VITARTIS

1898 MONTE NEVADO®

efi HIGIENE

Huevos Velasco
Calidad y pico

olimpia

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

SEPTIEMBRE 2026

Cofinanciado por la Unión Europea
MINISTERIO DE HACIENDA
Fondos Europeos
NOS IMPULSA
Junta de Castilla y León

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 2

1. LIMPIEZA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA 4

Factores que determinan la eficacia 5

Principales sistemas de limpieza 6

2. DESINFECCIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA 11

Factores que condicionan su eficacia 11

Prevención y control de biofilms 12

3. DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL PLAN DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN 13

4. CONTROL Y VERIFICACIÓN 15

5. FORMACIÓN Y SEGURIDAD DEL PERSONAL 18

Manipulación segura de productos químicos 19

Evaluación y actualización de la capacitación 20

6. INNOVACIÓN, DIGITALIZACIÓN Y SOSTENIBILIDAD 21

Principales tecnologías y aplicaciones 22

Digitalización y análisis de datos 23

Implantación y evaluación 24

7. CASOS DE USO Y BUENAS PRÁCTICAS 25

CONCLUSIONES 28

REFERENCIAS 29

Esta actuación se enmarca dentro del proyecto OLIMPIA, apoyado por la convocatoria de subvenciones para el año 2026 para desarrollar y mejorar las capacidades de investigación e innovación del tejido empresarial a través del apoyo a las agrupaciones empresariales innovadoras (AAEEII) de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Castilla y León, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, con el objetivo de «Conseguir una Europa más competitiva e inteligente» .

Importe de la subvención concedida: ***64.719,38 euros***

INTRODUCCIÓN

En la industria alimentaria, la limpieza y la desinfección son procesos esenciales para garantizar la seguridad y la calidad de los productos y proteger **la salud de los consumidores**. Una ejecución inadecuada puede favorecer la persistencia de suciedad, alérgenos, patógenos y otros microorganismos, así como la formación de biofilms, especialmente en superficies, equipos y zonas de difícil acceso.

Por ello, la **higiene industrial** debe adoptar un **enfoque preventivo** que permita anticipar los riesgos y evitar la acumulación de contaminantes. Este enfoque requiere protocolos de limpieza y desinfección planificados y adaptados a las características de cada instalación y proceso, en los que se defina qué debe limpiarse y desinfectarse, cómo, con qué productos, con qué frecuencia, bajo qué condiciones y quién es responsable de cada tarea.

La eficacia de estos procesos depende tanto de la elección de los detergentes y desinfectantes como de su correcta dosificación, el tiempo de actuación, la temperatura, la acción mecánica, el método de aplicación y la compatibilidad con los materiales y superficies. Asimismo, es necesario disponer de **procedimientos** documentados, revisados y validados, y contar con **personal formado** en las técnicas de aplicación, los riesgos asociados a los productos químicos, las medidas de seguridad y la correcta cumplimentación de los registros.

La limpieza y la desinfección se abordan como programas de prerrequisitos integrados en los **sistemas de autocontrol y APPCC**, de acuerdo con el enfoque recogido por la AESAN en sus guías de prácticas correctas de higiene.

Las tecnologías digitales ofrecen nuevas oportunidades para avanzar hacia una gestión más objetiva, trazable y preventiva. La **sensorización de equipos** y la **recogida automatizada de datos** sobre tiempos de operación, caudales, temperaturas o consumos de agua y productos químicos permiten detectar desviaciones, comprobar el cumplimiento de los procedimientos e identificar oportunidades de mejora.



En este contexto se desarrolla el proyecto OLIMPIA, cuyo objetivo es incrementar la eficacia de los procesos de limpieza y desinfección en la industria alimentaria mediante la incorporación de tecnologías digitales avanzadas. Como punto de partida, este manual recoge **buenas prácticas y casos de interés de la industria alimentaria**, identificados mediante revisión documental, análisis de procesos, comprobaciones en planta y estudio de equipos, tecnologías y soluciones disponibles. Todo ello con especial atención a la seguridad alimentaria, la eficiencia operativa, la trazabilidad y el uso sostenible de los recursos.



Principios generales de higiene en la industria Alimentaria

Los principios generales de higiene comprenden el conjunto de medidas y condiciones necesarias para controlar los peligros y garantizar que los **alimentos sean inocuos y aptos para el consumo**. Su aplicación debe extenderse a todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el consumidor final, ya que una contaminación originada en cualquier fase puede propagarse y afectar a productos, consumidores y empresas.

La **seguridad alimentaria** no puede garantizarse únicamente mediante el control del producto final, sino que requiere un enfoque preventivo basado en la identificación y el control de los peligros durante todo el proceso. Los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex Alimentarius constituyen el **marco internacional de referencia** y establecen las Buenas Prácticas de Higiene como base para la aplicación de los sistemas APPCC.

En la industria, estos principios se concretan mediante programas de prerrequisitos relacionados, entre otros aspectos, con el diseño y mantenimiento de las instalaciones y equipos, el control de plagas y residuos, la calidad del agua, la prevención de contaminaciones cruzadas, la higiene del personal y los procedimientos de limpieza y desinfección.

> *Dentro de este sistema preventivo, la limpieza y la desinfección son operaciones diferentes, pero complementarias.*

La limpieza **elimina la suciedad y los residuos**, mientras que la desinfección **reduce la presencia de microorganismos** hasta niveles que no comprometan la inocuidad de los alimentos. La combinación de ambas operaciones se denomina higienización y, con carácter general, la desinfección debe realizarse después de una limpieza eficaz, ya que la materia orgánica puede proteger a los microorganismos y reducir la acción de los desinfectantes.

Fuente: Codex Alimentarius, CXC 1-1969, revisión de 2022

1. LIMPIEZA EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La limpieza es el proceso destinado a eliminar de las superficies, equipos y utensilios los **residuos** de alimentos, grasas, proteínas, restos minerales y otras materias no deseadas. Además de evitar que la suciedad se convierta en una fuente de contaminación, constituye una fase imprescindible antes de la desinfección, ya que los residuos pueden dificultar el contacto del desinfectante con los microorganismos.

La elección del método y del detergente debe adaptarse a la naturaleza y al estado de la suciedad —libre, adherida o incrustada— y a las características de las superficies.



Fig 1. Tipos de suciedad y tratamiento recomendado. Elaboración propia a partir de las referencias 2 y 4.

FACTORES QUE DETERMINAN LA EFICACIA

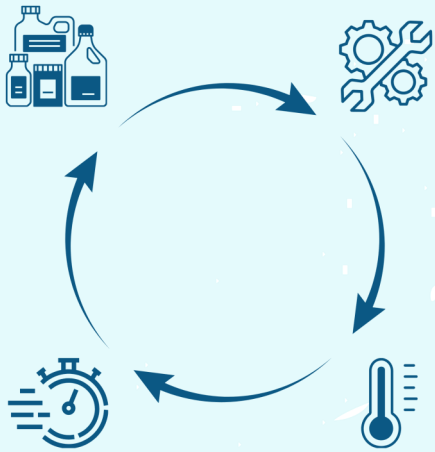
La eficacia de la limpieza depende de cuatro factores relacionados entre sí, representados mediante el **Círculo de Sinner**. Estos factores no actúan de forma aislada: la reducción de uno de ellos puede compensarse, dentro de ciertos límites, mediante el ajuste de los demás. La combinación adecuada debe definirse y validarse para cada tipo de suciedad, superficie, equipo y procedimiento.

1) ACCIÓN QUÍMICA

Es el efecto del **detergente** sobre la suciedad, facilitando su disolución, emulsión o desprendimiento. Su eficacia depende del producto, la concentración, el pH, la dureza del agua y el tipo de residuo. Deben respetarse las indicaciones del fabricante, ya que una dosificación incorrecta puede reducir la eficacia, dejar residuos o dañar las superficies.

2) ACCIÓN MECÁNICA

Es la **fuerza física** aplicada mediante frotado, cepillado, presión de agua, pulverización o turbulencia de los sistemas. Debe adaptarse al equipo y al grado de adherencia de la suciedad: si es insuficiente puede dejar restos y, si es excesiva, provocar aerosoles, dispersar microorganismos o dañar las superficies.



4) TEMPERATURA

Favorece la disolución de algunos residuos y acelera la acción del detergente, pero una temperatura elevada no siempre mejora la limpieza. El calor facilita la eliminación de grasas, aunque puede coagular las proteínas y fijarlas a las superficies. Por ello, debe **ajustarse al tipo de suciedad, producto y material**.

3) TIEMPO DE ACTUACIÓN

Es el periodo durante el cual el detergente permanece en **contacto con la superficie**. Un tiempo insuficiente limita su eficacia, mientras que uno excesivo puede hacer que el producto se seque, deje residuos o afecte a los materiales. Debe mantenerse el tiempo de contacto establecido en todo el área tratada.

Fig 2. Factores del Círculo de Sinner. Elaboración propia a partir de las referencias 2 y 4.

