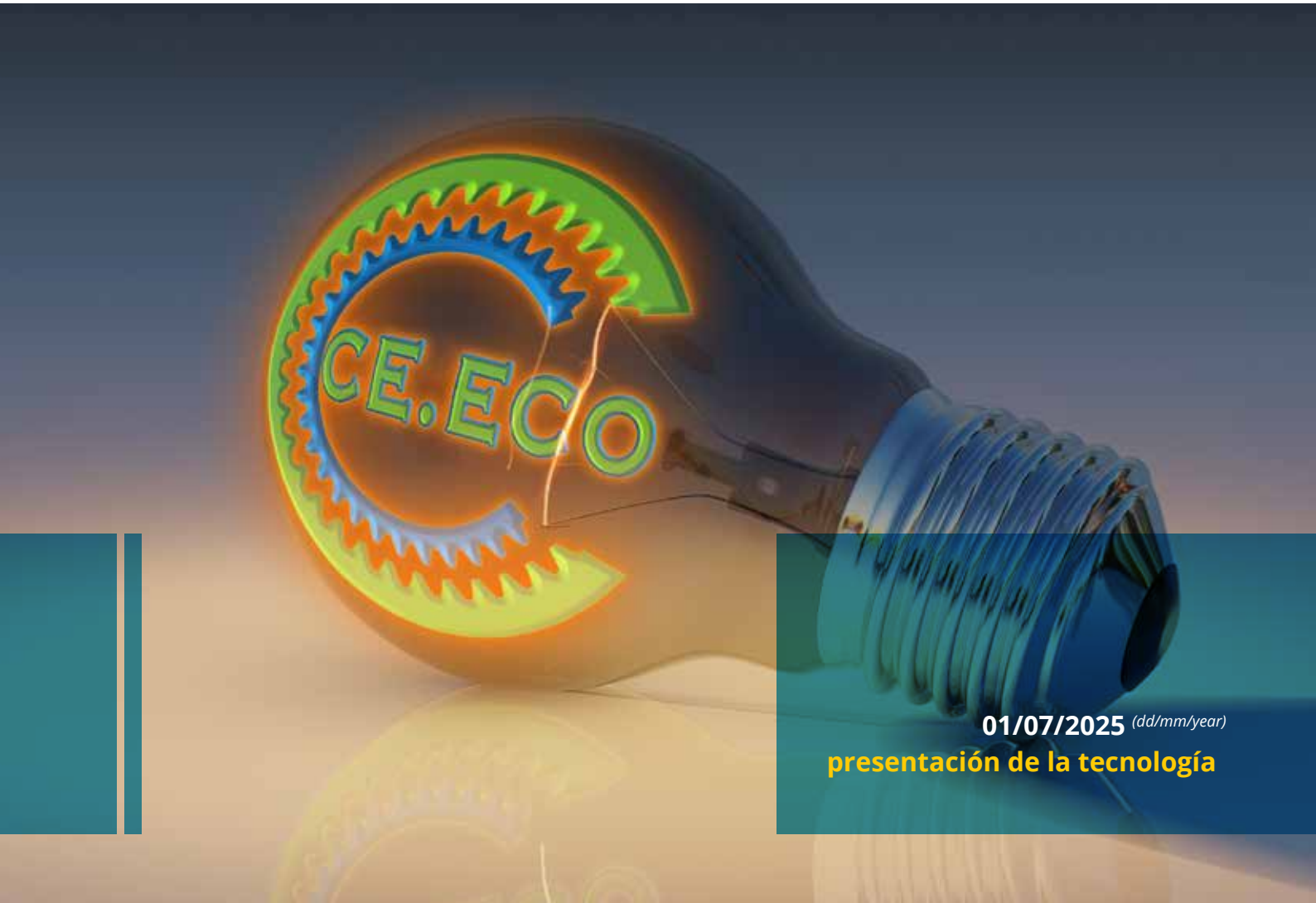
www.ce.eco
info@ce.eco

EMPOWERING DEVICE

Después de "probar" los resultados obtenidos con la cavitación controlada, ya no podrás prescindir de ella.



01/07/2025 *(dd/mm/year)*
presentación de la tecnología

algo sobre nosotros

Estudiamos y desarrollamos, a escala industrial, sistemas capaces de transformar las causas de la contaminación en una fuente de riqueza.
Nuestras patentes abarcan desde la desnaturalización del amianto hasta el tratamiento de casi todo tipo de residuos, desde la depuración del agua hasta la producción de aluminio sin residuos.
¿Qué sentido tiene devastar el medio ambiente que nos rodea para recolectar unas pocas migajas de recursos cuando podemos usar nuestras tecnologías para vivir en grande y lograr cualquier cosa de manera sostenible?

Sostenibilidad inteligente

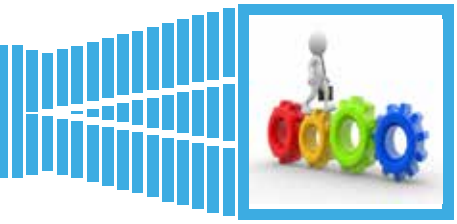
Misión:

- **Progreso social**
- **Protección ambiental**
- **Producción de riqueza**
- **Desarrollo sostenible**

Nuestro objetivo

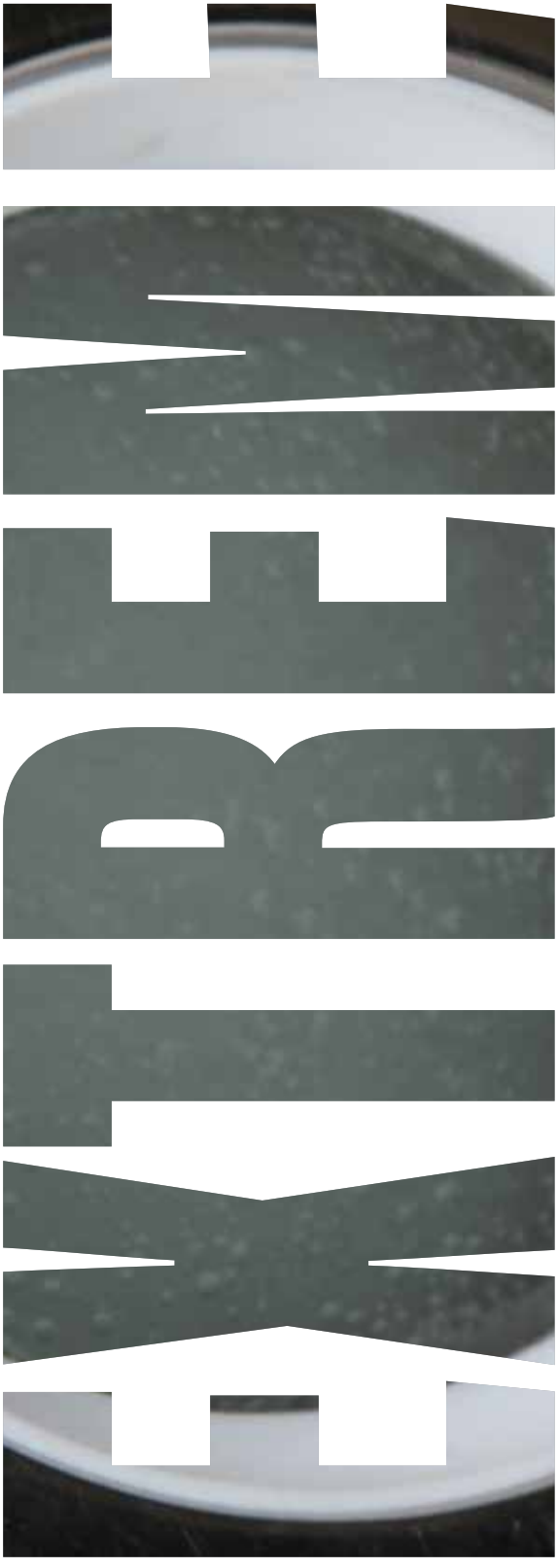
Como no tenemos un segundo hogar al que irnos, ¡necesitamos hacer que nuestro planeta sea más habitable sin detener el desarrollo tecnológico!
Nuestro objetivo es hacer que nuestro planeta sea más habitable sin detener el desarrollo.
Por esta razón, hemos desarrollado sistemas industriales que transforman las causas de la contaminación en una fuente de oportunidades inmediatamente utilizable: materias primas de bajo precio listas para ser reutilizadas mediante procesos sostenibles adicionales.
¡Protejamos la naturaleza sin detener el progreso!

indice



index	3
who we are...	4
... and what we do	5
our core team	6
EMPOWERING DEVICE	8
how to place the ED	10
water & cavitation	11
history & science	12
where can be applied?	14
what could we do with ED?	16
industrial waters	26
an industrial sample	29
uncontrolled cavitation	30
how it is built	33
process example	37
noisiness	39

la cavitación controlada supondrá para el siglo XXI un salto adelante al menos igual al del siglo XX conseguido gracias a la informática personal.



quienes somos...

Nacemos como una empresa cercana a la pandemia del COVID. Inmediatamente nos convertimos en un punto de encuentro para numerosos profesionales, instituciones de investigación y empresas productoras. Todo esto empezó en Italia y ahora se está extendiendo a otros países.

A menudo nuestros proyectos preceden a tiempos de varios años.

Nuestra tecnología propia es totalmente innovadora **pero consolidada** y se basa esencialmente en: cavitación, gasificación y efecto Coanda.

Después de haber implementado y hecho más efectivo lo anterior, lo hemos adaptado a la vida cotidiana creando procesos completos cuya aplicación aumenta tanto la cantidad como la calidad de los productos obtenidos, disminuyendo los requerimientos energéticos pero prestando gran atención a la creación de un mayor número de puestos de trabajo. en comparación con los eliminados por la mecanización.

Además de las verdaderas innovaciones, estamos especializados en ingeniería y luego en aplicar mejoras de tecnologías maduras en su campo a otras áreas obteniendo a menudo, de esta manera, varios saltos tecnológicos reales simplemente porque tuvimos el coraje de hacer lo que antes era bajo el apoyo de todos. ojos pero nadie se atrevió a ponerlo en práctica.

Desarrollamos tecnología tanto de forma independiente como en colaboración con universidades (Sassari, Perugia, Amsterdam, Algarve, etc.) o con otras instituciones públicas (por ejemplo, el Centro Nacional de Investigación - CNR, Fundación Circe, etc.).

Contamos con una amplia cartera de productos propios con varios pilotos visibles con cita previa y varias líneas de proceso completamente innovadoras. Algunos de nuestros productos han sido definidos como extremadamente innovadores y prometedores en eventos internacionales por paneles compuestos por científicos de todo el mundo. Nuestra tecnología y nuestro sitio de demostración se han considerado válidos y utilizables en varios proyectos de Horizonte Europa.

Nuestras patentes e innovaciones nos han hecho designarnos inmediatamente como miembros de proveedores de tecnología dentro del Consorcio Italiano de Biogás.

Tenemos un acuerdo marco con RINA Consulting - Centro Sviluppo Materiali S.p.A. que nos permite solicitar su supervisión y por tanto también certificar la fase de producción e ingeniería de nuestros productos dondequiera que decidamos producirlos. Por lo tanto, elegirnos también da acceso a toda la experiencia y la tecnología adquiridas en más de 70 años por el Centro Sviluppo Materiali que, como recuerdo a todos, fue desde su creación el departamento de investigación y desarrollo del IRI (Instituto para la Reconstrucción Industrial Italiana, entre otros). las 10 primeras empresas del mundo por facturación hasta 1992).

Numerosas plantas industriales especializadas, centros de excelencia en sus sectores específicos, han puesto a nuestra disposición los espacios de producción que necesitamos; Nos estamos dotando de fábricas propias para realizar el montaje final e iniciar producciones específicas.

Estamos presentes con empresas en numerosos países europeos. Estamos abriendo empresas en varios países africanos y en Asia. Tenemos proyectos en marcha en varios países europeos, africanos y asiáticos. Nuestro personal internacional representa nuestra esencia: personas motivadas con una gran experiencia personal que creen en lo que hacen y que provienen de muchos países diferentes. En cada nación en la que aparecemos respetamos las costumbres y tradiciones locales, aportando un poco de italianidad al lugar y "robando" parte de su cultura para asegurar que nadie sea un ***Extraño en Tierra Extraña***.

Dr.Bruno Vaccari

… y que hacemos

- BIOZIMMI
- EMPOWERING DEVICE
- ZEB
- BIODIGESTORES
- FROM HEAT TO ENERGY
- PANELES TERMOELÉCTRICOS
- DESNATURACIÓN DEL ASBESTO
- GASIFICACIÓN Y PLASMA
- RAEE
- UREA Y AMONÍACO
- PROCESOS ALIMENTARIOS
- EQUIPO HOSPITALARIO
- LAVADO DE SUELO
- TRATAMIENTO DE AGUAS
- WTE Y WTC
- DESALINIZACIÓN

OBJETIVO PRINCIPAL: respeto al medio ambiente y a los trabajadores

nuestro equipo

Bruno Vaccari

CEO

Sabrina saccomanni

Lawyer

Fabrizio Di Gennaro

CMO

Antonio Demarcus

CTO

Paolo Guastalvino

Civil works

Gianni Deveronico

Lead electrical engineers

Faris Alwasity

Engineering

Massimiliano Magni

Engineering

Antonio Piserchia

Communications Expert

Barbara Spelta

Lab

Papa Ndiamé Sylla

COO Senegal

Noel Sciberras

COO Malta

Appiah Fofie Kwasi

COO Ghana

Eugen Raducanu

COO Romania

Awa Khady Ndiaye Grenier

COO Guiné-Bissau

Giorgio Masserini

Marketing

Pantaleo Pedone

Italian energy-intensive

Gianluca Baroni

Hospital Stuff

Diambu Nkazi

Marketing

Sarr Alioune Badara

Marketing

Jérémie Saltokod

CCIMRDC Italie

EMPOWERING DEVICE

EMPOWERING DEVICE, ha sido íntegramente concebido, desarrollado e implementado por nuestro equipo y es capaz de gestionar simultáneamente diferentes tipos de cavitación controlada, de los cuales 5 de diferente naturaleza pero que conviven armoniosamente hasta el punto de que no se detectan vibraciones significativas.

