. Dada la fecha del accidente, ¿cómo ha podido producirse si no es época de fermentación de vino? realizaban tareas de mantenimiento en unos trujales de unos cuatro metros de altura https://www.eldiario.es/aragon/contrato-subcontrata-trabajadores-zaragoza-limpiaban_1_1482114.html
jul-19	10:10	Paniza	Zaragoza	33	Mortal	
jul-19	10:10	Paniza	Zaragoza	44	Mortal	
oct-18	7:00	Lapuebla de Labarca	Álava		Grave	Por lo que se comenta en la noticia, podría haberse producido el accidente en el recinto de la bodega y no dentro de un depósito. OSALAN confirma que fue en el recinto.
oct-18	7:00	Lapuebla de Labarca	Álava		Grave	https://www.larioja.com/comarcas/intoxicados-tufo-bodega-20181012104603-nt.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.larioja.com%2Fcomarcas%2Fintoxicados-tufo-bodega-20181012104603-nt.html
sep-15	10:00	San Asensio	La Rioja	24	Mortal	SIN CONFIRMAR MUERTE POR TUFO: Por causas desconocidas, el citado joven habría caído al vacío desde el paso metálico que une dos depósitos, a una altura aproximada de diez metros. Su cuerpo fue encontrado tendido en el suelo de la bodega junto a una jarra de plástico con la que tomaba muestra de los mostos para proceder a su análisis.
sep-12	3:00	Anguix	Burgos	37	Mortal	se desvaneció por efecto del dióxido de carbono y se golpeó la cabeza al caer en una sala de máquinas subterránea. había quedado inconsciente en el sótano de la bodega, una especie de sala de máquinas situada bajo la playa de descarga, a la que se accede por unas escaleras metálicas desde la superficie y donde al parecer está situada la desgranadora. Estaban haciendo una vendimia nocturna. Otra persona no accedió al lugar y dio aviso
oct-86	11:30	Lapuebla de Labarca	Álava	81	Mortal	Uno muere por intentar auxiliar al primero. El depósito tenía producto dentro. La fecha coincide con periodos de fermentación.
oct-86	11:30	Lapuebla de Labarca	Álava	53	Mortal	

Tabla 15.- Relación de accidentes potencialmente por TUFO con resultado de muerte o grave encontrados en los medios.
Elaboración propia.

A nivel estatal desde el año 2009 hasta el 2019 según la estadística del Ministerio de Trabajo y Economía Social en la que se recogen los “Accidentes provocados por ahogamiento o asfixia” en la industria de elaboración de bebidas a nivel de toda España se han producidos un total de 24 accidentes en este periodo.

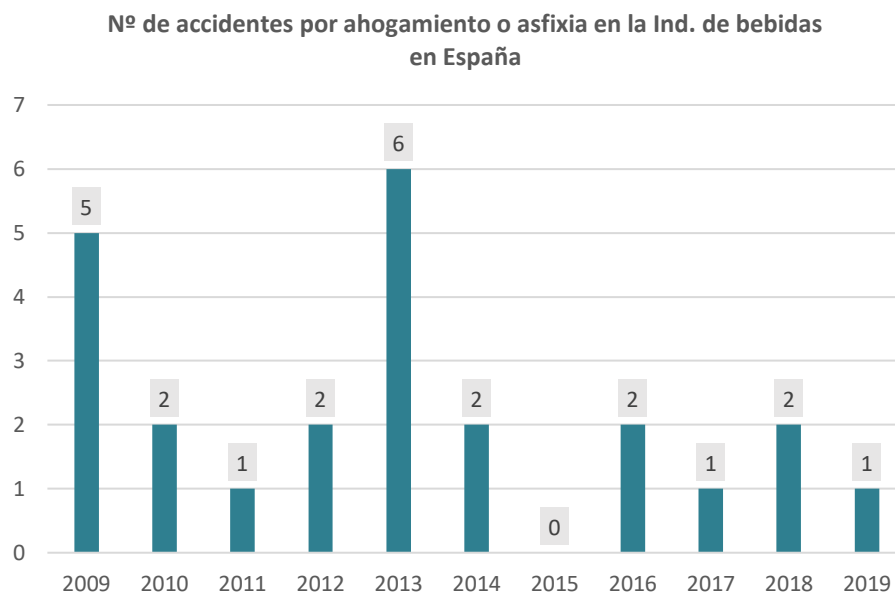


Ilustración 18. Nº de accidentes por ahogamiento o asfixia en la Ind. de bebidas en España. Fuente: Ministerio de Trabajo y Economía Social

En un estudio llevado a cabo por investigadores de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), en el que se identifican los motivos de la elevada siniestralidad en actividades como la agricultura y la ganadería, se concluye que el sector agrario es uno de los sectores con mayor tasa de accidentes graves en el estado, de forma destacada y en comparación con otras actividades.

En el trabajo, publicado en la revista científica ELSEVIER Safety Science, se basa en 158.166 accidentes de diferente índole y gravedad ocurridos entre los años 2013 y 2018 en España, y en donde se estudian catorce variables y la influencia de cada una con respecto a la severidad. “El sector primario produce una alta tasa de accidentes graves en comparación con todos los demás sectores”, apuntan los profesores e investigadores de los Estudios de Economía y Empresa de la UOC, Natàlia Cugueró, del grupo de investigación SUMA (Sustainability and Management Research Group), y Xavier Baraza, del grupo DigiBiz (Digital Business Research Group). Además, estos investigadores nos indican que esta actividad, como la agricultura, no han sido objeto apenas de investigaciones sobre accidentes ocurridos en el trabajo a pesar de ser el tercer sector con más accidentes, después de la industria química y la construcción. Es decir “El sector primario está infraestudiado, aun siendo fuente de numerosos accidentes. Por lo tanto, las ratios persisten a lo largo del tiempo, porque los dos primeros han incorporado numerosas medidas de seguridad y en el caso de la agricultura no se han incorporado las mismas exigencias”, explica el investigador Cugueró. (Baraza & Cugueró-Escofet, 2021)

Table 10
Total accidents in Spanish agriculture comparing injury and severity (2013–2018).

Chi-Squared		3.9e + 04 df = 28 Sig = 0.000		Total Accidents		Light Accidents		Serious Accidents		Fatalities	
Description	Injury code	N=	144,265	N=	142,437	N=	1615	N=	213		
		Number	TAR%	Number	LAR%	Number	SAR%	Number	FAR%		
Unkown injury	0	2,555	1.77%	2,532	1.78%	23	1.42%	0	0.00%	*	
Superficial wounds and injuries	10	48,271	33.46%	48,102	33.77%	168	10.40%	1	0.47%		
Bone crushing	20	11,914	8.26%	11,125	7.81%	787	48.73%	2	0.94%		
Dislocations, sprains and strains	30	66,102	45.82%	65,970	46.32%	132	8.17%	0	0.00%	*	
Amputations	40	484	0.34%	382	0.27%	100	6.19%	2	0.94%		
Concussions and internal lesions	50	8,460	5.86%	8,302	5.83%	124	7.68%	34	15.96%		
Burns, scalds and frostbite	60	713	0.49%	680	0.48%	31	1.92%	2	0.94%		
Poisonings and infections	70	249	0.17%	242	0.17%	6	0.37%	1	0.47%		
Drowning and asphyxiation	80	36	0.02%	30	0.02%	0	0.00%	6	2.82%		
Effects of noise, vibration and pressure	90	67	0.05%	67	0.05%	0	0.00%	0	0.00%	*	
Extreme temperature effects	100	67	0.05%	58	0.04%	8	0.50%	1	0.47%		
Psychic trauma, traumatic shock	110	481	0.33%	469	0.33%	8	0.50%	4	1.88%		
Multiple lesions	120	1,343	0.93%	1,177	0.83%	107	6.63%	59	27.70%		
Heart attacks, strokes, and other non-traumatic diseases	130	245	0.17%	66	0.05%	78	4.83%	101	47.42%		
Other injuries	999	3,278	2.27%	3,235	2.27%	43	2.66%	0	0.00%		

*Ilustración 19.- Accidentes totales en la agricultura española comparando lesiones y gravedad (2013-2018).
Obtenido del estudio "Severity of occupational agricultural accidents in Spain, 2013–2018" de Xavier Baraza *,
Natalia Cuguer'o-Escofet.*

Table 13
Total accidents in Spanish agriculture comparing region of Spain and severity (2013–2018).

Chi-Squared		1.1e + 03 df = 34 Sig = 0.000		Total Accidents		Light Accidents		Serious Accidents		Fatalities	
Climatic zone		N=	144,265	N=	142,437	N=	1615	N=	213		
		Number	TAR%	Number	LAR%	Number	SAR%	Number	FAR%		
Andalusia	53,487	37.08%	52,801	37.07%	623	38.58%	63	29.58%			
Aragon	3,812	2.64%	3,760	2.64%	37	2.29%	15	7.04%			
Asturias	346	0.24%	329	0.23%	17	1.05%	0	0.00%	*		
Cantabria	150	0.10%	143	0.10%	6	0.37%	1	0.47%			
Castilla la Mancha	9,773	6.77%	9,630	6.76%	127	7.86%	16	7.51%			
Castilla Leon	5,976	4.14%	5,820	4.09%	135	8.36%	21	9.86%			
Catalunya	6,412	4.44%	6,319	4.44%	80	4.95%	13	6.10%			
Ceuta	2	0.00%	2	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	*		
Madrid	886	0.61%	878	0.62%	7	0.43%	1	0.47%			
Valencia	18,617	12.90%	18,530	13.01%	70	4.33%	17	7.98%			
Extremadura	13,731	9.52%	13,502	9.48%	212	13.13%	17	7.98%			
Galicia	2,267	1.57%	2,114	1.48%	149	9.23%	4	1.88%			
Islas Baleares	5,561	3.85%	5,506	3.87%	48	2.97%	7	3.29%			
La Rioja	1,257	0.87%	1,223	0.86%	26	1.61%	8	3.76%			
Meilla	1	0.00%	1	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	*		
Navarra	1,734	1.20%	1,720	1.21%	10	0.62%	4	1.88%			
País Vasco	818	0.57%	799	0.56%	15	0.93%	4	1.88%			
Murcia	19,435	13.47%	19,360	13.59%	53	3.28%	22	10.33%			

*: Corrected Standardised Residuals < 1.96 in absolute value.

*Ilustración 20.- Accidentes en la agricultura española comparando región de España y gravedad (2013-2018).
Obtenido del estudio "Severity of occupational agricultural accidents in Spain, 2013–2018" de Xavier Baraza *,
Natalia Cuguer'o-Escofet.*

Podemos decir que en materia de accidentabilidad el sector agroalimentario debe ser investigado profundizando en las diferentes problemáticas y sus particularidades como puede ser la del “tufo”.

La siguiente ilustración representa el análisis Ishikawa sobre factores de riesgos potenciales para accidentes de tufo e inertización en depósitos desarrollado por equipo de trabajo a partir de los accidentes investigados por OSALAN y el análisis previo de información disponible y publicado.

El análisis ha permitido diseñar un cuestionario para la recogida de datos en campo en las diferentes industrias objeto de estudio. El análisis contempla factores relacionados con aspectos como materia prima y su procesado, lugar de trabajo considerando espacios confinados, ventilación, así como características estructurales y espaciales, procesos tanto en depósito abierto, cerrado, equipos e instalaciones de protección (individual y colectiva), sistemas de medición y monitorización, los protocolos de trabajo y la propia formación e información de las personas, etc.

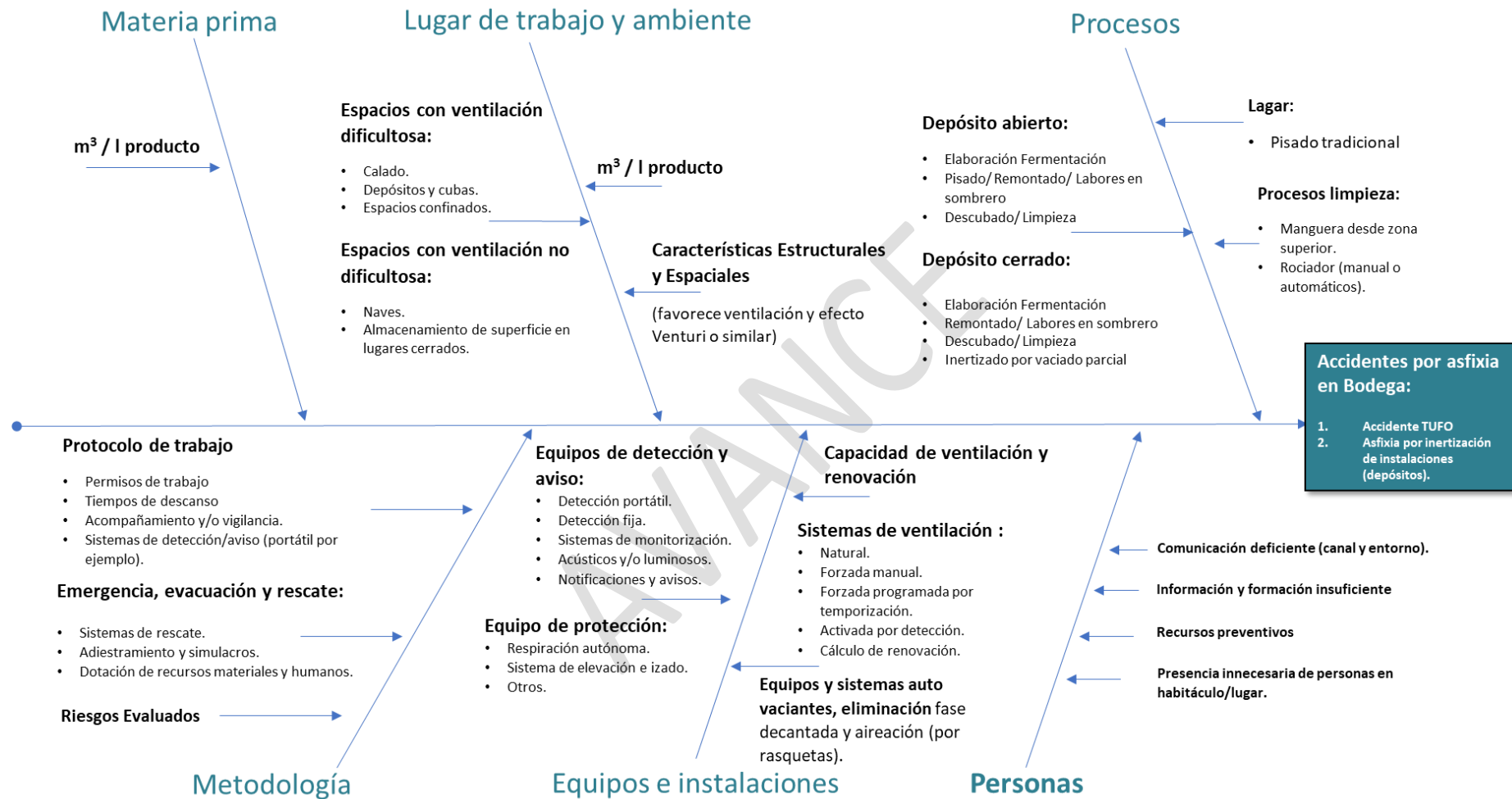


Ilustración 21.- Análisis Ishikawa: Análisis de Factores de Riesgos potenciales para accidentes por TUFO e inertización de depósitos. Ámbito Euskadi. Elaboración propia.

4.2.- Análisis de equipos y tecnología.

La era digital nos trae nuevas formas de producir y de transformar las materias primas, así como de gestionar las producciones y explotaciones agroalimentarias.

En un estudio realizado por Harold Van y Joshua Woodard de la Universidad de Cornell los autores indican como con la ayuda de las nuevas tecnologías en el sector primario del futuro podremos recopilar datos digitales a una velocidad de 40 zettabytes (ZB-theequivalente a 40 billones de gigabytes, o GB) por año desde el 2020, como también entre otros líneas, aumentado almacenamiento y capacidad computacional, junto con el medio ambiente de alta resolución y datos detectados remotamente, se están creando oportunidades sin precedentes para el descubrimiento basado en datos en agricultura y sistemas alimentarios, así como otras mejoras generadas por las tecnologías (Es & Woodard, (Es & Woodard, 2016), 2016).

Las siguientes tablas nos indican algunas de estas aplicaciones en base a la tecnología con potencial en el sector agroalimentario.

Tecnología transversal	Utilidad
La nube	Proporcionar almacenamiento, computación y comunicación de datos eficaces, económicos y centralizados a apoyo a las explotaciones agrarias y pesqueras.
Sensores	Reunir información sobre el funcionamiento de los equipos, instalaciones, procesos y los recursos primarios para las decisiones de gestión, también a tiempo real.
Herramientas de decisión computacional	Uso datos para propuesta de recomendaciones en la gestión y optimizar multitud de tareas agrícolas y pesqueras.
Robots	Implementar tareas con eficiencia y trabajo humano mínimo.
Las herramientas de comunicación digital (móviles, de banda ancha, etc.)	Comunicación frecuente y en tiempo real entre los recursos primarios, los trabajadores, los gestores, y los recursos computacionales en apoyo de la gestión y gobernanza de los riesgos.

Tabla 16.- Utilidades de Nuevas Tecnologías de Aplicación en Agricultura (Tecnología Transversal). Tabla Elaborada a partir del capítulo 4 de "Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age".

Tecnología de campo	Utilidad
Geolocalización (GPS, RTLS, etc.). Así como el posicionamiento en zonas y naves cerradas.	Proporcionar ubicaciones de los propios recursos disponibles, así como de los profesionales mejorando su seguridad e interviniendo dispositivo de prevención y emergencia.
GIS. - Sistemas Geográfico de Información	Utilizar mapas computarizado para ayudar a la gestión de inventarios y hacer previsiones de cultivo y tratamientos, como por ejemplo de fertilizantes.
Monitorización de rendimiento y cuadros de mando	Puedan emplean sensores y GPS en equipos y sistemas de trabajo para medir y determinar indicadores y hacer Los mapas de rendimiento actuando adecuadamente en cada caso.
Muestreo y control de precisión	De alta resolución posibilitando identificar y gestionar patrones de fertilidad, por ejemplo, o posibilidad en entornos industriales.
Sistemas aéreos no tripulados (UAS, o drones)	Utilizar vehículos aéreos de control remoto pequeños y fácilmente desplegados para monitorear los recursos, o incluso para poder realizar tareas como limpiezas en zonas críticas.

Tabla 17.- Utilidades de Nuevas Tecnologías de Aplicación en Agricultura (Tecnología de Campo). Tabla Elaborada a partir del capítulo 4 de "Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age".

Tecnología de campo/recurso	Utilidad
Dirección y guiado automático	Reducir los esfuerzos y la fatiga con la tecnología autodirigida para colocación, dispensación, almacenamientos, etc. También Robots.
Tecnología de tasas variables	Ajuste continuo de tasas de aplicación de semillas, fertilizantes, agua, etc. para para la optimización del cultivo y su máxima eficiencia.
Ordenadores de abordo	Recopilar y procesar datos con hardware y software especializados. Estos pueden estar integrados con los sistemas de sensores y de gobierno de la explotación o industria alimentaria.
Identificación por Radiofrecuencia	Transmitir datos de identidad con etiquetas adjuntas a unidades de producción. Permitir la recopilación de datos sobre el rendimiento, así como la gestión individualizada.
Sistemas automatizados de alimentación y monitoreo	Alimentación automática con sistemas robóticos, combinados con sensores que recogen datos biométricos básicos sobre los animales, por ejemplo, reduciendo Las necesidades laborales y facilitar el manejo individualizad, etc. Una de las opciones de aplicación en embotellado.
Impresión 3D	Disponibilidad de elementos en zonas de trabajo remota, etc.

Tabla 18.- Utilidades de Nuevas Tecnologías de Aplicación en Agricultura (Tecnología de Campo/Recurso). Tabla Elaborada a partir del capítulo 4 de "Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age".

El desarrollo tecnológico y su aplicación en los sectores primarios, así como en los procesos de transformación agroalimentaria supondrán un factor clave para un desarrollo sostenible, y una ventaja para generar actividades mucho más seguras para las personas trabajadoras.

los avances tecnológicos son elementos de expansión que deben intervenir de una forma sostenible, sin impactar en los entornos naturales, respetando el medio ambiente, y garantizando el suministro y la explotación de las futuras generaciones, así como garantizar la seguridad en todos los procesos industriales, especialmente aquello que pueden ser críticos y peligrosos para la salud de las personas trabajadoras.

En general los procesos de automatización y uso de sensores se incorporan en los sistemas de control y gobernanza en el sector primario e industria alimentaria, de forma integral y conectada, buscando fórmulas modulares y flexibles que se adapten a la diversidad de tareas y actividades existentes en el sector. La monitorización de parámetros críticos de forma constante, a través de mapas de actividad, información clave en procesos críticos, maquinaria empleada, etc. nos permitirá tomar decisiones, optimizar los recursos y realizar una prevención activa en estas tareas.

En la problemática que estamos analizando podemos encontrar actualmente tecnologías que pueden mejorar la seguridad frente al TUFO, no solamente los sistemas de aviso (acústico, luminosos, etc.), bien por detección portátil como fija, sistemas hombre-muertos, consignaciones etc. se dispone de sistemas de monitorización digital mediante el uso de IoT, el internet de las cosas conecta con herramientas que se han incorporado en nuestro día a día y de las que podemos llegar a estar acostumbrados, por lo que podríamos sacar partido y dar una utilidad real en la prevención.

RELOJ DE HOMBRE MUERTO

El **reloj de hombre muerto 4G** es un dispositivo que protege a los trabajadores que realizan tareas solos o que están expuestos a situaciones peligrosas donde nadie pueda auxiliarles o prestar ayuda.

Mediante una transmisión de alertas vías GSM (4G, G, 2G y WIFI) y una geolocalización en interior y exterior (GPS, WIFI, Bluetooth), el reloj de hombre muerto permite generar el **aviso de accidente con 4 modos de disparo**:

- Botón de alerta SOS (protegido y programable)
- Inmovilidad prolongada
- Inclínación prolongada
- Presencia de vida

El reloj está equipado con entrada de micrófono para **comunicación bidireccional** así como un altavoz grande para verificación audio.



Ilustración 22.- Reloj hombre muerto. Imagen obtenida de <https://baroiq.com/proteccion-laboral/dispositivos-de-hombre-muerto/>

Actualmente se dispone de relojes hombre-muerto capaces de notificar y dar señal en caso de detectar caídas, y con posibilidad de interconexión en números sistemas, con los propios smartphones.



Utiliza la detección de caídas con el Apple Watch

Si el Apple Watch SE o el Apple Watch Series 4 o un modelo posterior detectan una caída fuerte, puede ayudarte a conectarte a los servicios de emergencia si es necesario.