Cuando uno de estos factores disminuye, normalmente debe compensarse mediante el ajuste de los demás, siempre dentro de las condiciones compatibles con el equipo, la suciedad y el producto utilizado. El aumento indiscriminado de la temperatura, la presión o la concentración química no garantiza una mejor limpieza y puede dañar los materiales, generar aerosoles o fijar determinados residuos.

PRINCIPALES SISTEMAS DE LIMPIEZA

La elección del sistema de limpieza debe adaptarse al tipo de instalación, la accesibilidad de las superficies, la naturaleza y cantidad de suciedad, el número de puntos que deben limpiarse simultáneamente y el grado de automatización requerido. En la industria alimentaria pueden diferenciarse la **limpieza de superficies abiertas** (OPC), la **limpieza de elementos desmontados** (COP) y la **limpieza de circuitos cerrados** (CIP).

A) Limpieza de superficies abiertas (OPC)

La limpieza de superficies abiertas OPC (del inglés *Open Plant Cleaning*) se utiliza en **suelos, paredes, mesas, cintas transportadoras, exteriores de depósitos y equipos y otras superficies accesibles**. Habitualmente comprende la retirada previa de los residuos gruesos, preferentemente en seco cuando proceda, el preaclarado, la aplicación del detergente, la acción mecánica necesaria (respetando el tiempo de contacto), el aclarado y la posterior desinfección.

Puede realizarse mediante diferentes métodos:

- **Limpieza manual.** Se efectúa con cepillos, estropajos, bayetas, raspadores u otros utensilios. Resulta adecuada para superficies pequeñas, elementos de geometría compleja, zonas de difícil acceso y residuos adheridos que requieren fricción directa. Su eficacia depende especialmente de la correcta preparación de las soluciones, la técnica aplicada y la formación del personal. Los utensilios deben estar identificados por zonas o usos, mantenerse en buen estado y almacenarse limpios, secos y separados del suelo.



- **Limpieza asistida mediante equipos de aplicación.** Utiliza equipos fijos, satélites o unidades móviles para dosificar y aplicar los productos de limpieza sobre las superficies. Estos sistemas facilitan una aplicación uniforme, reducen la manipulación directa de productos concentrados y mejoran el control de la dosificación, aunque pueden requerir acción mecánica en zonas de difícil acceso o con residuos adheridos.



- **Limpieza con agua a presión.** El agua se utiliza principalmente para desprender y arrastrar residuos durante las fases de preaclarado y aclarado final. La presión debe adaptarse a la operación y a las superficies tratadas, ya que una presión excesiva puede generar aerosoles, dispersar residuos y microorganismos, provocar salpicaduras o dañar los equipos.



- **Limpieza automatizada de superficies.** Emplea sistemas fijos o programados para aplicar agua y productos químicos sobre cintas, depósitos abiertos u otras superficies. Requiere comprobar que todas las zonas reciben el tratamiento previsto y controlar la concentración, el caudal, la presión, la temperatura y el tiempo de actuación.



En los sistemas OPC, el agua, la presión y los productos químicos pueden suministrarse mediante distintas configuraciones:

⇒ **Centralizada:** El agua a presión y uno o varios productos dosificados se distribuyen desde una instalación central hasta los diferentes puntos de limpieza.

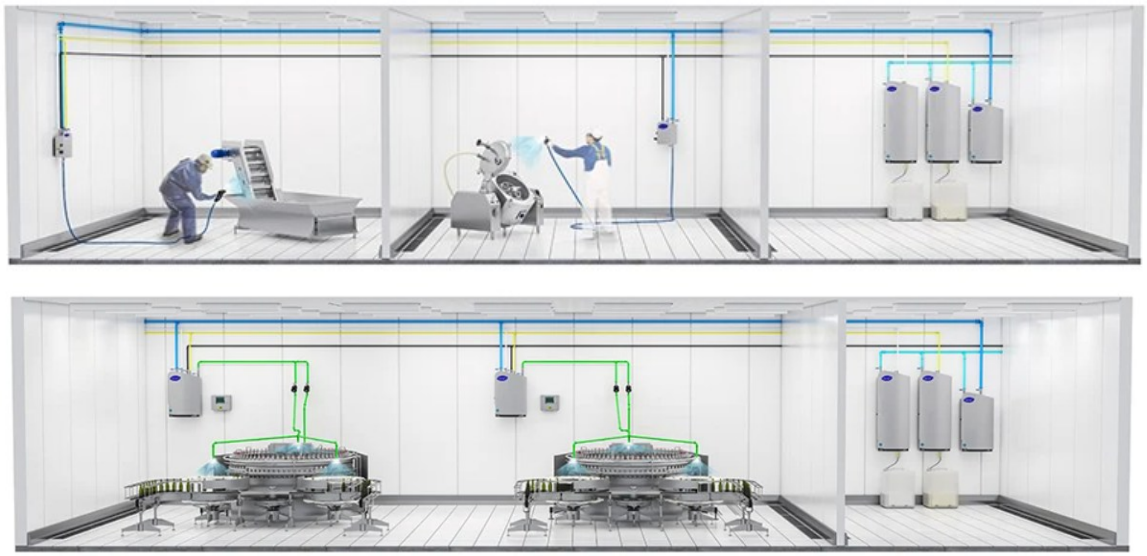


Fig 3. Esquema de limpieza mediante sistema OPC manual (arriba) o automático (abajo). Fuente: System Cleaners

✓ Concentración uniforme; menor manipulación de productos concentrados; mayor seguridad y control; adecuada para numerosos puntos de limpieza.

✗ Requiere una mayor infraestructura y un correcto dimensionamiento de bombas y tuberías. Integración compleja en instalaciones operativas.

⇒ **Descentralizada:** El agua a presión se distribuye hasta los satélites, pero los productos químicos se almacenan y dosifican localmente en cada punto de limpieza.

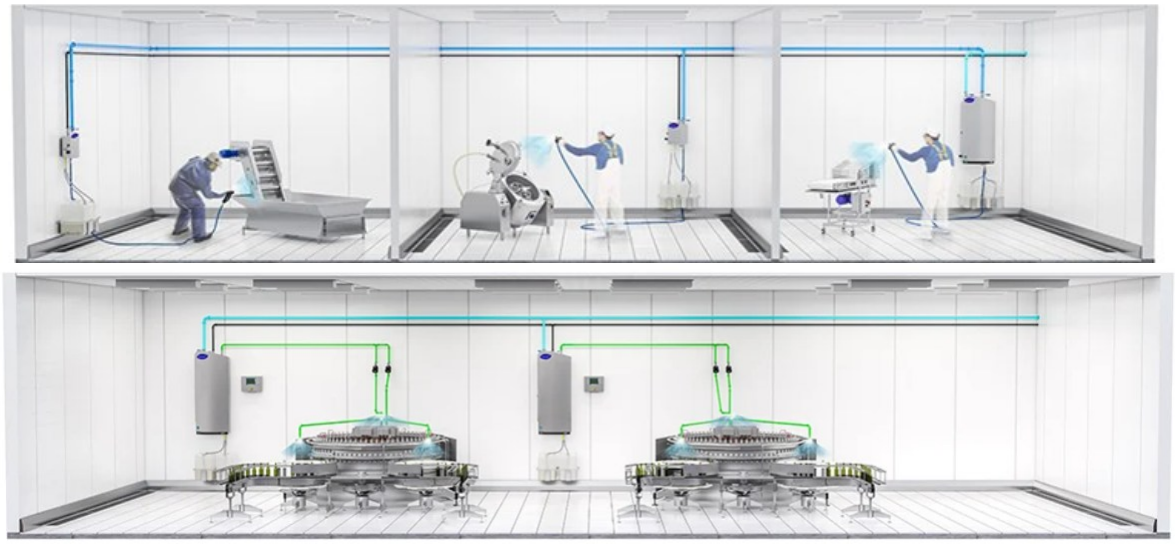


Fig 4. Esquema de limpieza mediante sistema OPC descentralizado manual (arriba) o automático (abajo) Fuente: System Cleaners

✓ Aporta flexibilidad para adaptar el producto o la concentración a las necesidades de cada área.

✗ Requiere reforzar el almacenamiento, la identificación y el control de los productos presentes en las zonas de trabajo.

⇒ **Híbrida:** Combina la distribución centralizada de productos de uso general con la dosificación local de productos adicionales en determinados puntos.



Fig 5. Esquema de limpieza mediante sistema OPC híbrido manual. Fuente: System Cleaners

✓ Mantiene la uniformidad del sistema central y permite atender necesidades específicas.

✗ Deben definirse claramente los productos utilizados en cada zona y prevenir dosificaciones erróneas o incompatibilidades químicas.

⇒ **Móvil:** Una unidad portátil permite realizar el aclarado y aplicar los productos de limpieza y desinfección sin disponer de una red fija completa.



Fig 6. Esquema de limpieza con sistema OPC móvil manual. Fuente: System Cleaners

✓ Es adecuada para instalaciones pequeñas, zonas aisladas o necesidades ocasionales.