La suma de los efectos producidos por cada cavitación implementa aún más la eficiencia de los procesos químicos, físicos y biológicos que tienen lugar dentro del aparato, lo que resulta en una reducción posterior del ya bajo consumo de energía, así como una fuerte reducción de los tiempos de procesamiento.

Desde principios de 2017 utilizamos un prototipo con una configuración especial, preparado para la experimentación y de tamaño 1:1, para realizar las pruebas necesarias sobre las muestras de materiales que nos traen nuestros clientes.

Nuestra maquinaria está equipada con certificados de pruebas y certificaciones internacionales de funcionamiento con diferentes tipos de líquidos en diferentes procesos químicos, físicos y biológicos.

Lo que hace que nuestro sistema, hoy en día, sea único en comparación con lo que ofrece el mercado en el campo de la cavitación controlada es el hecho de que, aunque ya es extremadamente difícil controlar una cavitación, en nuestro sistema existen numerosas y de diferentes tipos, al menos uno de los cuales es sónico.

El cuerpo de la máquina dispone de un elemento, con funciones de batidora estática, llamado por nosotros “Il Cedro” (el Cedro) por la peculiar conformación de las “hojas” que componen su diseño.

Este especial mezclador monobloque, en presencia de procesos que involucran la formación de elementos químicos cristalinos, tiene la capacidad de favorecer la formación de Gérmenes de Cristalización, con mayor aceleración de las reacciones químicas.

Otra mejora significativa respecto a lo existente hasta ahora está representada por las evidentes menores caídas de presión en comparación con máquinas equipadas con motores de similar potencia instalada, con un sensible y consiguiente ahorro energético durante el funcionamiento: el **EMPOWERING DEVICE** requiere sólo una fracción de la energía eléctrica. utilizado por los otros cavitadores.

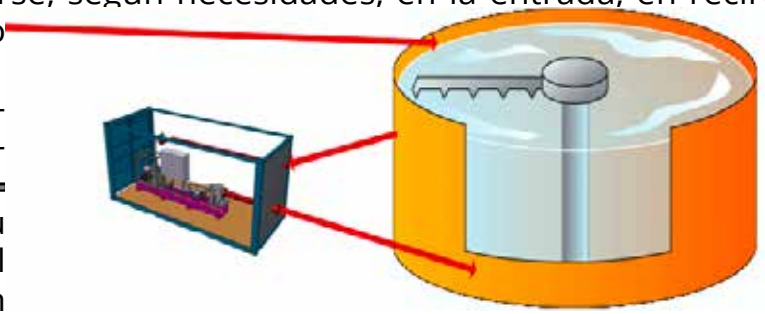
Esto se debe a que el cuerpo máquina del **EMPOWERING DEVICE** está estructurado para formar un verdadero “difusor”, con la consiguiente recuperación de un porcentaje de la

presión de salida.
Además, ha sido diseñado para reconfigurarse fácil y rápidamente según el uso: algunas de sus partes se pueden retirar si se tienen que tratar líquidos muy densos y/o viscosos y/o con granularidad extensa o se pueden añadir, entrada o Tomacorriente, elementos accesorios aptos para casi cualquier uso.
Además, en presencia de materia orgánica, la cavitación conduce a la consiguiente desestructuración física parcial, una lisis de las paredes celulares y la consiguiente liberación del contenido intracelular.
Esta acción se traduce en una mayor disponibilidad de jugos celulares, una aceleración de los procesos de hidrólisis y, en consecuencia, una aceleración del proceso de digestión anaeróbica en su conjunto.
En nuestro cavitador, basado en experimentos realizados y certificados por terceros, la tasa de degradación bacteriana puede acelerarse de 4/5 veces a más de 10 veces en comparación con los tratamientos convencionales.
Las certificaciones realizadas por el **Gruppo Rina** demuestran que la DQO del agua residual de un gasificador se reduce en un 90% en tan sólo 15 minutos.
Al utilizar el sistema inversor suministrado, al inicio el consumo es inferior a los 25kWh de potencia nominal instalada, de igual manera durante el uso completo; en ausencia de un inversor, se necesitarían al menos 36kWh para arrancar.
La compacidad, la sencillez de instalación y de uso, son sin duda algunas de las peculiaridades de nuestro aparato de cavitación pero es la total flexibilidad de uso lo que lo hace único.

MUESTRA	COD mg/L
Material TAL CUAL	15.380
material después de la cavitación	1.508
Porcentaje de reducción de DQO	90,2%

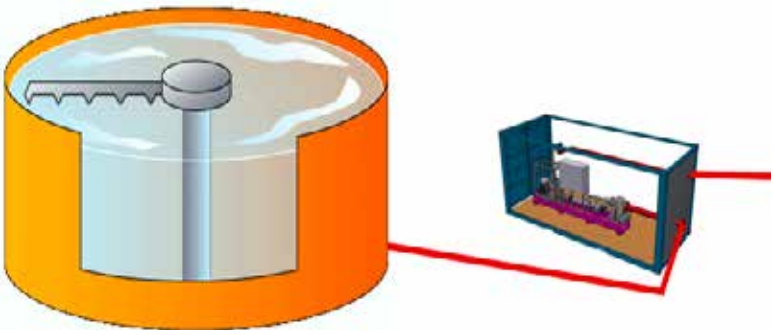
ED con sistema existente

Nuestro acelerador de procesos, además de ser el punto de apoyo de sistemas completamente innovadores, puede colocarse, según necesidades, en la entrada, en recirculación o en la salida de un tanque o depósito preexistente.



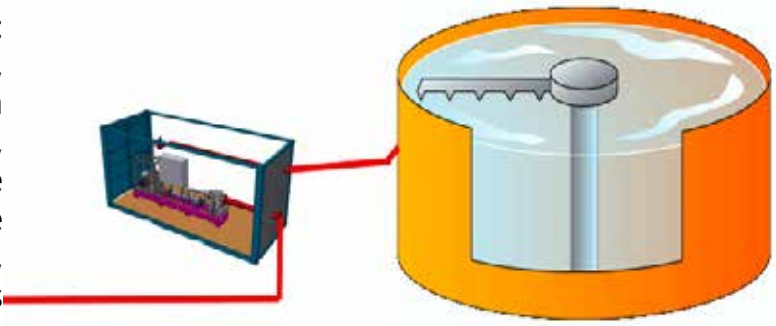
en recirculación: una bomba aspira la matriz líquida del tanque/tanque de tratamiento, la envía al **EMPOWERING DEVICE** para su tratamiento y la reintroduce en el tanque/tanque de tratamiento en un segundo punto. Con esta configuración es posible tratar y mejorar el funcionamiento de un sistema existente, reduciendo también cualquier acumulación de fracciones fibrosas no degradadas de la matriz en un tiempo bastante rápido.

PRO: Los costos de implementación se reducen al mínimo y los sistemas existentes pueden procesar cantidades significativamente mayores de matrices antes de ser reducidos o respaldados por sistemas adicionales. Esta colocación tiene el inconveniente de que parte del líquido será tratado varias veces.



al descargar del tanque/tanque de tratamiento primario: configuración similar a la anterior con la diferencia que el producto se trata una sola vez y se descarga a un segundo tanque para recibir un tratamiento posterior.

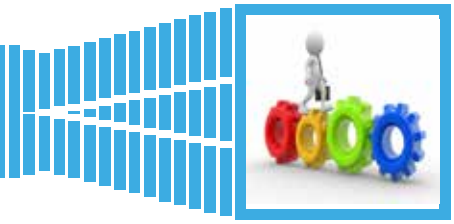
PRO: Además de maximizar la eficiencia del segundo tanque donde la matriz recibirá un tratamiento posterior, esta ubicación permite inertizar las cargas microbianas de la matriz. Esta disposición tiene el inconveniente de que los tiempos utilizados para tratar el fluido en el primer depósito o tanque siguen siendo los mismos.



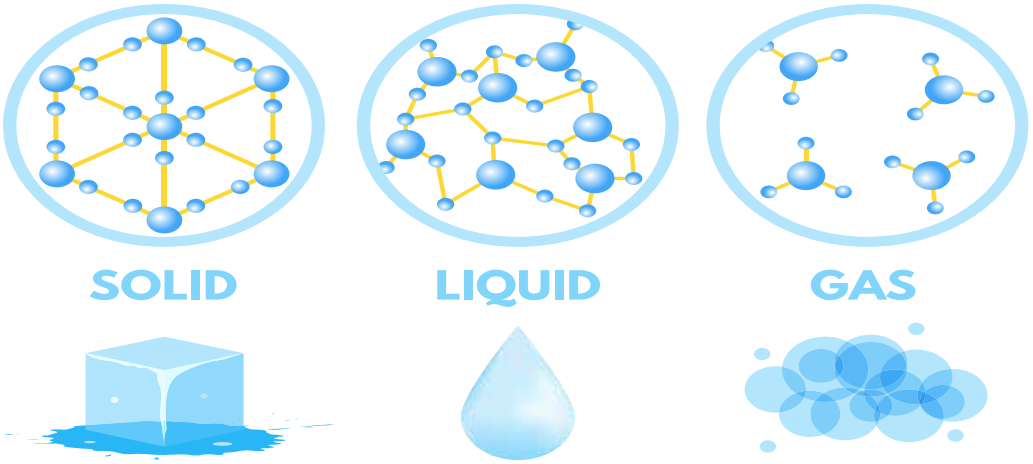
tratamiento de la matriz entrante: Dependiendo del tipo de sistemas, del tipo de matrices utilizadas y de la intensidad del tratamiento a obtener, la tecnología se puede aplicar sobre toda la matriz cargada o solo sobre una parte (EJEMPLO: en biomasas, típicamente aquellas caracterizadas por matrices fibrosas y particularmente complejo de degradar).

PRO: En esta configuración la eficiencia del cavitador es máxima si la cavitación se aplica a toda la matriz. Esta ubicación tiene las mayores ventajas.

water & cavitation



El agua tiene la capacidad de transportar numerosas sustancias gracias a sus particulares propiedades físico-químicas: altísimo poder disolvente, elevada reactividad química y considerable calor específico. Además, su capacidad molecular, dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno, le permite comportarse como un cristal: no sólo en estado sólido (hielo) sino tam-



bién en estado líquido.
La cavitación aplicada al agua actúa principalmente sobre esta característica.
A través de la violenta implosión de las burbujas, provoca la liberación de oxígeno naciente, permitiendo la eliminación de virus y bacterias presentes; además, favorece la conversión magnética de la calcita (responsable de la formación de incrustaciones), que es insoluble en la aragonita soluble y no puede agregarse en la formación de piedra caliza. Finalmente, como la estructura molecular del agua no es uniforme, la distancia entre las moléculas nunca es la misma, ni tampoco lo es la fuerza de atracción mutua; existen por tanto zonas o puntos de vacíos o bolsas de gas (oxígeno, nitrógeno) y cuerpos extraños, a veces no totalmente húmedos. A medida que la presión disminuye, las bolsas de aire se expanden, el líquido se evapora y el vapor las llena. La posterior fase de implosión violenta libera oxígeno, que así puede ejercer toda su acción oxidativa sobre el sustrato orgánico circundante, imitando la acción del peróxido de hidrógeno. Otro aspecto fundamental de la cavitación frente a todos los demás tratamientos de depuración y filtración de agua consiste en que en la cavitación son las propias moléculas de agua las que, una vez superada la fase de implosión, adoptan una configuración cristalina homogénea, lo que confiere al agua la Características originales de la formación desde la fuente. Por tanto, a diferencia de otros tratamientos aplicables al agua, no se añade ni se quita nada, como las resinas de intercambio iónico para la inserción y sustracción de iones o el filtrado magnético para eliminar el hierro, sino que por el contrario se amplifica y potencia la capacidad natural del agua para biodegradarse. y descomponer los patógenos mediante oxidación. Además, nuestro sistema también incluye un ozonizador que mejora aún más la oxidación de cualquier contaminante presente.

Historia y ciencia

La cavitación es un fenómeno físico conocido desde finales del siglo XIX, pero hipotetizado desde 1750 por el matemático suizo **Leonhard Euler**.

