www.ce.eco
info@ce.eco

EMPOWERING DEVICE

after "tasting" the results obtained by controlled cavitation
you won't be able to do without it anymore

01/07/2025 *(dd/mm/year)*

product presentation

algo sobre nós

Estudamos e desenvolvemos, em escala industrial, sistemas capazes de transformar as causas da poluição em fonte de riqueza.
As nossas patentes vão desde a desnaturação do amianto ao tratamento de quase todo o tipo de resíduos, desde a purificação da água até à produção de alumínio sem resíduos.
Qual é o sentido de devastar o ambiente que nos rodeia para recolher algumas migalhas de recursos quando podemos usar as nossas tecnologias para viver bem e alcançar qualquer coisa de forma sustentável?

Sustentabilidade inteligente

Nosso objetivo

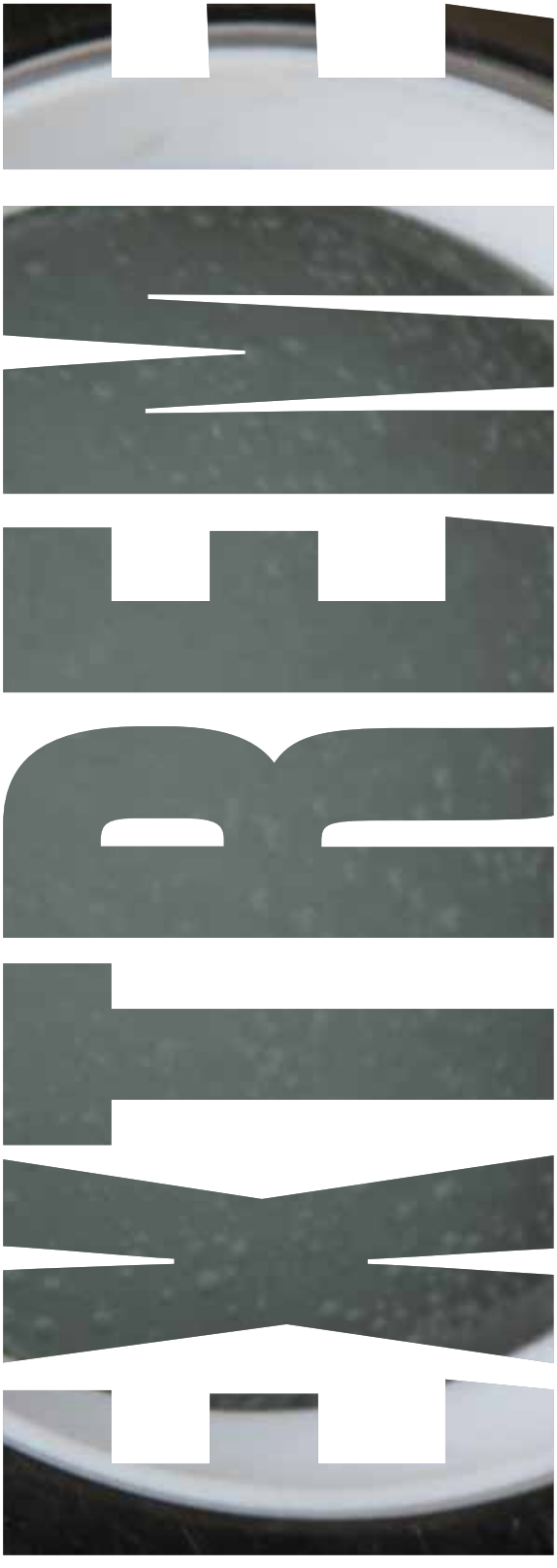
Como não temos uma segunda casa para onde ir, precisamos de tornar o nosso planeta mais habitável sem parar o desenvolvimento tecnológico!
Nosso objetivo é tornar nosso planeta mais habitável sem interromper o desenvolvimento.
Por esta razão, desenvolvemos sistemas industriais que transformam as causas da poluição numa fonte de oportunidades imediatamente utilizável: matérias-primas de baixo preço, prontas para serem reutilizadas através de outros processos sustentáveis.
Vamos proteger a natureza sem parar o progresso!

Missão:

- **Progresso social**
- **Proteção Ambiental**
- **Produção de riqueza**
- **Desenvolvimento sustentável**

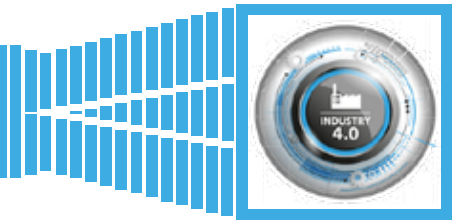
introdução

algo sobre nós 2
introdução 3
quem nós somos... 4
... e o que fazemos 5
nossa equipe principal 6
EMPOWERING DEVICE 8
ED com sistema existente 10
Água e cavitação 11
História e ciência 12
onde pode ser aplicado? 14
O que poderíamos fazer com a ED? 16
Águas industriais 26
uma amostra industrial 29
cavitação descontrolada 30
como é construído 33
exemplo de um processo 37
ruído 39



a cavitação controlada dará ao século XXI um salto em frente pelo menos igual ao do século XX, dado graças à computação pessoal.

quem nós somos...



Nascemos como uma empresa próxima da pandemia de COVID. Tornámo-nos imediatamente num ponto de encontro de inúmeros profissionais, instituições de investigação e produtoras. Tudo isto começou em Itália e agora está a espalhar-se por outros países.