✗ Exige controlar localmente el transporte, la reposición, la conexión y la dosificación de los productos.

La elección de la configuración debe considerar la distribución de la planta, el número, separación y frecuencia de uso de los puntos de limpieza, las necesidades específicas de cada zona, la capacitación del personal y la viabilidad de instalar una red fija de suministro.

B) Limpieza de elementos desmontados (COP)

La limpieza COP (del inglés *Cleaning Out of Place*) se aplica a **piezas, utensilios y componentes que pueden desmontarse y trasladarse a una zona específica**. Puede realizarse manualmente, por inmersión, mediante ultrasonidos o en lavadoras y túneles automáticos.

Las piezas deben identificarse y colocarse en cestas, bastidores o carros que permitan que la solución alcance todas sus superficies, evitando la sobrecarga. El procedimiento debe contemplar su correcto desmontaje, limpieza, aclarado, desinfección cuando proceda, secado y almacenamiento protegido hasta el montaje. Asimismo, debe evitar **la pérdida o intercambio de componentes** y **verificar su estado higiénico** antes de volver a utilizarlos.

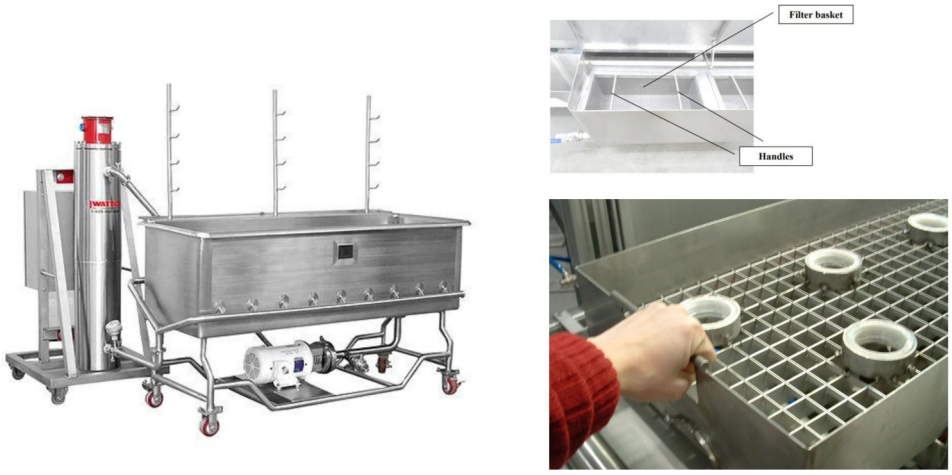


Fig 7. Sistema de limpieza COP y elementos auxiliares para la limpieza de piezas desmontadas (cestas, rejillas y soportes). Elaboración propia a partir de Inoclean y Sani-Matic.

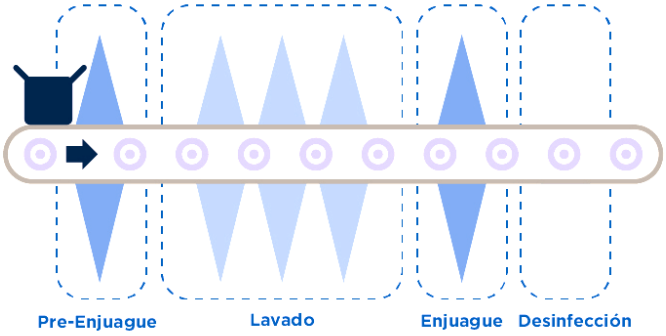


Fig 8. Diagrama de una lavadora de túnel comúnmente usado en el método de limpieza COP en la industria alimentaria. Fuente*:* *Inoclean*

C) Limpieza de circuitos cerrados (CIP)

La limpieza CIP (del inglés *Cleaning In Place*) permite **higienizar el interior de tuberías, depósitos, intercambiadores, llenadoras y otros equipos cerrados sin necesidad de desmontarlos**. Las soluciones de limpieza circulan por el mismo recorrido que el producto bajo unas condiciones controladas de concentración química, temperatura, tiempo y caudal o turbulencia.

La acción mecánica se obtiene mediante la **turbulencia** y las fuerzas generadas por el flujo **de la solución**. Los parámetros críticos deben establecerse y validarse para cada circuito, teniendo en cuenta su diseño, las características de los equipos y la naturaleza de los residuos.

Un ciclo CIP puede incluir preaclarado, circulación de detergente alcalino, aclarado intermedio, tratamiento ácido cuando sea necesario, desinfección y aclarado final cuando proceda, de acuerdo con las características del equipo y los productos empleados.

La automatización mejora la repetibilidad de las operaciones y reduce la intervención manual, pero no garantiza por sí sola su eficacia. El sistema debe estar correctamente diseñado, validado y mantenido, prestando especial **atención a los puntos muertos** y a las **zonas con circulación insuficiente**. Asimismo, deben registrarse las condiciones de funcionamiento y establecerse medidas correctivas ante cualquier desviación.

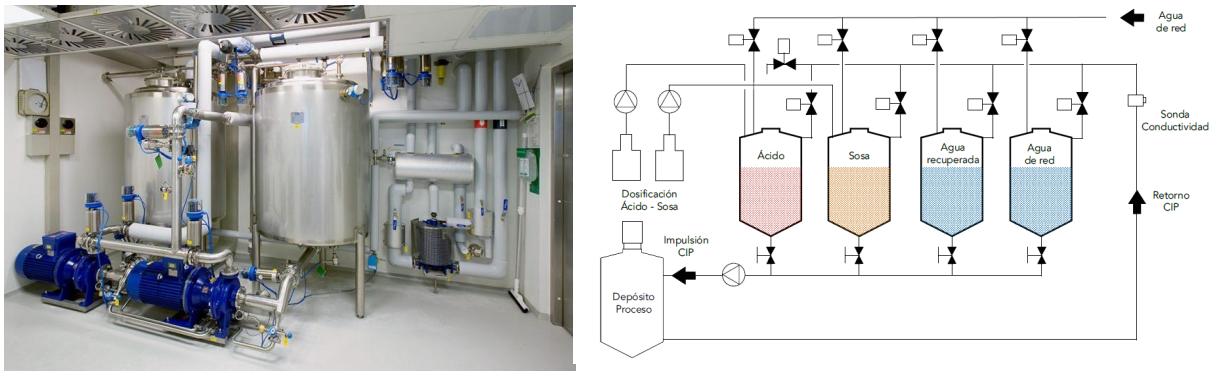


Fig 9. Sistema de limpieza o instalación CIP y ejemplo de proceso de limpieza CIP completo. Fuentes: Direct Industry—GEA Solutions y referencia 2.

2. DESINFECCIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

La desinfección es el proceso mediante el cual se reduce la presencia de microorganismos en superficies, equipos y utensilios **hasta niveles que no comprometan la seguridad de los alimentos**. Debe realizarse después de una limpieza eficaz y aplicando productos y condiciones adecuados de concentración, temperatura y tiempo de contacto, de acuerdo con el tipo de superficie y los riesgos microbiológicos existentes.

Factores que condicionan su eficacia

La eficacia de la desinfección depende de:

- La limpieza previa y la cantidad de materia orgánica presente.
- El tipo y la concentración del desinfectante.
- El tiempo de contacto.
- La temperatura y el pH.
- Los microorganismos que se pretende controlar.
- El tipo, estado y geometría de la superficie.
- La calidad del agua.
- La correcta cobertura de todas las zonas.
- La compatibilidad del producto con los materiales.

> *No existe un desinfectante adecuado para todas las situaciones. Su selección debe considerar el espectro de acción, las condiciones reales de uso, la compatibilidad con los equipos, la seguridad del personal, la posible generación de residuos y la necesidad de aclarado.*

Entre las familias habitualmente utilizadas se encuentran los compuestos **clorados, amonios cuaternarios, ácido peracético, alcoholes**, así como **productos formulados** para aplicaciones específicas. En todos los casos deben emplearse productos autorizados para el uso previsto y respetarse las condiciones establecidas en su autorización, etiqueta, ficha técnica y ficha de datos de seguridad. Los desinfectantes destinados a superficies, equipos y conducciones relacionados con alimentos se encuadran en el tipo de producto 4 del Reglamento (UE) n.º 528/2012 sobre productos biocidas.

La secuencia general puede representarse de la siguiente forma:



**Cuando lo establezcan las condiciones de uso del producto.*

Figura 10. Fases del proceso de desinfección. Elaboración propia a partir de las referencias 2 y 4.

Errores frecuentes: concentración incorrecta, tiempo insuficiente, zonas sin cubrir, mezcla de productos incompatibles o desinfección de superficies todavía sucias.