Es un fenómeno que afecta exclusivamente al flujo de líquidos; los gases no pueden presentar cavitación.
Solo en épocas muy recientes se ha comprendido cómo controlarla y aprovechar al máximo sus características.
Cuando ocurre de forma controlada, no genera daños ni desgaste en los materiales involucrados; de lo contrario, representa uno de los efectos más degenerativos que se pueden encontrar en la hidráulica.
La cavitación, además de ser un fenómeno físico, es también un proceso mecánico y se ve influenciada por la termodinámica del sistema.
Hasta hace unos años se entendía exclusivamente como un fenómeno extremadamente negativo y degenerativo que puede ocurrir en tuberías, turbinas y bombas; tras varios estudios, los científicos descubrieron que está vinculado a la presión de vapor de un fluido: el fenómeno se mantiene mientras se mantenga el equilibrio de presión entre el líquido y su vapor. Se produce con la vaporización local de un líquido, que se produce con el desprendimiento de la capa límite del fluido. Si no se busca ni se desea, genera pérdidas de rendimiento y erosión considerables.
Para definir la cantidad de cavitación, se utiliza la unidad de magnitud denominada índice de cavitación (K), que es una función del salto de presión; donde p1 representa la presión aguas arriba, p2 la presión aguas abajo y pv la presión de vapor. A medida que disminuye el índice de cavitación, se produce un desarrollo más intenso de la cavitación.
Si a una temperatura determinada la presión absoluta en el líquido se iguala o es inferior a la presión de vapor, se forman burbujas microscópicas de vapor en poco tiempo, generalmente en unos pocos microsegundos.
Estas burbujas microscópicas tienen forma esférica-toroidal, una temperatura de miles de grados centígrados y cientos de atmósferas (BAR), con chorros localizados de líquido a velocidades superiores a 100 m/s. Esta formación de burbujas, generalmente de corta duración, se produce debido a la reducción de la presión a valores inferiores a la presión de vapor del propio líquido. Debido a esto, el líquido se transforma rápidamente en gas, formando burbujas (también llamadas "microcavidades") que, sin embargo, colapsan con la misma rapidez en cuanto el flujo las aleja de la región cuyas peculiares condiciones físicas permitieron su formación.
La sucesión de formación e implosión de las "microcavidades" genera, a su vez, una secuencia de ondas de choque o ultrasonidos.
El proceso de formación de «microcavidades», también conocido como cavitación, ocurre principalmente donde la velocidad del líq-

$$K = \frac{p^1 - p^v}{p^1 - p^2}$$

uido es máxima: la masa del líquido pierde su continuidad, creando una «espuma» gaseosa, particularmente rica en oxígeno, debido al vapor y al aire liberados. Esta "espuma" gaseosa, en caso de cavitación incontrolada, puede ser extremadamente erosiva y corrosiva para los metales debido al desarrollo de hidrólisis, oxidación, polimerización y despolimerización.
El colapso muy rápido de las "microcavidades" genera microchorros a muy alta presión y altas concentraciones de energía en tiempos y espacios muy cortos que, si no se controlan como se describió anteriormente, pueden causar daños considerables en las tuberías o en las partes móviles de las máquinas que desencadenan este fenómeno.

- ➔ *Por ejemplo, en una tubería, el fenómeno de cavitación puede desarrollarse más en las secciones donde la línea piezométrica cae por debajo del eje de la tubería, formando así una depresión más o menos pronunciada.*
- ➔ *Por ejemplo, en una máquina hidráulica (bombas centrífugas, axiales, turbinas, etc.), el fenómeno de cavitación puede desarrollarse más en los puntos externos del impulsor, donde mayor es la velocidad y menor la presión.*

La cavitación genera fricción y turbulencia en el líquido, lo que, si no se controla adecuadamente, causa una pérdida significativa de eficiencia, emisión de ruido, vibraciones y daños en los componentes. La disminución de la eficiencia y la potencia puede ser superior al 3 % en comparación con condiciones similares en ausencia de cavitación. Aunque el proceso es similar al más conocido de ebullición, la principal diferencia entre la cavitación y la ebullición radica en que, en la ebullición, debido al aumento de temperatura, la presión de vapor aumenta hasta superar la presión del líquido, creando así una burbuja mecánicamente estable, ya que está llena de vapor a la misma presión que el líquido circundante.
En la cavitación, por otro lado, la presión del líquido disminuye repentinamente, mientras que la temperatura y la presión de vapor se mantienen constantes.
Por esta razón, la "burbuja" de cavitación solo resiste hasta que sale de la zona de baja presión hidrostática: en cuanto regresa a una zona del fluido en reposo, la presión de vapor no es suficiente para contrarrestar la presión hidrostática y la burbuja de cavitación implosiona, liberando una gran cantidad de energía y la secuencia de ondas de choque asociada. La presión de vapor de un líquido es la presión parcial del vapor cuando se establece el equilibrio entre líquido y vapor. Depende de la temperatura y aumenta con ella (para el agua, es de 4,6 mmHg a 0 °C y de 760 mmHg a 100 °C).
Una vez alcanzada esta presión, el líquido y el vapor se consideran saturados (tantas moléculas pasan de la fase líquida a la fase vapor como las que realizan el proceso inverso).
Además, el calentamiento por cavitación se libera uniformemente en todo el volumen del líquido, mientras que el calentamiento convencional se produce por transferencia, desde un punto hacia la cara más extrema.
Esto permite eliminar puntos calientes o fríos, quemaduras y, si es necesario, un control preciso de la temperatura.

¿dónde se puede aplicar?

Las enormes fuerzas que se generan durante el fenómeno de la cavitación permiten una mezcla extremadamente efectiva, mucho mejor que la obtenida con tecnologías convencionales, ya que la reducción de partículas microscópicas del fluido sometido a cavitación aumenta el área de contacto superficial.
Además, las fuerzas liberadas por el proceso de cavitación son muy superiores a las presentes en la mezcla normal y, por lo tanto, los resultados obtenidos se obtienen a escalas mucho mayores que las que se pueden medir normalmente con las tecnologías tradicionales.
La cavitación controlada se puede aplicar a todos los procesos de extracción de sustancias naturales y al tratamiento/conservación de emulsiones o líquidos, sin dañar los principios activos originales de la sustancia original, a diferencia de lo que ocurre con otros métodos convencionales de extracción, pasteurización y fermentación.
Con nuestro dispositivo, podemos ofrecer una clara ventaja económica en todos los procesos químicos posibles y, por lo tanto, en:

- ***Intensificación del proceso***
- ***Mezcla gas/líquido***
- ***Mezcla líquido/líquido***
- ***Mezcla líquido/sólido***
- ***Hidratación de geles y gomas***
- ***Emulsificación***
- ***Homogeneización***
- ***Pasteurización***

Esto es posible gracias a que la alternancia entre baja y alta presión genera una intensa actividad mecánica y térmica sobre cada elemento presente en la solución.
En presencia de materia orgánica, la cavitación provoca la consiguiente deconstrucción física parcial, la lisis de las paredes celulares y la consiguiente liberación del contenido intracelular. Esta acción conlleva una mayor disponibilidad de jugos celulares, una aceleración de los procesos de hidrólisis y, en consecuencia, una aceleración del proceso de digestión anaeróbica en su conjunto. En este caso, la tasa de degradación bacteriana puede acelerarse hasta más de 10 veces en comparación con el tratamiento convencional.

Por lo tanto, la destrucción/descomposición de las estructuras celulares conduce a una marcada mejora en la biodegradabilidad de las matrices orgánicas.
Our apparatus, in addition to being able to work completely independently, can be easily inserted online in any pre-existing industrial cycle: our apparatus can replace a pre-existing chemical process or multiplies a pre-existingit process by accelerating and strengthening it by over several times.
Having said all this, the areas of application of our apparatus turn out to be all those in which there is the presence of a chemical process of any kind.
The advantage for the users of our machinery can be summarized as follows:

- ➔ *cut in production costs;*
- ➔ *reduction of costs related to the expansion of production;*
- ➔ *reduction of process times;*
- ➔ *increase in the quantities of treatable matrix;*
- ➔ *reduction of costs related to disposal.*

With regard to **hydration**, this thanks to cavitation can be continuous, consistent and competitive, at the same time reducing the amount of matrix necessary to obtain the same desired level of viscosity.
With regard to **aeration**, this is always uniform with both small and large volumes of gas and, therefore, it is optimal for both viscous liquids and rubber.
With regard to **pasteurization** and **homogenization** cavitation prevents the formation of incrustations on the walls of the apparatus, cutting the downtime required for cleaning. Furthermore, the lower degradation of the proteins present allows the lengthening of the storage periods and even the creation of entirely new products.
With regard to **emulsification**, cavitation prevents the formation of air pockets trapped inside the fluid thus maintaining the quality of the products always constant. In addition, the possibility of continuous processing allows easy control of the degree of emulsification.

¿Qué podríamos hacer con ED?

Dondequiera que se lleve a cabo un proceso químico, nuestro aparato puede utilizarse con cierta ventaja. Se integra fácilmente en las líneas de proceso preexistentes, multiplicando la cantidad de fluido tratado en las mismas unidades de tiempo y sus efectos generales.
Como norma general, aunque varía según el proceso, solo en relación con el tiempo requerido para completar un proceso con respecto al uso de los métodos utilizados previamente, las mejoras alcanzables pueden alcanzar hasta un 90 %.
Los campos de aplicación de nuestro aparato corresponden a todos aquellos en los que se lleva a cabo un proceso químico de cualquier tipo y naturaleza, ya sea orgánico o no.
A continuación, se presenta una lista no exhaustiva de ejemplos de aplicaciones que hemos considerado.

1) En la producción de biogás a partir de biomasa

La cavitación se utiliza principalmente en situaciones con matrices difíciles de degradar o de gran tamaño. Nuestro equipo se ubica óptimamente tanto a la entrada del biodigestor, tras una caracterización preliminar en laboratorio de muestras de digestato tomadas para cuantificar las ventajas específicas en cada caso, como a la salida para reducir la carga de microorganismos presentes o, incluso, en la recirculación.
Los principales beneficios se relacionan con la reducción del tamaño de la materia orgánica, la reducción de la viscosidad del digestato y la consiguiente facilidad de mezcla dentro del digestor, además del aumento de la homogeneidad del digestato y, por lo tanto, una mejor bombeabilidad, lo que se traduce en una mejora general del proceso de fermentación.
Cabe destacar que, a medida que cambia la frecuencia de rotación, se puede impartir mayor o menor energía a la biomasa a tratar y, por lo tanto, una mayor o menor eficiencia del tratamiento.

- ➔ *Aumenta la eficiencia de los procesos de fermentación.*
- ➔ *Reduce drásticamente el tiempo de producción de biogás.*
- ➔ *Reduce el consumo de sustratos para el mismo biogás producido.*
- ➔ *Aumenta la producción de biogás con la misma cantidad de sustratos suministrados.*
- ➔ *Aumenta el contenido de metano en el biogás.*
- ➔ *Reduce la viscosidad del digestato facilitando el bombeo y la mezcla.*
- ➔ *Reduce el consumo energético de los órganos de mezcla y bombeo.*

Además, gracias a que la cavitación actúa directamente sobre el componente fibroso de las matrices, aumentando su potencial metanógeno, se pueden aprovechar diversos subproductos agroindustriales (paja, orujo, orujo agotado, etc.) que anteriormente no se podían valorizar adecuadamente con fines energéticos, reduciendo así aún más los costes operativos de la planta de producción de biogás.

Pruebas realizadas con cavitadores de primera generación, capaces de una sola cavitación controlada, han demostrado que el pico de producción de metano se obtiene en tan solo 2,5 días desde la cavitación, frente a los más de 25 que se necesitaban anteriormente en los sistemas tradicionales. La experimentación realizada en nuestro aparato redujo aún más estos tiempos a sólo unos pocos minutos.

2) En ganadería

Nuestro dispositivo, aplicado en ganadería, tiene múltiples usos:

- ➔ *Se puede utilizar para tratar agua (ver tratamiento de agua).*
- ➔ *Se puede utilizar para tratar excrementos (ver biomasa).*
- ➔ *Se puede utilizar para obtener materias primas de la orina animal.*
- ➔ *Se puede utilizar para tratar fluidos animales (p. ej., leche).*

El agua sometida a tratamiento de cavitación aumenta la digestibilidad de los alimentos, permite reducir las emisiones de malos olores, favorece el crecimiento del animal en un entorno más saludable, con menor estimulación del sistema inmunitario, menores gastos farmacéuticos y menores costos de morbilidad y mortalidad.
La acción de la cavitación es tan duradera que persiste incluso en aguas residuales zootécnicas, que son más homogéneas y sin olores. La mejora de las características del agua, mediante la cavitación, también se refleja en su uso para la limpieza de ambientes y equipos.

3) En el tratamiento del agua

El agua tiene la capacidad de transportar numerosas sustancias gracias a sus particulares propiedades fisicoquímicas: alto poder disolvente, alta reactividad química y un calor específico considerable.

A diferencia de otros tratamientos aplicables al agua, no se añade ni se elimina nada, como las resinas de intercambio iónico para la inserción y sustracción de iones o el filtrado magnético para la sustracción de hierro, sino que, por el contrario, amplifica y potencia la capacidad natural del agua para biodegradarse y descomponer patógenos mediante oxidación.
Además, nuestro sistema también incluye uno o dos ozonizadores que mejoran aún más la oxidación de los contaminantes presentes.
Con una configuración adecuada y en presencia de varias unidades en serie, puede sustituir a las plantas de tratamiento que utilizan tecnologías tradicionales.

4) En la industria del aceite alimentario

La cavitación también se utiliza en diversas etapas del procesamiento del aceite. En primer lugar, puede solucionar el cuello de botella del amasado causado por los avances técnicos introducidos en la década de 1990 con trituradoras mecánicas, carretes y centrífugas horizontales y verticales.
Diversos estudios científicos han demostrado cómo la cavitación aumenta la calidad, la capacidad de trabajo y la eficiencia del sistema de extracción, garantizando su sostenibilidad. En este caso, el aparato de cavitación se coloca entre la trituradora y el decantador.
Análisis prometedores realizados en laboratorio y en almazaras han demostrado cómo los sistemas básicos de cavitación han logrado aumentar el rendimiento de la extracción en aproximadamente un 10 % en comparación con los métodos tradicionales, a la vez que aumentan tanto los polifenoles totales como el contenido de clorofila en aproximadamente un 10 %. Este último valor también es detectable a simple vista gracias a un color verde mucho más intenso en comparación con los aceites obtenidos con métodos tradicionales. Los análisis también mostraron un aumento de tocoferoles de aproximadamente un 50 % y de carotenoides de aproximadamente un 20 %. Finalmente, las evaluaciones organolépticas de los aceites obtenidos mediante cavitación han mostrado un sabor armónico más intenso que el de los aceites tradicionales, percibidos como más agresivos.
Como resultado, pruebas experimentales realizadas en una almazara a escala real han demostrado un aumento simultáneo del rendimiento oleícola y del contenido de polifenoles en el aceite de oliva tratado.