Ilustración 23.- Apple Watch para la detección de caídas. Obtenido de <https://support.apple.com/>

Twig One



+ info ➔

TWIG Embody



+ info ➔

Ilustración 24.- Sistemas hombre-muerto. Imagen obtenida de <http://www.aturvite.com/main.asp?Familia=188&Subfamilia=231&cerca=familia&pag=1>

Barreras, sistemas y equipos de señalización para espacios confinados

Estas barreras se presentan en varios formatos, todos ellos flexibles y adaptables a diferentes medidas de boca de acceso o inspección. Entre las opciones que ofrecemos podemos destacar BARRI-KD1, BARRI-KD-I, BARRI-KD-X y BARRI-KD-0. Las barreras impiden el paso de tráfico de vehículos y de peatones.



Barrera para espacios confinados de diseño especial BARRI-KD-Y

Barrera y señal ajustable para espacios confinados bloqueable con cerradura y llave. Utilice esta barrera para impedir o limitar el acceso a espacios confinados. El modo de empleo es sencillo: se fijarán los 3 brazos de la barrera extendiéndolos y luego se coloca el bloqueo, se gira la llave y de este modo queda bloqueada la barrera. Esta barrera no está diseñada para soportar el tránsito. Diseño personalizable.

Ilustración 25.- Barreras y señales para prevención y consignación de espacios consignados de <https://baroig.com/senalizacion-industrial/espacios-confinados/>



Ilustración 27.- dispositivos de detección portátil, y fija, y sistema de monitorización de parámetros ambientales críticos Nanoenvi IAQ. Obtenida de <https://envira.es/nanoenvi-iaq>.

- <https://envira.es/nanoenvi-iaq>
- <https://envira.es/medicion-co2-bodegas-tufo-del-vino/>

El **NM-EM500-CO2** es un sensor diseñado para medir la concentración de dióxido de carbono (CO2) gaseoso en entornos exteriores o condiciones adversas. Con comunicación inalámbrica y tecnología LoRaWAN® cuenta con una carcasa ultra resistente que le permite el correcto funcionamiento incluso en entornos hostiles. Sus aplicaciones típicas son, bodegas inteligentes, detección de incendios forestales, ventilación de edificios, almacenamiento de frutas y verduras.



Ilustración 28.- dispositivos de detección portátil NM-EM500-CO2. Obtenida de <https://help.nespra.net/hc/es/articles/360063462293-NM-EM500-CO2-Sensor-CO2>.

- <https://help.nespra.net/hc/es/articles/360063462293-NM-EM500-CO2-Sensor-CO2>
- <https://vitriko.eu/milesight-em500-co2-868m-sensor-exterior-co2-lorawan-868-mhz/?srsltid=AfmBOohoCGE8xyNoi5Tf7ZwaGzQ6DRV2LljHMxaXRHK6--COtDGlt2t>

El **SGT N CO2** es un detector de CO2 monogás modelo IGAS CO2 ofrece una medición confiable y duradera de dióxido de carbono en espacios confinados y atmósferas peligrosas. La serie Senko SGT-N es ideal para trabajadores en situaciones de riesgo. Utiliza un sensor NDIR (infrarrojo no dispersivo) de baja potencia para proporcionar una detección rápida y precisa. Su bajo consumo de energía permite una duración de la batería de más de siete días (continua) con una sola carga. Este dispositivo está especialmente indicado para la industria alimentaria, bodegas, cervecerías industriales y todas las aplicaciones que requieran la monitorización de los niveles de CO2 en el aire ambiente.



Ilustración 29.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de <https://en.gazdetect.com/portable-co2-detector-igas/>.

- <https://www.sekureco.eu/es/detectores-de-gas-portatil-monogas/17357-detector-monogas-reutilizable-de-dioxido-de-carbono-igas-co2-8436028799695.html>
- <https://orionseguridad.es/producto/sgt-n-detector-de-co2/>
- <https://en.gazdetect.com/portable-co2-detector-igas/>
- https://en.gazdetect.com/media/catalog/product/attachment/pdf-anglais-detecteurs-gaz-portables/EN-iGas_CO2-Web-1.pdf

ClipSens PRO CO2 Sensotran. Detector de gas de dióxido de carbono más fiable diseñado para controlar la presencia de CO2 y alertar a los usuarios de peligros potenciales en espacios confinados con alarmas sonora, LED y vibratorias. Utilizando un sensor infrarrojo de alto rendimiento, el ClipSens PRO CO2 es la mejor solución para mantener a los trabajadores seguros y cumplir con sus operaciones.



Ilustración 30.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de <https://www.sensotran.com/es/productos/catalogo-de-monitores-de-gas-sensotran/monitores-personales/clipsens-pro-co2.html>

El **Analox Ax60+** utiliza la tecnología de infrarrojos no dispersivos (NDIR) para controlar el CO2. Este proceso utiliza luz infrarroja para determinar la intensidad y el nivel de CO2 en un espacio de trabajo determinado.



Ilustración 31.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de <https://analoxgroup.com/gas-detection-products/carbon-dioxide-co2>

<https://analoxgroup.com/markets/food-beverage/co2-monitors-for-breweries>
<https://analoxgroup.com/gas-detection-products/carbon-dioxide-co2>

Analox CO2BUDDY. Perfecto para supervisar la presencia de gas CO2 desde cualquier lugar. El CO2BUDDY es ligero y cabe en la palma de la mano, lo que facilita su traslado de un lugar a otro de la fábrica de cerveza. Sin embargo, si necesita trabajar con las manos libres, el CO2BUDDY incluye de serie un cordón y un clip para el cinturón. El CO2BUDDY proporciona lecturas precisas de los niveles de CO2 a lo largo de la jornada laboral, con un mínimo de 48 horas de duración de la batería con una carga completa. Con 3 indicadores de alarma (sonora, visual y por vibración), avisa inmediatamente cuando aumenten los niveles de CO2 en su fábrica de cerveza.



Ilustración 32.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de <https://analoxgroup.com/products/co2buddy>

<https://analoxgroup.com/products/co2buddy>

<https://www.dispensadores-de-cerveza.es/detector-de-gas-analox-co2buddy-mobile/a-99923897/>

Remote Carbon Dioxide CO2 Storage Safety 3 Alarm CO2Meter

Este monitor de seguridad de gas fijo mide los niveles de CO2 y detecta fugas para proteger las instalaciones de la sobreexposición.



RAD-0102-6

Ilustración 33.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de <https://www.co2meter.com/collections/winery-co2-safety-system>

<https://www.co2meter.com/collections/winery-co2-safety-system>

Otros dispositivos:

Detector de Gas Portátil Monogas Reutilizable Gasman CO2 - Marca: [BW Technologies by Honeywell](#)

🔗 https://www.sekureco.eu/es/detectores-de-gas-portatil-monogas/4072-detector-de-gas-portatil-monogas-reutilizable-gasman-co2.html?mot_tcid=5ec1cac6-3ad2-4897-a284-4e5d963eda16

Medidor de CO2 con alarma acústica-visual con led de alarma CO2ST. Marca: [Kimo](#)

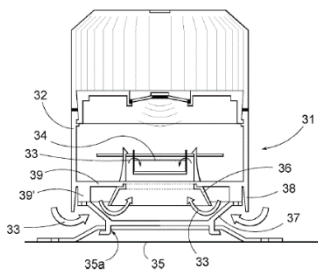
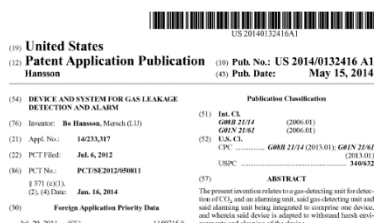
🔗 https://www.sekureco.eu/es/detectores-de-gas-portatil-monogas/15423-medidor-de-co2-con-alarma-acustica-visual-con-led-de-alarma-co2st.html?mot_tcid=dc7b3879-9bf8-4548-9e1b-a3f4a723decb

cGas Carbon Dioxide (CO2) / R744 Detector - Critical Environment Technologies Canada Inc.

🔗 <https://www.critical-environment.com/products/gas-detectors/cgas-carbon-dioxide-co2-detector>

🔗 <https://www.critical-environment.com/media/download/applications/FCS-CGAS-Application-Brochure-Wineries.pdf>

Como hemos podido comprobar existen números sistemas y equipos de detección individual como para la monitorización en continuo de los procesos de trabajo que permiten conocer los rangos en los que están trabajando y establecer avisos y notificaciones para actuar frente a estos riesgos. Es importante que estos dispositivos y sistemas se adapten a las especificaciones de los procesos y tareas donde se van a incorporar, por ejemplo, en el caso de la medición de tufo o de CO₂ en bodegas, sidrerías y/o cerveceras deberían estar diseñados para resistir humedad y posibles salpicaduras que pueden producirse fundamentalmente en las tareas de limpieza.



Un aspecto interesante sería disponer de instalaciones con detección y monitorización de parámetros críticos que nos ofreciesen medidas del ambiente interior de depósitos en continuo. En esta línea se han encontrado patentes con sistemas de medida de fugas en entornos hostiles y con posibilidad de iniciar la ventilación en cada caso para garantizar que cuando la persona de trabajo actúe lo haga de forma segura (EEUU Patente nº US 2014/0132416 A1, 2014).

Otra línea preventiva donde la tecnología nos puede ayudar es la monitorización y vigilancia de las personas trabajadoras, especialmente de aquellas que realizan tareas críticas como cuando se trata de espacios confinados o zonas donde puede existir CO₂ de forma persistente.

Una aplicación novedosa, teniendo en cuenta las características de muchas bodegas, es la desarrollada por un grupo de emprendedores gallegos, “Situm Indoor Positioning” que responde a la problemática de la falta de señal o de cobertura en interiores, puesto que, en numerosas ocasiones, los satélites no son capaces de atravesar la estructura de los muros de hormigón. Esta problemática la podemos encontrar en las bodegas, especialmente en zonas bajo rasante.

Se trate de un sistema de dispositivos GPS para interiores y que permite localizar a la persona y monitorizarla en todo momento, dentro de edificios, grandes superficies comerciales o, en nuestro caso, en diferentes plantas industriales (Situm Indoor Positioning, 2018).



Ilustración 34.- Sistema posicionamiento de interiores. Obtenida de <https://situm.com/es/blog/situm-corporativa/situm-indoor-positioning-incluido-en-el-2018-magic-quadrant-for-indoor-location-services-worldwide-de-gartner/>

Esta tecnología tiene apenas un margen de error de un solo metro, cuando el del GPS tradicional está entre ocho y diez. “En interiores es más importante ser precisos porque dos metros pueden marcar la diferencia.

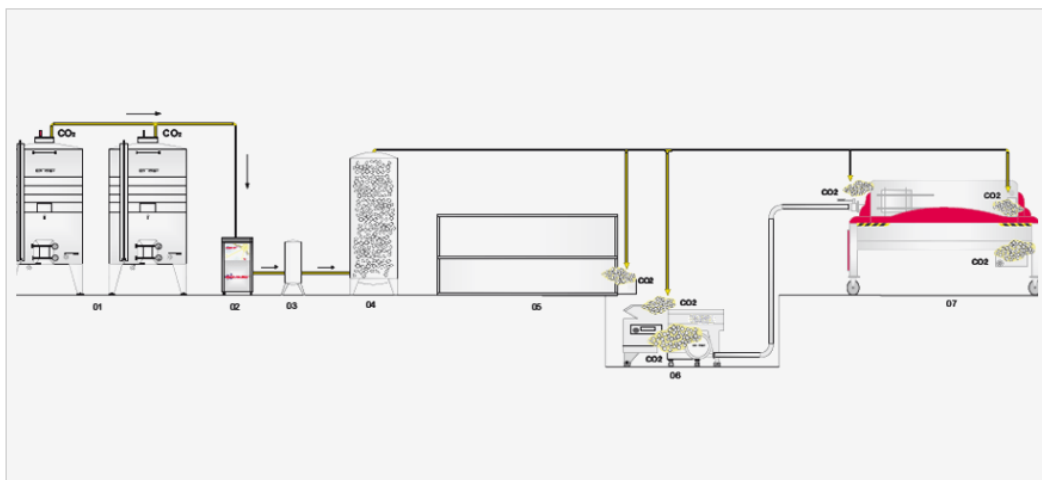


Ilustración 37.- Sistema de recuperación a anhídrido carbónico de fermentación. Obtenido de <https://stiener.es/catalogo/recuperacion-co2/>

Existen bodegas importantes que ha realizado esta apuesta y desarrollado su propio sistema consiguiendo reducir su cuenta de gasto y energía, así como la de riesgo para las personas trabajadoras. Es el caso de la Familia Torres que con un sistema innovador de captura y reutilización de CO₂.

Este sistema consiste en adaptar los depósitos fermentadores para que el CO₂ liberado durante el proceso de fermentación del vino pueda ser conducido hacia unos globos de grandes dimensiones, colocados encima de estos depósitos. A medida que el vino fermenta y libera CO₂, éste es capturado en el interior de los globos, que se hinchan. Mediante un compresor de aire, el gas se comprime a una presión que permite ser transferido hasta otro depósito donde se almacena para ser reutilizado posteriormente como gas inerte de relleno en los depósitos donde hay vino con el fin de evitar su oxidación. También es posible la recuperación de CO₂ o de la mezcla de CO₂ y nitrógeno utilizado para inertizar los depósitos de vino (técnica habitual para proteger el vino) todo en un sistema cerrado sin pérdidas. También otra opción podría ser la producción energética.

Un sistema pionero captura y reutiliza el CO2 de la fermentación del vino



Una solución innovadora con la que estima capturar 20 toneladas de CO2 al año y reutilizarlo como gas inerte



Familia Torres diseña un sistema innovador para capturar y reutilizar el CO₂ de l fermentación del vino, que ya ha puesto en marcha en sus instalaciones de Pac del Penedés durante esta vendimia con excelentes resultados. Se trata de u proyecto pionero de economía circular que permitirá a la bodega reducir su huell de carbono para mitigar el cambio climático.

Este sistema consiste en adaptar los depósitos fermentadores para que el CO liberado durante el proceso de fermentación del vino pueda ser conducido haci unos globos de grandes dimensiones, colocados encima de estos depósitos. medida que el vino fermenta y libera CO₂, éste es capturado en el interior de lo globos, que se hinchan. Mediante un compresor de aire, el gas se comprime a un presión que permite ser transferido hasta otro depósito donde se almacena, par ser reutilizarlo posteriormente como gas inerte de relleno en los depósitos dond hay vino con el fin de evitar su oxidación.

La utilización de CO₂ o de una mezcla de CO₂ y nitrógeno para inertizar lo depósitos de vino es una de las técnicas más habituales para proteger el vino. Pc lo general, este CO₂ es suministrado por un proveedor de gases, que lo adquiere principalmente de refinerías de petróleo, y por lo tanto tiene una huella de carbon asociada. En cambio, el CO₂ de la fermentación no es de origen fósil, sino que e el mismo CO₂ que la vid ha absorbido mediante la fotosíntesis, por lo que e prácticamente puro y se considera neutro en emisiones.

Según Miguel A. Torres, presidente de Familia Torres, "cada tonelada qu conseguimos recuperar y reutilizar supone una tonelada menos en nuestra huell de carbono y, además, un ahorro en la factura del suministro de CO₂ de l bodega. Este sistema es eficaz y rentable y lo compartiremos con otras bodega para que, entre todas, podamos reducir de manera significativa el uso de CO₂ d origen fósil".

Ilustración 38.- Noticia de sistema de recuperación de CO₂ de fermentación en vino por la Familia Torres. Obtenido de <https://www.vinetur.com/2021110966847/un-sistema-pionero-captura-y-reutiliza-el-co2-de-la-fermentacion-del-vino.html>



Ilustración 39.- Imagen de sistema de recuperación de CO2 de fermentación en vino por la Familia Torres. Obtenido de <https://www.tecnovino.com/asi-es-el-sistema-pionero-que-recoge-y-reutiliza-co2-de-la-fermentacion-del-vino-con-el-que-familia-torres-espera-capturar-20-toneladas-de-co2/>

Un aspecto clave para la prevención de riesgos por TUFO en las plantas y naves es un sistema de ventilación correctamente diseñado. En aquellas bodegas de nueva creación se debe considerar desde el inicio del proyecto teniendo en cuenta factores como la capacidad de producción y el dimensionamiento de las naves que lo acogerán, los procesos y su emplazamiento, la geometría y la distribución de equipos e instalaciones, etc. En una ventilación efectiva el aire debe circular por todo el volumen y los rincones de la bodega, minimizándose la posibilidad de recirculación del aire y espacios muertos por donde el aire no circule generando la suficiente renovación de aire.

Es necesario analizar las diferentes opciones existentes y cual se debe adoptar en cada espacio, desde una ventilación natural que aproveche la entrada y salida de aire a través de puertas, portones y otro tipo de aperturas, así como ventilación y aporte de aire exterior de forma mecánica y/o forzada, o de forma combinada, mixta o híbrida. El sistema debe ayudar a que exista una evacuación del CO2 eficiente en toda la geometría de los espacios de la bodega y planta, además de proporcionar una calidad de aire para un trabajo con salud y sin riesgos, es decir debe retirar los gases tóxicos como es el CO2 y además generar intercambio suficiente de aire y una óptima distribución, en ciclo de aire fresco y salida de aire viciado o tóxico (ACHS, 2024).

Actualmente existe suficiente conocimiento y tecnología para diseñar, así como adaptar los sistemas de ventilación a los diferentes escenarios existentes. Es el caso de proyectos como, por ejemplo, el estudio de la distribución de aire en el interior de una bodega de cerveza en Medellín, Colombia., mediante simulación de naves de almacenamiento con simulación CFD (FLOW 3D) con el apoyo de la Unión Europea y el ICEX.

<https://www.simulacionesyproyectos.com/portfolio-item/simulacion-cfd-de-nave-industrial/>

En general los proyectos de referencia y las pautas marcados por fabricantes e ingenierías proponen soluciones que sean capaces de extraer el CO₂ en todo habitáculo y su correspondiente renovación de aire mediante sistemas naturales y mecánicos, bien para cota en superficie como por debajo con ayuda de conducciones y tuferas/respiradores conectados que recorran la estancia complementando rejillas que ayuden a la aspiración en el tramo crítico y sean capaces de efectuar barridos homogéneos. Estos sistemas pueden estar conectados con sensores que garantizan una calidad de aire adecuada.

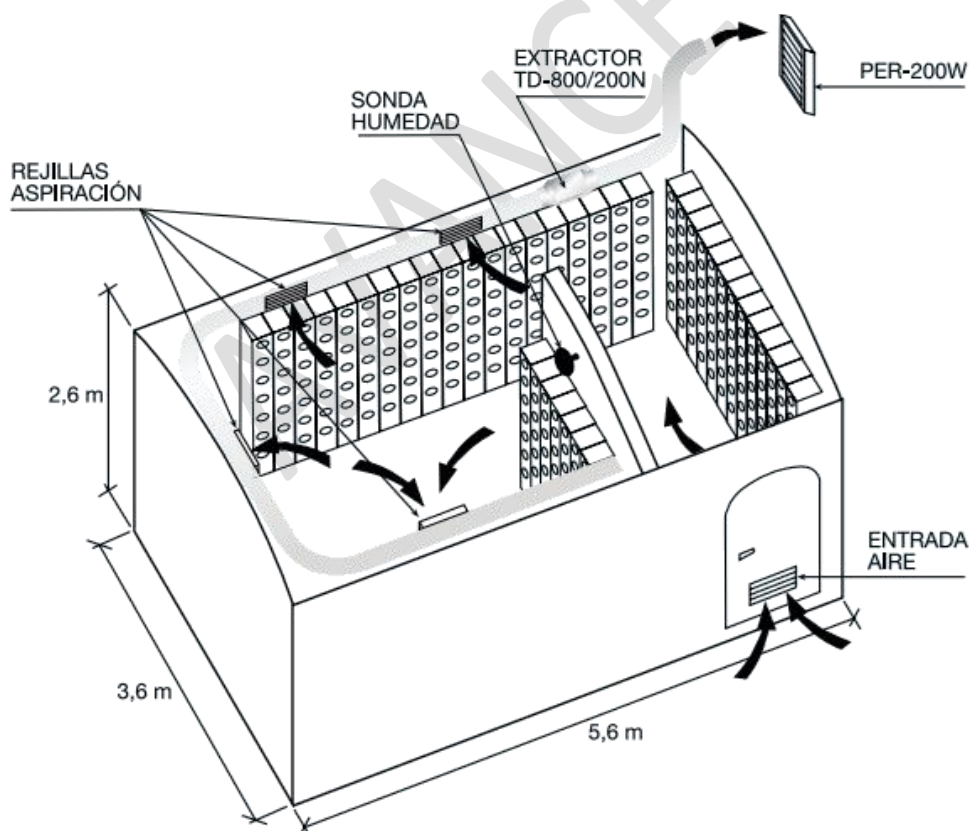


Ilustración 40.- Ejemplo de sistema de ventilación en una bodega doméstica. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-una-bodega-domestica-caso-practico/>

En las visitas realizadas durante el estudio se han podido observar instalaciones de diversa eficacia, en las siguientes ilustraciones podemos observar como el plano de la izquierda disponemos de ventilación natural y extracción en diferentes puntos de una nave de depósitos con fermentación que podría actuar adecuadamente al disponer de una distribución y caudal suficiente, mientras que en el plano de la izquierda solo existe ventilación natural para la renovación de aire sin ningún dispositivo que ayude a la evacuación de aire viciado. Estos son aspectos en las bodegas y naves han de ser debidamente analizados para poder dar una mejora tecnológica que garantice la seguridad y la salud de las personas trabajadoras en los lugares de trabajo.