Prevención y control de biofilms

Los biofilms son **comunidades de microorganismos adheridas a una superficie y protegidas por una matriz** que dificulta la acción de los procedimientos habituales de limpieza y desinfección. Pueden formarse en juntas, conducciones, desagües, grietas, zonas húmedas, partes inferiores de cintas y otros puntos de difícil acceso donde persisten residuos y humedad. Además, pueden actuar como **focos continuos de recontaminación**, incluso cuando las superficies presentan un aspecto visualmente limpio.

Su prevención requiere evitar la acumulación de residuos y agua, mantener las superficies y equipos en buen estado, facilitar el acceso a todas las zonas durante la limpieza y aplicar correctamente la concentración, la temperatura, el tiempo de contacto y la acción mecánica establecidos. La inspección visual debe complementarse con **métodos de verificación**, especialmente en los **puntos de mayor riesgo**.

Ante la detección o sospecha de un biofilm pueden ser necesarias limpiezas **intensivas, desmontajes, tratamientos enzimáticos** u otros procedimientos específicos, seguidos de una desinfección adecuada. Los resultados positivos recurrentes en un mismo punto deben conducir a inspeccionar la zona y revisar el diseño higiénico, el mantenimiento, la frecuencia de limpieza y el procedimiento aplicado, con el fin de corregir las causas que favorecen su formación.



3. DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL PLAN DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

La eficacia de un protocolo comienza con el diseño higiénico de las instalaciones y los equipos. Las superficies deben ser resistentes, lisas, accesibles y fáciles de limpiar; los equipos deben permitir su inspección, desmontaje y drenaje; y deben evitarse huecos, uniones, superficies horizontales o zonas en las que puedan acumularse agua, residuos y microorganismos.

La distribución de los espacios y los flujos de personas, productos, utensilios y residuos debe prevenir los cruces entre zonas limpias y sucias. Asimismo, debe existir espacio suficiente para limpiar alrededor de los equipos, sistemas adecuados de drenaje y almacenamiento separado para los productos químicos. Estos principios coinciden con las recomendaciones de diseño higiénico aplicables a equipos alimentarios.

De forma resumida, el diseño higiénico debe facilitar la limpieza, evitar la acumulación de residuos y prevenir la contaminación cruzada:

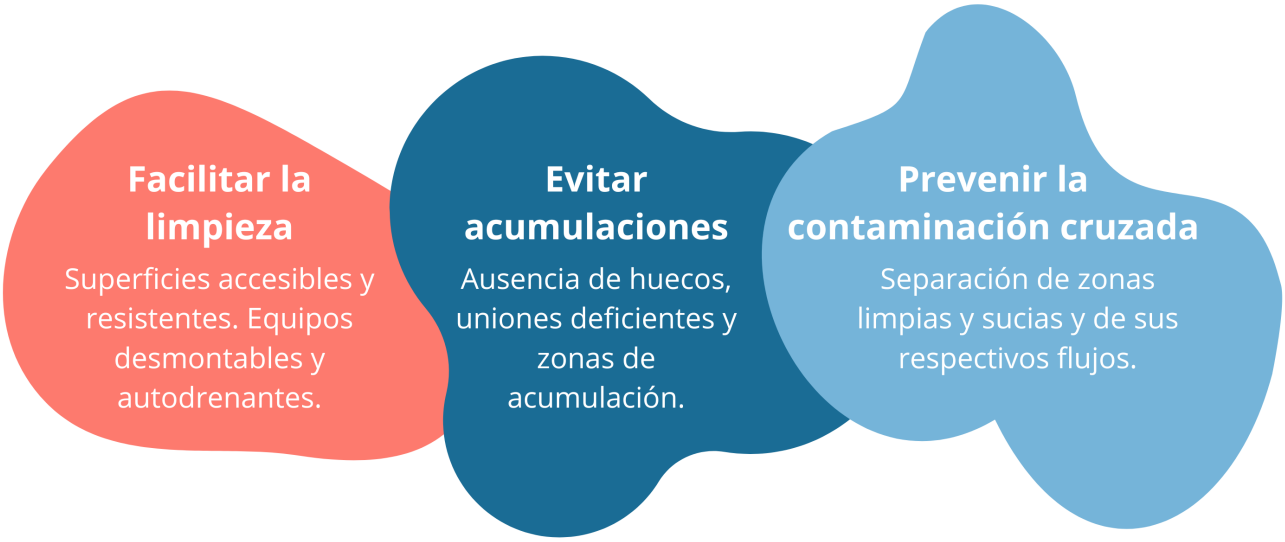


Fig 11. Principios de diseño de equipos para la inocuidad alimentaria. Elaboración propia a partir de la referencia 7.

La aplicación práctica de estos principios requiere zonificar las instalaciones según el riesgo higiénico y adaptar a cada zona los procedimientos, utensilios y frecuencias de limpieza. Como buena práctica, los utensilios pueden diferenciarse mediante códigos de colores, siempre que el sistema esté documentado, se aplique de forma coherente y sea conocido por el personal.

Una vez establecidas estas condiciones de partida, el protocolo debe concretar de manera clara qué operaciones deben realizarse, cómo deben ejecutarse y quién es responsable de ellas. Para ello, debe responder, como mínimo, a las siguientes preguntas:

¿QUÉ Y DÓNDE? Equipos, superficies, piezas y zonas que deben limpiarse y desinfectarse.

¿CÓMO? Método, secuencia de operaciones, desmontaje necesario y forma de aplicación.

¿CON QUÉ? Productos, concentraciones, utensilios y equipos que deben utilizarse.

¿CUÁNDO? Momento y frecuencia de cada operación.

¿EN QUÉ CONDICIONES? Tiempo, temperatura, presión, caudal y demás parámetros aplicables.

¿QUIÉN? Personal responsable de ejecutar, supervisar, verificar y registrar la operación.

Esta información debe recogerse en instrucciones accesibles y suficientemente detalladas para asegurar una ejecución homogénea. Además, deben definirse los registros necesarios para acreditar la realización de las operaciones y facilitar la detección de desviaciones.

La elaboración, aplicación y actualización del protocolo puede organizarse en las siguientes fases:



El proceso no finaliza con la puesta en marcha del protocolo. Su eficacia debe validarse inicialmente y comprobarse posteriormente mediante las actividades de **control y verificación** establecidas. También debe revisarse cuando se modifiquen los productos, procesos, equipos o instalaciones, así como ante resultados no conformes, incidencias recurrentes o cambios en los riesgos identificados.

Fig 12. Diagrama de flujo para el diseño y la ejecución del protocolo de limpieza y desinfección. Elaboración propia a partir de las referencias 4 y 5.

4. CONTROL Y VERIFICACIÓN

La ejecución del protocolo debe complementarse con actividades de control y verificación que permitan comprobar que las operaciones se **realizan conforme a lo establecido** y que **mantienen su eficacia** a lo largo del tiempo.

El control se lleva a cabo durante la operación o inmediatamente después y permite comprobar aspectos como el cumplimiento de la secuencia, la concentración de los productos, el tiempo, la temperatura y el resultado visual. La verificación se realiza de forma planificada para confirmar que el sistema funciona de manera consistente mediante métodos rápidos, análisis microbiológicos, revisión de registros, evaluación de tendencias o auditorías internas.

La validación inicial, desarrollada en el apartado anterior, demuestra que el procedimiento es capaz de alcanzar el resultado esperado. El control y la verificación permiten confirmar posteriormente que continúa aplicándose **de forma correcta y eficaz**.



VALIDACIÓN

Demuestra que el procedimiento definido puede alcanzar el resultado esperado.
Se realiza antes de implantarlo y tras cambios significativos.



CONTROL

Comprueba durante o después de cada operación que el procedimiento se ha ejecutado correctamente.
Se aplica con la frecuencia establecida para cada operación.



VERIFICACIÓN

Confirma periódicamente que el protocolo mantiene su eficacia.
Se programa según el riesgo, los resultados obtenidos y el historial de la zona o equipo.

Figura 13. Control, verificación y validación del proceso de higienización. Elaboración propia a partir de las referencias 2 y 4.

La selección de los métodos debe adaptarse al riesgo de cada zona, al tipo de superficie, a los productos elaborados y a los peligros que se pretenden controlar. Ningún método proporciona por sí solo toda la información, por lo que resulta conveniente combinar comprobaciones inmediatas con verificaciones analíticas periódicas.

Método	Qué permite comprobar	Consideraciones
Inspección visual	Ausencia de restos visibles, suciedad, humedad acumulada o deterioros en las superficies.	Debe realizarse de forma sistemática, pero no garantiza por sí sola la ausencia de contaminación microbiológica o de residuos no visibles.
Control de parámetros	Cumplimiento de la concentración, temperatura, tiempo, presión, caudal u otros parámetros establecidos.	Resulta especialmente relevante en los sistemas automatizados y en los ciclos CIP.
Pruebas rápidas	Presencia de materia orgánica, ATP, proteínas o residuos específicos, según el método empleado.	Proporcionan resultados rápidos, pero deben interpretarse de acuerdo con límites definidos para cada instalación y finalidad.
Análisis microbiológicos	Presencia o niveles de microorganismos indicadores y, cuando proceda, de microorganismos específicos.	Los puntos, frecuencias y criterios deben establecerse mediante un plan de muestreo basado en el riesgo.
Revisión de registros y auditorías	Cumplimiento del protocolo, trazabilidad de las operaciones y funcionamiento general del sistema.	Permite identificar desviaciones recurrentes, registros incompletos y necesidades de mejora.