5) En enología

La cavitación también se utiliza en la vinificación, ya que influye en la cinética de extracción de compuestos fenólicos durante la maceración de uvas tintas y en la lisis de las levaduras.
Análisis de laboratorio exhaustivos han demostrado que el aumento del tiempo de aplicación de la cavitación en las matrices se corresponde con un aumento de los índices de polifenoles totales (superiores al 50 %), así como de antocianos (superiores al 100 %). Estos datos se confirmaron sometiendo diferentes variedades de uva al mismo tratamiento.
En cuanto a las lías finas, la experimentación ha demostrado que los coloides solubles aumentan en menos tiempo. Las proteínas solubles totales aumentan significativamente en proporción a la duración de la cavitación. Una prueba adicional realizada con las lías mostró que los coloides solubles presentes en las muestras sometidas a cavitación eran iguales en número a los desarrollados tras 30 días en las muestras manipuladas con técnicas tradicionales. Por lo tanto, incluso el trasiego puede acelerarse mediante cavitación, reduciendo el tiempo necesario hasta en un 60 %: aproximadamente 2 días frente a los 5 días que suelen ser necesarios con los métodos tradicionales. Además, al final de la ca-

dena de suministro, cabe recordar que la cavitación actúa directamente sobre el componente fibroso de las matrices, aumentando su potencial metanogénico. Por lo tanto, el orujo, anteriormente destinado principalmente al despulpado por no poder valorizarse adecuadamente, puede utilizarse con fines energéticos, reduciendo así los costes de eliminación.

6) En la cervecería

En las últimas décadas se han producido avances increíbles en el campo de la tecnología, la química y la fermentación, pero los principios básicos de la producción de cerveza se han mantenido inalterados desde sus inicios. La cavitación puede alterar estos principios básicos. Los granos de malta, de los que se extraen los azúcares fermentables, gracias a la cavitación, pueden reducirse a menos de 100 micras en pocos minutos, omitiendo por completo la molienda.

Estas diminutas dimensiones no solo aumentan la velocidad con la que el almidón pasa al mosto (el agua azucarada que se hierve con el lúpulo antes de enfriarse y transformarse en cerveza por la levadura), sino que, sobre todo, optimizan el proceso hasta el punto de que todo pasa por el almidón, haciendo innecesario el lavado final con agua de malta para intentar extraer los últimos restos del preciado almidón.

Tampoco debe subestimarse que la mayor velocidad y eficiencia también permiten que la transformación en azúcares más simples y fermentables se realice a temperaturas más bajas, y por lo tanto, los gases desagradables y volátiles se desgasifiquen más rápidamente, desnaturalizando las enzimas del mosto y permitiendo que se mezclen fácilmente los sabores del lúpulo.

Por lo tanto, es evidente que el mosto debe hervir durante una fracción del tiempo previamente necesario, reduciendo drásticamente los tiempos y costes de producción. Otro efecto indeseado que surgió durante el experimento fue una reducción drástica del gluten en el mosto y la cerveza elaborados con 100% de malta de cebada. Las pruebas experimentales indican la degradación de los residuos de prolina, el aminoácido responsable de los problemas de intolerancia y sensibilidad al gluten, debido a la mejora de la asimilación de la prolina por las levaduras. Considerando que los sistemas actuales utilizados para eliminar el gluten alteran principalmente el sabor y la calidad de la cerveza, este efecto indeseado abre numerosas posibilidades interesantes.

7) Como parte del envejecimiento de licores

Al ser un acelerador de procesos especialmente eficaz en presencia de oxidaciones, **EMPOWERING DEVICE** puede acelerar y catalizar significativamente el envejecimiento de cualquier líquido alcohólico. Por lo tanto, en licores, permite que todos aquellos procesos químicos que alteran los sabores, y que a menudo tardan años en realizarse, se realicen en cuestión de minutos o días.

De esta forma, se acelera el envejecimiento natural de licores y bebidas espirituosas. Esto se logra extrayendo aromas y colores de las virutas de madera que se introducen en el fluido que fluye a través del aparato, a diferencia del envejecimiento estático tradicional en barrica.

La cavitación también puede ayudar a la rápida demolición y eliminación de compuestos naturales con sabor fuerte presentes de forma natural en el alcohol, que también se deterioran durante el envejecimiento tradicional. Además, no debe subestimarse el drástico aumento del rendimiento debido a la pérdida de evaporación asociada con el envejecimiento tradicional, así como la posibilidad de que los productores no tengan que esperar décadas para comprender la evolución de su producto, sino que puedan realizar pruebas de envejecimiento en cuestión de minutos.

8) Como parte de la pasteurización de líquidos alimentarios

La persistencia de la actividad microbiológica en líquidos alimentarios es uno de los aspectos críticos de los procesos de producción, dado el considerable riesgo de desarrollo no solo de metabolitos con impacto negativo en las propiedades organolépticas y cualitativas, sino sobre todo de la posible liberación de compuestos tóxicos para la salud humana.
Por lo tanto, el proceso de estabilización microbiológica de bebidas alimentarias requiere un cuidado extremo para descomponer la totalidad de microorganismos, como levaduras o bacterias, presentes en la solución.
Gracias a estudios recientes realizados por los principales organismos gubernamentales, la cavitación ha demostrado ser la tecnología más sencilla, flexible y controlable, además de la más eficiente energéticamente. Las ventajas potenciales de su aplicación en la pasteurización y homogeneización de líquidos alimentarios, con vistas a su consumo, se derivan no tanto de una eficiencia energética comparable a la de una resistencia eléctrica convencional, sino de la homogeneidad del calentamiento obtenido.
El efecto combinado de la temperatura media del líquido y la liberación localizada, difusa y homogénea de grandes cantidades de energía térmica y mecánica permite alcanzar los parámetros de seguridad alimentaria requeridos a temperaturas medias significativamente inferiores a las de los procesos tradicionales. Como consecuencia directa, se produce un notable ahorro energético y una mayor capacidad para controlar aspectos críticos del proceso alimentario y la calidad del producto. Una investigación realizada por el CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) italiano se ha centrado en inactivar Saccharomyces cerevisiae, la levadura más utilizada en la industria alimentaria para la fermentación del vino y la cerveza, pero también responsable de las alteraciones y el deterioro de los zumos de fruta y la leche, así como de los microorganismos más resistentes a los choques térmicos y mecánicos.
La cavitación aplicada en el sector alimentario ofrece varias ventajas:

- ➔ *Las bacterias y los microorganismos se eliminan a temperaturas más bajas que con los sistemas tradicionales.*
- ➔ *Menor consumo de energía para los mismos resultados.*
- ➔ *Conservación de las cualidades organolépticas y nutricionales de los productos.*

Puede aplicarse en la entrada, en la salida o durante todo el proceso. Su uso en la cola también minimiza el riesgo de procesos oxidativos. La aplicación sinérgica de procesos térmicos y de cavitación permite reducir en varios grados la temperatura asociada a la mortalidad de las levaduras en solución acuosa, por lo que, además de los evidentes beneficios en términos de calidad de los alimentos líquidos, el ahorro energético es bastante significativo: al menos un 2,7% por cada 1°C de caída de la temperatura máxima del proceso.

9) Aplicación al vinagre balsámico tradicional (Italia)

Una investigación realizada por el CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) de Italia tuvo como objetivo la aplicación de la tecnología de cavitación a la cocción de vinagre balsámico tradicional. En la producción de vinagre balsámico tradicional, la cocción del mosto de uva con al menos 15 °Brix (1 °Brix corresponde al 1-2 % en peso de azúcar) se realiza a presión natural, con fuego directo, en recipientes abiertos durante aproximadamente 12-24 horas a una temperatura mínima de 30 °C, hasta que la masa total se reduce a aproximadamente 2/3.

Se prohíbe el uso de aditivos. Unas temperaturas de cocción demasiado altas podrían provocar la cristalización indeseada de azúcares, con ralentizaciones indeseadas de la fermentación alcohólica y la consiguiente producción de compuestos furánicos. Por lo tanto, la tendencia más reciente es la cocción entre 75 y 90 °C, durante un máximo de 14 horas, con una reducción del mosto hasta 28-30 °Brix.

El proceso de cocción del mosto de uva para obtener un mosto cocido reducido y la posterior formación de las especies orgánicas que lo caracterizan representan una etapa extremadamente delicada debido a las numerosas variables involucradas, vinculadas a las diferentes transformaciones químicas y fisicoquímicas que tienen lugar dentro de las matrices durante la fase de cocción. En particular, la disminución del porcentaje de agua durante la cocción puede provocar la formación de furfurales: compuestos que no solo afectan negativamente al producto final, sino que incluso son perjudiciales para la salud del consumidor, ya que son potencialmente cancerígenos.

Por lo tanto, una correcta cocción del mosto representa la única manera de obtener un buen vinagre balsámico tradicional. En consecuencia, la cocción asistida por cavitación podría ofrecer excelentes resultados, ya que el calentamiento del líquido es homogéneo, ya que la masa líquida no se calienta mediante fuentes de calor como llamas o resistencias eléctricas, sino que es la misma masa la que se calienta por sí sola, evitando la formación localizada de caramelización.

10) Aplicación a la desalinización

Construir una planta de desalinización tradicional es muy costoso y requiere grandes cantidades de energía para su funcionamiento. Además, su construcción requiere una planificación cuidadosa y años de trabajo.
Llevar equipos de cavitación equipados para la desalinización directamente cuando y donde se necesitan puede resolver muchos problemas, especialmente durante emergencias u operaciones de guerra.
Pequeñas estructuras, como hoteles, comunidades en islas o sin acceso a servicios de acueducto, se beneficiarán fácilmente del uso de dispositivos de cavitación equipados para la desalinización, especialmente si se alimentan con energía termodinámica.

11) Aplicado al petróleo

Estudios científicos recientes han demostrado que el aumento de alta presión y temperatura que proporciona la cavitación acústica e hidrodinámica activa numerosos procesos y acelera diversas reacciones químicas.
Por lo tanto, el petróleo, incluso el bituminoso pesado, sometido a cavitación durante unos 15 minutos, podría transformarse, prácticamente, en otro producto, ya que mejora la homogeneidad, la viscosidad, la gravedad del API (Instituto Americano del Petróleo) y otras propiedades físicas.
Esto se debe a que la formación de grandes matrices moleculares, matrices regulares y sistemas pseudopoliméricos desempeña un papel importante en el proceso de extracción del petróleo, lo que resulta en una alta tensión superficial, viscosidad y un comportamiento no newtoniano.
Cualquier alteración de estas grandes asociaciones moleculares, partículas, aglomeraciones o interacciones pseudopoliméricas altera las propiedades del petróleo. Lin y Yen (1993) craquearon asfaltenos, refractarios a la FCC, y desactivaron los catalizadores incluso en condiciones suaves, utilizando cavitación ultrasónica, borohidruro de sodio como fuente de hidrógeno y un surfactante para prevenir la recombinación y la desproporción de los radicales de asfalteno.
Los radicales de hidrógeno detuvieron las reacciones de radicales libres y olefinas saturadas. Como resultado, el 35% de los asfaltenos se convirtieron en gasolina y resinas en 15 minutos. La conversión de asfaltenos en hidrocarburos más ligeros se multiplicó por diez.
Todo esto implica que el petróleo, tras pasar por el dispositivo de potenciación, adquiere las características más buscadas y, por lo tanto, podría ofrecerse a precios más altos.
Actualmente, se ha comprobado que el fenómeno de la cavitación se intensifica en fluidos viscosos. Si el flujo de petróleo se mueve a alta velocidad, provocando que la presión absoluta del petróleo caiga por debajo de la presión de vapor de los hidrocarburos que contiene, se produce la cavitación. La cavitación separa la fase líquida (hidrocarburos de alto punto de ebullición y sus partículas) de los gases presentes en el petróleo (gases atrapados, vapor de agua y

vapores de hidrocarburos).
En la refinería, por otro lado, se beneficiará del craqueo térmico, el craqueo catalítico y el hidrocraqueo. Asimismo, todo esto también puede aplicarse a biorrefinerías, gasóleos de petróleo y fuentes de origen biológico: al mezclar agua y diésel mediante cavitación controlada, se obtiene el denominado “diésel blanco”.

12) Aplicado al fracking

El fracking, o fracturación hidráulica, consiste en los procesos actuales de bombeo de agua en el suelo para aumentar el rendimiento y crear la presión necesaria para las técnicas de perforación horizontal. Esta práctica requiere millones de litros de agua: por ejemplo, los pozos de esquisto requieren de 3 a 7 millones de galones por pozo (11 a 27 millones de litros). En la gran mayoría de los casos, esta agua debe transportarse a los pozos en camiones cisterna: 300 camiones pueden transportar hasta 4 millones de litros de agua (aproximadamente 1 millón de galones). Sin embargo, ya tras su primer uso en los pozos, el agua recuperada es altamente corrosiva debido a su alta concentración de sal (de 7 a 10 veces mayor que el agua de mar), otras impurezas de esquisto y los aditivos utilizados por las compañías petroleras para diversos fines de producción. Superado cierto umbral, el agua ya no puede reutilizarse, lo que incrementa aún más los costos de extracción debido a la necesidad de nuevos suministros y a la eliminación de lo ya utilizado.

Además, las leyes ambientales, cada vez más restrictivas, tienden a plantear cada vez más problemas para la eliminación de aguas ya saturadas.
La cavitación puede ayudar a evitar la eliminación de estas aguas, ya que pueden tratarse directamente in situ, lo que las hace inmediatamente aptas para su reutilización en el proceso de fracturación hidráulica. Esto puede suponer la eliminación de vertederos y una reducción del 30 al 50 % en el uso de agua nueva por cada pozo.