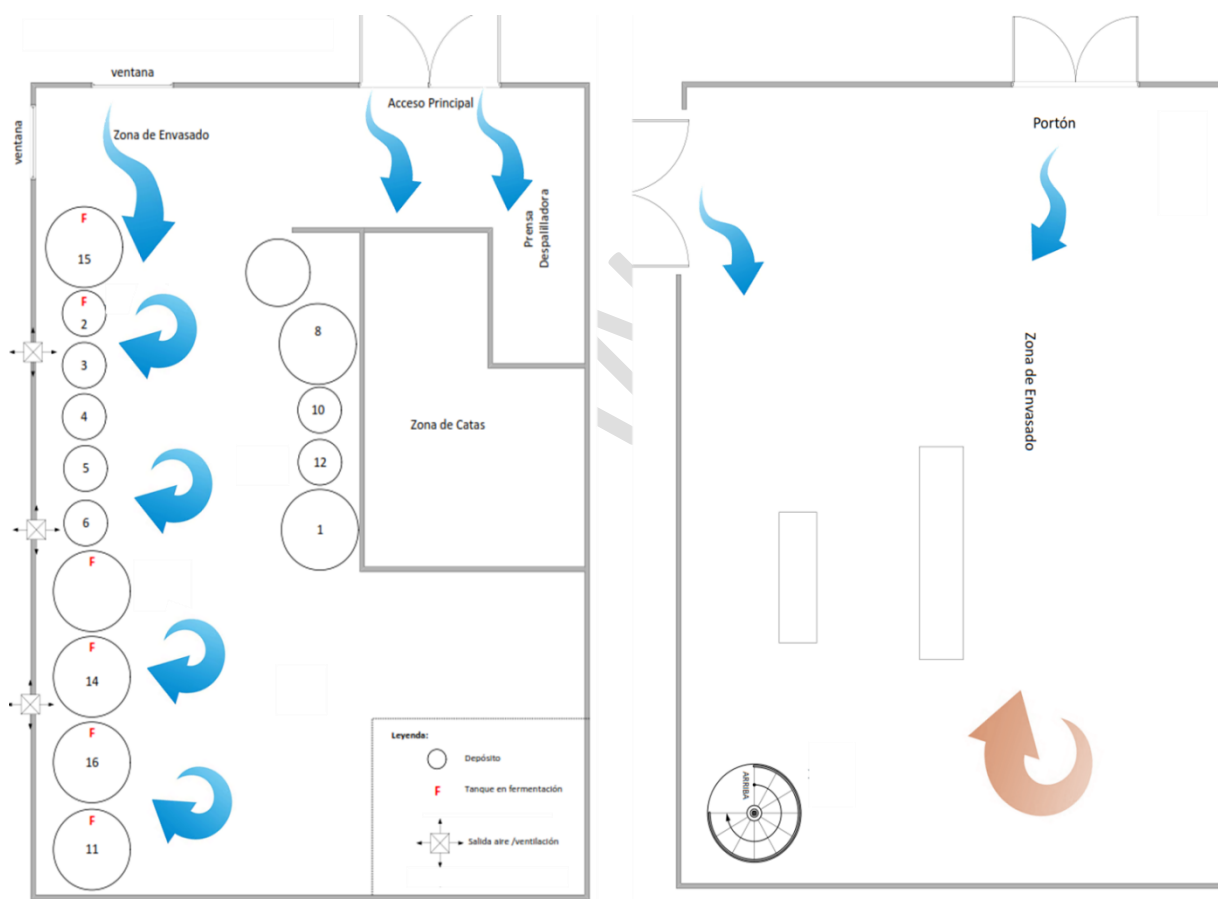


Ilustración 41.- Comparativa de sistemas de ventilación en bodegas observadas durante el estudio. Imagen propia.

Es importante tener en cuenta la normativa sobre sistemas de ventilación en espacios confinados, la cual está diseñada para garantizar la seguridad de las personas, donde la circulación de aire puede ser limitada y existe el riesgo de intoxicación y falta de oxígeno, entre otros. A continuación, se indican las principales regulaciones y estándares internacionales y nacionales aplicables a la ventilación en espacios confinados.

Normativas Internacionales:

- **ANSI/AIHA 29.2** (Ventilación de espacios confinados)
Esta norma proporciona directrices sobre el diseño, la instalación, la operación y el mantenimiento de sistemas de ventilación para espacios confinados, con énfasis en la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores.
- **OSHA (Occupational Safety and Health Administration, EE. UU.)**
La OSHA establece regulaciones para la ventilación en espacios confinados en el estándar 29 CFR 1910.146 (Regulación de espacios confinados). La norma indica la necesidad de ventilación adecuada para mantener una atmósfera segura, asegurando que el oxígeno esté en niveles adecuados y que no haya concentraciones peligrosas de gases.
- **Normas de la NFPA (National Fire Protection Association)**
La NFPA 1500 (Norma para la seguridad en el trabajo en espacios confinados) también menciona la importancia de la ventilación adecuada en espacios confinados para prevenir riesgos de incendio y otros peligros.

Normativas Europeas:

- **Directiva 89/391/EEC** (Regulación de la seguridad y la salud en el trabajo)
Aunque no se enfoca exclusivamente en espacios confinados, esta directiva establece la necesidad de realizar evaluaciones de riesgos, que incluyen la ventilación en lugares de trabajo donde puedan existir riesgos de atmósferas peligrosas.
- **EN12021:2014.** Esta norma se refiere a la calidad del aire respirable utilizado en entornos industriales y especifica los requisitos para la purificación del aire, lo cual es esencial para los trabajos en espacios confinados.
- **EN 60529.** Proporciona clasificación de grados de protección contra el ingreso de objetos (IP) para equipos de ventilación, importante para proteger los sistemas de ventilación en ambientes industriales.

Normativas Estatales:

- **Real Decreto 486/1997:** Este Real Decreto regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajos en espacios confinados, incluyendo la ventilación. En su artículo 4, se establece que es obligatorio contar con sistemas de ventilación adecuados, tanto para evitar la acumulación de gases peligrosos como para garantizar un adecuado nivel de oxígeno.

Como recomendaciones generales extraídas de las principales normativas podemos indicar:

- **Ventilación natural o forzada:** Se debe utilizar la ventilación adecuada para asegurar un flujo de aire suficiente para eliminar gases peligrosos y mantener una concentración de oxígeno en niveles seguros. La ventilación forzada es especialmente relevante en ambientes donde la ventilación natural no es suficiente.
- **Monitoreo de atmósfera:** Es obligatorio realizar pruebas para medir el nivel de oxígeno, la presencia de gases como en CO₂ y la concentración de contaminantes antes de incorporarse a un espacio confinado.
- **Sistemas de ventilación mecánica:** Deben ser diseñados de manera que se mantenga una presión negativa o positiva, según sea necesario para evitar la entrada de contaminantes o gases peligrosos al espacio. En el caso de bodegas garantizar una evacuación adecuada del CO₂ y una renovación de aire de calidad.

Los aspectos para considerar en el diseño de sistemas de ventilación para espacios confinados:

- **Flujo de aire adecuado:** La ventilación debe asegurar un flujo constante de aire limpio para evitar la acumulación de gases no deseados.
- **Seguridad del equipo:** Los sistemas de ventilación deben estar equipados con alarmas y monitoreo para detectar fallos en el sistema.
- **Protección de equipos contra explosiones:** Los equipos de ventilación deben ser diseñados para operar en ambientes potencialmente explosivos, siguiendo las normativas pertinentes (por ejemplo, ATEX en Europa).

Estas normativas buscan garantizar que los sistemas de ventilación sean eficaces para prevenir riesgos en ambientes de trabajo peligrosos, como lo son los espacios confinados.

En el ámbito estatal, como se ha señalado, la principal normativa sobre ventilación en espacios confinados está regulada principalmente a través del **Real Decreto 486/1997** y otras disposiciones complementarias. Los aspectos más relevantes de la normativa española en cuanto a la ventilación en espacios confinados:

Real Decreto 486/1997: Disposiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajos en espacios confinados:

Este Real Decreto regula las condiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajos en espacios confinados. En cuanto a la ventilación, establece los siguientes requisitos:

- **Artículo 4. Condiciones generales de trabajo en espacios confinados:**
 - **Los empleadores están obligados a garantizar que los espacios confinados sean ventilados de forma adecuada** para mantener un ambiente libre de gases peligrosos y con niveles de oxígeno adecuados.
 - **Ventilación mecánica o natural:** La norma indica que, si fuera necesario, se debe contar con ventilación forzada (mecánica) para asegurar una circulación constante de aire. Si no es posible, se debe utilizar la ventilación natural siempre que sea efectiva.
- **Artículo 5. Evaluación de riesgos:**
 - Antes de realizar cualquier trabajo en un espacio confinado, el empleador debe realizar una evaluación de los riesgos, que debe incluir la necesidad de ventilación. Esta evaluación debe identificar los peligros relacionados con la atmósfera del espacio, como la presencia de gases tóxicos o la falta de oxígeno, y establecer medidas de control, como la ventilación.
- **Artículo 6. Control de atmósferas:**
 - Se establece que el empleador debe verificar la calidad del aire en el espacio confinado antes de permitir que los trabajadores entren. Este control debe incluir la medición de los niveles de oxígeno y la presencia de gases peligrosos. La ventilación debe garantizar que la atmósfera en el espacio sea segura antes y durante la operación.

Norma Básica de Seguridad (NTP 493).

La **NTP 493** (Guía técnica de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social) complementa el Real Decreto 486/1997 y proporciona más detalles sobre los requisitos de ventilación en espacios confinados. Esta norma explica que:

- **Ventilación adecuada:** La ventilación debe ser suficiente para asegurar que el oxígeno esté en niveles adecuados (al menos 19,5% en volumen) y que no haya acumulación de gases tóxicos o inflamables.
- **Sistemas de ventilación forzada:** Se recomienda el uso de ventiladores para introducir aire limpio o extraer aire viciado. El sistema debe ser capaz de eliminar cualquier contaminante presente en el aire.

En relación con las condiciones de ventilación en espacios confinados según el Real Decreto 317/2003 sobre la prevención de riesgos laborales en el trabajo con atmósferas explosivas. Si se trabaja en un espacio confinado donde se puede generar una atmósfera explosiva, es fundamental que los sistemas de ventilación cumplan con la normativa de **seguridad en ambientes explosivos**, incluida la clasificación de zonas ATEX, que establece que los sistemas de ventilación deben ser a prueba de explosiones.

Es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- **Mantenimiento de los sistemas de ventilación:** Los sistemas de ventilación deben mantenerse en buen estado y comprobarse regularmente. El Real Decreto 486/1997 establece que los ventiladores, conductos y equipos de ventilación deben inspeccionarse periódicamente para asegurar que funcionen correctamente.
- **Monitoreo constante:** Los espacios confinados deben ser monitoreados continuamente durante el trabajo para garantizar que las condiciones atmosféricas no cambien y que la ventilación siga siendo efectiva.

En resumen, podemos decir que los requisitos clave para la ventilación en espacios confinados según la normativa española son:

1. **Evaluación previa de riesgos** que incluya la ventilación.
2. **Garantizar una ventilación adecuada** (natural o forzada) para mantener niveles seguros de oxígeno y eliminar contaminantes.
3. **Monitoreo de la atmósfera/ambiente de trabajo** antes y durante el trabajo.
4. **Uso de ventilación mecánica o forzada** si la ventilación natural no es suficiente.
5. **Inspección y mantenimiento regular de los sistemas de ventilación.**

4.4.- Análisis de datos campaña 2021-2024.

El avance del análisis de datos obtenidos en las diferentes visitas realizadas a bodegas de vino y Txakoli, así como cerveceras y sidrerías nos ofrecen los siguientes resultados.

4.4.1.- Aspectos generales.

Actualmente la muestra contempla el análisis de 31 industrias, 4 de ellas dedicadas a la elaboración del vino tinto, 9 de txakoli, 16 son cerveceras, y 2 sidrerías.

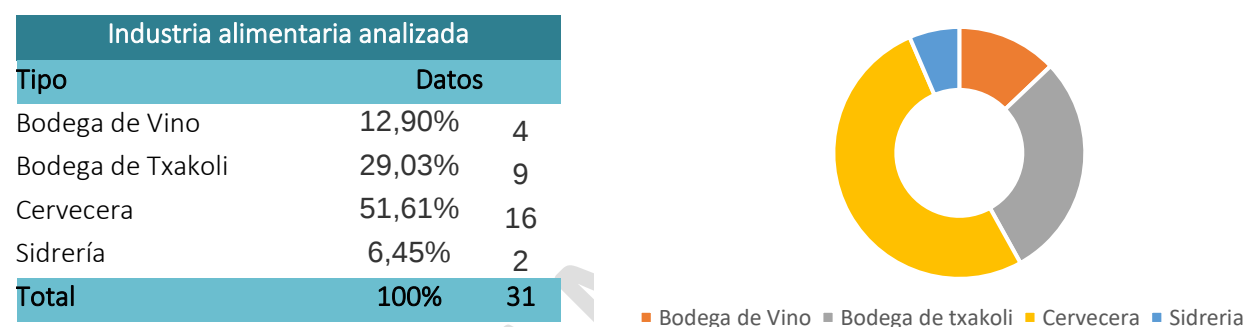


Ilustración 42.- Datos industria alimentaria analizada. Elaboración propia.

De las 31 industrias visitadas, una de las bodegas hace txakoli y sidra por este motivo, para un total de 30 empresas aparecen 29 actividades industriales.

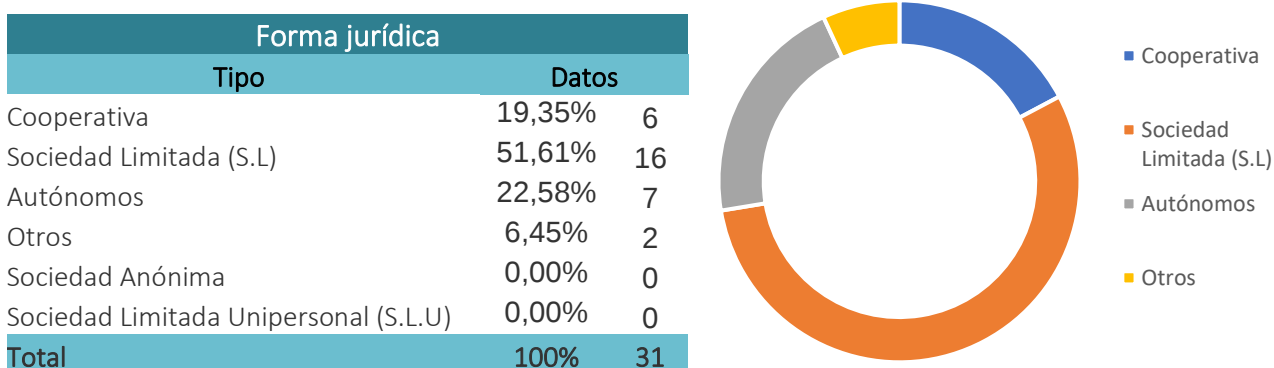


Ilustración 43.- Forma jurídica industria alimentaria analizada. Elaboración propia.

Las industrias alimentarias visitadas son principalmente sociedades limitadas, autónomos y cooperativas.

En relación con el número de personas trabajadoras en las plantas visitadas nos encontramos con plantillas pequeñas, generalmente entre 1-4 trabajadores, en administración suele haber una persona, y en producción y bodega de 1 a 2 trabajadores, así como también en puestos de embotelladores y enólogos. Los contratos de estas personas trabajadoras habituales suelen ser naturaleza fija y estable. Estos puestos aumentan de forma eventual durante las campañas de vendimia y recogida de fruta.

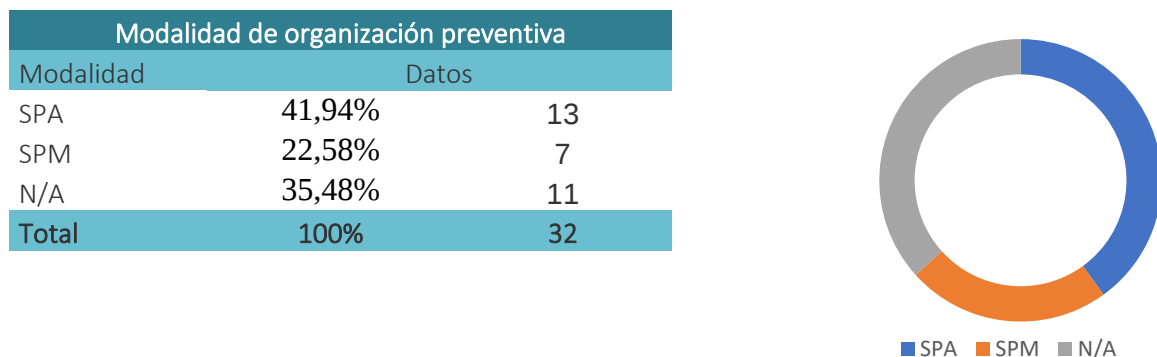


Ilustración 44.- Modalidad organizativa industria analizada.

La principal modalidad organizativa de las industrias analizadas es un servicio de prevención ajeno con un 40% se debe a que la mayor parte de industrias visitadas son cerveceras y pertenecen a industria alimentaria. En un 36,67% de los casos, se trata de bodegas donde trabaja una persona por cuenta propia por tanto no deben tener una modalidad preventiva.



Ilustración 45.- Recurso preventivos existentes en la industria vista.

En el 50 % de las industrias visitadas, no existe recurso preventivo. Hay algunas empresas que no es de aplicación porque durante todas las etapas del año trabajan como autónomos sin tener trabajadores a su cargo.

4.4.2.- Características del ambiente y lugar del trabajo.

Acceso difícil al lugar de trabajo		
Acceso difícil	Datos	
SI	9,68%	3
NO	90,32%	28
Total	100%	31

Dificultad de acceso al lugar de trabajo



Ilustración 46.- dificultad de acceso al lugar de trabajo en las industrias vistas.

En el 90,32 % de las industrias no existe dificultad para acceder al lugar de trabajo.



Ilustración 47.- Acceso a la parte superior de depósitos en bodega.

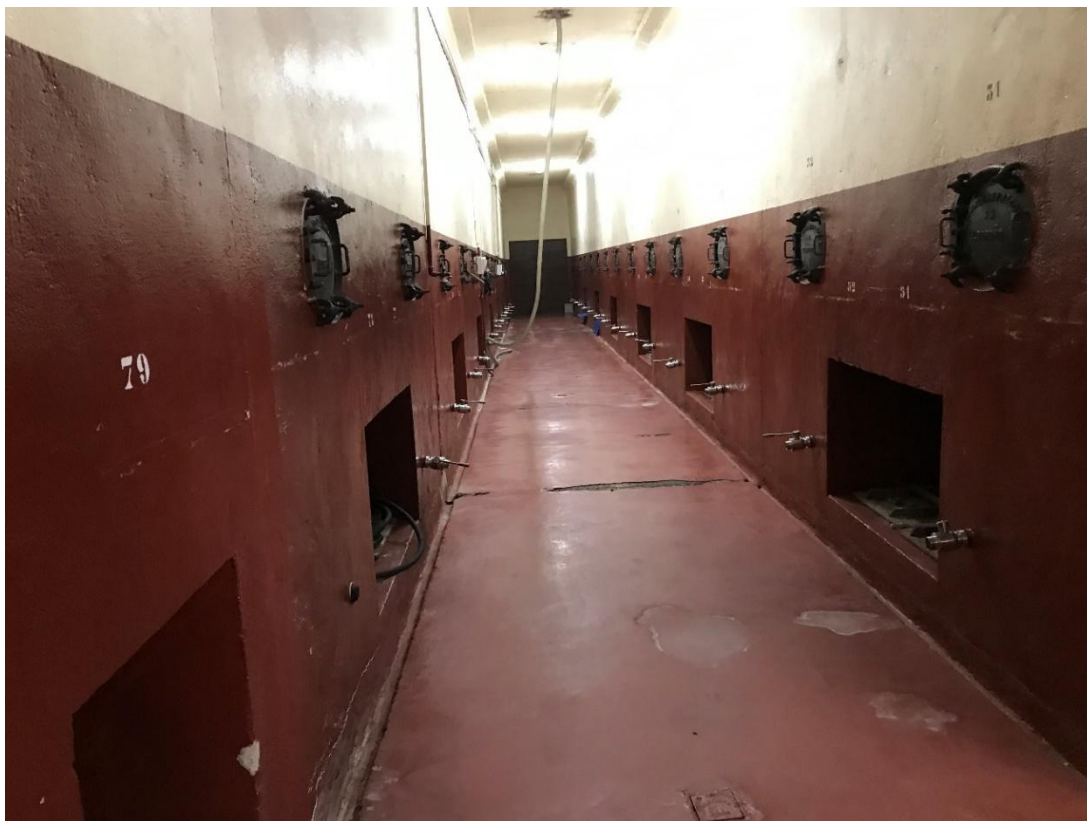


Ilustración 48.- Acceso a la parte inferior de depósitos subterráneos en bodega.



Ilustración 49.- Acceso a la zona de barricas en bodega.



Ilustración 50.- Acceso a la zona de depósito en bodega.



Ilustración 51.- Acceso a la zona de depósito de fondo plano y zona de barrica.



Ilustración 52.- Acceso a la zona de depósito en sidrería.

Zonas visibles desde acceso		
Zona visible	Datos	
SI	53,33%	16
No	46,67%	15
Total	100%	31

zonas visibles desde el acceso



Ilustración 53.- datos sobre dificultad de visibilidad de zonas de trabajo desde acceso en las industrias vistas.

El 46,67% de las industrias visitadas no dispone de zonas de trabajo visibles desde el acceso. Sin embargo, el otro 53,33% si que tiene zonas visibles es debido al tamaño de la bodega.

En relación con la pregunta sobre la debida señalización de zonas (espacios confinados y el riesgo asociado al mismo) se ha podido comprobar que el 76,67% de las industrias visitadas no disponen de esta. Tan solo 7 de las bodegas visitadas, tienen la señalética de riesgo de espacios confinados.

Señalización riesgo espacios confinados		
señalización zonas	datos	
Si	23,33%	7
No	76,67%	24
Total	100%	31

Señalización del riesgo espacios confinados



Ilustración 54.- Señalización de espacios confinados y riesgo asociado en las industrias vistas.

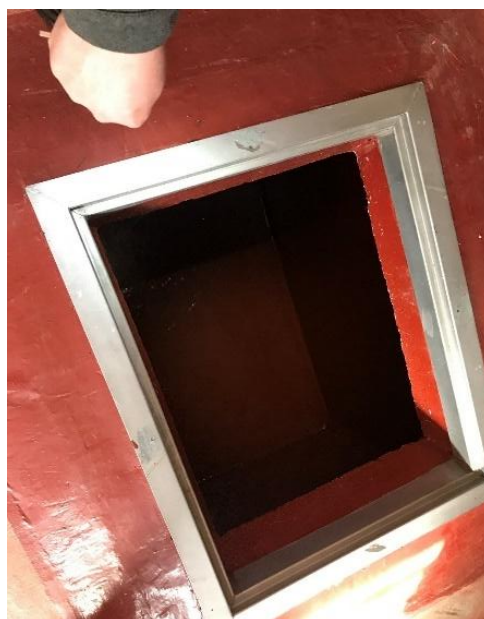


Ilustración 55.- Fotos de espacios confinado de las industrias vistas.

Los principales espacios, instalaciones y zonas susceptibles de tufo y presencia de CO₂ son para aquellos casos con difícil ventilación los depósitos y cubas en general, existiendo otros casos como son zonas bajo rasante y recovecos (presentes en 34,48% de las instalaciones visitadas). En una de las industrias visitadas, hay un calado en la parte inferior.

En cada industria, se pueden encontrar varios puntos con ventilación dificultosa.