Figura 14. Métodos de control y verificación de la limpieza y desinfección . Elaboración propia a partir de las referencias 2 y 4.

La **inspección visual** constituye una primera comprobación y debe realizarse antes de liberar el equipo o la superficie cuando así se haya establecido. En función del riesgo, puede complementarse con **pruebas rápidas o análisis microbiológicos**. Las mediciones de ATP, muy habituales en la industria alimentaria, permiten detectar residuos biológicos u orgánicos, pero no identifican microorganismos concretos ni sustituyen al análisis microbiológico.

El **plan de control y verificación** debe definir los equipos, superficies y puntos que se van a comprobar; el método y la frecuencia aplicables; los límites o criterios de aceptación; el personal responsable; los registros necesarios; y las actuaciones que deben realizarse ante un resultado no conforme.



Los **criterios de aceptación** deben estar definidos y justificados para cada método. En las pruebas de ATP no resulta adecuado aplicar un valor universal: los límites deben establecerse teniendo en cuenta el equipo utilizado, las características de la instalación, la validación realizada y el historial de resultados. En los controles microbiológicos deben considerarse los requisitos legales, las recomendaciones técnicas y los criterios internos definidos por la empresa.

Los resultados deben **registrarse y analizarse de forma periódica**. Además del resultado individual, conviene estudiar su evolución para identificar zonas problemáticas, fallos recurrentes o pérdidas progresivas de eficacia. Entre los indicadores que pueden utilizarse se encuentran:

- ✓ Porcentaje de operaciones realizadas y registradas.
- ✓ Porcentaje de resultados conformes en las inspecciones visuales, pruebas rápidas y controles microbiológicos.
- ✓ Número de repeticiones de limpieza y desinfección.
- ✓ Incidencias recurrentes por zona, equipo o turno.
- ✓ Tiempo empleado en cerrar las acciones correctivas.
- ✓ Evolución de los resultados respecto a periodos anteriores.



Las **auditorías internas** permiten comprobar sobre el terreno la correcta aplicación de los procedimientos, la cumplimentación de los registros, el estado de las instalaciones y los equipos, la disponibilidad de productos y utensilios y la capacitación del personal. Sus resultados deben incorporarse a la revisión del protocolo y a la planificación de mejoras.

Cuando se obtenga un **resultado no conforme**, deben aplicarse las **medidas de contención** previstas y evitar la utilización o liberación de la zona o el equipo cuando proceda. La limpieza y la desinfección deben repetirse y su resultado debe volver a comprobarse. Si la desviación pudiera haber afectado al producto, deberá evaluarse su impacto de acuerdo con el sistema **de autocontrol de la empresa**.

La investigación debe considerar posibles fallos en el procedimiento, la dosificación, los tiempos, los equipos de aplicación, el mantenimiento, el diseño higiénico, la frecuencia establecida o la formación del personal. Las desviaciones recurrentes deben conducir a revisar y, cuando proceda, volver a validar el protocolo, evitando limitar la respuesta a la repetición de la limpieza.

De este modo, el **control** y la **verificación** no solo permiten detectar incumplimientos puntuales, sino que proporcionan información para **mejorar continuamente la eficacia del sistema de limpieza y desinfección**.

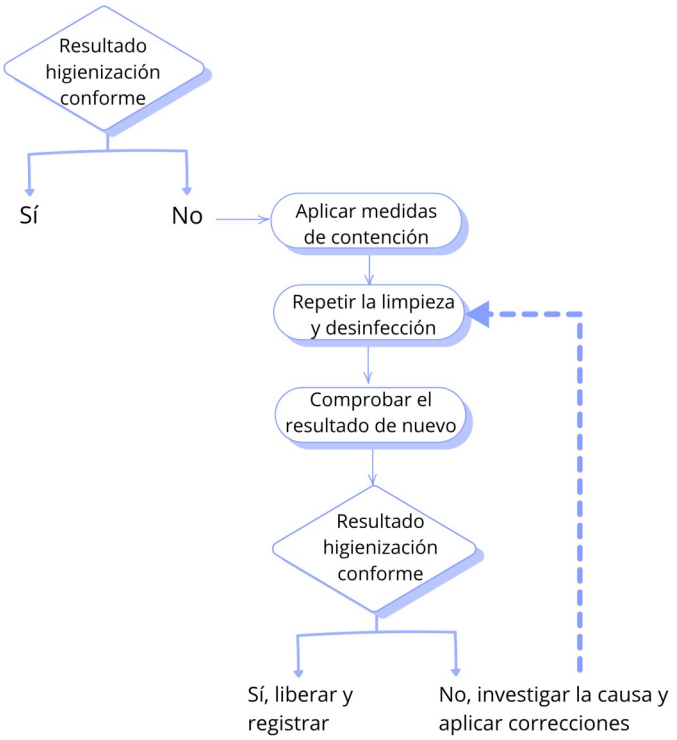


Fig 15. Diagrama de flujo de la gestión de resultados no conformes en el control de higienización. Elaboración propia a partir de las referencias 2 y 4.

5. FORMACIÓN Y SEGURIDAD DEL PERSONAL

El personal encargado de la limpieza y desinfección desempeña un papel fundamental en la eficacia y seguridad del proceso. La formación debe **adaptarse a las funciones de cada trabajador** e incluir el conocimiento de los procedimientos, el desmontaje y montaje higiénico de los equipos, la preparación y dosificación de los productos, la cumplimentación de los registros y la prevención de contaminaciones cruzadas.

Asimismo, debe garantizarse la **manipulación segura de los productos químicos** mediante el conocimiento de sus riesgos, el uso de los equipos de protección individual, el respeto de las indicaciones de las etiquetas y fichas de seguridad y la prevención de mezclas incompatibles. La capacitación debe supervisarse, evaluarse y actualizarse periódicamente para asegurar que los procedimientos se aplican correctamente y se mantienen las condiciones de higiene exigidas.



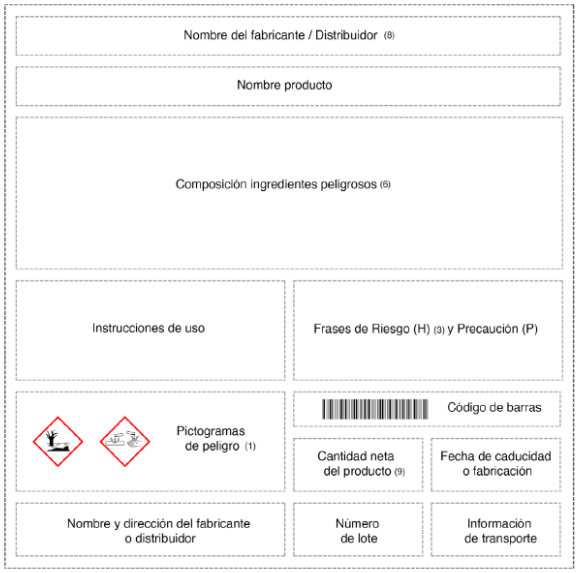
La **formación** debe proporcionar al personal los conocimientos y habilidades necesarios para ejecutar cada operación de manera homogénea, reconocer posibles desviaciones y actuar correctamente ante ellas. De forma resumida, debe abarcar los siguientes **contenidos**:

1. **Conocimiento del procedimiento:** Zonas, equipos, frecuencias, secuencias y parámetros establecidos.
2. **Ejecución de las operaciones:** Desmontaje, limpieza, aclarado, desinfección, secado y montaje higiénico.
3. **Seguridad y prevención:** Riesgos químicos y operativos, uso de EPI y prevención de contaminaciones cruzadas.
4. **Registro y actuación:** Cumplimentación de registros, comunicación de incidencias y aplicación de medidas correctivas.

La formación debe combinar las explicaciones teóricas con demostraciones y prácticas supervisadas en el puesto de trabajo. Las instrucciones deben ser claras, accesibles y comprensibles para las personas que las utilizan, pudiendo apoyarse en fotografías, pictogramas, códigos de colores o indicaciones situadas en los puntos de uso. Estos requisitos también deben aplicarse al **personal temporal** y a las **empresas externas** que realicen tareas de limpieza y desinfección.

Manipulación segura de productos químicos

Antes de utilizar un producto, el personal debe conocer su finalidad, concentración, forma de aplicación, tiempo de contacto, necesidad de aclarado y condiciones de almacenamiento. Además, solo deben utilizarse productos adecuados para el uso previsto y siguiendo las **indicaciones de la etiqueta**, la **ficha de datos de seguridad** y el **procedimiento establecido** por la empresa.