13) Como parte de la producción de etanol

La producción comienza con la molienda mecánica y la posterior mezcla de granos almidonados con agua. La suspensión resultante se bombea al cavitador, donde cada partícula de la estructura del grano almidonado se fractura completamente, exponiendo moléculas de almidón adicionales atrapadas en la estructura celular y mejorando así la eficiencia enzimática hidrolizada en el mosto. Cuanto más pequeñas sean las partículas, mayores serán las superficies de interacción, lo que permite un aumento en el rendimiento de etanol, con la misma matriz inicial, del 1 % al 2,5 % y del 2 % al 4 % o más, sin aporte adicional de energía y, por lo tanto, con menores costos totales de materia prima. La aplicación de la cavitación antes de la sacarificación mejora

el tamaño de las partículas y la tasa de conversión de almidón a azúcar para la posterior fermentación en etanol. Por lo tanto, el etanol se puede generar de forma más eficiente mediante la fermentación y la posterior destilación.

14) Biodiesel

En las biorrefinerías, al igual que en las refinerías tradicionales, el craqueo térmico, el craqueo catalítico y el hidrocraqueo aportan importantes beneficios. Por lo tanto, la mezcla de agua y diésel de origen biológico con cavitación controlada da como resultado el denominado "diésel blanco".
Los tiempos de reacción se reducen a unos pocos segundos y, al mismo tiempo, la cavitación permite tratar cualquier matriz, incluso de menor calidad, obteniendo niveles extremadamente favorables y mejores.
La producción de biodiésel comienza mediante la reacción de los triglicéridos con un alcohol y un catalizador. Los productos de esta reacción son principalmente biodiésel y glicerina.
Cabe mencionar que la glicerina ligada representa menos del 0,05 % del biodiésel en sistemas de dos etapas. También en este caso, la cavitación puede aplicarse fácilmente en plantas existentes para reducir costes y ampliar su capacidad de producción, o puede ser la base de plantas totalmente innovadoras. Existen plantas, especialmente en Estados Unidos, que se han equipado con esta tecnología desde 2005 y la utilizan con gran éxito a pesar de que las máquinas son de primera generación y, por lo tanto, de monocavitación sin implementación de difusión para la recuperación de presión. Mediante la cavitación, las plantas de producción pueden utilizar una mayor cantidad de matrices para convertir, con valores extremadamente altos de grasas libres (AGL). Por lo tanto, se pueden utilizar como matrices de producción aceites de cocina usados, aceites usados de procesos industriales, aceites de palma, sebo de res, de aves, etc. Además, al acelerar las reacciones, se reduce consecuentemente la cantidad de catalizadores necesarios para completar los procesos.

15) En fábricas de papel

En este sector, los procesos de producción con tecnología tradicional están continuamente expuestos a riesgos, como la aparición de defectos en el papel e ineficiencias de producción causadas por la presencia de pelusa de polímeros o incluso aglomerados que se forman en zonas de bajo flujo, especialmente al combinar polímeros catiónicos y aniónicos. En casos extremos, también pueden aparecer formaciones bacterianas.
La cavitación puede ser la solución óptima para todas las necesidades de emulsión y homogeneización de aditivos, tintas o ceras dispersas, ya que actualmente es el sistema más eficaz para desintegrar y dispersar uniformemente en bases líquidas pigmentos orgánicos e inorgánicos, incluso

con densidades superiores al 50%.
Los sistemas tradicionales de mezcla y dosificación se caracterizan por sus altos costes de implementación, gestión y, sobre todo, de mantenimiento, ya que la acumulación de sedimentos en diferentes partes de la planta obliga a intervenciones continuas.
El consumo de agua necesario para diluir los demás fluidos tratados también es elevado, ya que debe introducirse continuamente, lo que conlleva el problema del aumento del consumo energético al tener que estabilizar continuamente los niveles térmicos de las matrices. Con la cavitación, por otro lado, se utiliza agua de proceso, eliminando por completo, con la excepción de los tanques correspondientes, toda la maquinaria externa de pretratamiento y filtración.
Al tener un flujo constante de matriz en proceso y sin puntos muertos dentro de nuestro aparato, también se elimina la posibilidad de incrustaciones o depósitos de sedimentos, reduciendo así al mínimo los tiempos de mantenimiento, garantizando una higiene perfecta, una mejor reactividad de las matrices introducidas y, al ser las dimensiones de la planta considerablemente reducidas, cualquier intervención, incluidas las variaciones de dosis, será prácticamente inmediata. En experimentos realizados con cavitadores básicos, se observó una reducción de las dosis de aditivos en más del 30%, mientras que las de retentivos en más del 25%, con un aumento significativo de la capacidad de producción de toda la planta en general.

16) En curtidurías

En las curtidurías, la cavitación ayuda especialmente a descomponer las altas concentraciones de sulfuros utilizadas para el procesamiento de pieles crudas. Tiempos de proceso necesarios para que el oxígeno burbujee en los tanques:

$$S + O_2 \text{ in } SO_4$$

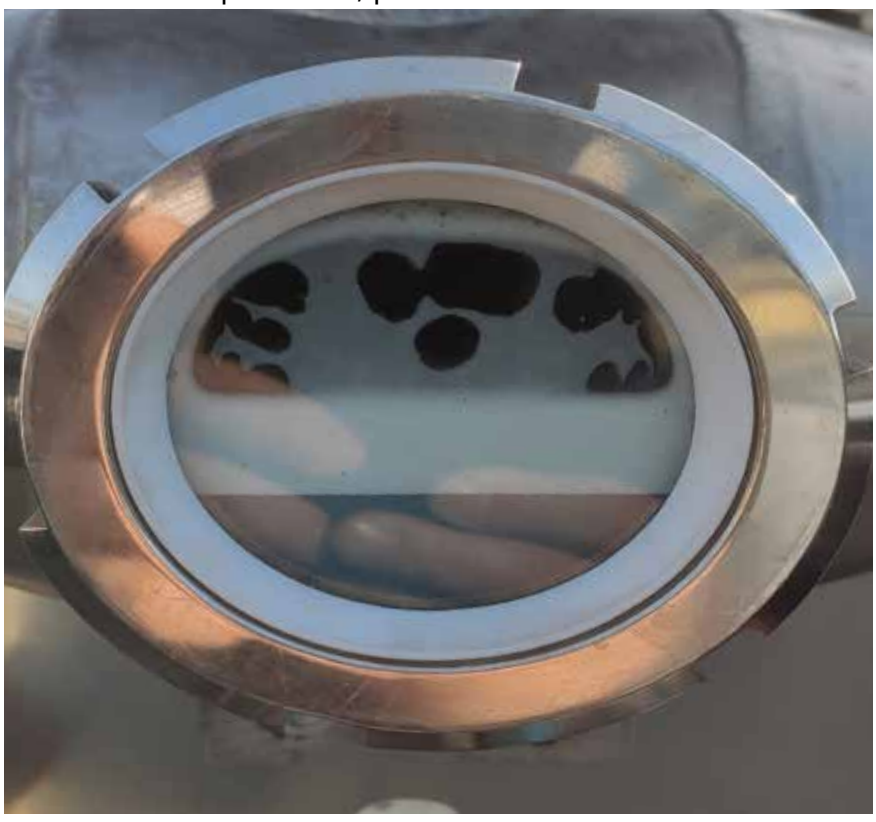
Gracias a la cavitación, el oxígeno puro se puede sustituir fácilmente por aire atmosférico, mucho más económico. Se maximiza la relación gas/líquido, obteniendo así una emulsión estable que permite un contacto más estrecho entre los gases y el líquido, con la consiguiente reducción del tiempo y los costes necesarios para completar la misma operación, además de optimizar todas las etapas del proceso. En pocos minutos obtendrá los resultados que antes se obtenían en semanas.

Para más ejemplos, consulte nuestro sitio web:

www.ce.eco

aguas industriales

Actualmente se sabe que la cavitación permite obtener excelentes resultados, especialmente en presencia de materia orgánica, ya que, al demoler las moléculas, reduce los valores de DQO y DBO. Esto se debe principalmente a que el fenómeno físico de la cavitación potencia, e incluso multiplica exponencialmente, procesos físicos y químicos completamente naturales, incluida la oxidación. Mientras que las pruebas realizadas con el **EMPOWERING DEVICE** en líquidos de base orgánica arrojaron resultados claramente positivos de inmediato, **con variaciones porcentuales respecto al estado actual, a veces incluso de casi cuatro dígitos, y obtenidas en muy poco tiempo**, las realizadas con aguas residuales industriales requirieron una configuración meticulosa y precisa de la maquinaria para establecer la dinámica óptima de gestión del proceso y los accesorios necesarios para su correcta aplicación. Todo esto se hizo necesario porque las pruebas con fluidos inorgánicos habían tenido resultados diferentes a los esperados, no debido a un mal funcionamiento de la máquina, sino precisamente a su perfecto funcionamiento: los parámetros del líquido que se esperaba que fueran los primeros en someterse a la acción del **EMPOWERING DEVICE**, dada su naturaleza inorgánica, no pudieron ser tratados hasta que otros valores, como por ejemplo, el total de sólidos en suspensión, no se hubieran normalizado. En aguas industriales, el **EMPOWERING DEVICE** no encuentra su mejor aplicación como complemento a un proceso ya existente, sino que alcanza su máximo potencial al sentar las bases de un nuevo proceso de procesamiento continuo, más rápido y de mayor rendimiento. En estas aplicaciones, el **EMPOWERING DEVICE** actúa, según el caso, como flotador y micronizador de partículas, coagulando sólidos en suspensión muy pequeños, facilitando la filtración posterior, permitiendo la clarificación de las aguas residuales y, por lo tanto, simplificando considerablemente los tratamientos químico-físicos posteriores. Además, homogeneiza mejor las aguas residuales heterogéneas, favoreciendo el posterior ataque químico mediante los mismos reactivos que se utilizan para la depuración industrial tradicional, pero consumiendo solo una fracción de la energía requerida por los sistemas tradicionales.

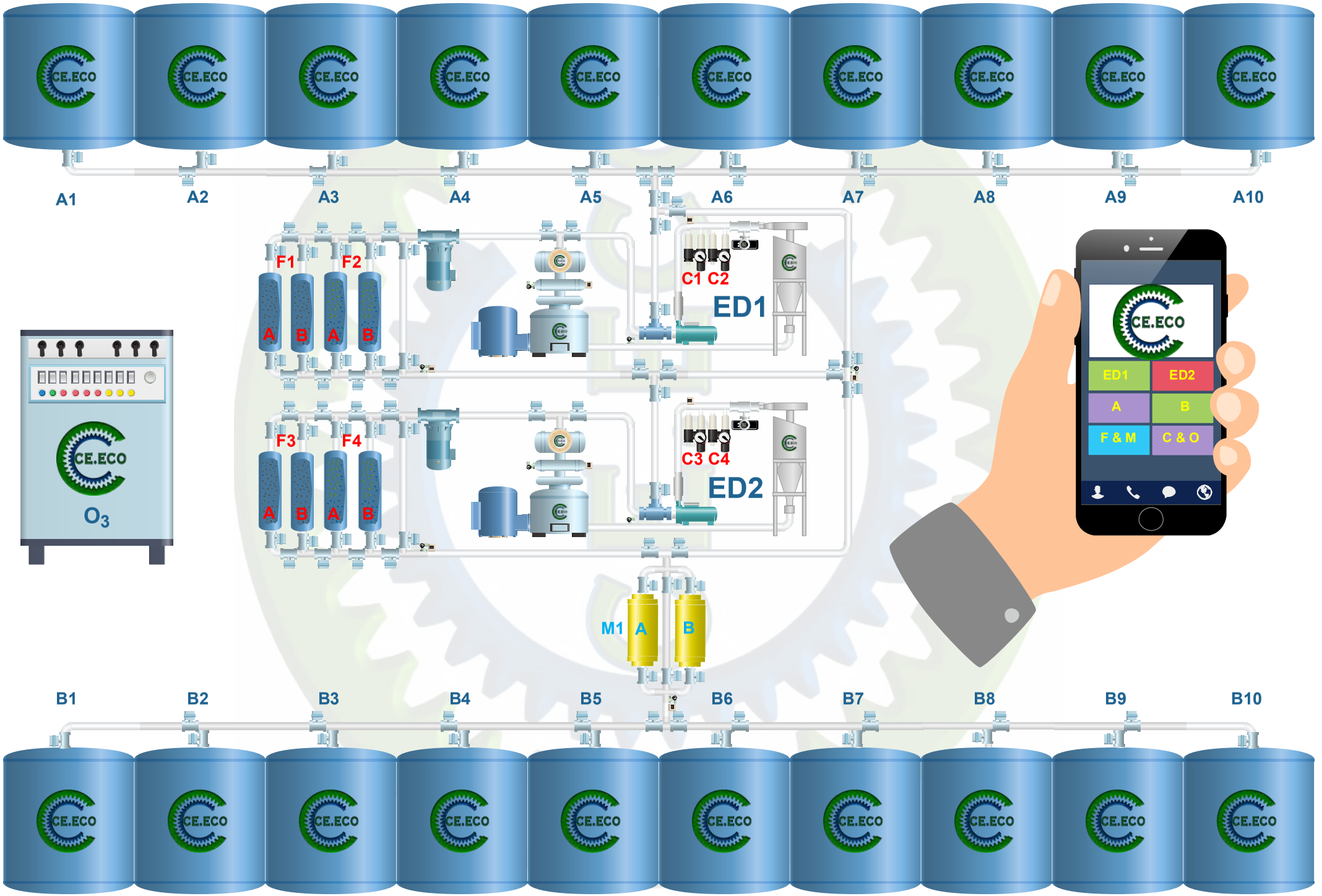


La geometría de construcción del **EMPOWERING DEVICE** lo convierte no solo en un difusor de presión perfecto, reduciendo así el consumo energético, sino también en un excelente sistema de mezcla. Se puede garantizar una mayor eficiencia mediante el uso de **EMPOWERING DE-**

VICE posteriores, ya que con dos dispositivos en serie, el líquido puede someterse a un primer tratamiento a bajas revoluciones, una filtración y un aditivo, mientras que en el segundo dispositivo se trata a un alto número de revoluciones para posteriormente ser filtrado, obteniendo así, en la mayoría de los casos, un flujo de trabajo sin tiempos de inactividad.
La variedad de tratamientos tradicionales de residuos industriales inorgánicos es muy amplia, por lo que el enfoque de depuración casi siempre debe estudiarse caso por caso. Lo que todos los tratamientos tienen en común es el alto consumo de energía, especialmente de electricidad, debido a que están sujetos a numerosos tratamientos de alto consumo energético, entre los que se encuentran los siguientes:

- ➔ Neutralización del pH;
- ➔ Separación de las sales precipitadas;
- ➔ Cristalización;
- ➔ Secado de los cristales;
- ➔ Separación de cristales sobresaturados y sólidos en suspensión, o aquellos derivados de la reacción química de los procesos de purificación, a menudo realizados con grandes centrífugas;
- ➔ Reacción con productos químicos que dan lugar a nuevos compuestos menos peligrosos y reducen los costos de eliminación final, cuando no permiten una recuperación completa de las aguas residuales;
- ➔ Recuperación de disolventes industriales, mediante columnas de redestilación, de las cuales, además del disolvente limpio, salen por la parte superior las sustancias residuales, generalmente por la parte inferior, que deben eliminarse convenientemente.