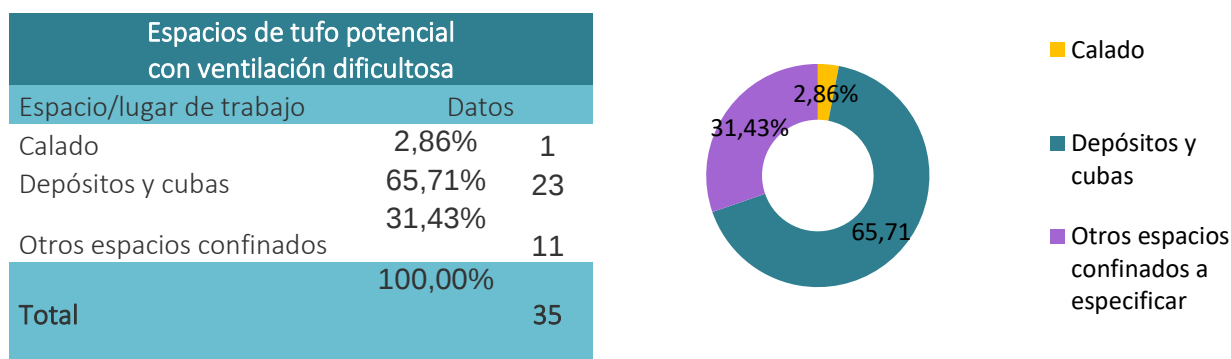


Ilustración 56.- datos sobre espacios de tufo potencial con ventilacion dificultosa en las indstrias visitadas

En las zonas con menos dificultad de ventilación el riesgo de asfixia por presencia de CO₂ son en general naves y recintos (100%) con instalaciones donde se produce el proceso de fermentación, así como almacenamientos en lugares cerrados (25%) y zona de embotellado con CO₂ (46,43%) como sucede en la elaboración de cerveza.

En cada industria, se pueden encontrar varios puntos con ventilación no dificultosa.

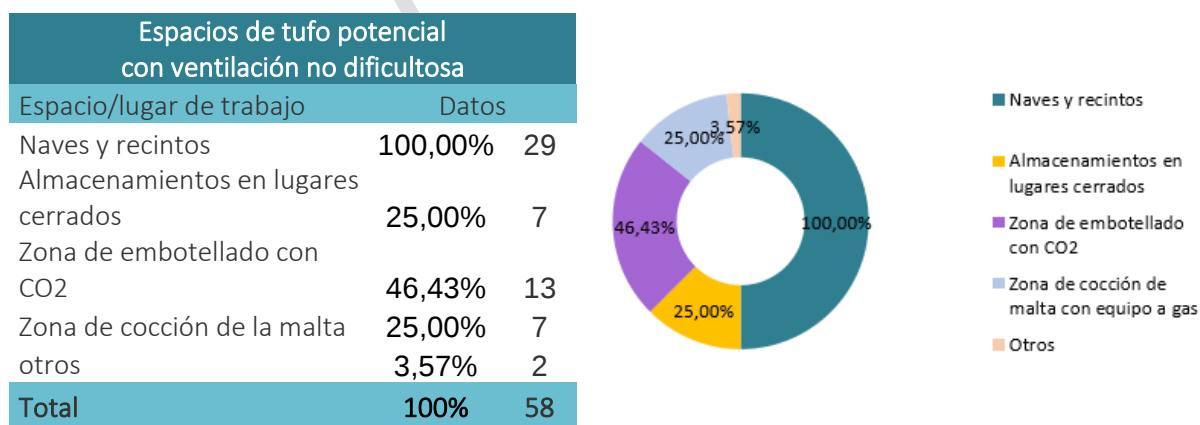


Ilustración 57.- datos sobre Espacios de tufo potencial con ventilación no dificultosa en las industrias vistas.

En las industrias visitadas, el 33,33 % presentan zonas resbaladizas o riesgos de caídas para las personas trabajadoras.

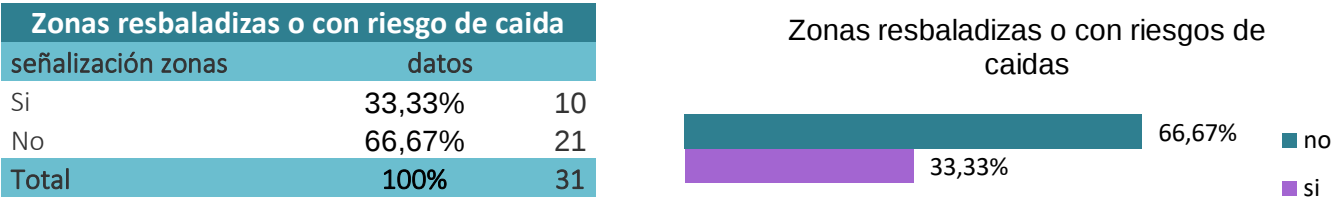


Ilustración 58.- datos sobre existencia de zonas resbaladizas o con riesgos de caídas en espacios interiores de las industrias vistadas.

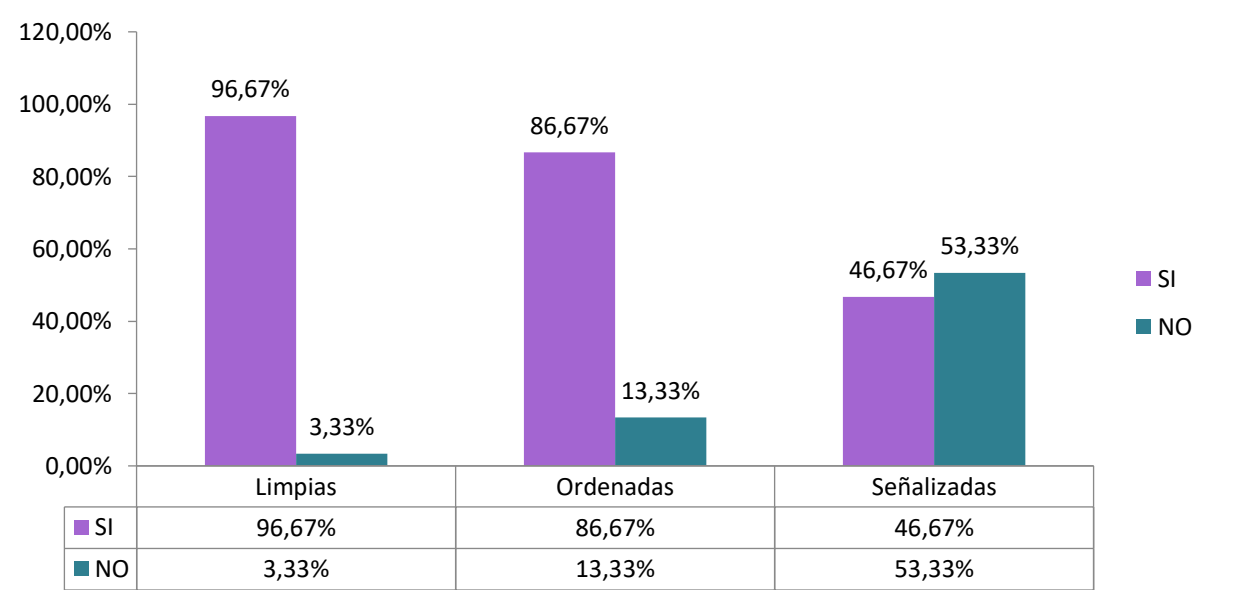


Ilustración 59.- datos sobre el estado de las áreas de trabajo en las industrias vistadas (limpias, ordenadas y debidamente señalizadas).

En general todas las instalaciones se encontraban limpias (96,67%) y ordenadas (86,67%). En cuanto a la señalización, el 53,33 % de las plantas visitadas, no tienen la señalización correcta frente a un 46,67%.



Ilustración 60.- Fotos de estado de las áreas de trabajo en las industrias vistas (limpias, ordenadas y debidamente señalizadas).

Los lugares de trabajo existentes en las plantas visitadas que se puedan considerar espacios confinados están contruidos con una configuración que favorezca la ventilación en el 66,67%. Sin embargo, en el 33,33% no se favorece la ventilación necesaria lo que permite la existencia de espacios con concentraciones de CO₂ potencial, en parte debido a encontrarse bajo cota cero, lo que imposibilita una ventilación natural adecuada. Además de este aspecto, la dificultad de ventilación se relaciona con la existencia de recovecos, espacios muertos, zonas con posible estancamiento donde no existe efecto Venturi, con escasa o nula ventilación natural.

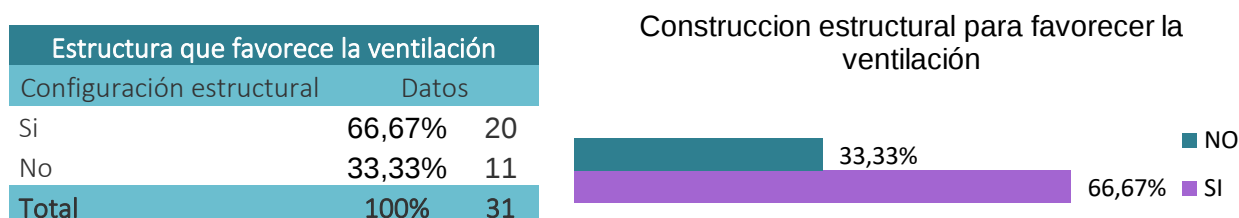


Ilustración 61.- datos sobre el configuración estructural de lugares de trabajo para favorecer la ventilación en las industrias visitadas.

La zona donde se encuentra el lugar de trabajo que supone un espacio confinado y de riesgo potencial esta comunicado con zonas externas en el 83,33% de las situaciones analizadas durante las visitas realizadas. Este es un aspecto positivo siempre que está comunicación pueda ser efectiva y articulada con procedimientos adecuados.

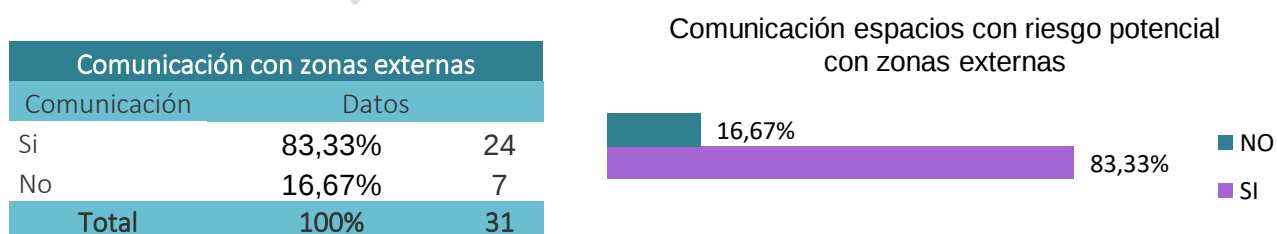


Ilustración 62.- datos sobre la comunicación con zonas externas de lugares de trabajo (espacios de riesgo potenciales) en las industrias visitadas.

4.4.3.- Procesos de trabajo.

Los procesos de trabajo existentes en las industrias analizadas se caracterizan por los siguientes aspectos:

Depósito abierto:	Si	No	N/A
Elaboración/Fermentación	46,67%	43,33%	10,00%
Remontado/Labores en sombrero	6,57%	56,87%	36,56%
Desfangado/Despalillado	10,14%	51,92%	37,94%
Descubado/Limpieza	19,80%	63,53%	16,67%

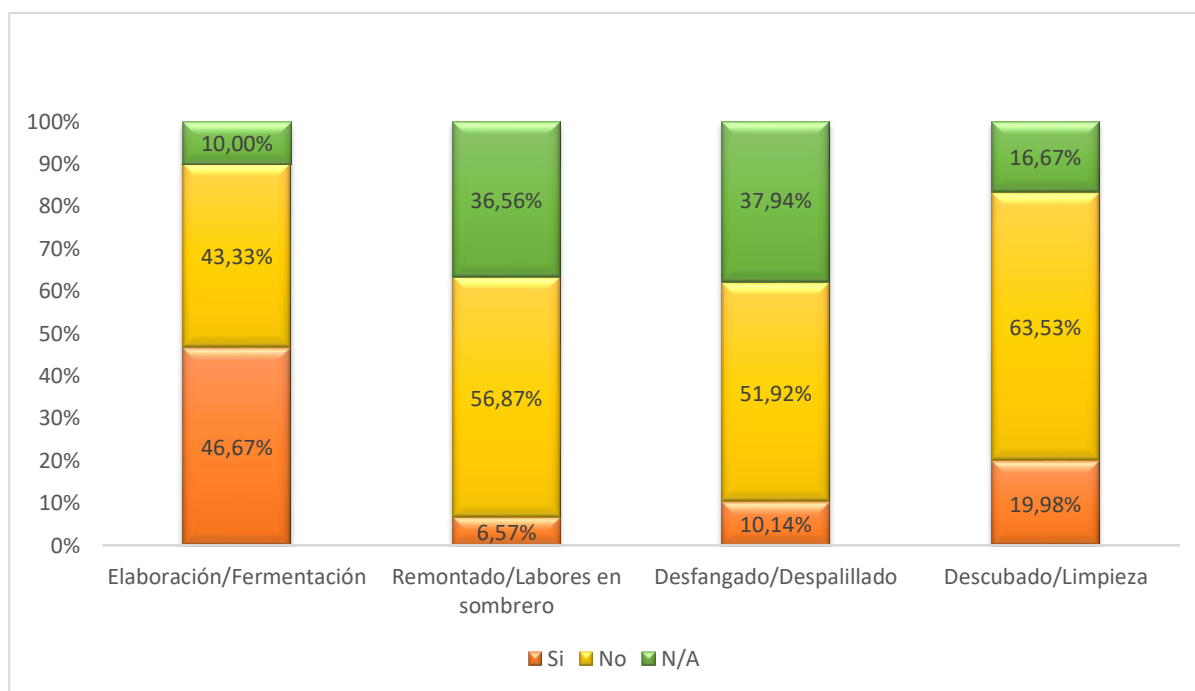


Ilustración 63.- datos sobre los procesos de trabajo en depósito abierto en las plantas visitadas.

El 46,67 % de los procesos de elaboración/fermentación se realiza en depósito abierto, un 6,67% corresponde a este tipo de proceso tareas de remontado, labores en sombrero, en el descubado y limpieza se trata de un 19,80 %. Los datos obtenidos de no aplica se debe a que las bodegas visitadas no tienen depósitos abiertos.

Depósitos cerrados:	SI	NO	N/A
Elaboración/Fermentación	72,61%	10,15%	17,24%
Remontado/Labores en sombrero	7,00%	35,38%	57,62%
Desfangado/Despalillado	6,90%	43,75%	49,35%
CO2 como impulsor	44,83%	41,38%	13,79%
Inertizado por vaciado parcial	24,14%	37,93%	37,93%
Descubado /Limpieza	41,38%	31,03%	27,59%

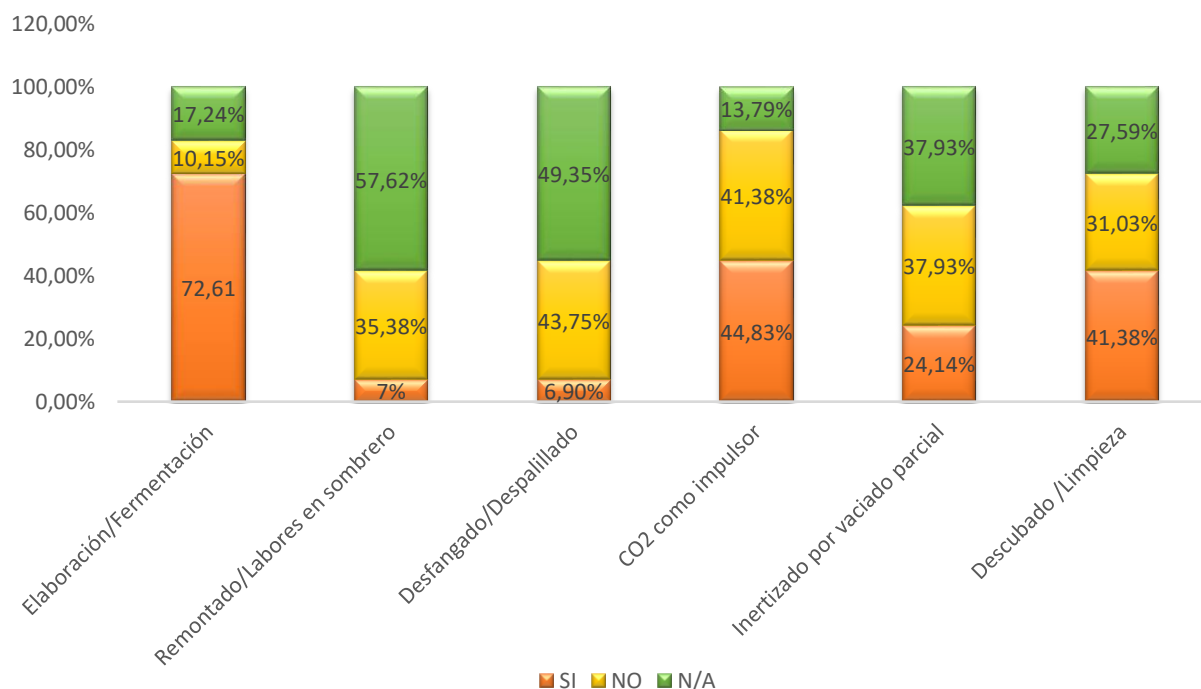


Ilustración 64.- datos sobre los procesos de trabajo en depósito cerrado en las plantas visitadas.

La mayor parte de los proceso de elaboración/fermentación se realiza en depósitos cerrados (72,61%) así como el descubado y la limpieza con el 41,38%. La inertización por vaciado parcial sólo se ha identificado que se realice en depósito cerrado en el 24,14% de los casos. Las labores de remontado, no aplica en el 58,62 % de los casos analizados se debe al diseño de los depósitos que hay actualmente en el mercado.

Procesos de limpieza	SI	NO
Manguera desde zona superior	53,33%	46,67%
Rociador (manual o automáticos)	80,00%	20,00%
Otros	19,23%	69,23%

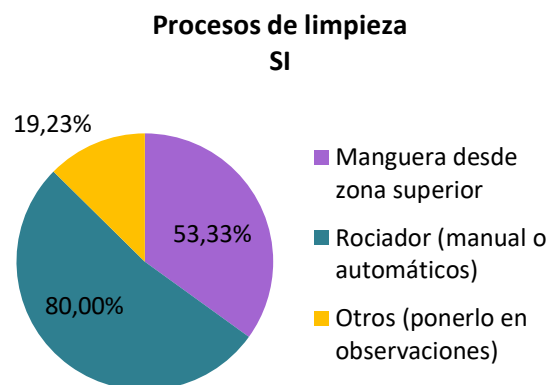


Ilustración 65.- Aplicación de procesos de limpieza en los depósitos de las plantas visitadas.

Los procesos de limpieza en depósitos se realizan principalmente con rociadores (manuales o automáticos) en el 80% de las bodegas y manguera aplicada desde la zona superior, en el 53,33% de los casos. En algunas instalaciones depende del tipo de depósitos que tengan, utilizaran un método de limpieza u otro.

Equipos de procesos	SI	NO	N/A
Sistemas autovaciantes	46,67%	46,67%	6,67%
Eliminación de fases decantada y aireación por rasquetas	0,00%	80,10%	19,90%
Manual	23,63%	56,70%	19,67%
Otros	3,45%	62,07%	34,48%

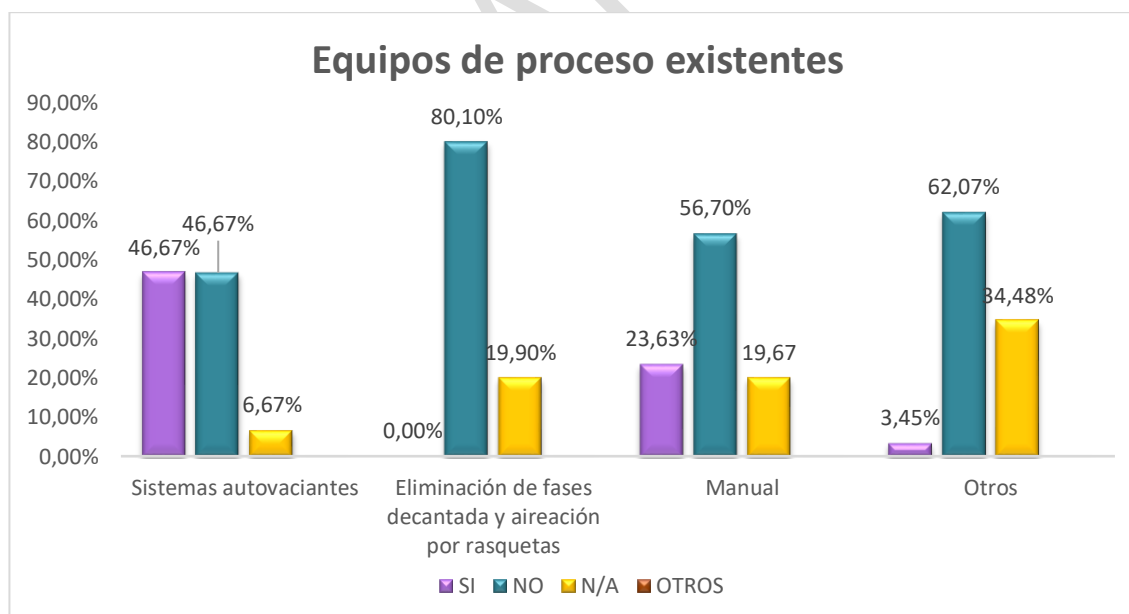


Ilustración 66.- Equipos e instalación de los procesos existentes en las plantas visitadas.

En muchos casos el vaciado de depósitos se realiza con pala, y en el caso de depósitos nuevos llevan incorporados sistemas sinfín para facilitar el vaciado y posterior limpieza. El 46,67% disponen de sistemas autovaciantes, y un 23,63% manifiesta que se realiza de forma manual.

4.4.4.- Metodologías de trabajo.

En relación con las metodologías y protocolos de trabajo las observaciones y resultados obtenidos en las visitas ha sido el siguiente.

Protocolo de trabajo	SI
Planificación de la actividad preventiva	58,62%
Acceso con permiso y control	36,67%
Ventilación y aireación previa si procede	78,57%
Operaciones (ejecución y desarrollo de proceso de trabajo)	96,67%
Mantenimiento	100,00%
Paradas de descanso y recuperación	62,07%
Orden y limpieza/ 5S	70,00%
Acompañamiento y/o vigilancia	27,59%
Sistemas de detección y/o vacío	23,33%
Cierre de actividad	20,69%
Otros	3,57%

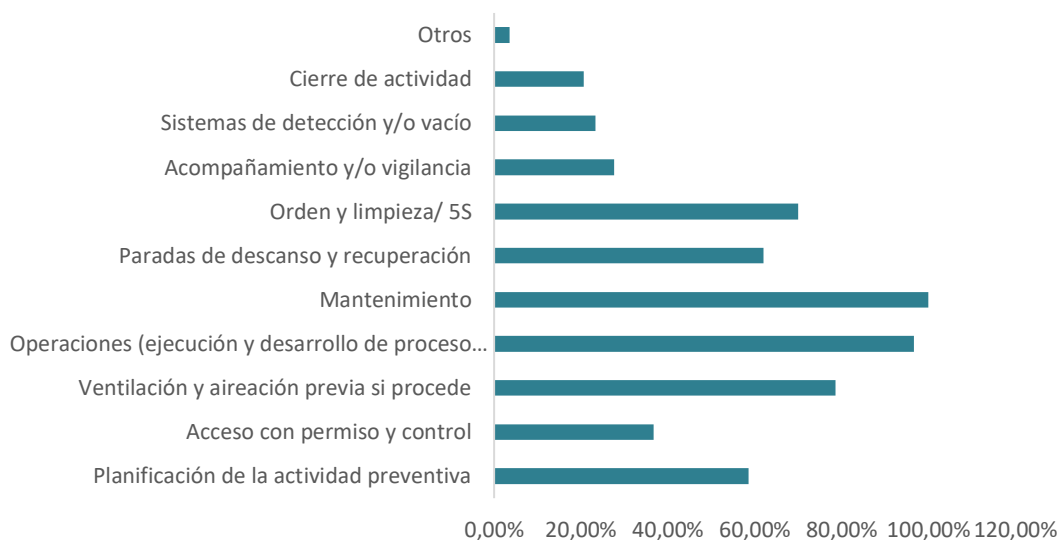


Ilustración 67.- metodologías y protocolos de trabajo en las plantas visitadas.