Las etiquetas de los productos químicos de limpieza en la industria alimentaria, deben cumplir el Reglamento nº 1272/2008 (CLP, sobre clasificación, etiquetado y envasado de productos químicos), que incluye los **pictogramas de peligro**, las indicaciones de peligro, consejos de prudencia y otros elementos de etiquetado estandarizados para indicar los peligros de los productos químicos.

- Los productos deben conservarse en sus envases originales o en recipientes correctamente identificados.
- No deben trasvasarse a envases de alimentos o bebidas ni dejarse en recipientes sin etiquetar. El acceso debe limitarse al personal autorizado y el almacenamiento debe realizarse en una zona separada de los alimentos, envases y materiales de producción.

Los **equipos de protección individual o EPI** deben seleccionarse de acuerdo con los riesgos reales de cada tarea, mantenerse en buen estado y guardarse en condiciones higiénicas. El personal debe saber cómo colocarlos, retirarlos y sustituirlos, así como **conocer las medidas de primeros auxilios** y la ubicación de duchas, lavaojos, medios de contención de derrames y teléfonos de emergencia cuando sean necesarios.



- Disponer de instrucciones sencillas en los puntos de preparación y aplicación de los productos, con la dosificación, los EPI necesarios y las principales incompatibilidades.
- Mantener recipientes sin identificar o productos químicos sin una asignación concreta próximos a los equipos o a las zonas de elaboración.

Riesgo	Medidas preventivas
Salpicaduras o contacto con productos químicos	Utilizar los EPI establecidos en la evaluación de riesgos y en la ficha de seguridad: guantes, gafas, pantalla facial, ropa de protección o calzado adecuado, según proceda.
Inhalación de vapores o aerosoles	Garantizar una ventilación adecuada, respetar la forma de aplicación y utilizar protección respiratoria cuando esté indicada.
Dosificación incorrecta	Emplear sistemas de dosificación calibrados, recipientes de medida identificados y concentraciones previamente definidas.
Mezclas incompatibles	No mezclar productos salvo que esté expresamente contemplado en el procedimiento y autorizado por el fabricante.
Derrames	Disponer de instrucciones y medios para contener y recoger el producto, señalizar la zona y comunicar la incidencia.
Puesta en marcha accidental de equipos	Detener, desconectar y bloquear los equipos conforme al procedimiento establecido antes de desmontarlos o intervenir en ellos.
Caídas, quemaduras o lesiones por presión	Mantener ordenadas las mangueras, señalizar los suelos mojados y respetar las condiciones de temperatura y presión de los equipos.

Figura 16. Principales riesgos asociados a las operaciones de limpieza y desinfección y medidas preventivas. Elaboración propia a partir de las referencias 2, 4 y 10.

Evaluación y actualización de la capacitación

La asistencia a una sesión formativa no garantiza por sí sola que el procedimiento se aplique correctamente. La **competencia** debe comprobarse mediante observación directa, ejercicios prácticos, revisión de registros o preguntas relacionadas con las tareas asignadas.



Figura 17. Diagrama de flujo de la evaluación y actualización de la capacitación del personal. Elaboración propia a partir de las referencias 1 y 2.

La formación debe **actualizarse periódicamente** y siempre que se incorporen nuevos productos, equipos o procedimientos; se modifiquen las instalaciones; se detecten desviaciones recurrentes; o se produzca un incidente relacionado con la seguridad o la higiene. También deben reforzarse los conocimientos cuando la supervisión ponga de manifiesto una **aplicación incorrecta**.

Las actividades formativas deben quedar **documentadas**, indicando al menos su contenido, fecha, personal asistente, responsable de impartirlas y resultado de la evaluación cuando proceda. El análisis de incidencias, registros y resultados de verificación permitirá comprobar si la capacitación es eficaz e **identificar nuevas necesidades formativas**.

6. INNOVACIÓN, DIGITALIZACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

La limpieza y la desinfección están evolucionando desde procedimientos fundamentalmente manuales y registros en papel hacia **procesos más automatizados, medibles y trazables**. La incorporación de tecnologías de aplicación, sensores y sistemas digitales permite controlar las condiciones de ejecución, detectar desviaciones en tiempo real y optimizar el consumo de agua, energía y productos químicos.

Estas soluciones no sustituyen a un protocolo correctamente diseñado ni a su validación. Su implantación debe responder a los riesgos y características del proceso y demostrar que mantiene o mejora la eficacia higiénica.

De forma general, la innovación puede contribuir a **mejorar tres ámbitos** del sistema de limpieza y desinfección:

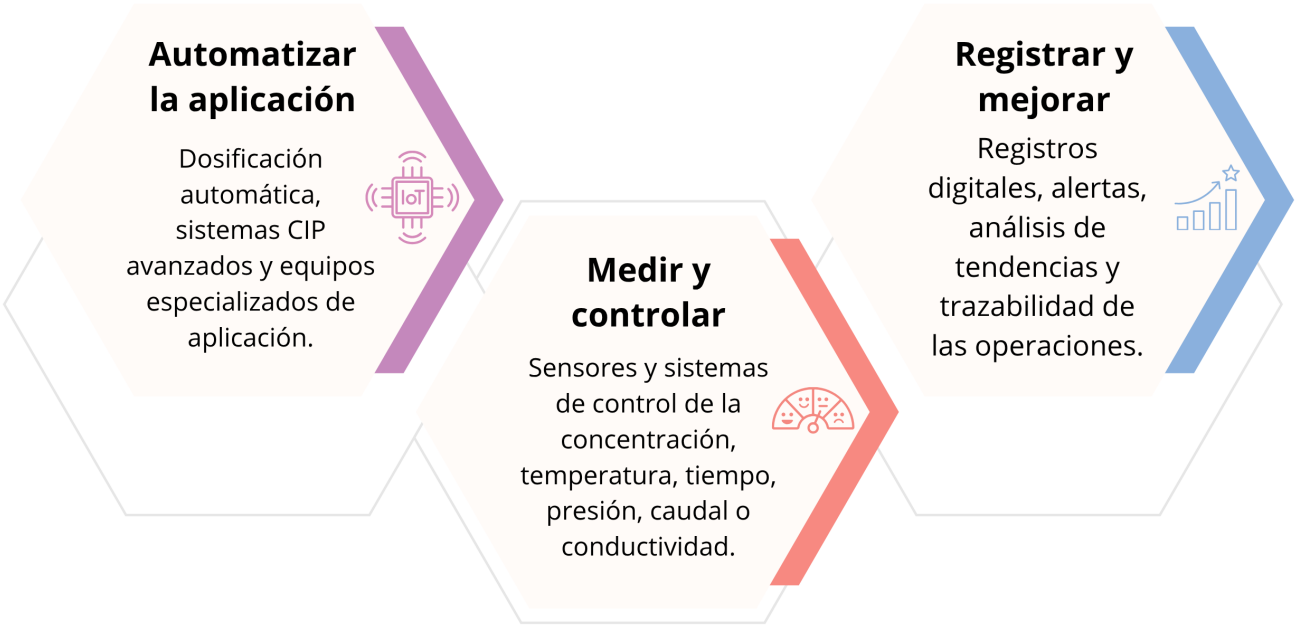


Figura 18. Principales ámbitos de innovación en los procesos de limpieza y desinfección. Elaboración propia a partir de la referencia 11.

La automatización **favorece la repetibilidad** y **reduce la variabilidad** asociada a la intervención manual. La monitorización permite comprobar que los parámetros críticos se mantienen dentro de los límites establecidos, mientras que la digitalización facilita el análisis de los resultados y la identificación de desviaciones recurrentes.

Principales tecnologías y aplicaciones

Las soluciones disponibles deben seleccionarse en función del tipo de instalación, la naturaleza de la suciedad, los microorganismos que se pretende controlar y las condiciones de producción. Entre las **tecnologías con aplicación actual o potencial** en la industria alimentaria se encuentran las siguientes:

DOSIFICACIÓN Y APLICACIÓN AUTOMATIZADAS

Preparan o aplican los productos en condiciones controladas, reduciendo errores de dosificación y mejorando la uniformidad.

Requieren calibración, mantenimiento y comprobación periódica de la concentración aplicada.

SISTEMAS CIP AVANZADOS

Incorporan sensores y programas automáticos para controlar la temperatura, el tiempo, el caudal, la conductividad y otras variables del ciclo.

El diseño del circuito, la turbulencia y la ausencia de puntos muertos son determinantes.

CONTROL Y TRAZABILIDAD DIGITAL

Sustituye registros en papel por aplicaciones, listas de comprobación digitales, sensores, alertas y paneles de seguimiento.

Los datos deben ser fiables, estar vinculados al equipo o zona correspondiente y generar actuaciones ante las desviaciones.

TRATAMIENTOS ENZIMÁTICOS

Ayudan a degradar determinados componentes orgánicos y la matriz que protege los biofilms.

Deben seleccionarse según la naturaleza de los residuos y combinarse con acción mecánica y desinfección cuando proceda.