Tanto en las plantas de neutralización de pH como en las de reacciones específicas con productos químicos, el **EMPOWERING DEVICE** permite evitar grandes tanques y hacer que el proceso químico sea continuo y fluido, gracias a la posibilidad de añadir el neutralizador en línea. Al no tener tanques que requieren agitación continua y prolongada para evitar la estratificación y la heterogeneidad, se eliminan las bombas de envío al reactor de neutralización o reacción, así como las bombas de relanzamiento del producto terminado, lo que permite un considerable ahorro energético y una planta compacta. El impacto visual de la planta se reduce drásticamente, ocultando a los vecinos, quienes, por lo tanto, tienden a quejarse menos de la existencia de la planta. Al conocer las características de las aguas residuales entrantes, contenidas en silos, incluso horizontales, mediante un PLC controlable remotamente según los dictados de la Industria 4.0, un conjunto de electroválvulas y bombas las conduce a través de uno, dos, tres o más pasajes dentro de cavitadores y filtros especiales diseñados para eliminar ciertos aspectos de las aguas residuales a tratar y, posteriormente, añadir o no productos químicos, ozono o cualquier otro elemento necesario antes de ser enviadas a silos de almacenamiento donde las aguas residuales tratadas, una vez procesadas e inertizadas, estarán listas para su eliminación. En base a las “familias” de origen de las aguas residuales se crean recetas específicas para automatizar al máximo el proceso.


A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
F1
F2
A
B
A
B
C1 C2
ED1
F3
F4
A
B
A
B
C3 C4
ED2
M1
A
B
O3
ED1
ED2
A
B
F & M
C & O
B1
B2
B3
B4
B5
B6
B7
B8
B9
B10

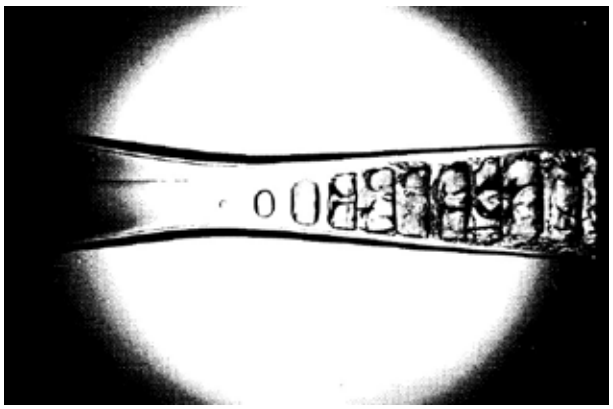
una muestra industrial

La página anterior muestra una planta de tratamiento de agua desarrollada en torno a un par de **EMPOWERING DEVICE**.
El agua producida por la planta o transportada a una planta de tratamiento equipada con nuestro sistema, tras ser extraída de los silos de almacenamiento (**A1-A10**) se somete a un primer tratamiento de cavitación (**ED1**) con o sin adición de productos químicos (**C1-C2**) y ozono (O_3).
Posteriormente, el fluido, que se renueva si es necesario con una bomba, puede filtrarse (**F1-F2**) o, mediante un bypass, continuar su curso.
Cada filtro puede duplicarse en paralelo (**A-B**) de forma que, si los sensores detectan una disminución de la eficiencia, se notifique inmediatamente al personal para que intervenga en el cartucho que se va a regenerar o sustituir.
Según las necesidades, el fluido puede someterse a una cavitación posterior en el segundo **EMPOWERING DEVICE** (**ED2**) que estará equipado exactamente igual que el primero: bombas de productos químicos (**C3-C4**), ozono (O_3), filtros (**F3-F4**) duplicados en paralelo (**A-B**), bomba de derivación y de refuerzo.
De igual manera, a la salida del primer **EMPOWERING DEVICE**, el fluido puede en este punto ser devuelto al primer o segundo cavitador para someterse a tratamientos adicionales o, si ya se considera purificado, ser enviado directamente o a través de membranas osmóticas (**M1**) duplicadas en paralelo (**A-B**), hacia los silos de almacenamiento final (**B1-B10**). Incluso con membranas, si los sensores detectan una disminución en la eficiencia, se notificará inmediatamente al personal para que intervenga en el cartucho que se va a regenerar o reemplazar.
Desde los silos de almacenamiento definitivos, tras el análisis de muestras y de acuerdo con las disposiciones y límites legales, el agua se vierte al alcantarillado, a una zanja o incluso se reutiliza para regar los campos circundantes.

EJEMPLO: Neutralización de ácido clorhídrico contaminado. Normalmente se parte de un pH de 1-1,5. Se añade sosa cáustica para llevar el pH a 7 y poder desechar el sistema final, donde se generan sal (cloruro de sodio) y agua. Con **EMPOWERING DEVICE**, evitamos el tanque agitado de HCl contaminado y su envío al reactor, ya que el cavitador puede tomarlo directamente de los tanques. La contaminación se distribuye inmediatamente por toda la masa gracias a la cavitación controlada; en el mismo cavitador se añade el NaOH necesario en línea. Las aguas residuales neutralizadas y homogeneizadas por **EMPOWERING DEVICE** pueden pasar directamente a las membranas de desalinización autolimpiables, que también se ven favorecidas por la cavitación aguas arriba, ya que un agua residual cavitada puede atravesar las membranas con menor resistencia y, por lo tanto, consumiendo menos energía.
Lo mismo ocurre con las centrífugas para la separación de sales sobresaturadas o componentes sólidos resultantes de procesos de purificación mediante reacciones de alto consumo energético: todas son totalmente reemplazables por un **EMPOWERING DEVICE** equipado con membranas y/o filtros.

cavitación incontrolada

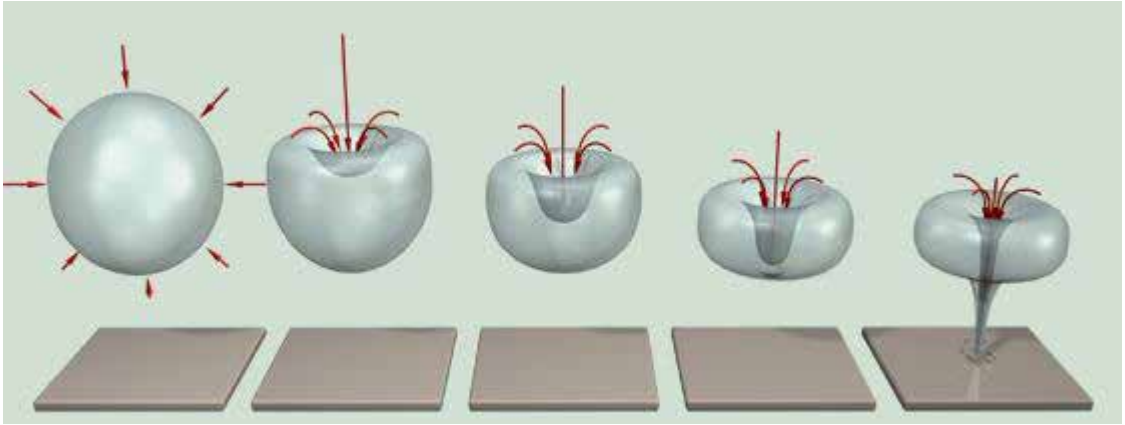
Si en un líquido la presión absoluta es igual o inferior a la presión de vapor a una temperatura determinada, en cuestión de microsegundos se forman burbujas de vapor microscópicas.
Esto se debe a que los líquidos normalmente llevan aire disuelto y, al descender la presión hasta el valor de la presión de vapor, se libera el aire disuelto y, por lo tanto, se libera la vaporización del líquido.
Las burbujas de vapor son arrastradas por la corriente y, al llegar a zonas con una presión superior a la de vapor, se produce su colapso.



La fase de colapso e implosión libera una cantidad de energía que, si no se controla, puede causar:

- ***Un deterioro de la eficiencia del sistema hidráulico de al menos un 3%, debido a la turbulencia causada por la cavitación.***
- ***Vibración excesiva del sistema hidráulico, lo que provoca ruido.***
- ***Un deterioro grave de los componentes internos del sistema hidráulico, debido al colapso de las burbujas cerca de la pared de un componente. En este caso, se genera un chorro de líquido (chorro de impacto) que erosiona la superficie sólida y forma las llamadas picaduras erosivas. La zona donde este fenómeno se produce con mayor frecuencia es a la salida del impulsor, ya que en esta sección se produce una despresurización temporal del líquido, seguida de un aumento de presión.***

El grado de erosión se ve influenciado por diversos factores, tanto relacionados con la hidrodinámica del sistema como con el comportamiento resistente de los diferentes materiales.
Los efectos de la condensación en los materiales se relacionan principalmente con la dureza superficial, la capacidad de endurecimiento por acritud y el tamaño de grano.
El mecanismo de erosión por cavitación es muy complejo. De hecho, en la literatura, se pueden encontrar diferentes teorías sobre las causas de este proceso. Una primera teoría sobre



la evolución del proceso erosivo establece que, cuando una burbuja individual implosiona en una región de fluido alejada de las paredes, su colapso se produce de forma simétrica. El fluido circundante tiende a ocupar rápidamente las regiones que quedan libres tras el colapso de la burbuja. Este movimiento del fluido induce una onda de presión de alta intensidad que se transmite rápidamente a través del líquido circundante. La alta energía que se transmite a las paredes circundantes puede provocar la erosión del material debido a la fatiga. Sin embargo, según otra hipótesis, cuando la burbuja está cerca de la pared lateral, su colapso se produce de forma asimétrica. La mayor velocidad de condensación en el lado opuesto a la pared induce la formación de un chorro de líquido a alta velocidad que corta la burbuja de vapor e impacta contra la propia pared. La energía transmitida tras este impacto puede, con el tiempo, provocar la erosión del material debido a la fatiga. El colapso de una burbuja de vapor actúa como desencadenante del colapso de otras burbujas. En muchos dispositivos se ha observado que los daños por cavitación se producen en zonas muy localizadas, por ejemplo, en el impulsor de una bomba. A menudo, esto se debe al colapso periódico de una nube de burbujas de cavitación.
En casi todos estos casos, el colapso constante de la nube puede causar un ruido mucho más intenso y una mayor propensión a sufrir daños que un flujo aperiódico similar.
De esta manera, el daño es más grave en la superficie sólida cercana al lugar de la explosión de la nube. La cuestión de si los daños por cavitación son causados por microchorros, ondas de choque o ambos se ha debatido durante muchos años.
Pero incluso después de la ruptura causada por el microchorro, nos encontramos con una nube de pequeñas burbujas residuales que continuarán colapsando colectivamente.
Incluso si ya no se trata de una sola burbuja, esta nube residual seguirá teniendo el mismo comportamiento dinámico cualitativo que la posible producción de una onda de choque.