En general las industrias analizadas disponen de protocolos de mantenimientos y operaciones de trabajo relacionadas con la producción. Sólo se ha podido verificar que el 57,62 % dispone de protocolos para la planificación de la actividad preventiva. El relación con sistemas de acceso con permiso y controlados tan solo el 36,67%, y para la ventilación previa a los trabajos en depósitos y zonas críticas el 78,57%. Solamente dispone de acompañamiento y/o vigilancia (protocolos por escrito) durante las tareas en lugares de trabajo el 27,59 %, y sistemas de detección en el 23,33 % de los casos.

En cuanto a si hay un permiso de trabajo para acceder al interior de los depósitos, en el 67,74 % no hay. Pero es probable que exista una comunicación antes de ejecutar los trabajos más críticos, aunque no quede por escrito.

Permiso de trabajo para acceder		
Permiso de trabajo para acceder	Datos	
Si	9,68%	3
No	67,74%	21
N/A	22,58%	7
Total	100%	31

Permiso de trabajo para acceder

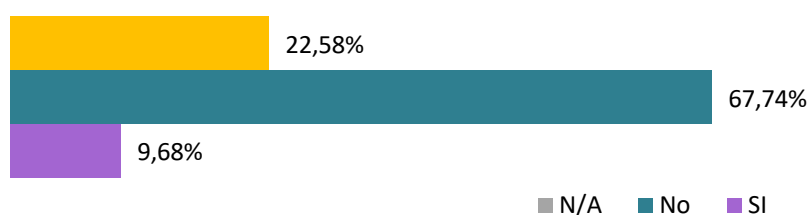


Ilustración 68: permisos de trabajo para acceder y operar en el interior

El 90% de las plantas visitadas no disponen de sistemas de monitorización de parámetros ambientales críticos como son CO₂/O₂. Este alto porcentaje puede deberse a que muchas de las plantas visitadas son de pequeño tamaño.

El 56,67% no disponen procedimientos de emergencia, evacuación y/o rescate específico, y en el 83,33% tampoco de equipos y sistemas de rescate e intervención en buen estado y operativos.

En el mismo sentido, el 74% no realizan simulacros ni adiestramiento en caso de emergencias, evacuación y rescate.

Realización de simulacros		
Realización de simulacros	Datos	
Si	25 %	8
No	74%	24
Total	100%	32

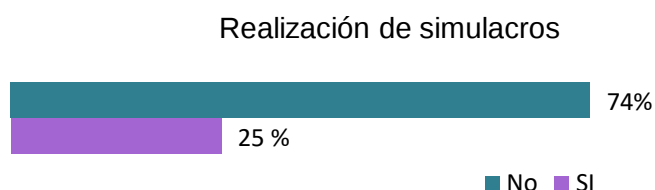


Ilustración 69: Realización de simulacros en las bodegas visitadas.



Ilustración 70.- Fotos de sistema de ventilación previa de depósitos establecido en protocolo.

4.4.5.- Equipos e instalaciones.

En relación con la disponibilidad de equipos de detección y aviso. Se obtienen como resultados de las observaciones en planta que solamente el 6,67 % dispone de sistemas de detección portátil, existe un 16,67% que tiene detección fija, un 10% sistemas de monitorización. Existe un 16,67% con avisados acústicos y luminosos, y un 6,67% con sistemas de notificaciones y avisos implantados.

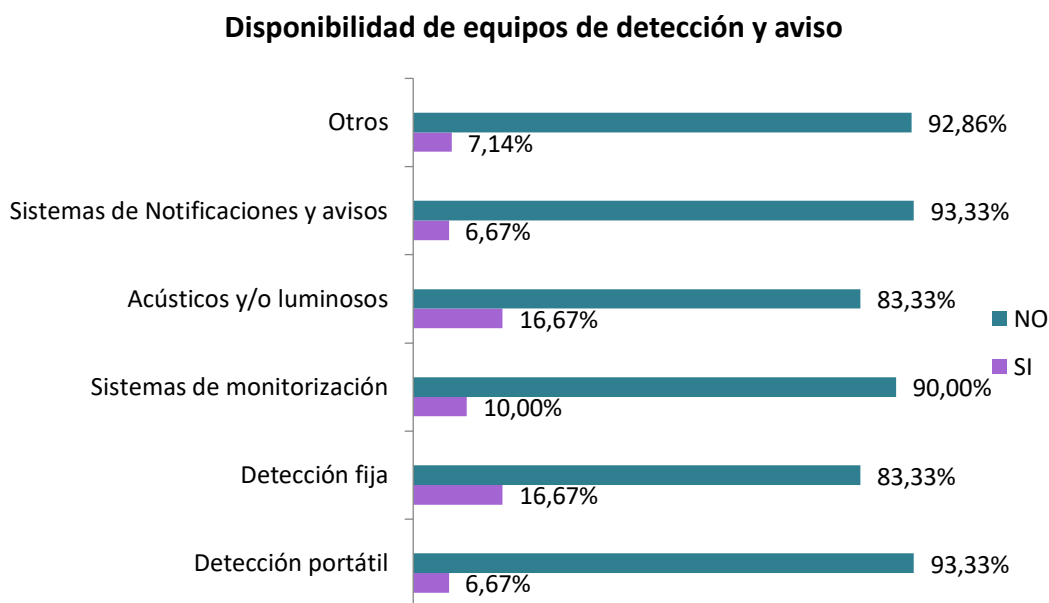


Ilustración 71.- disponibilidad de equipos detección y aviso en plantas visitadas.



Ilustración 72.- Foto de equipo detección portátil de CO2.

En lo referente a equipos de protección disponible relacionados con espacios confinados y trabajos con presencia de CO₂, los datos de las visitas son que tan solo el 10% (3 industrias visitadas) disponen de equipos de respiración autónoma, ninguna con respiración semiautónoma y tampoco existen sistemas de elevación e izado para intervención y rescates en caso de operaciones y necesario por emergencia.



Ilustración 73.- Equipos de protección respiratoria disponibles en algunas plantas visitadas.

4.4.6.- Capacidad de ventilación y renovación de aire.

En general las plantas observadas disponen de ventilación natural, así como ventilación formada manual. En algunos casos se han observado forzada activada por temporizador y se ha identificado en una planta que disponen ventilación activada por detección. En ninguno de los casos se ha realizado cálculo de renovación considerando la capacidad (m3) de las zonas y áreas. Se manifiesta que el dimensionamiento de la renovación se realiza considerado un sobredimensionamiento para garantizar la ventilación y la renovación de aire. El algún caso, se han identificado ventiladores tapados y por lo que no podían cumplir con su función.



Ilustración 74.- Sistemas de ventilación y renovación forzada de aire en plantas visitadas (zonas a cota y bajo rasante) 1.



Ilustración 75.- Sistemas de ventilación y renovación de aire en plantas visitadas 2.



Ilustración 76.- Sistemas de ventilación y renovación de aire en plantas visitadas 3.



Ilustración 77.- Sistemas de ventilación y renovación de aire cubiertos y bloqueados en plantas visitadas.

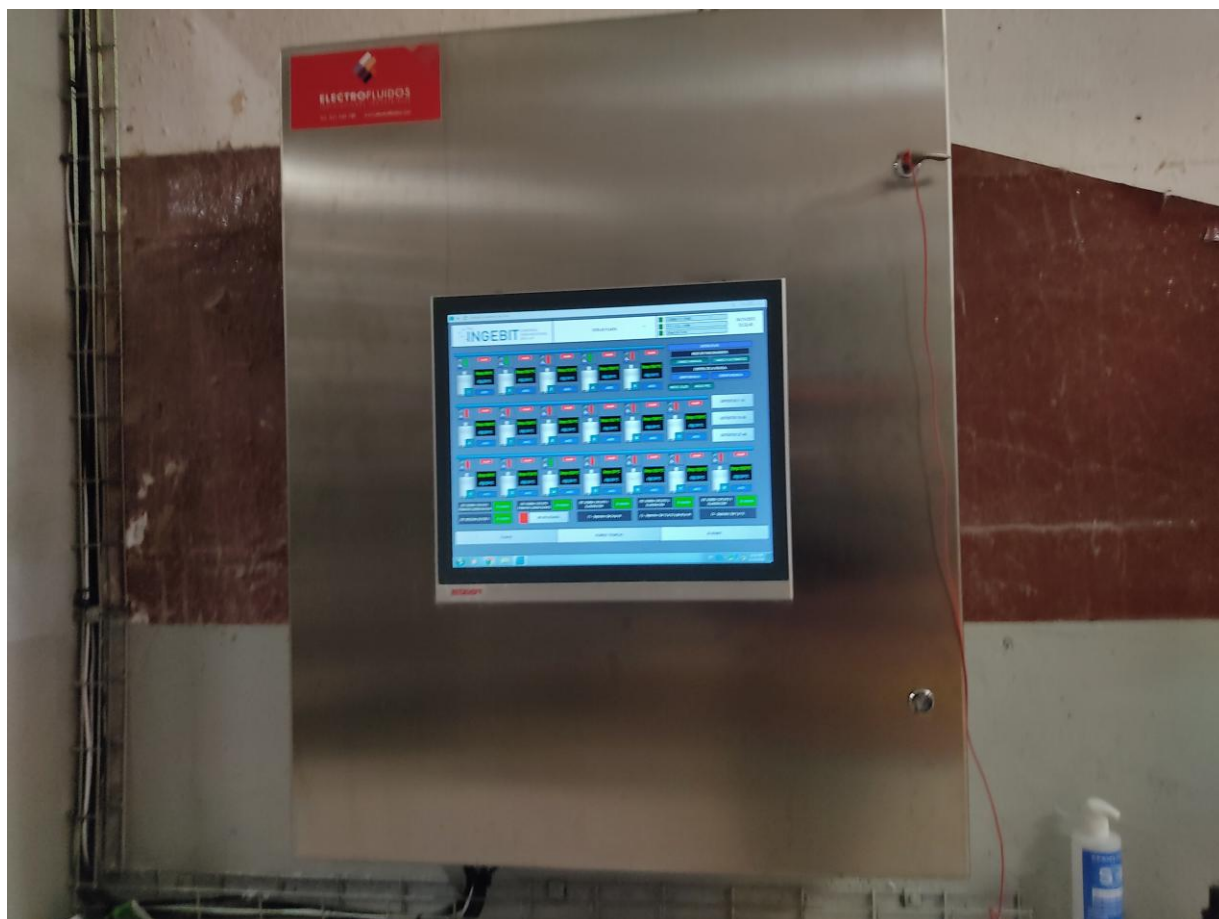


Ilustración 78.- Sistemas de ventilación y renovación de aire activado por detección en plantas visitadas.

4.4.7.- Personas.

En lo que procede al apartado personas hemos podido responder que existe una adecuada comunicación (canal y entorno) entre las personas trabajadoras en un 75,86% de las instalaciones visitadas.

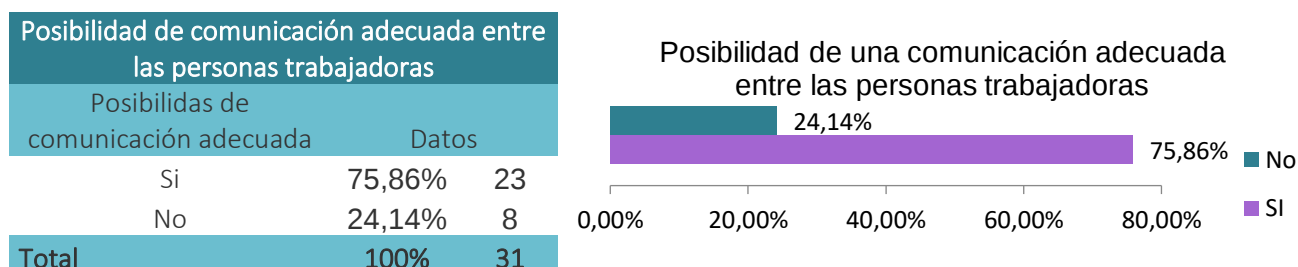


Ilustración 79.- Posibilidad de comunicación adecuada entre las personas trabajadoras.

En el 86,96% de las bodegas las personas trabajadoras disponen de información adecuada y suficiente para realizar el trabajo con conocimientos de prácticas seguras. Es debido a que muchas de las plantas visitadas, tienen SPA o SPM. En otras instalaciones, no se ha podido comprobar la información por tanto no se ha respondido la pregunta.

La consideración de recurso preventivo se encuentra presente solamente en el 20% de las empresas visitadas. Este aspecto resultaría necesario potenciarlo.

En general, con el 96,67% de los casos, no se ha observado presencia innecesaria en las plantas.

Presencia innecesaria de personas en el lugar de trabajo		
Presencia innecesaria	Datos	
Si	3,33%	2
No	96,67%	29
Total	100%	31

Presencia innecesaria de personas en el lugar de trabajo



Ilustración 80.- Presencia innecesaria de personas en el lugar de trabajo

4.4.8.- Caracterización de los procesos de molienda de la malta (cerveceras).

En referencia a estos procesos es necesario destacar que en el 41,18% no existen procedimientos de trabajo. No suele estar marcado como zona ATEX en las diferentes instalaciones, y son procesos donde no existen extracciones forzadas y generalmente no se encuentra en zonas ventiladas.

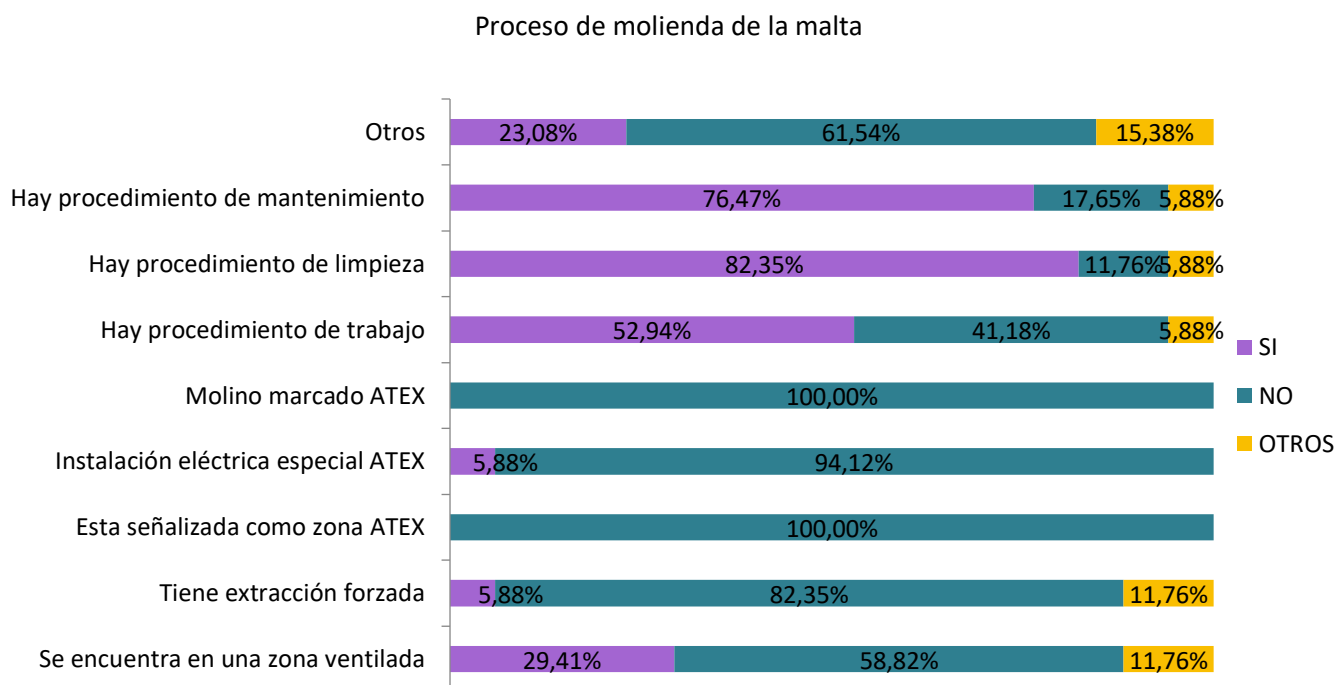


Ilustración 81.- Características de los procesos de molienda de la mata en las cerveceras visitadas.

4.4.9.- Análisis de monitorización y control de la calidad del aire interior.

Este apartado contempla el análisis de monitorización y control de la calidad del aire interior de las bodegas, mediante diferentes parámetros con el objeto de adquirir conocimiento de las problemáticas generadas por el comportamiento del CO₂ como el principal causante de accidentes mortales y graves por tufo. Este conocimiento deberá ayudar a identificar y orientar medidas efectivas para su prevención.

Se han colocado un total de 26 dispositivos en diferentes bodegas, cerveceras y sidrerías, y en esta revisión se realiza un avance del análisis de los datos de las bodegas de vino rioja y txakoli, con la posibilidad de obtener datos parámetros como concentración CO₂, TVOC, Temperatura, Humedad, presión atmosférica, luz ambiental y detección, movimiento/actividad.

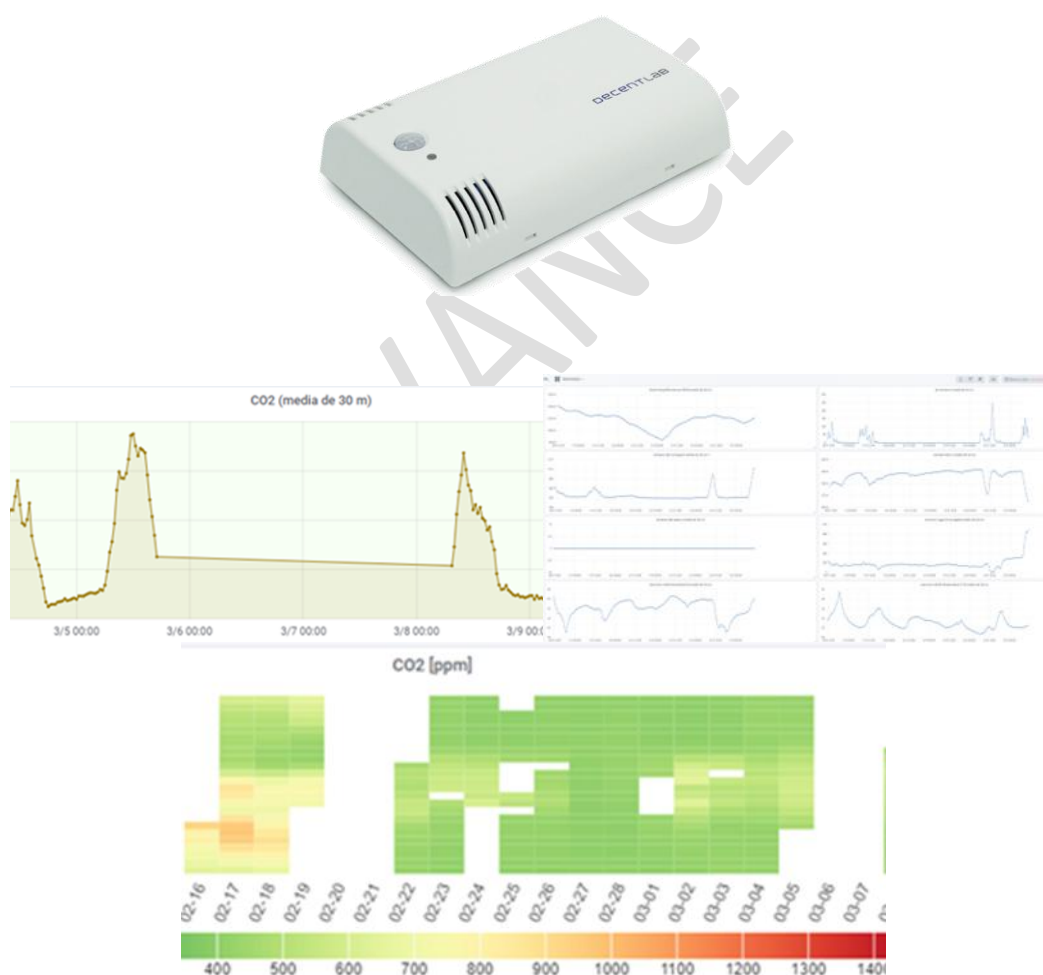


Ilustración 82.- Dispositivo de monitorización colocado en las instalaciones objeto de estudio y gráficos que facilita. Imagen obtenida de <https://www.catsensors.com/es/lorawan/sensores-lorawan-decentlab/dl-iam-sensor-iot-lorawan-co2-calidad-del-aire-en-interiores>.

Los datos obtenidos de estos dispositivos en campaña 2022 y posteriormente en 2024 en diferentes instalaciones se han procesado con estadística descriptiva, y en una muestra significativa se ha realizado un análisis por tramos considerando los procesos productivos críticos y de interés. El análisis se realiza considerando como principales parámetros e indicadores, la concentración de CO2, como no puede se otra manera, así como actividad e iluminación como indicadores de presencia potencial en las instalaciones.

El dispositivo determina el parámetro de actividad mediante sensor de movimiento PIR que mide el nivel de actividad; Los detectores pasivos infrarrojos o PIR (Passive Infrared) son dispositivos que detectan variaciones de la radiación infrarroja en el área de cobertura, por lo que son especialmente útiles para detectar la presencia de personas o animales a través del calor que emiten sus cuerpos.