PRODUCTOS CON ACCIÓN LIMPIADORA Y DESINFECTANTE

Permiten combinar ambas funciones en una misma formulación y pueden simplificar determinados procedimientos.

Su eficacia debe estar autorizada y validada para el uso previsto. No son adecuados para todas las suciedades, superficies o procesos.

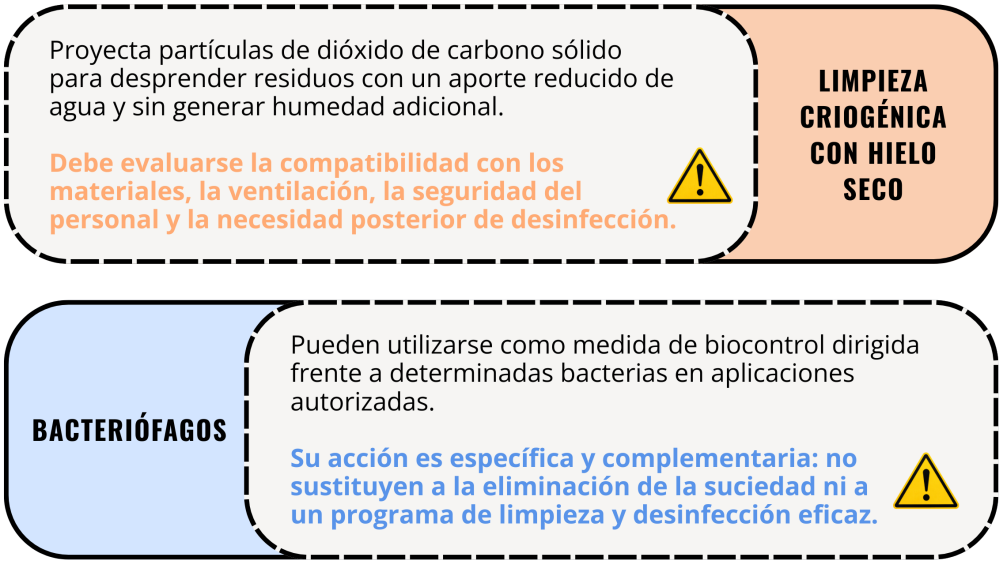


Figura 19. Principales tecnologías y aplicaciones innovadoras en los procesos de limpieza y desinfección. Elaboración propia a partir de las referencias 8 y 11.

Estas tecnologías no deben incorporarse únicamente por su novedad. Antes de implantarlas es necesario determinar **qué problema pretenden resolver** y compararlas con el procedimiento existente. Una solución puede mejorar el control de los parámetros o reducir consumos, pero resultar inadecuada si dificulta la ejecución, no es compatible con los materiales o no permite alcanzar los criterios higiénicos establecidos.

Digitalización y análisis de datos

Los sistemas digitales permiten **asociar cada operación a una zona, equipo, fecha, turno y persona responsable**. También pueden integrar información sobre las concentraciones utilizadas, la duración del proceso, las incidencias detectadas y los resultados de la verificación.

Cuando se conectan a sensores o equipos automáticos, estos sistemas pueden **generar alertas ante desviaciones** y evitar la liberación de un equipo hasta que se hayan completado las comprobaciones previstas.

El análisis conjunto de los datos facilita la identificación de repeticiones de limpieza, consumos anómalos, incumplimientos de frecuencia o zonas con resultados no conformes recurrentes.



Para que la digitalización resulte útil, los registros deben ser **sencillos, fiables y estar integrados en el trabajo habitual**. La mera sustitución del papel por una aplicación no mejora el sistema si la información no se revisa ni se utiliza para adoptar medidas correctivas.

Implantación y evaluación

La incorporación de una **nueva tecnología** debe realizarse de forma **planificada** y acompañarse de pruebas que permitan demostrar su eficacia antes de extenderla al conjunto de la instalación.

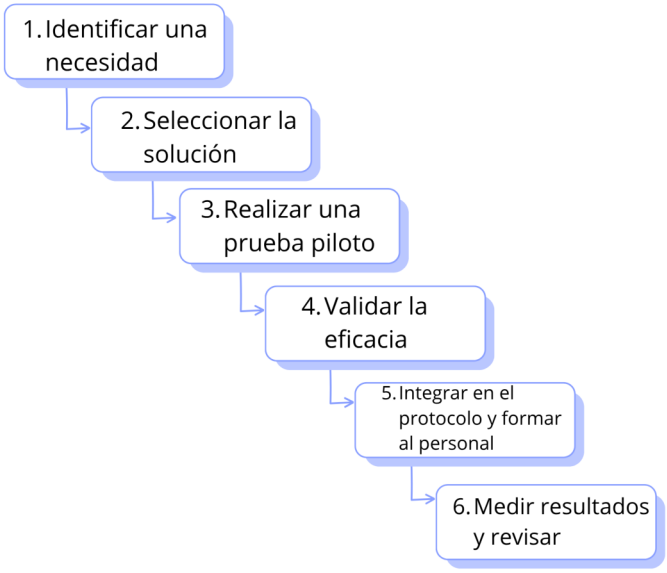


Fig 20. Diagrama de flujo de la incorporación de una nueva tecnología en los sistemas de higienización. Elaboración propia a partir de las referencias 1 y 2.

La prueba piloto debe realizarse en **condiciones representativas** y comparar los resultados con los obtenidos mediante el procedimiento anterior. Además de la eficacia higiénica, pueden evaluarse:

- ✓ Consumo de agua, energía y productos químicos.
- ✓ Tiempo necesario para ejecutar la operación.
- ✓ Resultados de las pruebas rápidas y controles microbiológicos.
- ✓ Número de desviaciones o repeticiones de limpieza.
- ✓ Facilidad de aplicación y seguridad para el personal.
- ✓ Generación de residuos y aguas residuales.
- ✓ Costes de implantación, funcionamiento y mantenimiento.

Una vez validada, la tecnología debe **incorporarse al protocolo existente**, definiendo sus parámetros, responsables, registros, mantenimiento, criterios de aceptación y actuaciones ante desviaciones. El personal debe recibir formación específica y conocer tanto el funcionamiento normal del sistema como la respuesta ante fallos o alertas.



7. CASOS DE USO Y BUENAS PRÁCTICAS

Los siguientes casos muestran ejemplos de aplicación de tecnologías y buenas prácticas destinadas a **mejorar la eficacia**, el **control** y la **sostenibilidad** de los procesos de limpieza y desinfección en la industria alimentaria.

Los casos pretenden mostrar no solo las ventajas de cada solución, sino también las condiciones necesarias para su correcta utilización. Su valor reside en explicar qué necesidad abordan, cómo se integran en el protocolo y qué aspectos deben evaluarse antes de trasladarse a otras instalaciones.

1 Noel Alimentaria: limpieza continua de cintas transportadoras

Objetivo: Mantener el control higiénico de las cintas transportadoras durante la producción, reduciendo la acumulación de suciedad y microorganismos entre limpiezas al finalizar la jornada.

Situación de partida: Las cintas utilizadas para transportar productos cárnicos se limpiaban y desinfectaban habitualmente al finalizar la producción. Este procedimiento no permitía actuar sobre la contaminación que pudiera acumularse durante el funcionamiento de la línea.

Solución aplicada: Noel Alimentaria participó en el desarrollo de un sistema integral de limpieza y desinfección continua capaz de actuar mientras las cintas permanecían en funcionamiento. Se evaluaron tres alternativas: radiación UV, vapor de agua y productos químicos.



Resultados y aprendizajes: Las pruebas piloto e industriales ofrecieron resultados positivos y permitieron establecer las bases para el desarrollo de un sistema industrial de higienización continua. El caso muestra la importancia de probar estas soluciones en condiciones reales y verificar que no interfieren en la producción, no afectan al producto ni dejan residuos sobre las superficies.

Más información

2 Iberic-Sensotracing: seguimiento de contaminaciones persistentes por *Listeria monocytogenes*

Objetivo: Detectar contaminaciones persistentes por *Listeria monocytogenes*, conocer su origen y utilizar esta información para mejorar los protocolos de limpieza y desinfección.

Situación de partida: Los muestreos convencionales pueden resultar insuficientes para detectar contaminaciones intermitentes o determinar si una misma cepa permanece instalada en el ambiente de procesado.

Solución aplicada: El proyecto, coordinado por ITACyL, desarrolló sistemas innovadores de monitorización ambiental que reproducen las condiciones existentes en los entornos industriales, incorporando sistemas de identificación y seguimiento molecular.



Resultados y aprendizajes: La combinación de monitorización ambiental y caracterización molecular aporta una información más completa, permitiendo localizar ambientes problemáticos, investigar las causas de las recurrencias y adaptar las frecuencias, productos o procedimientos de higienización.

Más información

3 COVAP–ACCIONA: automatización del prelavado en una sala de despiece

Objetivo: Automatizar la retirada de residuos y el prelavado de las cintas transportadoras para reducir el consumo de recursos, el tiempo de limpieza y la carga física del personal.