ISOLATE BEFORE REMOVING COVER

cómo se construye

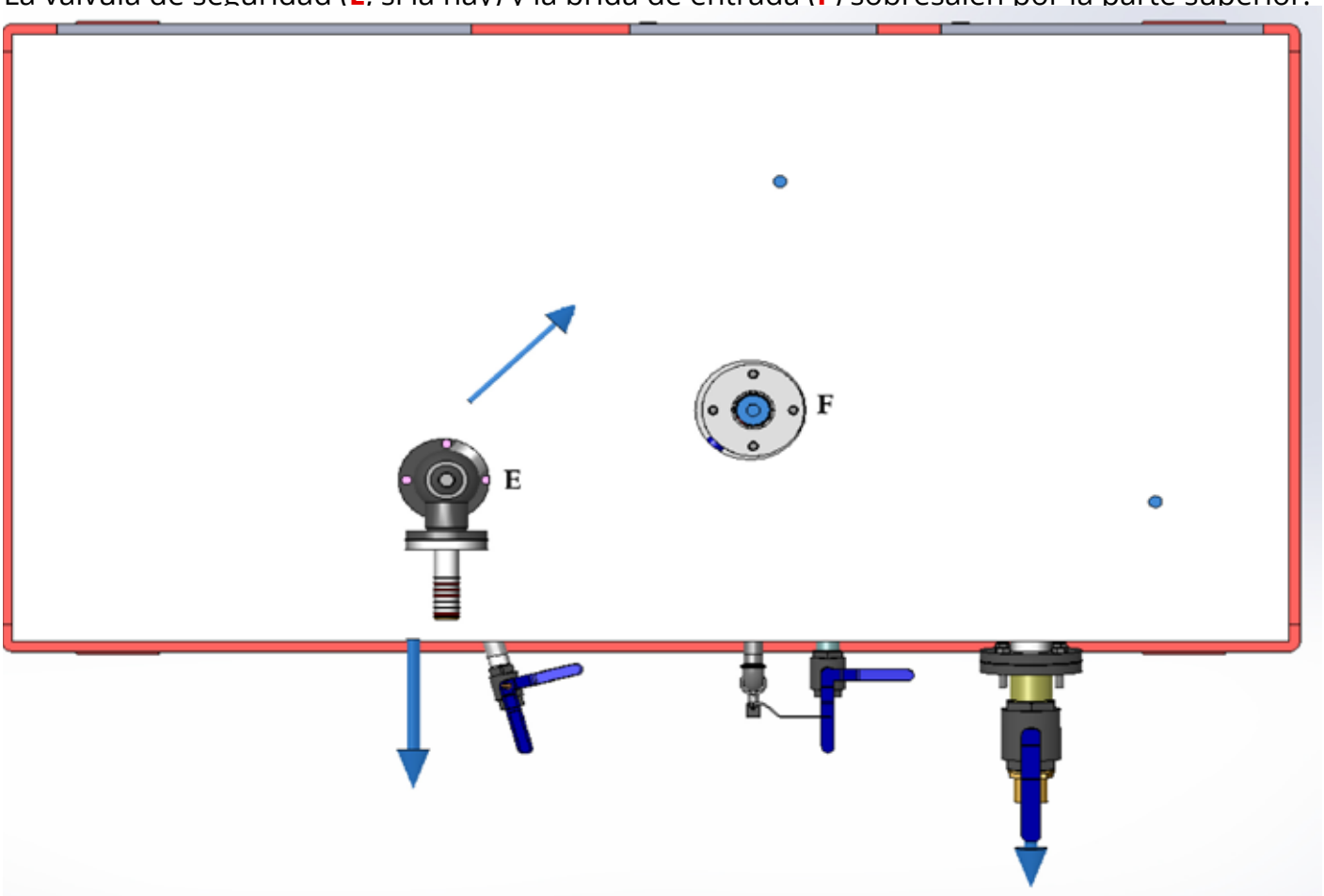
La siguiente descripción e imágenes pueden variar según los modelos, versiones y vestuario. La que se presenta es solo una versión ejemplar de cómo podría verse un **EMPOWERING DEVICE** *y, por lo tanto, debe entenderse.*

El **EMPOWERING DEVICE** en su versión **STANDARD** tiene la apariencia de un paralelepípedo de 240 cm de altura, con un lado largo de 235 cm y un lado corto de 126 cm.

La base metálica (**A**) tiene 24 cm de altura y, gracias a un doble sistema de guías mecánicas superpuestas y cruzadas (**C y D**) bajo la máquina, permite moverla fácilmente con una carretilla elevadora sin riesgo de daños accidentales en los componentes inferiores.

Los ventiladores de entrada de aire (**U, V y W**) están alojados en la base.

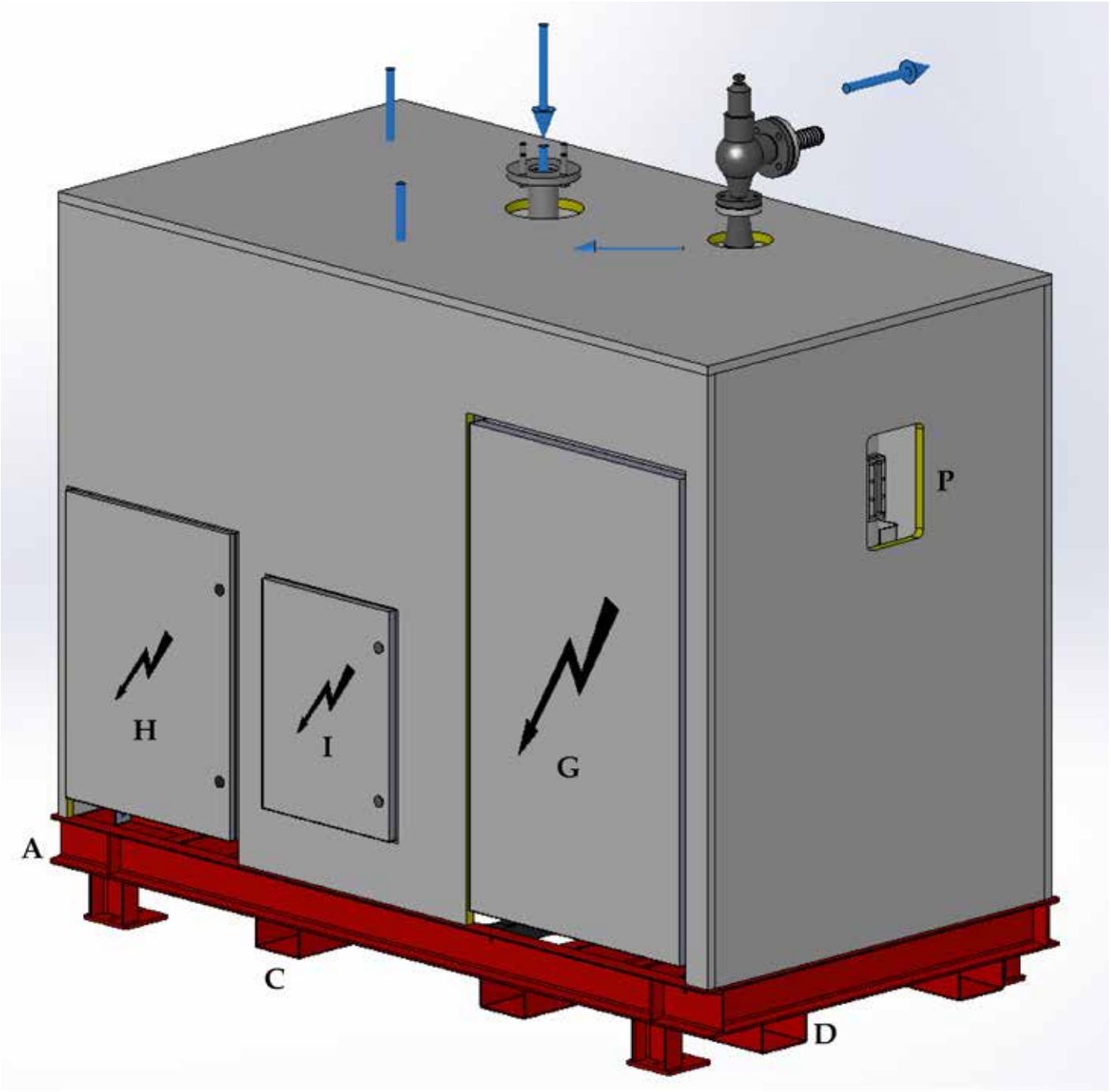
La válvula de seguridad (**E**, si la hay) y la brida de entrada (**F**) sobresalen por la parte superior.



En el primer lado longitudinal hay dos puertas: el panel eléctrico (**G**) y el compartimento que alberga los ozonizadores y el insuflador (**H**); opcionalmente, se puede incluir el compartimento que alberga los tanques de productos químicos (**I**) y un segundo panel eléctrico dedicado a los inversores (**B**).

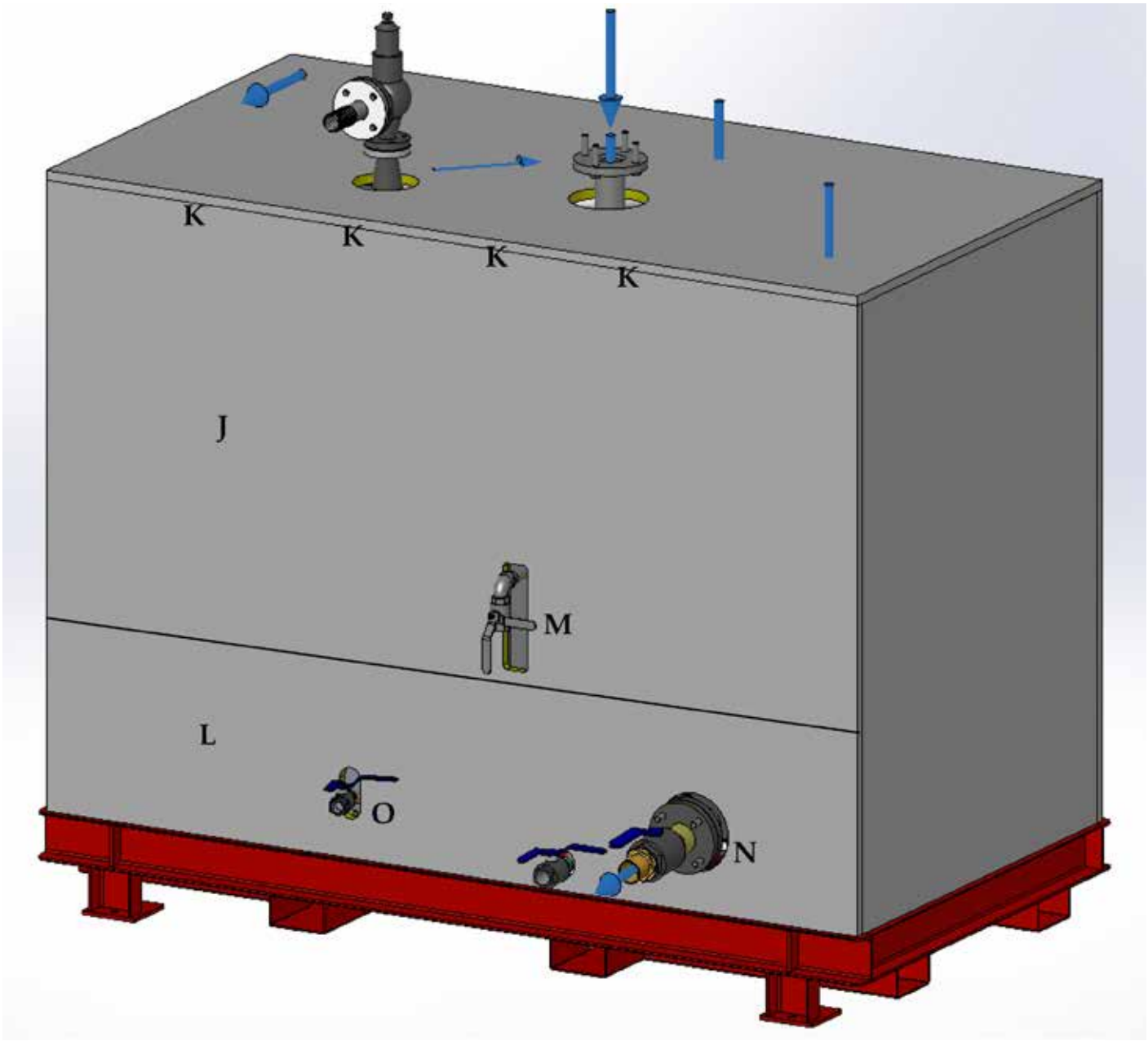
El segundo panel lateral longitudinal está dividido por la mitad.

La parte superior (**J**) se abre hacia arriba gracias a unas bisagras (**K**), mientras que la parte in-

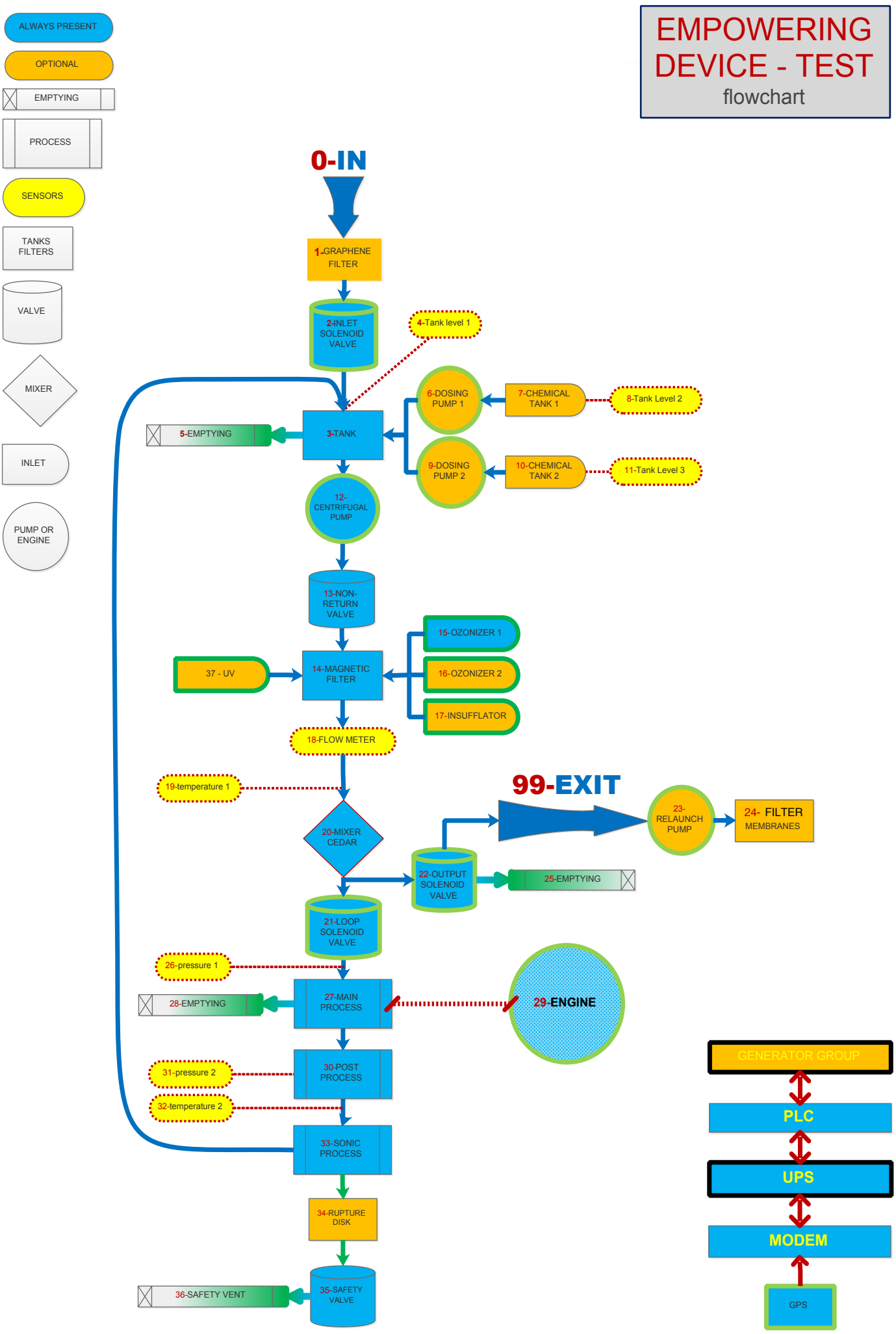


ferior (**L**) alberga tres conexiones hidráulicas: un grifo para la extracción directa del depósito (**M**), una brida de salida del sistema de tratamiento (**N**), opcionalmente equipada con un grifo manual, y un grifo de vaciado (**O**) de los residuos que quedan en el interior de la máquina. Esta apertura facilita la inspección y el mantenimiento rutinario, como por ejemplo, la lubricación de los rodamientos.