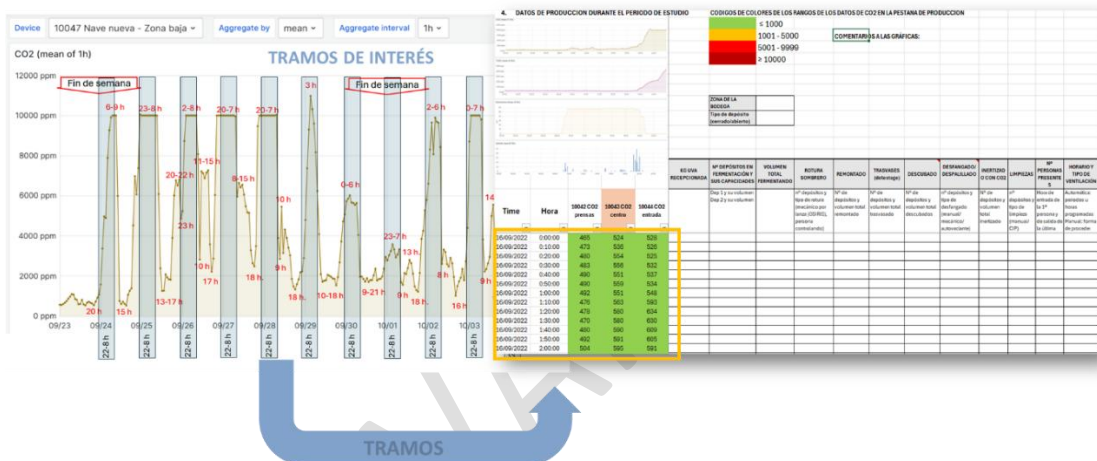


Ilustración 83.- Mecánica de recogida de datos de producción por tramos críticos y de interés monitorizados. Imagen propia.

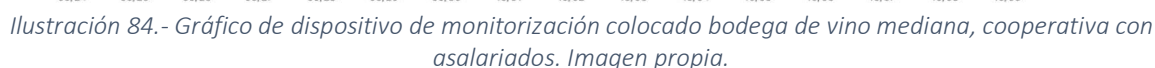
El estudio de CO2 se realiza con los siguientes rangos de exposición y criterios de análisis:

Id color	[C ppm]	Criterio
	≤ 1000	[C ppm] riesgo adecuado
	1001 - 5000	[C ppm] riesgo tolerable (≤5000 VLA 8h)
	5001 - 9999	[C ppm] con alto riesgo (limite VLA 8h ≤5000)
	≥ 10000	[C ppm] intolerable >15 min (≤ 15.000 [C ppm] exposiciones cortas de 15 min).

Tabla 19.- Rangos de exposición CO2 y criterios de interpretación. Elaboración propia.

El resultado de este análisis revela que existen zonas donde la presencia de CO2 en muy significativa, principalmente en épocas de producción como es lógico, pero también se evidencia con actividad cuando existe presencia potencial utilizando los indicadores iluminación y actividad. Esto conlleva que sea necesario hacer una reflexión de los protocolos de acceso, así como la dotación de dispositivos de alerta y un diseño adecuado de ventilación conectado.

Es necesario trabajar las relaciones y patrones de comportamiento de las concentraciones de CO₂ con el tipo de ventilación (natural/forzada) y el propio diseño de las instalaciones. Como se ha visto evidenciado es necesario mejorar los sistemas de ventilación y realizar estudios previos que pueden pautar las mejoras en estos sistemas para la prevención de las personas trabajadores en estas industrias.



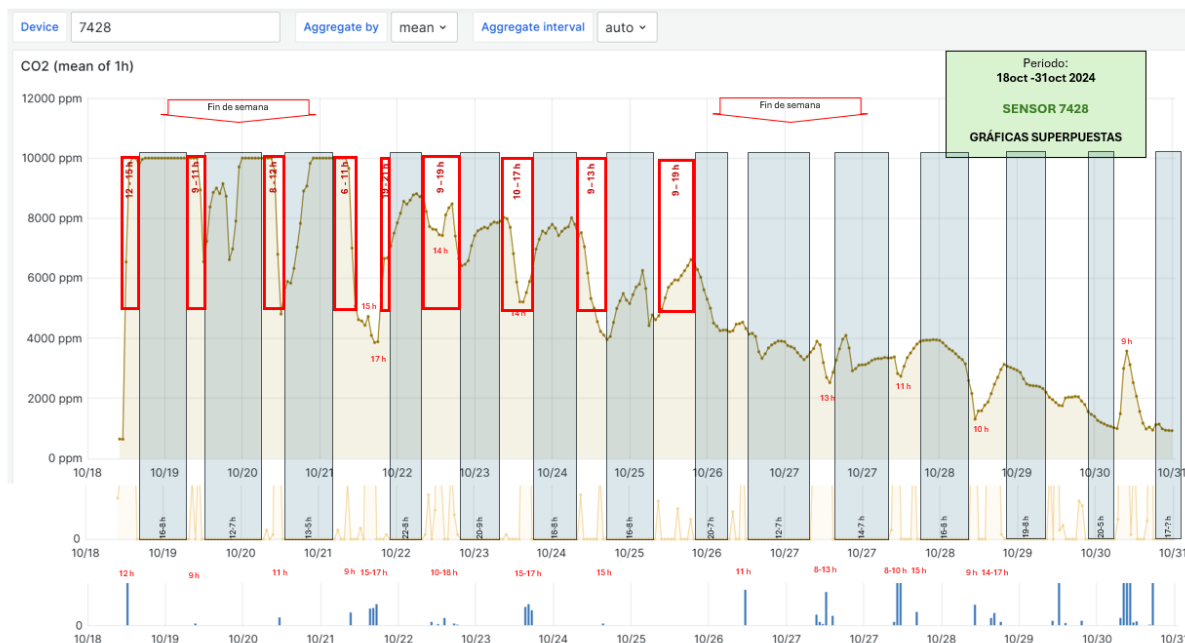


Ilustración 85.- Gráfico de dispositivo de monitorización colocado bodega de txakoli pequeña autónomo SIN asalariados. Imagen propia.

En las gráficas podemos observar que los indicadores de iluminación y actividad muestran una organización más estructurada y organizada cuando existen personas asalariadas, este aspecto permite un mayor control de las operaciones de riesgos y el acceso a bodegas. Por el contrario, en las bodegas pequeñas se advierte presencia menos estructurada.

Es decir, bodegas pequeñas las personas trabajadoras tienen diversidad de tareas y su horario es más irregular. Esta característica puede generar que se descuiden las buenas prácticas de ventilación durante los procesos.

Es destacable que en la gráfica de la bodega de txakoli que dispone de ventilación natural, la ventilación y renovación de aire hasta conseguir niveles adecuados tarda mucho más que el otro ejemplo con ventilación híbrida, mecánica y natural.

Fechas monitorización/estudio	Producción	parámetros	Estadístico						rangos riesgo CO2	parametros rangos riesgo CO2 (campanas 2022)						
			Promedio	Desviación Estándar (±)	Max	Min	Mediana	Moda		CO2 (ppm) N°	CO2 (ppm) %	n° actividad	% actividad	iluminación	% iluminación	
15/03/2022 a 18/03/2023	SI+NO	CO2 (ppm)	782,91	1571,25	10946	237	411	407	≤ 1000	42669	92,60%	197	61,76%	9363	85,34%	
		CO2 (ppm) con actividad >5	3789,14	1572,58	10946	337	1101	10000	1001- 5000	1877	4,07%	77	24,14%	1201	10,95%	
		RATIO (CO2/actividad>5)	239,30	1223,78	10946	312	151,4	2000	5001- 9999	705	1,53%	30	9,40%	344	3,14%	
		Sensor de movimiento PIR que mide el nivel de actividad; Los detectores pasivos infrarrojos o PIR (Passive Infrared) son dispositivos que detectan variaciones de la radiación infrarroja en el área de cobertura, por lo								≥ 10000	827	1,79%	15	4,70%	63	0,57%
		que son especialmente útiles para detectar la presencia de personas o animales a través del calor que emiten sus cuerpos.								Total	46078	100,00%	319	100,00%	10971	100,00%
										≤ 1000	675	17,08%	3	2,83%	199	11,79%
24/09/2022 al 23/10/2022	SI	CO2 (ppm)	4625,24	3539,83	10946	237	3585,5	10000	≤ 1000	675	17,08%	3	2,83%	199	11,79%	
		CO2 (ppm) con actividad >5	7277,86	3507,00	10946	337	10000	10000	1001- 5000	1745	44,15%	58	54,72%	1082	64,10%	
		RATIO (CO2/actividad>5)	455,49	421,67	1726	9,928229665	322,5806452	909,9	5001- 9999	705	17,84%	30	28,30%	344	20,38%	
		Sensor de movimiento PIR que mide el nivel de actividad; Los detectores pasivos infrarrojos o PIR (Passive Infrared) son dispositivos que detectan variaciones de la radiación infrarroja en el área de cobertura, por lo								≥ 10000	827	20,93%	15	14,15%	63	3,73%
		que son especialmente útiles para detectar la presencia de personas o animales a través del calor que emiten sus cuerpos.								Total	3952	100,00%	106	100,00%	1688	100,00%
										≤ 1000	675	17,08%	3	2,83%	199	11,79%
(15/03/2022 a 18/03/2023)-SI	NO	CO2 (ppm)	422,45	456,61	4794	243	444	409	≤ 1000	675	17,08%	3	2,83%	199	11,79%	
		CO2 (ppm) con actividad >5	595,24	456,61	4794	381	444	409	1001- 5000	1745	44,15%	58	54,72%	1082	64,10%	
		RATIO (CO2/actividad>5)	41,39	52,23	409,5	3,040816327	39,27	52,38	5001- 9999	705	17,84%	30	28,30%	344	20,38%	
										≥ 10000	827	20,93%	15	14,15%	63	3,73%
SI-NO		DIF CO2 (ppm)	4202,79	3083,23	6152,00	-6,00	3141,50	9591,00	≥ 10000	827	20,93%	15	14,15%	63	3,73%	
		DIF CO2 (ppm) con actividad >5	6682,62	3050,40	6152,00	-44,00	9556,00	9591,00	Total	3952	100,00%	106	100,00%	1688	100,00%	

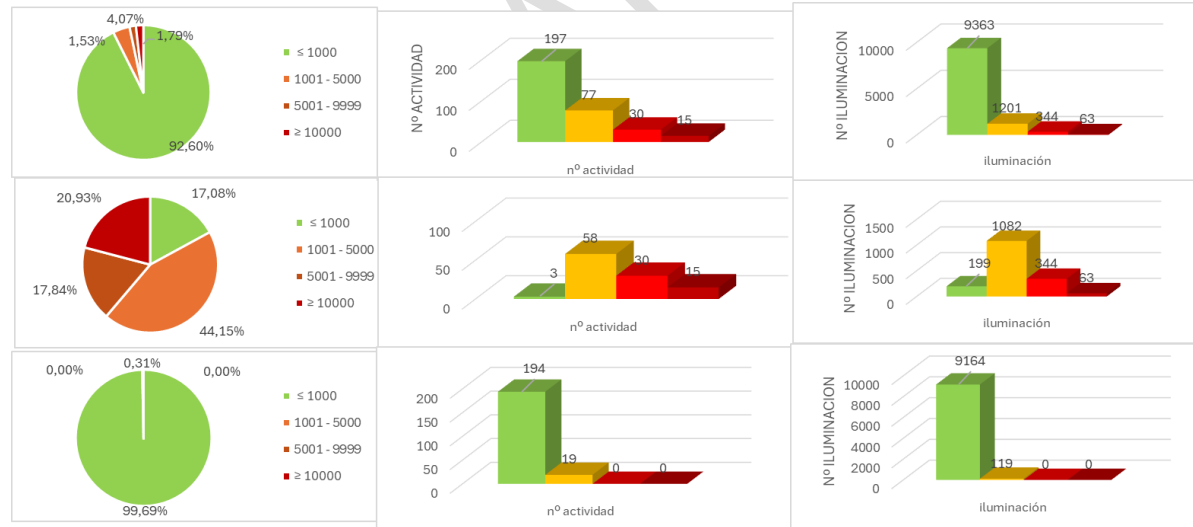


Ilustración 86.- Análisis estadístico y gráficos en análisis de CO2 en instalaciones. Imagen propia.

5.- DAFO (Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).

D

DEBILIDADES

INTERNO

1. Existen más número de contratados en puntas de producción en bodega y en campaña.
2. Puede existir un déficit de información y formación, así como el desconocimiento de instalaciones y bodega por las nuevas incorporaciones.
3. El trabajo en campaña se realiza de forma intensa en poco tiempo y horas /día. (a destajo).
4. En campañas y necesidades producción principalmente son eventuales, obra y servicio, o fijos discontinuos en vino (embotellado y campaña). En embotellado se suele hacer de forma puntual en opciones de cooperativas.
5. Por tamaño de plantilla no aplicaría el Comité de Seguridad y Salud.
6. Sistemas de ventilación inadecuado o deficiencias en el diseño, sin consideración en la evaluación de riesgos, y en ocasiones con un mantenimiento insuficiente.
7. Existen zonas y recovecos sin ventilación o con ventilación dificultosa. Así como zonas bajo rasante.
8. Pueden existir riesgo fuera de depósito en época de producción y vendimia. Las personas de apoyo puntual en bodega sin experiencia pueden ser expuestos a riesgo. Especialmente en la entrada a la mañana al no ventilar la persona experimentada.
9. No existe protocolo escrito de ventilación, por ejemplo, por aperturas de puertas y con identificación en plano de puntos críticos o zonas de mayor riesgo. Es necesario protocolizar el proceso de trabajo con previa ventilación a la entrada, determinando en tiempo necesario para evitar el riesgo.

A

AMENAZAS

ENTORNO

1. Las empresas matrices no suelen ejercer elemento tractor ni CAE adecuada que favorezca la mejora en materia de prevención de riesgos laborales. Sólo le importa la calidad.
2. Existe en la muestra un 50% que no dispone de recurso preventivo y un 26,67% por su condición de autónomo no aplica.
3. No existe formación y práctica suficiente reglada y no reglada sobre protocolos de ventilación frente al TUFO, y su intervención/rescate por parte de 2 y 3ª persona.
4. Escasa o nula formación específica frente al TUFO destinado al recurso preventivo que debería estar presente.
5. No existe una percepción de riesgo frente al TUFO (huelo a TUFO, pero no mucho), existiendo una falsa percepción de que se dispone de conocimiento y entrenamiento suficiente frente a estos riesgos.
6. El trabajador único está formado como recurso preventivo, pero no se puede considerar como tal al no ser una 2ª persona formada y vigilante como recurso preventivo (en el caso de acceso a bodega), a excepción de en espacios confinados que se suele realizar en campaña con más gente.
7. No existe una dotación de medios adecuadas para intervención y rescate.
8. Operaciones en Cervecera con presencia constante de CO2 como embotellado, vaciado o empuje con CO2 del depósito más el CO2 generado de forma natural. Liberación de CO2 por sobrepresión en instalaciones al ambiente, para regular la sobrepresión.
9. En bodegas vaciado o empuje con CO2 del depósito más el CO2 generado de forma natural. Liberación de CO2 por sobrepresión en instalaciones al ambiente, para regular la sobrepresión.

10. Ausencia de señalización de riesgo por TUFO y zonas críticas por asfixia sin acceso restringido. Ausencia de señalización en general.
11. Acceso restringido en muchas áreas, pero no de forma automatizada (sin tarjeta ni control automático para el acceso, por ejemplo).
12. El diseño de las instalaciones de forma general no permite un acceso fácil des de acceso o pasillos.
13. En determinadas cooperativas se suelen presentar socios para acompañar mientras almuerzan y colaboran en el embotellamiento).
14. No existen acceso controlados ni sistemas de permisos y autorización.
15. No hay videovigilancia. Ni disponibilidad de sistemas de alarma, pulsadores hombre-muerto, relojes avisadores, etc. No hay en general sistemas de monitorización de parámetros ambientales críticos.
16. No se suelen realizar simulacros de rescate frente al TUFO.
17. Generalmente no hay sistemas ni equipos de detección, aviso y monitorización de CO₂. Existe un escaso porcentaje de industrias con sistemas de respiración para rescates.
18. En algunas bodegas existen sistemas de comunicación electrónicos, aunque no existe sistema de hombre muerto.
19. Presencia de CO₂ en producción y fuera de campaña con niveles no adecuados.

10. Pueden existir personas para cata y visitas en bodega no consciente de los riesgos, especialmente en zonas de calado o similares (cuando no se trata de zona de recepción y habilitada para este fin).
11. Zonas resbaladizas especialmente en pavimentos de bodegas pequeñas, con riesgo de caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza (equipos, instalaciones y especialmente mangas de trasiego por los suelos).
12. En algunos casos autónomos se encierran en el recinto para evitar que entre gente ajena.
13. En cervecera y bodega se realizan visitas, catas y eventos en zonas de trabajo que pueden llegar a ser críticas.
14. Existencia de problemáticas y limitaciones técnicas de disposición de sistemas y/o dispositivos de detección y advertencia de CO₂ en entornos hostiles, como ambientes con abundante agua, grasa u otras sustancias que puedan afectar al dispositivo, como es el caso de la medida en el interior de depósitos, etc.

F

FORTALEZAS

O

OPORTUNIDADES

INTERNO	ENTORNO
1. SPM con sistema y protocolos normalizados. Aunque este aspecto puede ser por la muestra seleccionada hasta el momento, siendo consciente por otras campañas que el SPA es muy habitual, con errores en la documentación y evaluaciones de riesgos. 2. Existen zonas nuevas con un diseño de instalaciones adecuadas. Con sistema de monitorización y ventilación forzada automatizadas. 3. Diseño de depósitos y tanques de acero que favorece el vaciado, y se dispone de ventilación superar para extracción de CO₂, como autovaciantes, o con sistemas sinfín, etc. 4. La mayoría de las limpiezas se realiza con CIP. 5. Existe evaluación de riesgos que haya contemplado el riesgo de TUFO.	1. El algún caso existe un alto porcentaje de producción que se destina a las grandes bodegas, las que puedan ejercer como elemento tractor (realizando una buena CAE). 2. Posibilidad de captación de CO₂ para su reutilización como la generación de energía (cogeneración), este se gestiona como subproducto que genera valor añadido. 3. Incorporación de sistemas de extracción localizada con demostrada efectividad. 4. Se podría poner/fomentar sistemas/aplicaciones de hombre muerto, bien por pulsador, por impacto, etc. y con posibilidad de geolocalización interna. 5. Desarrollo e implementación de sistema de mejora ambiental, sociolaboral, economía social y circular con la captación y reutilización de CO₂ generado en las fermentaciones principalmente. 6. Aumento de proyectos y desarrollos tecnológicos, como por ejemplo a través de aplicaciones IOT, para la monitorización y mantenimiento de la calidad del aire y sistemas de ventilación. 7. Existencia de proyectos para la mejora de la formación y el adiestramiento de las personas que operan en espacios confinados, como por ejemplo a través de la Realidad virtual inmersiva.

Tabla 20.- DAFO: Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades en la problemática de TUFO y asfixia. Elaboración propia.

7.- Observaciones y Oportunidades de mejora.

Las observaciones y oportunidades de mejora se realizan en estos 4 grandes focos:



Protocolos y pautas de trabajo:

- Todas las tareas críticas se deberían protocolizar por escrito, como por ejemplo el acompañamiento y vigilancia en todas las operaciones críticas.
- Los procedimientos y pautas de trabajo se tendrían que definir, especificando, en algunos casos tiempos de espera y de actuación como son los 30 minutos necesarios para ventilación de depósitos.
- Es necesario impulsar la presencia de recurso preventivo.
- Se debería implementar sistemas de permiso y autorización de acceso a planta y lugares de trabajo críticos. Sería aconsejable que el acceso fuere por tarjeta o sistema automatizado.

Diseño de instalaciones, equipos y tecnología

- El diseño de instalaciones deberá realizarse considerando la capacidad de ventilación, así como aspectos de visibilidad, accesos, comunicación entre personas trabajadoras, etc. Por ejemplo, evitando recovecos y zonas bajo rasante, y favoreciendo la ventilación natural y cuando esto no sea posible, o esta deba de ser mejorada, implementando con ventilación forzada en los diferentes espacios.

- Un aspecto clave para la prevención de riesgos por TUFO en las plantas y naves es un sistema de ventilación correctamente diseñado, evidenciándose que es mas eficaz aquellos de carácter hibrido y/o mixto, ventilación natural y forzada.
- Se deberían implementar sistemas de monitorización y vigilancia de parámetros ambientales críticos, asociados con sistemas de alerta y actuación, alarmas luminosas y sonoras, actuando sobre sistemas de ventilación, etc.
- Se debería analizar la necesidad de equipos de detección hombre-muerto y las tecnologías existentes aplicables.
- Existen dispositivos IOT que se están desarrollando para un mayor control y prevención de tufo, mediante la alerta y el aviso. Algunos de estos sistemas se encuentra ya como innovación conectada en depósitos que garantizarían seguridad en operaciones críticas en estas instalaciones.

Información, Formación y sensibilización:

- Implementar programas de formación específicos teniendo en cuenta las problemáticas de TUFO y espacios confinados.
- Mejora de las Evaluación de riesgos y los sistemas de emergencia y evacuación, considerando los riesgos por tufo y asfixia, así como incorporando sistemas de intervención y rescate. Todo ello acompañado del adiestramiento y los planes de simulación necesarios.
- Debería mejorarse la identificación y señalización de peligros y riesgos debidamente.
- Generar una guía específica frente a tufo y espacios confinados una vez finalizado es estudio.
- Existe una apuesta por la oferta de formación mediante Realidad Virtual Inmersiva.

Investigación y conocimiento:

- Continuar con los estudios y análisis de investigación para profundizar más en el conocimiento de las problemáticas, como es el comportamiento de parámetros críticos como el CO₂, que nos permitan ajustar las medias con efectividad.



Considerando aspectos que pudiesen afectar a la generación y comportamiento de CO_2/O_2 , como, por ejemplo:

- ✓ Ausencia ventilación.
 - ✓ Procesos de trabajo.
 - ✓ Temperatura, humedad y presión atmosférica.
 - ✓ N.º de personas.
 - ✓ Producción L/m³
 - ✓ Etc.
- Desarrollar vigilancias bibliográficas y de tecnología que nos ayuden a estar al tanto de las posibilidades actuales y del conocimiento existente.
 - Promover plataformas que interactúen las industrias, el sector, las entidades institucionales, así como universidades y centros tecnológicos, orientando su actuación en la generación de soluciones de problemas.
 - Desarrollar artículos y publicaciones de informes, como puede ser el presentado. De esta forma se genera cultura de conocimiento y transferencia útil.
 - Es necesario continuar con las innovaciones que permita una adecuada apertura de depósitos, con sistemas de avisos y alertas, semáforo y/o enclavamiento.
 - Caracterización de los sistemas de ventilación para poder conocer sus problemáticas y las opciones más eficientes, para poderlas transferir y pautarlas al sector.
 - Elaboración guía con pautas, conocimiento y medias de prevención y protección específicas para el TUFO en estas instalaciones.