Muitas vezes nossos projetos precedem vários anos.

A nossa tecnologia própria é totalmente inovadora **mas consolidada** e baseia-se essencialmente em: cavitação, gaseificação e efeito Coanda.

Depois de ter implementado e tornado mais eficaz o anterior, adaptámo-lo à vida quotidiana, criando processos completos cuja aplicação aumenta a quantidade e a qualidade dos produtos obtidos, diminuindo as necessidades energéticas, mas prestando grande atenção à criação de um maior número de empregos. em comparação com aqueles eliminados pela mecanização.

Além das inovações reais, nos especializamos em engenharia e depois aplicamos melhorias de tecnologias, maduras em sua área, em outras áreas obtendo muitas vezes, desta forma, vários saltos tecnológicos reais simplesmente porque tivemos a coragem de fazer o que antes estava sob o controle de todos. olhos, mas ninguém se atreveu a colocá-lo em prática.

Desenvolvemos tecnologia tanto de forma independente como em colaboração com Universidades (Sassari, Perugia, Amesterdão, Algarve, etc.) ou com outras instituições públicas (por exemplo o Centro Nacional de Investigação - CNR, Fundação Circe etc.).

Possuímos um vasto portfólio de produtos proprietários com vários pilotos visíveis, mediante agendamento, e diversas linhas de processo completamente inovadoras.

Alguns de nossos produtos foram definidos como extremamente inovadores e promissores em eventos internacionais por painéis compostos por cientistas de todo o mundo. A nossa tecnologia e o nosso site de demonstração foram considerados válidos e utilizáveis em vários projetos do Horizonte Europa.

Nossas patentes e inovações nos fizeram ser imediatamente designados como membros de fornecedores de tecnologia dentro do Consórcio Italiano de Biogás.

Temos um acordo-quadro com a RINA Consulting - Centro Sviluppo Materiali S.p.A. que nos permite solicitar a sua supervisão e, portanto, também certificar a fase de produção e engenharia dos nossos produtos onde quer que optemos por produzi-los. Portanto, escolher-nos também dá acesso a toda a riqueza de experiência e tecnologia adquirida em mais de 70 anos pelo Centro Sviluppo Materiali que, lembro a todos, foi desde a sua criação o departamento de pesquisa e desenvolvimento do IRI (Instituto de Reconstrução Industrial Italiana, entre as 10 maiores empresas do mundo em volume de negócios até 1992).

Numerosas plantas industriais especializadas, centros de excelência em seus setores específicos, disponibilizaram-nos os slots de produção de que necessitamos; estamos nos equipando com fábricas próprias para realizar a montagem final e iniciar produções específicas.

Estamos presentes com empresas em vários países europeus. Estamos a abrir empresas em vários países africanos e na Ásia. Temos projetos em curso em vários países europeus, africanos e asiáticos. A nossa equipa internacional representa a nossa essência: pessoas motivadas, com uma vasta experiência pessoal, que acreditam no que fazem e que vêm de muitos países diferentes. Em cada nação em que atuamos respeitamos os costumes e tradições locais, trazendo um pouco de italianidade ao local e "roubando" parte de sua cultura para garantir que ninguém seja um **Estranho em uma Terra Estranha**.

Dr.Bruno Vaccari

… e o que fazemos

- BIOZIMMI
- EMPOWERING DEVICE
- ZEB
- BIODIGESTORES
- FROM HEAT TO ENERGY
- PAINÉIS TERMOELÉTRICOS
- DESNATURAÇÃO DE AMIANTO
- GASIFICAÇÃO & PLASMA
- REEE
- UREIA & AMÔNIA
- PROCESSOS ALIMENTARES
- EQUIPAMENTO HOSPITALAR
- LAVAGEM DO SOLO
- TRATAMENTO DE ÁGUA
- WTE & WTC
- DESSALINIZAÇÃO

NOSSO OBJETIVO PRINCIPAL: respeito ao meio ambiente e às condições dos trabalhadores

nossa equipe principal

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 foi totalmente concebido, desenvolvido e implementado pela nossa equipa e é capaz de gerir simultaneamente diferentes tipos de cavitação controlada, dos quais 5 de natureza diferente mas que coexistem harmoniosamente ao ponto de não serem detectadas vibrações significativas.

A soma dos efeitos produzidos por cada cavitação implementa ainda mais a eficiência dos processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem dentro do aparelho, resultando em um corte posterior no já baixo consumo de energia, bem como uma redução acentuada nos tempos de processamento.

Um protótipo com uma configuração especial, preparado para experimentação e de tamanho 1:1, vem sendo utilizado por nós desde o início de 2017 para realizar os testes necessários nas amostras de materiais trazidas por nossos clientes.

Nosso maquinário está equipado com certificados de teste e certificações operacionais internacionais com diferentes tipos de líquidos em diferentes processos químicos, físicos e biológicos.

O que torna nosso sistema, hoje, único em relação ao que o mercado oferece na área de cavitação controlada é o fato de que embora já seja extremamente difícil controlar uma cavitação, em nosso sistema existem inúmeras cavitações controladas e de diferentes tipos, pelo menos um dos quais é sônico.

O corpo da máquina possui um elemento, com as funções de um misturador estático, chamado por nós de “Il Cedro” (o Cedro) pela peculiar conformação das “folhas” que compõem seu desenho.