Una puerta (**P**) se abre en el primer lado corto, que contiene el depósito del líquido sellador.



El segundo lado corto está dedicado íntegramente a la placa de identificación de la máquina (**Q**). On the external sides there are 3 ventilation grids (**R**, **S** **&** **T**) that allow the air to escape.
La cubierta está fabricada en polietileno de alta densidad en su exterior, mientras que en su interior está completamente revestida con material ignífugo y fonoabsorbente.
El capó, recubierto con este material ignífugo, junto con la presencia de válvulas y motores de categoría ATEX, permite clasificar toda la maquinaria dentro de esta categoría.
Al sustituir el depósito interno por uno redondeado, es posible impulsar toda la máquina hasta 16 bar tras la certificación PED.


EMPOWERING DEVICE - TEST
flowchart
ALWAYS PRESENT
OPTIONAL
EMPTYING
PROCESS
SENSORS
TANKS FILTERS
VALVE
MIXER
INLET
PUMP OR ENGINE
0-IN
1-GRAPHENE FILTER
2-INLET SOLENOID VALVE
4-Tank level 1
3-TANK
5-EMPTYING
6-DOSING PUMP 1
7-CHEMICAL TANK 1
8-Tank Level 2
9-DOSING PUMP 2
10-CHEMICAL TANK 2
11-Tank Level 3
12-CENTRIFUGAL PUMP
13-NON-RETURN VALVE
14-MAGNETIC FILTER
37 - UV
15-OZONIZER 1
16-OZONIZER 2
17-INSUFFLATOR
18-FLOW METER
19-temperature 1
20-MIXER CEDAR
99-EXIT
23-RELAUNCH PUMP
24- FILTER MEMBRANES
22-OUTPUT SOLENOID VALVE
25-EMPTYING
21-LOOP SOLENOID VALVE
26-pressure 1
27-MAIN PROCESS
28-EMPTYING
29-ENGINE
31-pressure 2
30-POST PROCESS
32-temperature 2
33-SONIC PROCESS
34-RUPTURE DISK
36-SAFETY VENT
35-SAFETY VALVE
GENERATOR GROUP
PLC
UPS
MODEM
GPS

ejemplo de proceso

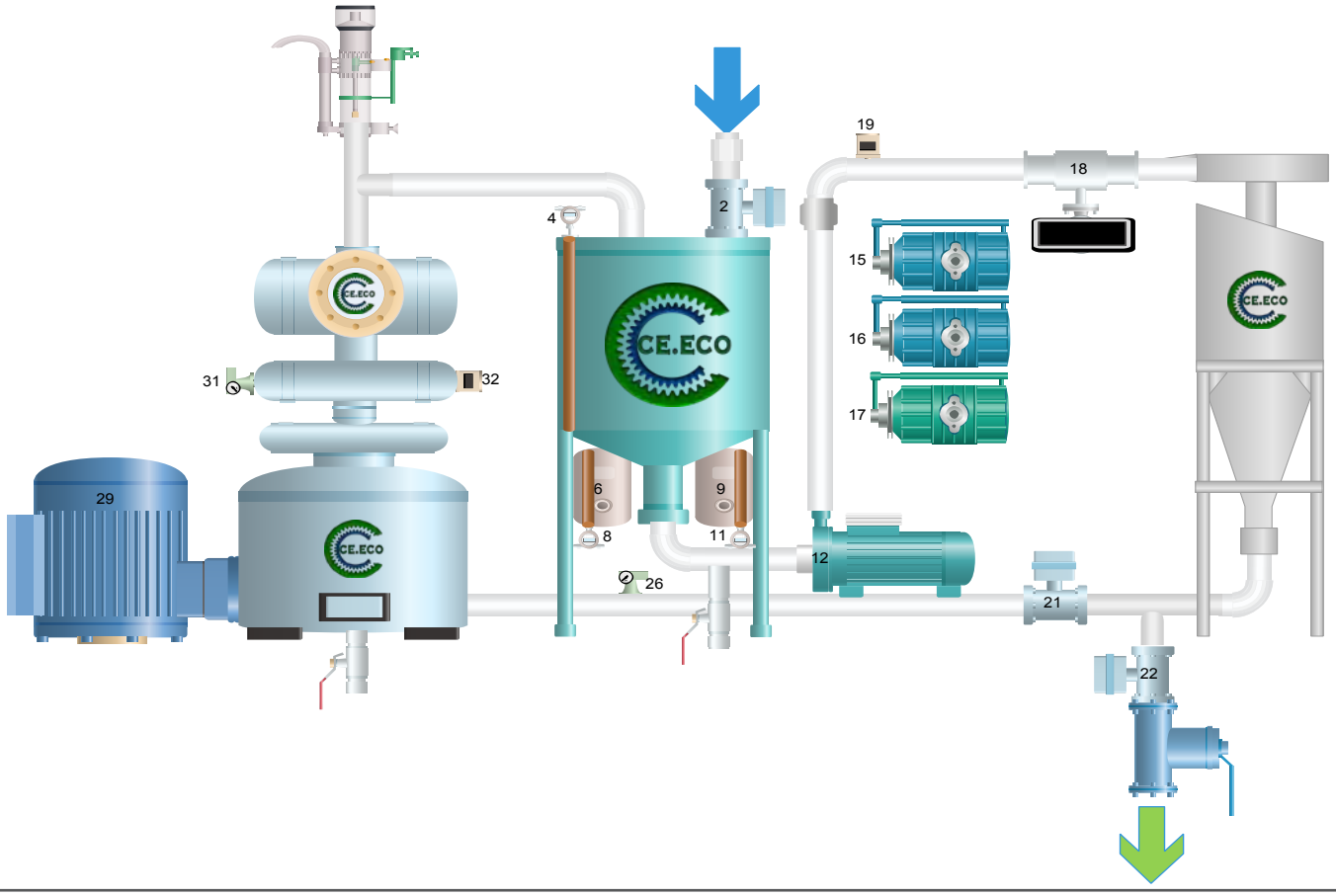
Ejemplo de tratamiento de un líquido orgánico con un EMPOWERING DEVICE, modelo TEST, que se utiliza para probar las matrices del usuario de forma independiente.
Sin embargo, muchos de los procesos que hemos desarrollado son en línea: la maquinaria no realiza ciclos de procesamiento, sino que el líquido entra y sale sin parar, sometiéndose a los tratamientos uno tras otro. En algunos casos, hemos previsto la presencia de varios cavitadores uno tras otro para maximizar la cantidad de líquido tratado con el mínimo consumo de electricidad. El fluido a tratar se introduce en la maquinaria a través de una abertura con brida situada en la parte superior (**0**). Opcionalmente, se puede colocar un filtro de grafeno justo antes de la abertura con brida (**1**). Tras la electroválvula (2), situada inmediatamente detrás de la brida de entrada, una cánula guía el fluido hacia el fondo del tanque (**3**), de modo que el llenado se realiza de abajo a arriba, aprovechando el principio de vasos comunicantes y evitando así la formación de molestas turbulencias que pueden atrapar burbujas de aire.
La electroválvula de entrada se cierra automáticamente al alcanzar el nivel preestablecido (4) de llenado del tanque, o por orden manual del usuario o del programa de procesamiento automático seleccionado.
En la base del tanque hay un grifo manual (**5**), accesible desde el exterior, que permite la toma de muestras y facilita el vaciado completo.
Opcionalmente, se pueden instalar hasta dos tanques de productos químicos junto al tanque de circuito, o uno de doble capacidad, que se puede llenar desde el exterior y está equipado con bombas de nivel y dosificación (6-**7**-8 **&** 9-**10**-11).
En la base del tanque, en posición central, una tubería recta conduce a la bomba centrífuga (12) e, inmediatamente después, pasa por la válvula antirretorno (**13**).
La bomba impulsa el fluido hacia el mezclador, también llamado **Cedro** (**20**). En la tubería entre el mezclador y la bomba se encuentran el filtro magnético (**14**), el caudalímetro (18), el primer sensor de temperatura (19), así como las cánulas de entrada del ozonizador estándar (15), del segundo ozonizador (16) y un insuflador opcional (17).
A la salida del mezclador, el fluido puede continuar el circuito pasando por una válvula solenoide especial (21) o salir (**99**) de la máquina pasando por otra válvula solenoide (22), tras la cual se pueden instalar opcionalmente una o más bombas de refuerzo (23), así como filtros de membrana (**24**). La salida, situada en el punto más bajo, también se utiliza para vaciar la maquinaria (**25**) si es necesario limpiarla.
Tras la válvula que entra en el circuito, tras el control de presión (26), el fluido entra en el proceso principal (**27**), que se vacía completamente mediante un grifo manual especial (**28**) accesible desde el exterior, al que también está conectado el motor (29) del dispositivo.
A la salida, el fluido pasa al postproceso (**30**), donde se miden la temperatura (32) y la presión (31), y de allí al proceso sónico (**33**), donde el fluido se somete a los últimos tratamientos, observables a través de una mirilla de vidrio, para luego regresar al tanque.
Al igual que en la entrada del líquido, una cánula guía el fluido hacia el fondo del tanque, de modo que el llenado se realiza de abajo a arriba, aprovechando el principio de los vasos comunicantes, evitando así la formación de molestas turbulencias que pueden atrapar burbujas de aire.
En caso de presiones demasiado altas, si están disponibles opcionalmente, la válvula de se-

guridad (**35**) o el disco de ruptura (**34**) se activarán y expulsarán el exceso de fluido al exterior a través de un respiradero de seguridad (**36**).

Un sistema de ventilación extrae aire de la base del dispositivo para expulsarlo por los laterales: hasta 400 metros cúbicos de aire por hora garantizan el correcto funcionamiento de las piezas y la reducción de la temperatura en aproximadamente 5 metros cúbicos del espacio interior de la cubierta protectora.

Un conjunto de lámparas UV opcional se instala delante del cedro (**37**).

El **EMPOWERING DEVICE** se controla mediante un PLC conectado a un servidor web e interconectado a la nube mediante un módem 4G/5G, red cableada, wifi o, opcionalmente, conexión por satélite. Un GPS permite geolocalizar el dispositivo en cualquier parte del mundo. Opcionalmente, especialmente indicado y recomendado para modelos transportables, se prevé el uso de un generador.



ruido

Para su instalación en entornos de trabajo, **EMPOWERING DEVICE** cuenta con un revestimiento interno fonoabsorbente e ignífugo. Los paneles eléctricos también están aislados de la maquinaria mediante estos paneles.

La versión que utilizamos, aunque proviene del ámbito musical, es ideal para el sector industrial para la atenuación del ruido en cabinas de generadores, compartimentos de motores y sistemas de diversos tipos, donde se requiere reducir el ruido limitando el espesor.

Los productos fabricados con retardante de llama D30 garantizan un mayor rendimiento gracias a su fabricación con espuma microporosa más densa. La relación entre el espesor y la densidad del material es determinante para el resultado obtenido, desde la simple corrección acústica interna hasta el aislamiento externo.

El material es completamente atóxico, resistente a hongos y bacterias, y cumple con los requisitos de clasificación y homologación de reacción al fuego para la prevención de incendios.

La espuma de poliuretano de celda abierta es el material más utilizado en el campo de la corrección acústica, ya que ofrece excelentes niveles de absorción en un amplio espectro de frecuencias, es flexible y elástica, se adapta a cualquier procesamiento, es inocua para la salud, duradera y posee buenas propiedades de resistencia al fuego (en su versión autoextinguible).

El poliuretano expandido se fabrica mediante una reacción química entre moléculas de diisocianatos y polioles mediante catalizadores adecuados, y por lo tanto puede ser de base poliéter o poliéster. Se expanden en bloques de gran tamaño y posteriormente se procesan en paneles, láminas planas, conformados, etc. El resultado es un producto muy eficaz, versátil y ligero, fácil de aplicar en cualquier contexto, con una excelente relación calidad-precio.

Tipo: Paneles fonoabsorbentes de sillar
Composición: Espuma de poliuretano de celda abierta
Coeficiente de absorción acústica: $\alpha \geq 0,5$ a 1000Hz
Espesor: 5cm (2+3)
Densidad: D30 Ignífuga 30 kg /m³

WWW.CE.ECO

Chemical Empowering © 2018-2025

Via La Louviere 4, 06034 Foligno (PG) — Italy — IVA: IT11188490962