Índice de tablas:

Tabla 1.- Nº Establecimientos por actividad y TTHH de Euskadi (sólo contempla personas jurídicas). Fuente. Directorio de Actividades Económicas campaña 2019. Elaborado por HAZI.	5
Tabla 2.- Nº personas trabajadoras por estrato de empleo, tipo de actividad y TTHH de Euskadi. Fuente. Directorio de Actividades Económicas. Fuente: Encuesta industrial campaña 2019. Elaborado por HAZI.....	6
Tabla 3.- Producción en mil€ por estrato de empleo, tipo de actividad y TTHH de Euskadi. Fuente. Directorio de Actividades Económicas. Fuente: Encuesta industrial campaña 2019. Elaborado por HAZI.	7
Tabla 4.- Relación de actividades y su CNAE dentro del alcance del estudio. Obtenida de https://www.ine.es/ ..	9
Tabla 5.- Efectos a la exposición respiratoria de dióxido de carbono. Obtenida de https://www.ivhhn.org/index.php/es/information/information-different-volcanic-gases/carbon-dioxide	11
Tabla 6.- Tabla de valores límites de exposición de dióxido de carbono. Obtenida de https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134 . ..	11
Tabla 7.- IIAA de interés por TTHH de Euskadi. Fuente: HAZI. Directorio de Actividades Económicas DIRAE ejercicio cerrado 2020.	12
Tabla 8.- Estimación de tamaño muestral de IIAA representa de IIAA de interés. Elaboración propia.	12
Tabla 9.- Tramos de personas trabajadoras de IIAA de interés por TTHH de Euskadi. Fuente: HAZI. Directorio de Actividades Económicas DIRAE ejercicio cerrado 2020.	12
Tabla 10.- Datos y resultados obtenidos de la Tesis doctoral “Análisis de las condiciones de seguridad en los espacios confinados de las bodegas de elaboración de vino de la región de Murcia” de Rafael Pérez Sedano de la Facultad de Medicina de la Universidad Miguel Hernández (departamento de patología y Cirugía, área de Medicina Legal y Forense).	17
Tabla 11.- Datos obtenidos y propuesta de la campaña sectorial (2010-2012) realizada en el marco de línea Elikapreben-Nekapreben de los Planes Sectoriales de Prevención de Riesgos Laborales en el sector Agroforestal en la CAE.....	18
Tabla 12.- Datos y resultados obtenidos de la Campaña 2016-2017 realizada por OSALAN (Instituto de Seguridad y Salud Laborales del País Vasco) en bodegas del Territorio Histórico de Álava. Situación en materia de Prevención de Riesgos Laborales.	21
Tabla 13.- Conclusiones de la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas “Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz”.	27
Tabla 14.- Conclusiones y líneas de futuro del análisis de tareas de la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas “Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia.	29
Tabla 15.- Relación de accidentes potencialmente por TUFO con resultado de muerte o grave encontrados en los medios. Elaboración propia.....	48
Tabla 16.- Utilidades de Nuevas Tecnologías de Aplicación en Agricultura (Tecnología Transversal). Tabla Elaborada a partir del capítulo 4 de “Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age”.	53
Tabla 17.- Utilidades de Nuevas Tecnologías de Aplicación en Agricultura (Tecnología de Campo). Tabla Elaborada a partir del capítulo 4 de “Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age”.	54
Tabla 18.- Utilidades de Nuevas Tecnologías de Aplicación en Agricultura (Tecnología de Campo/Recurso). Tabla Elaborada a partir del capítulo 4 de “Innovation in Agriculture and Food Systems in the Digital Age”.	54
Tabla 19.- rangos de exposición CO2 y criterios de interpretación. Elaboración propia.	99
Tabla 20.- DAFO: Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades en la problemática de TUFO y asfixia. Elaboración propia.	105

Índice de ilustraciones:

Ilustración 1.- Objetivos cuantitativos de la Estrategia Euskadipreben 2025.	5
Ilustración 2.- Nº Establecimientos por actividad y TTHH de Euskadi (sólo contempla personas jurídicas). Fuente. Directorio de Actividades Económicas campaña 2019. Elaborado por HAZI.	6
Ilustración 3.- Producción en mil€ por estrato de empleo, tipo de actividad y TTHH de Euskadi. Fuente. Directorio de Actividades Económicas. Fuente: Encuesta industrial campaña 2019. Elaborado por HAZI.	8
Ilustración 4.- Síntesis química y proceso de la fermentación alcohólica. Obtenida de https://www.aprenderdevino.es/fermentacion-alcoholica/	9
Ilustración 5.- Comparación de concentración de CO ₂ en tareas de descube de vino tinto en depósitos subterráneos presentado en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz"	22
Ilustración 6.- Figuras de comparación de concentración de O ₂ y CO ₂ en procesos de ventilación durante la ventilación de depósitos de vino tinto presentados en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz" 1.	23
Ilustración 7.- Figuras de comparación de concentración de O ₂ y CO ₂ en procesos de ventilación durante la ventilación de depósitos de vino tinto presentados en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz" 2.	23
Ilustración 8.- Figuras de comparación de concentración de CO ₂ en tareas de limpieza de depósitos de vino tinto presentados en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz"	24
Ilustración 9.- Figuras de concentración de CO ₂ en jornadas de trabajo completas en la Tesis doctoral de Carmen Victoria Rojas "Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz".	25
Ilustración 10.- depósitos de maceración de fondo plano. imagen obtenida de https://www.conal.es/aplicacion-por-sectores/enologia/	27
Ilustración 11.- depósitos subterráneos. imagen obtenida de las visitas realizadas a bodega.	28
Ilustración 12.- Monitorización en tiempo real de la fermentación alcohólica. Revista de Sensores IEEE (Volumen: 20, Número: 12, 15 de junio de 2020).	38
Ilustración 13. Proceso de Elaboración del vino y etapas con exposición a CO ₂ y riesgo de asfixia. Elaboración propia.	43
Ilustración 14. Proceso de Elaboración de cerveza y etapas con exposición a CO ₂ y riesgo de asfixia. Obtenido de https://cervezagotter.com.ar/procesos	44
Ilustración 15. Proceso de Elaboración de sidra y etapas con exposición a CO ₂ y riesgo de asfixia. Elaboración propia.	45
Ilustración 16.- Noticias de accidentes por "tufo" en Lapuebla de Labarca (2020). Obtenidas de https://www.preencionintegral.com/actualidad/noticias/2020/10/22/accidente-laboral-mueren-dos-trabajadores-en-bodega-alava y https://www.larioja.com/comarcas/intoxicados-tufo-bodega-20181012104603-nt.html	46
Ilustración 17.- Noticias de accidentes por "tufo" en Paniza (2019). Obtenidas de https://www.elmundo.es/espana/2019/07/02/5d1b319ffc6c83353a8b45eb.html https://www.elplural.com/sociedad/dos-trabajadores-muertos-en-una-bodega-zaragoza-tufo-del-vino_219661102	47
Ilustración 18. Nº de accidentes por ahogamiento o asfixia en la Ind. de bebidas en España. Fuente: Ministerio de Trabajo y Economía Social.	49
Ilustración 19.- Accidentes totales en la agricultura española comparando lesiones y gravedad (2013-2018). Obtenido del estudio "Severity of occupational agricultural accidents in Spain, 2013–2018" de Xavier Baraza *, Natalia Cugueró-Escofet.	50
Ilustración 20.- Accidentes en la agricultura española comparando región de España y gravedad (2013-2018). Obtenido del estudio "Severity of occupational agricultural accidents in Spain, 2013–2018" de Xavier Baraza *, Natalia Cugueró-Escofet.	50
Ilustración 21.- Análisis Ishikawa: Análisis de Factores de Riesgos potenciales para accidentes por TUFO e inertización de depósitos. Ámbito Euskadi. Elaboración propia.	52

Ilustración 22.- Reloj hombre muerto. Imagen obtenida de https://baroig.com/proteccion-laboral/dispositivos-de-hombre-muerto/	55
Ilustración 23.- Apple Watch para la detección de caídas. Obtenido de https://support.apple.com/	56
Ilustración 24.- Sistemas hombre-muerto. Imagen obtenida de http://www.aturvite.com/main.asp?Familia=188&Subfamilia=231&cerca=familia&pag=1	56
Ilustración 25.- Barreras y señales para prevención y consignación de espacios consignados de https://baroig.com/senalizacion-industrial/espacios-confinados/	56
Ilustración 26.- dispositivos de detección portátil, y fija, y sistema de monitorización de parámetros ambientales críticos. Obtenida de diversas fuentes en Google.	57
Ilustración 27.- dispositivos de detección portátil, y fija, y sistema de monitorización de parámetros ambientales críticos Nanoenvi IAQ. Obtenida de https://envira.es/nanoenvi-iaq	58
Ilustración 28.- dispositivos de detección portátil NM-EM500-CO2. Obtenida de https://help.nespra.net/hc/es/articles/360063462293-NM-EM500-CO2-Sensor-CO2	58
Ilustración 29.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de https://en.gazdetect.com/portable-co2-detector-igas/	59
Ilustración 30.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de https://www.sensotran.com/es/productos/catalogo-de-monitores-de-gas-sensotran/monitores-personales/clipsens-pro-co2.html	60
Ilustración 31.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de https://analoxgroup.com/gas-detection-products/carbon-dioxide-co2	60
Ilustración 32.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de https://analoxgroup.com/products/co2buddy	61
Ilustración 33.- dispositivos de detección portátil, Obtenida de https://www.co2meter.com/collections/winery-co2-safety-system	61
Ilustración 34.- Sistema posicionamiento de interiores. Obtenida de https://situm.com/es/blog/situm-corporativa/situm-indoor-positioning-incluido-en-el-2018-magic-quadrant-for-indoor-location-services-worldwide-de-gartner/	63
Ilustración 35.- Noticia de recuperación de CO2 del proceso de la cerveza. Obtenido de https://www.atlascopco.com/es-es/compressors/industry-solutions/brewery-air-compressor/co2-recovery-brewery	64
Ilustración 36.- Noticia de recuperación de CO2 del proceso de la cerveza 2. Obtenido de https://ecoinventos.com/cerveceras-convierten-dioxido-de-carbono-en-oro-liquido/	64
Ilustración 37.- Sistema de recuperación a anhídrido carbónico de fermentación. Obtenido de https://stiener.es/catalogo/recuperacion-co2/	65
Ilustración 38.- Noticia de sistema de recuperación de CO2 de fermentación en vino por la Familia Torres. Obtenido de https://www.vinetur.com/2021110966847/un-sistema-pionero-captura-y-reutiliza-el-co2-de-la-fermentacion-del-vino.html	65
Ilustración 39.- Imagen de sistema de recuperación de CO2 de fermentación en vino por la Familia Torres. Obtenido de https://www.tecnovino.com/asi-es-el-sistema-pionero-que-recoge-y-reutiliza-co2-de-la-fermentacion-del-vino-con-el-que-familia-torres-espera-capturar-20-toneladas-de-co2/	66
Ilustración 40.- Ejemplo de sistema de ventilación en una bodega doméstica. Obtenido de https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-una-bodega-domestica-caso-practico/	67
Ilustración 41.- Comparativa de sistemas de ventilación en bodegas observadas durante el estudio. Imagen propia.	68
Ilustración 42.- Datos industria alimentaria analizada. Elaboración propia.	73
Ilustración 43.- Forma jurídica industria alimentaria analizada. Elaboración propia.	73
Ilustración 44.- Modalidad organizativa industria analizada.	74
Ilustración 45.- Recurso preventivos existentes en la industria visitada.	74
Ilustración 46.- dificultad de acceso al lugar de trabajo en las industrias visitadas.	75
Ilustración 47.- Acceso a la parte superior de depósitos en bodega.	75
Ilustración 48.- Acceso a la parte inferior de depósitos subterráneos en bodega.	76
Ilustración 49.- Acceso a la zona de barricas en bodega.	76
Ilustración 50.- Acceso a la zona de depósito en bodega.	77
Ilustración 51.- Acceso a la zona de depósito de fondo plano y zona de barrica.	77
Ilustración 52.- Acceso a la zona de depósito en sidrería.	78
Ilustración 53.- datos sobre dificultad de visibilidad de zonas de trabajo desde acceso en las industrias visitadas.	78

Ilustración 54.- Señalización de espacios confinados y riesgo asociado en las industrias visitadas.	78
Ilustración 55.- Fotos de espacios confinado de las industrias visitadas.	79
Ilustración 56.- datos sobre espacis de tufo potencial con ventilacion dificultosa en las insdustrias visitadas	80
Ilustración 57.- datos sobre Espacios de tufo potencial con ventilación no dificultosa en las industrias visitadas.	80
Ilustración 58.- datos sobre existencia de zonas resbaladizas o con riesgos de caídas en espacios interiores de las industrias visitadas.	81
Ilustración 59.- datos sobre el estado de las áreas de trabajo en las industrias visitadas (limpias, ordenadas y debidamente señalizadas).....	81
Ilustración 60.- Fotos de estado de las áreas de trabajo en las industrias visitadas (limpias, ordenadas y debidamente señalizadas).....	82
Ilustración 61.- datos sobre el configuración estructural de lugares de trabajo para favorecer la ventilación en las industrias visitadas.	83
Ilustración 62.- datos sobre la comunicación con zonas externas de lugares de trabajo (espacios de riesgo potenciales) en las industrias visitadas.....	83
Ilustración 63.- datos sobre los procesos de trabajo en depósito abierto en las plantas visitadas.	84
Ilustración 64.- datos sobre los procesos de trabajo en depósito cerrado en las plantas visitadas.	85
Ilustración 65.- Aplicación de procesos de limpieza en los depósitos de las plantas visitadas.	86
Ilustración 66.- Equipos e instalación de los procesos existentes en las plantas visitadas.	86
Ilustración 67.- metodologías y protocolos de trabajo en las plantas visitadas.....	87
Ilustración 68:permisos de trabajo para acceder y operar en el interior	88
Ilustración 69: Realizacion de simulacros en las bodegas visitadas.	88
Ilustración 70.- Fotos de sistema de ventilación previa de depósitos establecido en protocolo.	89
Ilustración 71.- disponibilidad de equipos detección y aviso en plantas visitadas.	90
Ilustración 72.- Foto de equipo detección portátil de CO2.	90
Ilustración 73.- Equipos de protección respiratoria disponibles en algunas plantas visitadas.	91
Ilustración 74.- Sistemas de ventilación y renovación forzada de aire en plantas visitadas (zonas a cota y bajo rasante) 1.	92
Ilustración 75.- Sistemas de ventilación y renovación de aire en plantas visitadas 2.....	93
Ilustración 76.- Sistemas de ventilación y renovación de aire en plantas visitadas 3.....	94
Ilustración 77.- Sistemas de ventilación y renovación de aire cubiertos y bloqueados en plantas visitadas.	94
Ilustración 78.- Sistemas de ventilación y renovación de aire activado por detección en plantas visitadas.....	95
Ilustración 79.- Posibilidad de comunicación adecuada entre las personas trabajadoras.	96
Ilustración 80.- Presencia innecesaria de personas en el lugar de trabajo	96
Ilustración 81.- Características de los procesos de molienda de la mata en las cerveceras visitadas.	97
Ilustración 82.- Dispositivo de monitorización colocado en las instalaciones objeto de estudio y gráficos que facilita. Imagen obtenida de https://www.catsensors.com/es/lorawan/sensores-lorawan-decentlab/dl-iam-sensor-iot-lorawan-co2-calidad-del-aire-en-interiores	98
Ilustración 83.- Mecánica de recogida de datos de producción por tramos críticos y de interés monitorizados. Imagen propia.....	99
Ilustración 84.- Gráfico de dispositivo de monitorización colocado bodega de vino mediana, cooperativa con asalariados. Imagen propia.	100
Ilustración 85.- Gráfico de dispositivo de monitorización colocado bodega de txakoli pequeña autónomo SIN asalariados. Imagen propia.	101
Ilustración 86.- Análisis estadístico y gráficos en análisis de CO2 en instalaciones. Imagen propia.	102

Referencias y webgrafía consultada:

- ACHS. (21 de noviembre de 2024). *Ventilación en bodegas de materiales peligrosos. Sector agrícola*.
Obtenido de chrome-
extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.achs.cl/docs/librariesprovider2/empre
sa/3-plaguicidas/4-herramientas/manual-para-el-dise%C3%B1o-y-evaluaci%C3%B3n-de-la-
ventilaci%C3%B3n-de-bodegas-de-productos-peligrosos.pdf?sfvrsn=d6652dc6
- Asepeyo. (2020). *Buenas prácticas para trabajos en espacios confinados*. Barcelona: Asepeyo.
- Baraza, X., & Cugueró-Escofet, N. (2021). Gravedad de los accidentes laborales agrícolas en España, 2013-
2018. *ELSEVIER*, 143.
- Basterretxea, I. A. (2015). *Trabajos en recintos confinados*. Barakaldo: OSALAN.
- Bo Hansson, M. (. (2014). *EEUU Patente nº US 2014/0132416 A1*.
- BODEGAS, P. D. (2010). *Prevención de Riesgos Laborales en el Sector Vinícola. Diseño de un sistema de
gestión de la prevención en Bodegas*. Valencia: Univerdidad Politécnica de Valencia.
- Casals. (2019). *Como calcular las renovaciones por hora según la actividad de un local*. Obtenido de Como
calcular las renovaciones por hora según la actividad de un local:
https://www.casals.com/assets/uploads/editor/file/renovacion_de_aire_en_locales_tipicos_casals.
pdf
- CEUPE. (24 de noviembre de 2021). *¿Qué es la fermentación?* Obtenido de ¿Qué es la fermentación?:
https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-fermentacion.html
- Cómo mejorar la calidad del aire con sondas, detectores y medidores*. (12 de noviembre de 2020). Obtenido
de Cómo mejorar la calidad del aire con sondas, detectores y medidores:
https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/controlar-la-calidad-del-aire/
- Comunidad de Madrid. Fundación de la Energía. (2014). *Guía de renovación de aire eficiente en el sector
residencial (2014)*. Obtenido de Guía de renovación de aire eficiente en el sector residencial (2014):
https://www.fenercom.com/publicacion/guia-de-renovacion-de-aire-eficiente-en-el-sector-
residencial-2014/
- Escuela didáctica. (21 de noviembre de 2024). *Escuela didáctica*. Obtenido de
https://www.escueladidactica.com/que-es-el-modelo-kirkpatrick/
- Giménez, E. S. (2016). *Prevención de Riesgos Laborales en el Procedimiento de Actuación en Labores de
Limpieza de los depositos de bodegas el Villar*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
https://www.aprenderdevino.es/. (24 de noviembre de 2021). *aprender de vino*. Obtenido de aprender de
vino: https://www.aprenderdevino.es/fermentacion-alcoholica/
- IDAE. (junio de 2012). *Guía técnica Instalaciones de climatización con equipos autónomos*. Obtenido de Guía
técnica Instalaciones de climatización con equipos autónomos.:
https://www.idae.es/publicaciones/guia-tecnica-instalaciones-de-climatizacion-con-equipos-
autonomos
- IDAE. (2020). *recomendaciones sobre el uso de sistemas de climatización y ventilación para prevenir la
expansión del COVID-19*. Obtenido de recomendaciones sobre el uso de sistemas de climatización y
ventilación para prevenir la expansión del COVID-19:
https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/medidas-covid19/sistemas-climatizacion-
ventilacion/guaderecomendacionesporcovid19ensistemasdeclimatizacion_tcm30-509985.pdf
- INSHT (Instituto de Seguridad e Hiene en el Trabajo). (2008). *Cuestionarios: Identificación y prevención de
riesgos en espacios confinados*. Madrid: INSHT.
- INSHT. (1999). *NTP 431: Caracterización de la calidad del aire en ambientes*. Obtenido de NTP 431:
Caracterización de la calidad del aire en ambientes:
https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_431.pdf/e82a58de-737c-4da8-bac4-
3edefa3abfed
- INSHT. (2000). *NTP 742: Ventilación general de edificios*. Obtenido de NTP 742: Ventilación general de
edificios: https://www.insst.es/documents/94886/327446/ntp_742.pdf/08383321-e605-4355-
b830-
c783a7d50b9c#:~:text=La%20ventilaci%C3%B3n%20por%20diluci%C3%B3n%20consiste,el%20obje
tivo%20de%20la%20ventilaci%C3%B3n.