Este misturador monobloco especial, na presença de processos que envolvem a formação de elementos químicos cristalinos, tem a capacidade de favorecer a formação de Germes de Cristalização, com maior aceleração das reações químicas.

Outra melhoria significativa em relação ao que existia até agora é representada pelas evidentes quedas de carga menores em comparação com máquinas equipadas com motores de potência instalada semelhante, com uma sensível e consequente economia de energia durante a operação: o **EMPOWERING DEVICE** requer apenas uma fração da energia elétrica usado pelos outros cavitadores. Isso se deve ao fato de que o corpo da máquina do **EMPOWERING DEVICE** está estruturado para formar um verdadeiro “difusor”, com a conseqüente recuperação de um percentual da pressão de saída. Além disso, foi projetado para ser reconfigurado

fácil e rapidamente de acordo com o uso: algumas de suas partes podem ser removidas se líquidos muito densos e/ou viscosos tiverem que ser tratados e/ou com grande granularidade ou podem ser adicionados, tomada, elementos acessórios adequados para quase qualquer uso.

Além disso, na presença de matéria orgânica, a cavitação leva à consequente desestruturação física parcial, lise das paredes celulares e consequente liberação do conteúdo intracelular.

Essa ação se traduz em maior disponibilidade de sucos celulares, aceleração dos processos de hidrólise e, consequentemente, aceleração do processo de digestão anaeróbica como um todo.

Em nosso cavitador, com base em experimentos realizados e certificados por terceiros, a taxa de degradação bacteriana pode acelerar de 4/5 vezes a mais de 10 vezes em relação aos tratamentos convencionais.

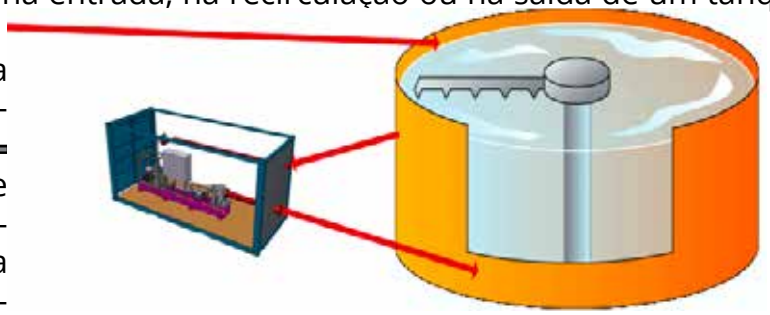
As certificações realizadas pelo Grupo Rina mostram que o COD das águas residuais de um gaseificador é reduzido em 90% em apenas 15 minutos.

Ao utilizar o sistema inversor fornecido, no início, o consumo é inferior aos 25kWh de potência nominal instalada, da mesma forma durante o uso total; na ausência de um inversor, seriam necessários pelo menos 36 kWh para iniciar. A versão padrão pode tratar até 80 metros cúbicos de fluido por hora. A versão maior pode tratar até 1.920 metros cúbicos de fluido por hora. Compacidade, simplicidade de instalação e utilização, são sem dúvida algumas das particularidades do nosso aparelho de cavitação mas é a total flexibilidade de utilização que o torna único.

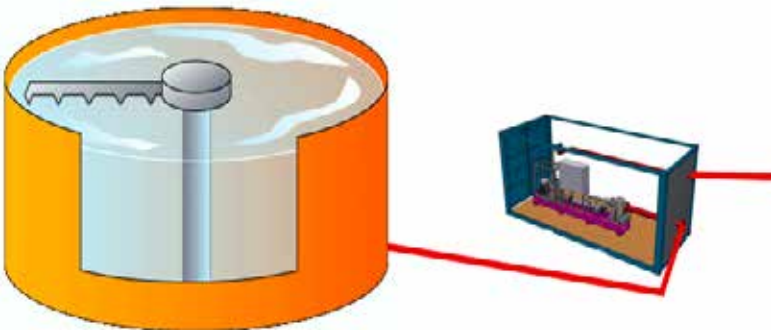
SAMPLE	COD mg/L
AS IS material	15.380
after cavitation material	1.508
COD reduction percentuage	90,2%

ED com sistema existente

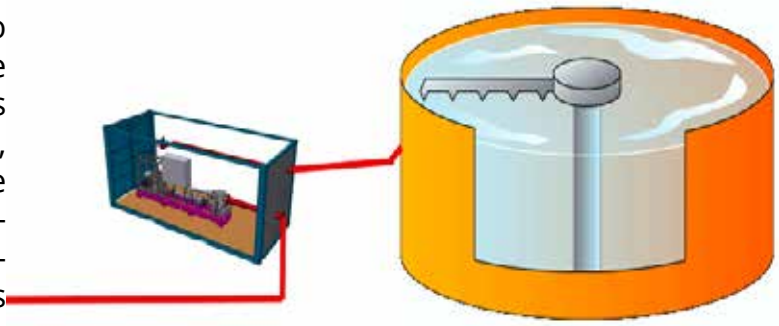
O nosso acelerador de processo, além de ser o fulcro de sistemas totalmente inovadores, pode ser colocado, conforme a necessidade, na entrada, na recirculação ou na saída de um tanque ou tanque pré-existente.



na recirculação: uma bomba suga a matriz líquida do tanque/tanque de tratamento, envia-a para o **EMPOWERING DEVICE** para tratamento e a reintroduz no tanque/tanque de tratamento em um segundo ponto. Com esta configuração é possível tratar e melhorar o funcionamento de um sistema existente, reduzindo também quaisquer acumulações de fracções fibrosas não degradadas da matriz num tempo bastante rápido.
PRO: Os custos de implementação são reduzidos ao mínimo e os sistemas existentes podem processar quantidades significativamente maiores de matrizes antes de serem reduzidos ou integrados por sistemas adicionais. Esta disposição tem a desvantagem de uma parte do fluido ser tratada várias vezes.