Situación de partida: En las salas de despiece porcino, la retirada de restos de carne y grasa y el prelavado de las cintas se realizan principalmente de forma manual, estimándose que pueden representar aproximadamente el 20 % del consumo total de agua de una planta de procesado cárnico.

Solución aplicada: La iniciativa busca automatizar dos operaciones: la recogida en seco de los residuos gruesos que caen al suelo y el prelavado de las caras interior y exterior de las cintas transportadoras.



Resultados y aprendizajes: Se trata de una iniciativa en desarrollo y todavía no dispone de resultados finales publicados. Su interés reside en mostrar el proceso de implementación: diagnóstico, operación intensiva y prueba piloto antes de extender la solución.

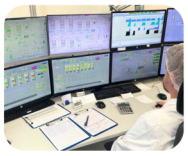
Más información

4 Molkerei Ammerland: optimización digital de los ciclos CIP

Objetivo: Adaptar el funcionamiento y la duración de los ciclos CIP a las condiciones reales del proceso, reduciendo el consumo de agua, energía y tiempo.

Situación de partida: Los sistemas de filtración por membranas de la planta láctea se limpiaban mediante parámetros y tiempos fijos. Las bombas funcionaban a plena capacidad durante el ciclo y el aclarado continuaba durante el tiempo programado, aunque los productos de limpieza ya hubieran sido eliminados.

Solución aplicada: Se implantaron dos herramientas digitales: una regula el funcionamiento intermitente de las bombas durante el CIP (finaliza cuando no quedan restos de producto químico) y otra monitoriza continuamente la calidad del agua de aclarado (evitando un consumo innecesario).



Resultados y aprendizajes: Reducción del 48 % en el consumo de agua, del 77 % en energía y del 15 % en el tiempo de limpieza.

Más información

5 Rosina Food Products: digitalización de los registros de higienización

Objetivo: Sustituir los registros en papel por un sistema digital que facilite la trazabilidad, el análisis de resultados y la mejora continua de los procesos de higienización.

Situación de partida: Rosina Food Products, fabricante de productos cárnicos, pasta y platos preparados, gestionaba gran parte de sus controles mediante formularios en papel.

Solución aplicada: La empresa implantó la plataforma SafetyChain para digitalizar los formularios, controles y registros realizados en planta. La información (introducida mediante tablets) permite consultar indicadores, analizar tendencias y comparar resultados entre turnos y plantas.



Resultados y aprendizajes: La empresa redujo un 56 % su consumo de papel. El caso demuestra que digitalizar los registros permite convertir la información de limpieza en indicadores útiles para detectar incumplimientos, comparar resultados y revisar procedimientos.

Más información

6 Dairygold: recuperación y reutilización de la sosa del CIP

Objetivo: Reducir el consumo de sosa cáustica y la carga química de los efluentes mediante su recuperación y reutilización controlada.

Situación de partida: Los ciclos CIP pueden consumir cantidades importantes de soluciones alcalinas. Tras su utilización, estas soluciones suelen enviarse al sistema de tratamiento de aguas, donde es necesario neutralizarlas mediante la adición de ácido.

Solución aplicada: Dairygold incorporó una instalación de nanofiltración en la gestión de los retornos del CIP que separa la suciedad y otros contaminantes de la solución de sosa utilizada, por lo que puede volver a introducirse en los procesos de limpieza.



Resultados y aprendizajes: Esta tecnología permite recuperar y reutilizar hasta el 90 % de la sosa cáustica. Esto reduce la compra de productos químicos, la necesidad de ácido para neutralizar las aguas residuales y el consumo de agua y energía asociado al proceso.

Más información

7 Kikkoman Soyfoods: verificación de los procesos CIP y COP mediante ATP

Objetivo: Comprobar de manera objetiva la eliminación de residuos después de la limpieza y utilizar los resultados para mejorar las condiciones de los procesos CIP y COP.

Situación de partida: Durante la producción de bebidas de soja, la posible contaminación y la adhesión de proteínas requieren una limpieza eficaz. La inspección visual empleada inicialmente resultaba insuficiente para detectar residuos invisibles y garantizar una evaluación objetiva.

Solución aplicada: Se incorporó ensayos de bioluminiscencia de ATP para detectar residuos orgánicos tras la limpieza. Mediante un luminómetro verifica que el equipo está suficientemente limpio antes de iniciar la esterilización.



Resultados y aprendizajes: La implantación sustituyó la inspección visual por un criterio objetivo de 50 RLU, útil para verificar la limpieza y optimizar los protocolos CIP y COP.

Más información

8 Bäckerei Theurer: limpieza criogénica de maquinaria de panadería

Objetivo: Eliminar residuos adheridos y acceder a zonas de difícil limpieza reduciendo el uso de agua, el tiempo de intervención y la necesidad de desmontaje.

Situación de partida: Los residuos de masa, aceite y harina formaban depósitos adheridos en la maquinaria de panadería. La limpieza manual de una máquina divisora requería entre 3-4 trabajadores durante unas 8h y no permitía alcanzar determinadas zonas, mecanismos o espacios ocultos.

Solución aplicada: Se incorporó un equipo móvil de limpieza criogénica que proyecta partículas de dióxido de carbono sólido. El impacto y la sublimación del hielo seco desprenden la suciedad sin aportar agua ni generar residuos líquidos.



Resultados y aprendizajes: La limpieza se redujo a 1 trabajador durante 3h, mejorando además el acceso a zonas difíciles. No obstante, su efecto desinfectante debe validarse y requiere medidas de seguridad frente al CO_2 y el ruido.

Más información

CONCLUSIONES

- La limpieza y la desinfección constituyen elementos esenciales del sistema de autocontrol de cualquier industria alimentaria. Su eficacia no depende únicamente de los productos utilizados, sino de la combinación de un diseño higiénico adecuado, procedimientos correctamente definidos, personal capacitado y mecanismos de control que permitan comprobar los resultados.

- Un programa eficaz debe adaptarse a las características de cada instalación, a los procesos desarrollados, a la naturaleza de la suciedad y a los peligros identificados. Para ello, es necesario establecer de forma clara qué debe limpiarse y desinfectarse, cómo, con qué medios, cuándo, en qué condiciones y bajo la responsabilidad de quién.

- La inspección visual, el control de los parámetros, las pruebas rápidas, los análisis microbiológicos y la revisión de los registros aportan información complementaria para verificar el funcionamiento del sistema. El análisis de los resultados y de su evolución permite detectar desviaciones recurrentes e identificar posibles problemas relacionados con el procedimiento, la formación, el mantenimiento o el diseño higiénico de las instalaciones y los equipos.

- La formación y la implicación del personal resultan igualmente determinantes. Las instrucciones deben ser claras, accesibles y estar acompañadas de prácticas supervisadas, evaluaciones periódicas y medidas adecuadas para garantizar la manipulación segura de los productos químicos y de los equipos.

- Las nuevas tecnologías ofrecen oportunidades para automatizar las operaciones, mejorar su trazabilidad y optimizar el consumo de agua, energía y productos químicos. No obstante, su incorporación debe responder a una necesidad concreta, demostrar su eficacia en las condiciones reales de uso e integrarse en los procedimientos y sistemas de control de la empresa.

- Los casos y buenas prácticas recogidos en este manual muestran que no existe una solución única aplicable a todas las instalaciones. La mejora de la limpieza y la desinfección requiere un enfoque preventivo, basado en el riesgo y orientado a la mejora continua. Revisar los protocolos, investigar las causas de las desviaciones y utilizar la información obtenida mediante el control y la verificación permitirá mantener unas condiciones higiénicas adecuadas y reforzar la seguridad alimentaria, la eficiencia de los procesos y la protección del personal.

REFERENCIAS

1. Principios generales de higiene de los alimentos. FAO/Codex Alimentarius
2. Guías de buenas prácticas de limpieza y desinfección para las industrias alimentarias. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria (2024).
3. Guías de buenas prácticas de higiene. AESAN (2010).
4. Principios generales de higiene en la industria alimentaria . Lorán Ayala (2026).
5. Requisitos de las instalaciones de las industrias alimentarias e interpretación de la legislación. CONSEBRO Navarra (2012).
6. Nuevas guías prácticas de limpieza y desinfección en la industria alimentaria. Higiene ambiental (2026).
7. Principios de diseño de equipos para la inocuidad alimentaria. North American Meat Institute (2021).
8. Protocolos de desinfección de última generación en plantas procesadoras de alimentos. The Food Tech (2024).
9. Biofilms en la producción alimentaria: formación, prevención y control. System Cleaners (2025).
10. Sistemas automatizados de limpieza CIP en la industria agroalimentaria: exposición a hidróxido sódico, ácido nítrico y ácido peracético. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2020).
11. Tecnologías de limpieza alimentaria. Covamur.
12. Sistemas CIP en la industria alimentaria y de bebidas . Badger Meter (2025).
13. La digitalización en la industria alimentaria y Horeca. Revista limpiezas (2024).