- INSHT. (12 de noviembre de 2020). *Calidad del Ambiente Interior*. Obtenido de Calidad del Ambiente Interior: <https://www.insst.es/documents/94886/509319/CalidadambinteriorDTECAI.pdf/6f7cfa1c-215d-4f56-9e39-2869a23d8892>
- INSHT. (12 de noviembre de 2020). *NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire*. Obtenido de NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire: https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_243.pdf/9f6cbba4-ac26-4d0b-aae7-068ca6e66914
- INSHT. (s.f.). *NTP 223: Trabajos en recintos confinados*. Obtenido de NTP 223: Trabajos en recintos confinados: https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_223.pdf/3c0e8055-b69a-4e4c-97d3-fba1f5b6e43c
- insst. (25 de noviembre de 2021). *Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. 2021*. Obtenido de Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. 2021: <https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134>
- InVIA. (noviembre de 2021). *Los gases en la Enología*. Obtenido de Los gases en la Enología: <https://www.invia1912.com/wp-content/uploads/2018/06/Aplicaciones-de-los-gases-en-la-enologia.pdf>
- Labiano, J. M. (2003). *Seguridad en espacios confinados. Guía para la Prevención de Riesgos Laborales en el mantenimiento de redes de alcantarillado*. Barakaldo: OSALAN (Instituto de Seguridad y Salud Laborales).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, 269 (BOE 8 de noviembre de 1995).
- Llorente, T. B. (2008). *Identificación y prevención del riesgo en espacios confinados*. Madrid: INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.).
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. (21 de noviembre de 2021). *Guía de Actuación Inspectora en Espacios Confinados*. Obtenido de Guía de Actuación Inspectora en Espacios Confinados: https://www.mites.gob.es/itss/ITSS/ITSS_Descargas/Atencion_ciudadano/Normativa_documentacion/Riesgos_laboral/2.1GUIA_Espacios_Confinados.pdf
- Moreno, C. V. (2017). *Valoración del Riesgo por Inhalación de Gases en Industrias Vinícolas de la Provincia de Badajoz*. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- OSALAN (Instituto de Seguridad y Salud Laborales del País Vasco). (2017). *Campaña 2016-2017 Situación en materia de Prevención de Riesgos Laborales en bodegas del Territorio Histórico de Álava*. Vitoria-Gasteiz: OSALAN.
- pitoflauta.org. (16 de diciembre de 20021). prueba. *recopilacion*. es: sadasdsadads.
- quironprevencion. (5 de mayo de 2020). *¿Sabes lo que es un espacio confinado, como identificarlo o las medidas preventivas a tener en cuenta?* Obtenido de ¿Sabes lo que es un espacio confinado, como identificarlo o las medidas preventivas a tener en cuenta?: <https://prevencionar.com/2020/05/20/espacio-confinadocomo-los-podemos-identificarque-medidas-preventivas-debemos-cuenta/>
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención., 27 (BOE 17 de enero de 1997).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo., 97 (BOE 14 de abril de 1997).
- Sedano, R. P. (2017). *Tesis: Análisis de las condiciones de seguridad en los espacios confinados de las bodegas de elaboración de vino de la región de murcia*. Murcia: Universidad Miguel Hernández (España).
- Situm Indoor Positioning. (6 de marzo de 2018). *Situm Indoor Positioning incluido en el 2018 Magic Quadrant for Indoor Location Services, worldwide de Gartner*. Obtenido de Situm Indoor Positioning incluido en el 2018 Magic Quadrant for Indoor Location Services, worldwide de Gartner: <https://situm.com/es/blog/situm-corporativa/situm-indoor-positioning-incluido-en-el-2018-magic-quadrant-for-indoor-location-services-worldwide-de-gartner/>

ANEXOS

Anexo 1.- Cuestionario caracterización “Problemática de TUFO en Cerveceras, Sidrerías, Bodegas de vino y Txakoli de Euskadi

1. DATOS GENERALES:

- 1.1. Fecha Observación: _____
- 1.2. Nombre del Observador/es en campo: _____
- 1.3. Empresa/entidad/explotación: _____
- 1.4. Domicilio social: _____
- 1.5. Tipo de Bodega: _____
- 1.6. N.º de trabajadores entidad (distribución):

		Actividad rutinaria		Campaña recolección		Otros periodos (p.e, embotellado)	
		N.º	Duración contrato	N.º	Duración contrato	N.º	Duración contrato
Administración							
Producción							
Otra actividad (enólogos, recolección, etc.)	Enólogos						
	Recolección						
	Mto. Cultivos						
	Distribución						
Total							

Tipo contratos de los trabajadores indefinidos				
Asalariados	Cooperativistas	Autónomos	Otros:	

1.7. Comité de Seguridad y Salud:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

1.8. Tiene SPA o SPM:

SPA ☐ SPM ☐ N/A ☐

Observaciones:

1.9. ¿Existe recurso preventivo?:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

1.10. Naturaleza y materia prima:

			Tipo	Cantidad	Unidades
Cervecera	☐	Materia Prima:			___/año
Sidrería	☐	Materia Prima:			___/año
Bodega Vino	☐	Materia Prima:			___/año
Bodega Txakoli	☐	Materia Prima:			___/año

1.11. Áreas de trabajo donde se encuentran espacios críticos:

1.12. Espacios confinados:

1.13. Procesos y tareas críticas en las que puede aparecer Tufo (espacios confinados, embotellado con CO2, mala combustión calentadores a gas, etc.):

1.14. Puestos y nº de profesionales implicados (Tufo/espacios confinados):

Puesto 1:		N.º	
Puesto 2:		N.º	
Puesto 3:		N.º	
Puesta 4:		N.º	

2. CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE Y EL LUGAR DE TRABAJO

2.2. Acceso al lugar/área de trabajo difícil (aberturas limitadas, de diseño deficiente para el acceso de personas, sin permitir entrada y salida segura y rápida de los diferentes profesionales, con posturas ergonómicas inadecuadas, etc.):

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

2.3. Todas las zonas son visibles desde el acceso:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

2.4. Las zonas se encuentran debidamente señalizadas (espacios confinados y el riesgo asociado al mismo):

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

2.5. El espacio/lugar de trabajo susceptible de TUFO es:

Espacio con ventilación dificultosa		Observaciones/Comentarios
Calado	☐	
Depósitos y cubas	☐	
Espacio confinado otros a especificar	☐	
Otros	☐	
Espacio con ventilación NO dificultosa		Observaciones/Comentarios
Naves y recintos	☐	
Almacenamientos en superficie en lugares cerrados	☐	
Zona de embotellado con CO2	☐	
Zona de cocción de malta con equipo a gas	☐	
Otros	☐	

2.6. El interior de trabajo posee zonas resbaladizas o con riesgo de caídas:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

--

2.7. Áreas de trabajo: limpias, ordenadas y debidamente señalizadas:

Limpias	Si		No	
Ordenadas	Si		No	
Señalizadas	Si		No	

2.8. La zona donde se encuentra el lugar de trabajo (espacio confinado potencial) está construido/configurado estructuralmente de tal forma que pueda favorecer la ventilación (no debe existir recovecos, espacios muertos, zonas estancadas donde no exista efecto Venturi, preferiblemente con posibilidades de ventilación natural, etc.).

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

2.9. La zona donde se encuentra el lugar de trabajo (espacio confinado potencial) está comunicado con zonas externas.

Si ☐ No ☒ N/A ☐

Observaciones:

--

Descripción general, Observaciones y aspectos generales:

--

Fotos, esquemas y planos:

AVANCE

3. PROCESOS DE TRABAJO

3.1. Caracterización de los procesos de trabajo existentes en la empresa

Depósito abierto:				
Elaboración/Fermentación	SI		NO	
Pisado/ Remontado/ Labores en sombrero	SI		NO	
Desfangado/despallado	SI		NO	
Descubado/ Limpieza.	SI		NO	
Depósito cerrado:				
Elaboración Fermentación	SI		NO	
Remontado/ Labores en sombrero	SI		NO	
Desfangado/despallado	SI		NO	
Descubado/ Limpieza	SI		NO	
CO2 como impulsor	SI			
Inertizado por vaciado parcial	SI		NO	
Proceso de elaboración de cerveza:				
Cocción de malta con equipo a gas				
Embotellado con CO2	SI		NO	
Procesos de limpieza				
Manguera desde zona superior.	SI		NO	
Rociador (manual o automáticos).	SI		NO	
Otros				

3.2. Equipos de procesos:

Sistemas autovaciantes.	SI		NO	
Eliminación de fases decantada y aireación por rasquetas.	SI		NO	
Manual	SI		NO	
OTROS	SI		NO	
Observaciones/comentarios:				

4. METODOLOGÍA

4.1. Existen protocolos de trabajo:

Planificación actividad previa	SI		NO	
Acceso con permiso y control	SI		NO	
Ventilación y aireación previa si procede	SI		NO	
Operaciones (ejecución y desarrollo de proceso de trabajo)	SI		NO	
Mantenimiento	SI		NO	
Paradas de descanso y recuperación	SI		NO	
Orden y limpieza / 5S	SI		NO	
Acompañamiento y/o vigilancia	SI		NO	
Sistemas de detección y/o aviso	SI		NO	
Cierre actividad	SI		NO	
Otros	SI		NO	

4.2. El acceso al interior se realiza mediante ascenso o descenso de desniveles con utilización de escaleras, sistemas de descenso e izado, etc.:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.3. Existe control de acceso:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.3.1. Existe sistema de control de acceso (tarjeta, automatizado, llave, consignación):

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.4. Existe permiso de trabajo para acceder y operar (debe estar documentado y existir relación de personas trabajadoras con permiso):

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.5. Existe sistema de monitorización/videovigilancia de operaciones

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.6. Existe sistema de monitorización de parámetros ambientales críticos (O₂/CO₂).

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.7. Existen procedimientos de emergencia, evacuación y/o rescate:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.8. Existen sistemas y equipos de rescate en buen estado y operativos:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.9. Se realizan simulacros y adiestramientos para emergencias, evacuación y/o rescate:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

4.10. Existe una evaluación de riesgos adecuada (realizada por entidad y/o técnico de prevención adecuado):

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

5. EQUIPOS E INSTALACIONES

5.1. Disponibilidad de equipos de detección y aviso:

Detección portátil.	SI		NO	
Detección fija.	SI		NO	
Sistemas de monitorización.	SI		NO	
Acústicos y/o luminosos.	SI		NO	
Sistemas de Notificaciones y avisos.	SI		NO	
OTROS	SI		NO	
Fotos				

5.2. Equipos de protección:

Respiración autónoma.	SI		NO	
Respiración semiautónoma (umbilical)	SI		NO	
Sistema de elevación e izado.	SI		NO	
OTROS	SI		NO	
Fotos				

6. CAPACIDAD DE VENTILACIÓN Y RENOVACIÓN DE AIRE

6.1. Sistemas de ventilación y renovación:

Natural.	SI		operativo		NO	
Forzada manual.	SI		operativo		NO	
Forzada activada por temporizador	SI		operativo		NO	
Activada por detección.	SI		operativo		NO	
Cálculo de renovación.	SI		operativo		NO	
OTROS	SI		operativo		NO	

6.2. Volumen área-recinto y espacio confinado potencial:

ID	Área/recinto	Espacio confinado
1	m ³ área - recinto	m ³ EC
2	Espacio ocupado m ³	Espacio ocupado m ³
3=1-2	Volumen aire m ³	Volumen aire m ³

6.3. Se ha realizado el cálculo de ventilación necesario:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

Ventilación calculada Ventilación existente

7. PERSONAS

7.1. Es posible comunicación adecuada (canal y entorno) entre las personas trabajadoras:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

7.2. las personas trabajadoras disponen de información y formación adecuada y suficiente:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

7.3. Hay presencia de recursos preventivos formados y dotados adecuadamente durante las operaciones, vigilando durante las mismas:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

7.4. Se observa presencia innecesaria de personas en los lugares y espacios críticos:

Si ☐ No ☐ N/A ☐

Observaciones:

8. SISTEMA DE MONITORIZACION

Identificación de sistema/equipo de monitorización: 3 puntos de monitorización.

Fecha de colocación:

9. OBSERVACIONES E IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA:

10. OBSERVACIONES E IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA:

10.1. Molienda de la malta

Se encuentra en una zona ventilada	SI		NO	
Tiene extracción forzada	SI		NO	
Está señalizada como zona ATEX	SI		NO	
Instalación eléctrica especial ATEX	SI		NO	
Hay procedimiento de trabajo	SI		NO	
Hay procedimiento de limpieza	SI		NO	
Hay procedimiento de mantenimiento	SI		NO	
OTROS	SI		NO	
Fotos				

¹¹ determinación de muestra representativa si la población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseásemos saber cuántos del total tendremos que estudiar. <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp>

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Según diferentes seguridades el coeficiente de Za varía, así:

Si la seguridad Za fuese del 90% el coeficiente sería 1.645

Si la seguridad Za fuese del 95% el coeficiente sería 1.96

Si la seguridad Za fuese del 97.5% el coeficiente sería 2.24

Si la seguridad Za fuese del 99% el coeficiente sería 2.576

Anexo 2.- Tablas resumen de datos y estadísticos para análisis del TUFO (monitorización CO2)

AVANCE

Tabla de datos y estadísticos para análisis previo por ambito TUFO: Bodegas Rioja Alavesa y Txakoli (campaña 2022-2023)

[illegible]

4- Rioja Alavesa	4.1	bodega 4	10047 Nave Nueva - Zona Baja Dep. 81	Zona de depositos	15/03/2022 al 09/04/2023	SI+NO	CO2 (ppm)	583,69	1040,61	11127	234	414	408	≤ 1000	49462	95,96%	41	69,49%	5020	84,94%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	794,24	622,40	4744	400	556	415	1001-5000	1352	2,62%	18	30,51%	781	13,21%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	2917,60	3285,74	11127	234	1434,5	10000	≤ 1000	1297	38,67%	2	40,00%	235	21,38%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	1856,40	1670,68	4744	724	1158	0	1001-5000	1326	39,53%	3	60,00%	755	68,70%						
4- Rioja Alavesa	4.1	bodega 4	10047 Nave Nueva - Zona Baja Dep. 81	Zona de depositos	22/09/2022 al 27/10/2022	SI	CO2 (ppm)	2917,60	3285,74	11127	234	1434,5	10000	≤ 1000	1297	38,67%	2	40,00%	235	21,38%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	1856,40	1670,68	4744	724	1158	0	1001-5000	1326	39,53%	3	60,00%	755	68,70%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	695,89	311,43	1199	400	499,5	415	1001-5000	26	0,05%	15	27,78%	26	0,54%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	2496,39	3246,36	9925,00	-52,00	1021,50	9992,00	≤ 1000	48165	99,95%	39	72,22%	4785	99,49%						
4- Rioja Alavesa	4.1	bodega 4	10047 Nave Nueva - Zona Baja Dep. 81	Zona de depositos	15/03/2022 al 09/04/2023	SI-NO	DIF CO2 (ppm)	2496,39	3246,36	9925,00	-52,00	1021,50	9992,00	≤ 1000	48165	99,95%	39	72,22%	4785	99,49%				
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	1160,51	1359,25	3545,00	324,00	658,50	-415,00	1001-5000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	1160,51	1359,25	3545,00	324,00	658,50	-415,00	1001-5000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	1160,51	1359,25	3545,00	324,00	658,50	-415,00	1001-5000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%						
4- Rioja Alavesa	4.1	bodega 4	10048 Nave Vieja - Zona Baja Dep 76/79	Zona de depositos	15/03/2022 al 09/04/2023	SI+NO	CO2 (ppm)	738,77	1617,07	11311	149	408	406	≤ 1000	50412	94,49%	54	96,43%	39	100,00%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	648,09	222,80	995	358	555,5	931	1001-5000	1290	2,42%	1	1,79%	0	0,00%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	4580,41	4161,30	11311	149	2468	10000	≤ 1000	1247	29,80%	0	0,00%	0	0,00%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	4006,50	3007,33	6133	1880	4006,5	0	1001-5000	1286	30,74%	1	50,00%	0	0,00%						
4- Rioja Alavesa	4.1	bodega 4	10048 Nave Vieja - Zona Baja Dep 76/79	Zona de depositos	22/09/2022 al 27/10/2022	SI	CO2 (ppm)	4580,41	4161,30	11311	149	2468	10000	≤ 1000	1247	29,80%	0	0,00%	0	0,00%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	4006,50	3007,33	6133	1880	4006,5	0	1001-5000	1286	30,74%	1	50,00%	0	0,00%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	411,67	38,63	1170	221	408	406	≤ 1000	49155	99,99%	54	100,00%	39	100,00%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	648,09	222,80	995	358	555,5	931	1001-5000	4	0,01%	0	0,00%	0	0,00%						
4- Rioja Alavesa	4.1	bodega 4	10048 Nave Vieja - Zona Baja Dep 76/79	Zona de depositos	15/03/2022 al 09/04/2023	SI-NO	DIF CO2 (ppm)	411,67	38,63	1170	221	408	406	≤ 1000	49155	99,99%	54	100,00%	39	100,00%				
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	3358,41	2784,52	5138,00	1522,00	3451,00	-831,00	1001-5000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	3358,41	2784,52	5138,00	1522,00	3451,00	-831,00	1001-5000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	3358,41	2784,52	5138,00	1522,00	3451,00	-831,00	1001-5000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%						
5- Txakoli	5.1	bodega 5	10049 Txakoli de depositos.	Zona de depositos	08/08/2022 AL 22/01/2023	SI+NO	CO2 (ppm)	1849,24	2960,12	10099	56	483	931	≤ 1000	17684	76,86%	440	66,67%	457	80,32%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	1768,53	2400,35	10000	56	636	10000	1001-5000	2102	9,14%	176	26,67%	104	18,28%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	5147,29	3635,42	11311	56	4470	10000	≤ 1000	1044	16,82%	153	43,34%	196	63,64%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	2762,67	2669,65	10000	56	1571,5	10000	1001-5000	1939	31,24%	156	44,19%	104	33,77%						
5- Txakoli	5.1	bodega 5	10049 Txakoli de depositos.	Zona de depositos	09/09/2022 AL 23/10/2022	SI	CO2 (ppm)	5147,29	3635,42	11311	56	4470	10000	≤ 1000	1044	16,82%	153	43,34%	196	63,64%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	2762,67	2669,65	10000	56	1571,5	10000	1001-5000	1939	31,24%	156	44,19%	104	33,77%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	489,98	131,06	2577	158	449	439	≤ 1000	16640	99,03%	287	93,49%	261	100,00%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	559,07	263,80	2577	161	467	425	1001-5000	163	0,57%	20	6,51%	0	0,00%						
5- Txakoli	5.1	bodega 5	10049 Txakoli de depositos.	Zona de depositos	08/08/2022 AL 22/01/2023	SI-NO	DIF CO2 (ppm)	489,98	131,06	2577	158	449	439	≤ 1000	16640	99,03%	287	93,49%	261	100,00%				
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	559,07	263,80	2577	161	467	425	1001-5000	163	0,57%	20	6,51%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	559,07	263,80	2577	161	467	425	1001-5000	163	0,57%	20	6,51%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	559,07	263,80	2577	161	467	425	1001-5000	163	0,57%	20	6,51%	0	0,00%						
5- Txakoli	5.2	bodega 5	10051 Txakoli de depositos.	Zona de depositos	09/08/2022 al 16/01/2022	SI+NO	CO2 (ppm)	2386,56	3388,05	11311	62	489	10000	≤ 1000	16851	65,36%	156	70,59%	1193	53,98%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	1528,71	2314,77	10000	63	626,5	10000	1001-5000	3773	14,64%	51	23,08%	735	33,26%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	5947,82	3767,87	11311	193	6386	10000	≤ 1000	597	9,35%	8	17,78%	65	9,98%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	2822,06	2928,70	10000	205	1632	10000	1001-5000	2221	34,78%	32	71,11%	420	64,52%						
5- Txakoli	5.2	bodega 5	10051 Txakoli de depositos.	Zona de depositos	09/08/2022 al 25/11/2022	SI	CO2 (ppm)	5947,82	3767,87	11311	193	6386	10000	≤ 1000	597	9,35%	8	17,78%	65	9,98%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	2822,06	2928,70	10000	205	1632	10000	1001-5000	2221	34,78%	32	71,11%	420	64,52%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	1214,16	2243,82	10000	62	438	10000	≤ 1000	16254	91,28%	148	84,09%	1128	72,35%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	1174,67	1983,35	10000	63	542	425	1001-5000	1552	8,72%	19	10,80%	315	20,21%						
5- Txakoli	5.2	bodega 5	10051 Txakoli de depositos.	Zona de depositos	09/08/2022 al 16/01/2022	SI-NO	DIF CO2 (ppm)	4733,66	3334,05	1311,00	131,00	5948,00	6,00	≤ 1000	1039	5,84%	9	5,11%	116	7,44%				
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	1647,39	945,36	0,00	142,00	1090,00	9570,00	1001-5000	550	3,09%	0	0,00%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	1647,39	945,36	0,00	142,00	1090,00	9570,00	1001-5000	550	3,09%	0	0,00%	0	0,00%						
					DIF CO2 (ppm) con actividad >5	1647,39	945,36	0,00	142,00	1090,00	9570,00	1001-5000	550	3,09%	0	0,00%	0	0,00%						
12- Rioja Alavesa	12.1	bodega 12	10056 (bodega antigua) Depsito A1, cerca de la escalera.	Zona de depositos y de paso (escalera)	28/07/2022 al 30/07/2024	SI+NO	CO2 (ppm)	602,86	1071,45	10250	261	417	408	≤ 1000	43761	95,73%	853	76,92%	10720	92,27%				
					CO2 (ppm) con actividad >5	1000,35	1267,67	10250	282	526,5	409	1001-5000	1325	2,90%	232	20,92%	825	7,10%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	2884,43	3379,33	10250	318	1101	10000	≤ 1000	1387	45,37%	169	50,30%	666	46,09%						
					CO2 (ppm) con actividad >5	1819,61	1948,21	10250	377	1002	602	1001-5000	1041	34,05%	143	42,50%	706	48,86%						
12- Rioja Alavesa	12.1	bodega 12	10056 (bodega antigua) Depsito A1, cerca de la escalera.	Zona de depositos y de paso (escalera)	27/09/2022 al 19/10/20																			

Descripción punto monitorizado: BODEGA34.-7427 zona de depositos en bodega familiar									
Fecha	CO2	TVOC	Iluminance_conv	Activit	Ratio (CO2/activida	Temperatu	Humidi	Barometric Pressur	
11/10/2024 12:40	1748	352	9,9	0	#DIV/0!	18,0	66,3	944	
11/10/2024 12:50	1745	351	8,9	0	#DIV/0!	17,8	66,6	944	
11/10/2024 13:00	1742	349	11,4	0	#DIV/0!	17,5	66,8	944	
11/10/2024 13:10	1729	345	9,9	0	#DIV/0!	17,3	66,9	943	
11/10/2024 13:20	2814	622	73,2	411	6,846715328	17,5	63,8	943	
11/10/2024 13:30	7197	2008	96,1	3	2399	18,5	62,6	943	
11/10/2024 13:40	6283	1979	86,2	4	1570,75	18,6	62,2	942	
11/10/2024 13:50	6410	1816	0	0	#DIV/0!	18,6	62,0	942	
11/10/2024 14:00	6844	1744	0	0	#DIV/0!	18,5	61,7	942	
11/10/2024 14:10	6664	1663	0	0	#DIV/0!	18,5	61,5	942	
11/10/2024 14:20	5637	1542	0	0	#DIV/0!	18,5	61,3	942	
11/10/2024 14:30	6024	1539	22,4	4	1506	18,5	61,2	942	
11/10/2024 14:40	5913	1519	105	38	155,6052632	18,5	61,2	941	
11/10/2024 14:50	5489	1428	98,2	15	365,9333333	18,6	61,3	941	
11/10/2024 15:00	5609	1500	86,2	43	130,4418605	18,6	62,1	941	
11/10/2024 15:10	4572	1421	78,5	4	1143	18,6	61,8	941	
11/10/2024 15:20	4579	1430	78,5	1	4579	18,7	61,7	941	
11/10/2024 15:30	5739	1513	89,9	14	409,9285714	18,7	62,3	941	
11/10/2024 15:40	7811	1780	93,5	6	1301,833333	18,8	63,2	941	
11/10/2024 15:50	7387	1892	93,5	11	671,5454545	18,8	63,1	941	
11/10/2024 16:00	7081	1949	93,5	0	#DIV/0!	18,8	63,2	941	
11/10/2024 16:10	7526	2037	95,1	54	139,3703704	18,8	63,5	941	
11/10/2024 16:20	8996	2332	93,5	73	123,2328767	18,8	63,9	941	
11/10/2024 16:30	7818	2280	93,5	38	205,7368421	18,8	63,8	941	
11/10/2024 16:40	6301	2106	89,9	4	1575,25	18,8	68,2	940	
11/10/2024 16:50	7086	2275	88,3	1	7086	18,4	71,9	941	
11/10/2024 17:00	7188	2315	46,2	2	3594	18,0	72,9	941	
11/10/2024 17:10	7258	2350	0	0	#DIV/0!	17,8	73,8	941	

EJEMPLO DE ANÁLISI DE DATOS

Total periodo analizado: 11/10/2024 AL 25/10/2024										
CO2	Todos	CO22	con actividad >5	rangos CC	Nº	%	nº activid	% activid	iluminació	% iluminació
Promedio	1381,60	Promedio	1476,15	≤ 1000	1372	66,15%	109	55,05%	332	63,36%
Desviación Estándar	1645,01	Desviación Estándar	1491,89	1001 - 5000	548	26,42%	79	39,90%	173,0	33,02%
Max	8996	Max	8996	5001 - 9999	154	7,43%	10	5,05%	19,0	3,63%
Min	368	Min	379	≥ 10000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Mediana	678,5	Mediana	937,5	Total	2074	100,00%	198	100,00%	524	100,00%
Moda	456	Moda	713							

Producción (11/10/2024 AL 25/10/2024)