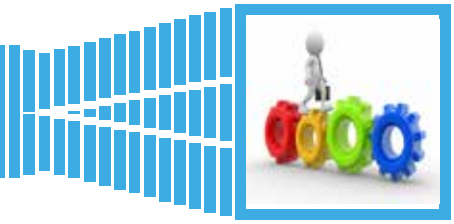


na descarga do tanque/tanque de tratamento primário: configuração semelhante à anterior com a diferença de que o produto é tratado apenas uma vez e descarregado em um segundo tanque para receber um tratamento posterior.
PRO: Além de maximizar a eficiência do segundo tanque onde a matriz receberá um tratamento posterior, esta localização permite a inertização das cargas microbianas da matriz. Esta disposição tem a desvantagem de os tempos utilizados para tratar o fluido no primeiro tanque ou tanque permanecerem os mesmos.

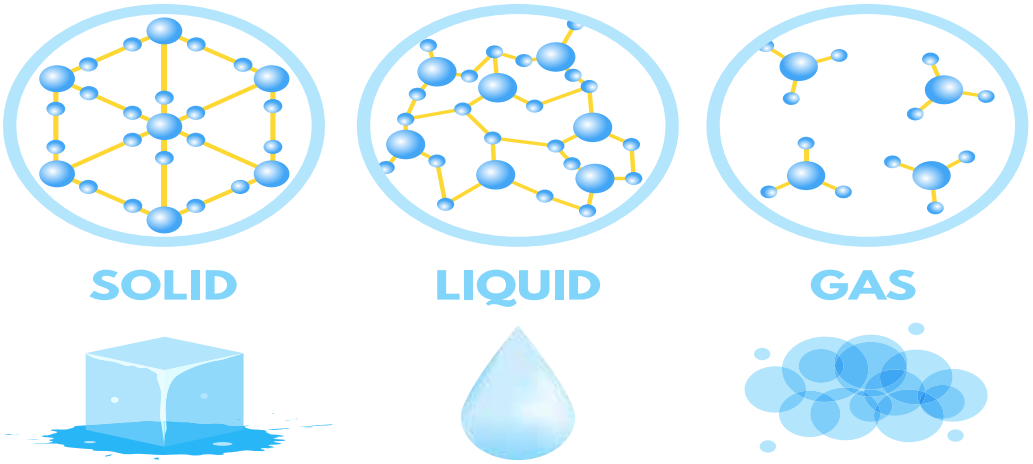


tratamento da matriz de entrada: a matriz carregada pode ser misturada com um transportador hidráulico e enviada ao cavitador para desintegração antes do carregamento. Dependendo do tipo de sistemas, do tipo de matrizes utilizadas e da intensidade do tratamento a obter, a tecnologia pode ser aplicada sobre toda a matriz carregada ou apenas sobre uma parte (EXEMPLO: em biomassas, tipicamente aquelas caracterizadas por matrizes fibrosas e particularmente complexo de degradar).
PRO: Nesta configuração a eficiência do cavitador é máxima se a cavitação for aplicada em toda a matriz. Esta localização tem as maiores vantagens.

Água e cavitação



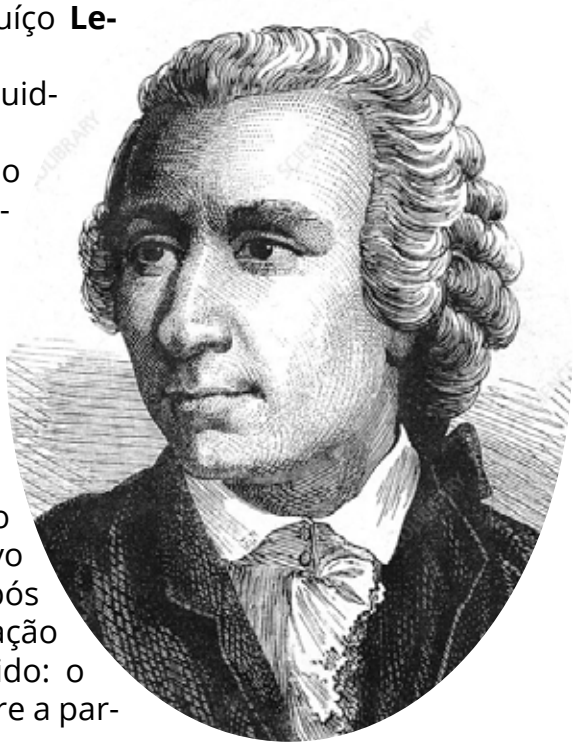
A água tem a capacidade de transportar muitas substâncias graças às suas propriedades químicas e físicas particulares: poder solvente muito alto, alta reatividade química e calor específico considerável. Além disso, sua capacidade molecular, dois átomos de hidrogênio ligados a um átomo de oxigênio, permite que ele se comporte como um cristal: não apenas no estado



sólido (gelo), mas também no estado líquido. A cavitação aplicada à água atua principalmente nesta característica. Através da implosão violenta das bolhas, provoca a liberação de oxigênio nascente, permite a eliminação de vírus e bactérias presentes; além disso, suporta a conversão magnética da calcita (responsável pela formação de incrustações) insolúvel em aragonita solúvel e não capaz de agregar na formação de calcário.
Finalmente, como a estrutura molecular da água não é uniforme, a distância entre as moléculas nunca é a mesma, nem a força de atração recíproca; há, portanto, áreas ou pontos de vazio ou bolsões de gás (oxigênio, nitrogênio) e corpos estranhos, às vezes não totalmente úmidos.
À medida que a pressão diminui, as bolsas de ar se expandem, o líquido evapora e o vapor as preenche. A fase subsequente de implosão viola o oxigênio, que pode assim exercer toda sua ação oxidativa sobre o substrato orgânico circundante, mimetizando a ação do peróxido de hidrogênio.
Outro aspecto fundamental da cavitação em relação a todos os outros tratamentos de purificação e filtragem de água consiste no fato de que com a cavitação são as mesmas moléculas de água que, após a fase de implosão, assumem uma configuração cristalina homogênea, o que confere à água as características originais do formação da fonte.
Portanto, ao contrário dos outros tratamentos aplicáveis à água, nada é adicionado ou removido, como resinas de troca iônica para inserir e subtrair íons ou filtragem magnética para subtrair ferro, mas pelo contrário é amplificado e aumenta a capacidade natural da água de biodegradar e quebrar os patógenos por oxidação.
Além disso, nosso equipamento também inclui um ozonizador que potencializa ainda mais a oxidação de quaisquer poluentes presentes.

História e ciência

A cavitação é um fenómeno físico, conhecido desde o final do século XIX, mas hipotetizado desde 1750 pelo matemático suíço **Leonhard Euler**.



É um fenómeno que afeta exclusivamente o fluxo de líquidos; os gases não podem apresentar cavitação.
Só em tempos muito recentes se compreendeu como controlá-la e explorar positivamente as suas características. Quando ocorre de forma controlada, não gera danos ou desgaste dos materiais envolvidos; caso contrário, representa um dos efeitos mais degenerativos que se pode encontrar na hidráulica.
A cavitação, para além de ser um fenómeno físico, é também um processo mecânico e é influenciada pela termodinâmica do sistema.
Até há poucos anos, era entendida exclusivamente como um fenómeno extremamente negativo e degenerativo que pode ocorrer em tubagens, turbinas e bombas; Após vários estudos, os cientistas descobriram que a cavitação está relacionada com a pressão de vapor de um fluido: o fenómeno mantém-se enquanto o valor da pressão entre a parte líquida e o seu vapor se mantém equilibrado.
Ocorre com a vaporização local de um líquido, que ocorre com o desprendimento da camada limite do fluido. Se não for procurada e desejada, gera perdas substanciais de rendimento e erosão.
Para definir a magnitude da cavitação, utiliza-se a unidade de grandeza denominada índice de cavitação (K), que é uma função do salto de pressão; em que p1 representa a pressão a montante, p2 a pressão a jusante e pv a pressão de vapor. À medida que o índice de cavitação diminui, ocorre um desenvolvimento mais intenso da cavitação.
Se, a uma determinada temperatura, a pressão absoluta no líquido se tornar igual ou inferior à pressão de vapor, formam-se bolhas microscópicas de vapor em pouco tempo, literalmente em poucos microssegundos.
Estas bolhas microscópicas têm uma forma esférico-toroidal, uma temperatura de milhares de graus centígrados e centenas de atmosferas (BAR), com jatos localizados de líquido a velocidades superiores a 100 m/s. Esta formação de bolhas, geralmente com uma duração muito curta, ocorre devido à redução da pressão para valores inferiores à pressão de vapor do próprio líquido. Por causa disto, o líquido sofre, muito rapidamente, uma transformação em gás, formando bolhas (também chamadas "microcavidades") que, no entanto, colapsam com a mesma rapidez assim que o fluxo as afasta da região cujas condições físicas peculiares permitiram a sua formação.
A sucessão de formação e implosão das "microcavidades" gera, por sua vez, uma sequência de ondas de choque ou ultrassons.
O processo de formação de "microcavidades", também conhecido

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

como cavitação, ocorre principalmente onde a velocidade do líquido é máxima: a massa líquida perde a continuidade, criando uma "espuma" gasosa, particularmente rica em oxigénio, devido ao vapor e ao ar libertados. Esta "espuma" gasosa, em caso de cavitação descontrolada, pode ser extremamente erosiva e corrosiva com os metais devido ao desenvolvimento de hidrólise, oxidação, polimerização e despolimerização.
O colapso muito rápido das "microcavidades" gera microjatos a uma pressão muito elevada e a elevadas concentrações de energia em tempos e espaços muito curtos que, se não forem controlados como descrito acima, podem causar danos consideráveis nas tubagens e/ou nas partes móveis das máquinas que desencadeiam este fenómeno.

- ➔ ***A título de exemplo, em relação a uma tubagem, o fenómeno da cavitação pode desenvolver-se mais nas secções onde a linha piezométrica cai abaixo do eixo da própria tubagem, formando assim uma depressão mais ou menos pronunciada.***
- ➔ ***A título de exemplo, em relação a uma máquina hidráulica (bombas centrífugas, axiais, turbinas, etc.), o fenómeno de cavitação pode desenvolver-se mais nos pontos exteriores do impulsor, onde quanto maior for a velocidade e menor for a pressão.***

A cavitação gera atrito e turbulência no líquido, provocando, se não for devidamente controlada, uma perda significativa de eficiência, emissão de ruído, vibrações e danos nos componentes. A redução da eficiência e da potência pode ser superior a 3% em comparação com condições semelhantes na ausência de cavitação.
Embora o processo seja semelhante ao mais conhecido de ebulição, a principal diferença entre cavitação e ebulição reside no facto de que na ebulição, devido ao aumento da temperatura, a pressão de vapor aumenta até ultrapassar a pressão do líquido, criando assim uma bolha mecanicamente estável, pois está cheia de vapor à mesma pressão do líquido envolvente.
Na cavitação, por outro lado, a pressão do líquido desce subitamente, enquanto a temperatura e a pressão de vapor se mantêm constantes.
Por esta razão, a "bolha" de cavitação só resiste até sair da zona de baixa pressão hidrostática: assim que regressa a uma zona do fluido em repouso, a pressão de vapor não é suficiente para contrariar a pressão hidrostática e a bolha de cavitação implode, libertando uma grande quantidade de energia e a sequência de ondas de choque associada.
A pressão de vapor de um líquido é a pressão parcial do vapor quando se estabelece o equilíbrio entre o líquido e o vapor. Depende da temperatura e aumenta com ela (para a água, é de 4,6 mmHg a 0°C e de 760 mmHg a 100°C).
Uma vez atingida esta pressão, o líquido e o vapor são definidos como saturados (tantas moléculas passam da fase líquida para a fase de vapor quantas as que realizam o processo inverso). Além disso, o aquecimento por cavitação é libertado uniformemente por todo o volume do líquido, enquanto o aquecimento convencional ocorre por transferência e, portanto, a partir de um ponto em direção à face mais extrema.
Isto permite eliminar pontos quentes ou frios, queimaduras e, se necessário, ter um controlo preciso da temperatura.

onde pode ser aplicado?

As enormes forças exercidas durante o fenómeno da cavitação permitem uma mistura extremamente eficaz e muito superior à obtida com as tecnologias convencionais, uma vez que a redução em partes microscópicas do que está presente no fluido submetido a cavitação aumenta a área de contacto da superfície.
Além disso, as forças libertadas pelo processo de cavitação são muito superiores às presentes na mistura normal e, por isso, os resultados obtidos são em escalas muito superiores às normalmente mensuráveis pela aplicação das tecnologias tradicionais.
A cavitação controlada pode ser aplicada a todos os processos de extração de substâncias naturais e tratamento/conservação de emulsões ou líquidos, sem danificar os ingredientes ativos originais da substância original, ao contrário do que acontece com outros métodos convencionais de extração, pasteurização e fermentação.
Com o nosso dispositivo, podemos proporcionar uma vantagem económica evidente em todos os processos químicos possíveis e, portanto, em:

- ***Intensificação do processo***
- ***Mistura gás/líquido***
- ***Mistura líquido/líquido***
- ***Mistura líquido/sólido***
- ***Hidratação de gel e gomas***
- ***Emulsificação***
- ***Homogeneização***
- ***Pasteurização***

Isto é possível porque a alternância entre baixa e alta pressão é responsável por uma intensa atividade mecânica e térmica que passa a ser exercida sobre cada elemento presente na solução.
Na presença de matéria orgânica, a cavitação leva à consequente desconstrução física parcial, à lise das paredes celulares e à consequente libertação do conteúdo intracelular. Esta ação leva a uma maior disponibilidade de sucos celulares, à aceleração dos processos de hidrólise e, consequentemente, à aceleração do processo de digestão anaeróbia no seu todo.
Neste caso, a taxa de degradação bacteriana pode acelerar até mais de 10 vezes em comparação com o tratamento convencional. Portanto, a destruição/quebra das estru-

turas celulares leva a uma melhoria acentuada da biodegradabilidade das matrizes orgânicas.
Our equipment, in addition to being able to work completely independently, can be easily inserted in line in any pre-existing industrial cycle: our apparatus does not replace the pre-existing chemical process but multiplies it by speeding it up and strengthening it even more than 10 times. All this being said, the areas of application of our apparatus are all those in which there is the presence of a chemical process of any nature.
The advantage for users of our machinery can be summarized in:

- ***redução dos custos de produção;***
- ***redução dos custos relacionados com a expansão da produção;***
- ***redução dos tempos de processo;***
- ***aumento das quantidades de matriz negociável;***
- ***redução dos custos de eliminação.***

No que diz respeito à **hidratação**, esta, graças à cavitação, pode ser contínua, consistente e competitiva, reduzindo ao mesmo tempo a quantidade de matriz necessária para obter o mesmo nível de viscosidade desejado.
Em relação à **aeração**, esta é sempre uniforme com pequenos e grandes volumes de gás e, por isso, é ideal tanto para líquidos viscosos como para borracha.
Relativamente à **pasteurização** e **homogeneização**, a cavitação evita a formação de incrustações nas paredes do equipamento, reduzindo o tempo de paragem necessário para a limpeza. Além disso, a menor degradação das proteínas presentes permite o prolongamento dos períodos de armazenamento e até a criação de produtos totalmente novos.
Em relação à **emulsificação**, a cavitação evita a formação de bolsas de ar retidas no fluido, mantendo assim a qualidade dos produtos sempre constante. Além disso, a possibilidade de processamento contínuo permite um fácil controlo do grau de emulsificação.

O que poderíamos fazer com a ED?

Onde quer que ocorra um processo químico, o nosso aparelho pode ser utilizado com alguma vantagem. É facilmente inserível em linhas de processo preexistentes, multiplicando a quantidade de fluido tratado nas mesmas unidades de tempo e os efeitos gerais sobre o mesmo.
Por norma, embora variem de processo para processo, apenas em relação ao tempo necessário para completar um processo em relação à utilização dos métodos anteriormente utilizados, as melhorias alcançáveis podem chegar até aos 90%.
Os campos de aplicação do nosso aparelho correspondem a todos aqueles em que se realiza um processo químico de qualquer tipo e natureza: orgânico ou não.
Abaixo está uma lista não exaustiva de exemplos de aplicações que considerámos.

1) No âmbito da produção de biogás a partir de biomassa

A cavitação é utilizada principalmente em situações com matrizes de difícil degradação ou de grande porte. Os nossos equipamentos encontram um local ideal tanto na entrada do biodigestor, após a caracterização laboratorial preliminar em amostras de digestato recolhidas para quantificar as vantagens específicas em cada caso, como na saída, para reduzir a carga de microrganismos presentes ou, até mesmo, em recirculação.

Os principais benefícios estão relacionados com a redução do tamanho da matéria orgânica, com a redução da viscosidade do digestato e com a consequente facilidade de mistura dentro do digestor, para além do aumento da homogeneidade do digestato e, consequentemente, da melhor bombeabilidade, o que resulta numa melhoria geral do processo de fermentação.
Deve ser especificado que, à medida que a frequência de rotação muda, pode ser transmitida mais ou menos energia à biomassa a tratar e, portanto, maior ou menor eficiência do tratamento.

- ➔ *Aumenta a eficiência dos processos de fermentação*
- ➔ *Reduz drasticamente o tempo de produção de biogás*
- ➔ *Reduz o consumo de substratos para o mesmo biogás produzido*
- ➔ *Aumenta a produção de biogás com a mesma quantidade de substratos alimentados*
- ➔ *Aumenta o teor de metano no biogás*
- ➔ *Reduz a viscosidade do digestato, facilitando o bombeamento e a mistura*
- ➔ *Reduz o consumo de energia dos órgãos de mistura e bombagem*

Além disso, graças ao facto de a cavitação atuar diretamente sobre a componente fibrosa das reprodutoras, aumentando o seu potencial metanigénico, podem ser utilizados diversos subprodutos agroindustriais (palha, bagaço, bagaço esgotado, etc.) que anteriormente não podiam ser adequadamente valorizados para fins energéticos, reduzindo ainda mais os custos operacionais da central de produção de biogás.
Testes realizados em cavitadores de primeira geração, capazes de uma única cavitação con-

trolada, mostraram que o pico de produção de metano é obtido em apenas 2,5 dias a partir da cavitação, contra os mais de 25 dias necessários anteriormente nos sistemas tradicionais. A experimentação conduzida no nosso aparelho reduziu ainda mais estes tempos para apenas alguns minutos.

2) Na pecuária

O nosso dispositivo, quando aplicado na pecuária, tem múltiplas utilidades:

- ➔ *Pode ser utilizado para tratar água (ver tratamento de água).*
- ➔ *Pode ser utilizado para tratar excrementos (ver biomassa).*
- ➔ *Pode ser utilizado para obter matérias-primas a partir da urina animal.*
- ➔ *Pode ser utilizado para tratar fluidos produzidos por animais (por exemplo, leite).*

A água submetida a tratamento por cavitação aumenta comprovadamente a digestibilidade dos alimentos, permite reduzir as emissões de odores desagradáveis, favorece o crescimento do animal num ambiente mais saudável, com menor estimulação do sistema imunitário, menores gastos com medicamentos e menores custos com morbilidade e mortalidade.
A ação da cavitação é tão duradoura que persiste mesmo na água dos efluentes zootécnicos, que é mais homogénea e isenta de odores. A melhoria das características da água, através da cavitação, reflete-se também na sua utilização para a lavagem do ambiente e dos equipamentos.

3) No tratamento de água

A água tem a capacidade de transportar inúmeras substâncias graças às suas particulares propriedades físico-químicas: altíssimo poder solvente, elevada reatividade química e considerável calor específico.

Ao contrário de outros tratamentos aplicáveis à água, nada é adicionado ou removido, como as resinas de permuta iónica para a inserção e subtração de iões ou a filtragem magnética para a subtração de ferro, mas, pelo contrário, amplifica e melhora a capacidade natural da água de se biodegradar e decompor os agentes patogénicos através da oxidação.
Além disso, o nosso sistema também inclui um ou dois ozonizadores internos, o que aumenta ainda mais a oxidação de quaisquer poluentes presentes.
Configurado adequadamente e na presença de várias unidades em série, pode substituir as estações de tratamento que utilizam tecnologias tradicionais.

4) Na indústria de óleos alimentares

A cavitação é também utilizada em diversas fases do processamento do óleo. Em primeiro lugar, pode resolver o estrangulamento da amassadura provocado pelos avanços técnicos introduzidos na década de 90 pelos trituradores mecânicos, bobinas e centrífugas horizontais e verticais.
Vários estudos científicos demonstraram como a cavitação aumenta a qualidade, a capacidade de trabalho e a eficiência do sistema de extração, garantindo a sua sustentabilidade. Neste caso, o aparelho de cavitação deve ser posicionado entre o triturador e o decantador.
Análises promissoras conduzidas em laboratório e em lagares de azeite mostraram como os sistemas básicos de cavitação conseguiram aumentar o rendimento da extração em cerca de 10% em comparação com os métodos tradicionais, enquanto aumentaram os polifenóis totais em cerca de 10% e o teor de clorofila. Este último valor é também detetável a olho nu graças a uma coloração verde extremamente mais intensa em comparação com os óleos obtidos por métodos tradicionais.
As análises mostraram também um aumento de tocoferóis de aproximadamente 50% e de carotenóides de aproximadamente 20%.
Por fim, as avaliações organoléticas dos azeites obtidos por cavitação demonstraram um sabor mais harmonioso do que os tradicionais, percecionados como mais agressivos.
Como resultado, testes experimentais realizados numa fábrica de lagar à escala real demonstraram o aumento simultâneo do rendimento em azeite e do teor de polifenóis no azeite tratado.

5) Em enologia

A cavitação é também utilizada na vinificação, uma vez que atua na cinética da extração de compostos fenólicos durante a maceração das uvas tintas e na lise da levedura. Análises laboratoriais criteriosas demonstraram que o aumento do tempo de aplicação da cavitação nas reprodutoras corresponde a um aumento dos índices de polifenóis totais (superior a 50%), bem como de antocianinas (superior a 100%). Estes dados foram confirmados ao submeter diferentes variedades de uva ao mesmo tratamento.
Em relação às borras finas, a experimentação demonstrou que os colóides solúveis aumentam em menos tempo. As proteínas solúveis totais aumentam significativamente em proporção à duração da cavitação.
Um teste adicional realizado às borras mostrou que os colóides solúveis presentes nas amostras submetidas a cavitação eram em número igual aos desenvolvidos após 30 dias nas amostras manipuladas com técnicas tradicionais. Mesmo a trasfega pode, portanto, ser acelerada pela cavitação, reduzindo o tempo necessário até 60%: cerca de 2 dias contra os 5 dias normalmente necessários com os métodos tradicionais.
Além disso, no final da cadeia de abastecimento, convém relembrar que a cavitação atua dire-

tamente sobre o componente fibroso das matrizes, aumentando o seu potencial metanogénico. Desta forma, o bagaço, anteriormente destinado principalmente à polpação por não poder ser adequadamente valorizado, pode ser utilizado para fins energéticos, reduzindo assim os custos de descarte.

6) Na cervejaria

Nas últimas décadas, têm-se registado melhorias incríveis nas áreas da tecnologia, química e fermentação, mas os princípios básicos da produção de cerveja permaneceram inalterados desde o início. A cavitação pode alterar princípios básicos. Os grãos de malte, dos quais são extraídos os açúcares fermentáveis, graças à cavitação, podem ser reduzidos a menos de 100 mícrons de tamanho em poucos minutos, dispensando completamente a moagem. Estas dimensões diminutas aumentam não só a velocidade com que o amido passa para o mosto (a água adoçada que é fervida com o lúpulo antes de ser arrefecida e transformada em cerveja pela levedura), como, sobretudo, optimizam o processo ao ponto de tudo passar pelo amido, tornando desnecessária a lavagem final com água de malte para tentar extrair os últimos vestígios do precioso amido.

Também não se deve subestimar que a maior velocidade e eficiência também permitem que a transformação em açúcares mais simples e fermentáveis ocorra em temperaturas mais baixas e, portanto, os gases desagradáveis e voláteis sejam desgaseificados mais rapidamente, desnaturando as enzimas do mosto e permitindo a mistura fácil dos sabores do lúpulo.
Assim sendo, é claro que o mosto deve ferver durante uma fração do tempo anteriormente necessário, reduzindo drasticamente os tempos e os custos de produção.
Outro efeito "indesejável" que surgiu durante a experiência foi uma redução drástica do teor de glúten no mosto e na cerveja produzida com 100% de malte de cevada.
Os testes experimentais indicam a degradação dos resíduos de prolina, o aminoácido responsável pelos problemas de intolerância e sensibilidade ao glúten, devido à melhoria da assimilação da prolina pelas leveduras. Considerando que os sistemas atuais utilizados para eliminar o glúten alteram principalmente o sabor e a qualidade da cerveja, este efeito "indesejável" abre inúmeros e interessantes cenários.

7) Como parte do envelhecimento dos licores

Sendo um acelerador de processo especialmente eficaz na presença de oxidações, o **EMPOWERING DEVICE** pode acelerar e catalisar significativamente o envelhecimento de qualquer líquido que contenha álcool. Por isso, nos licores, permite que todos os processos químicos que alteram os sabores e que, muitas vezes, demoram anos a realizar, sejam realizados em poucos minutos ou dias.

O envelhecimento natural dos licores e destilados é, por isso, acelerado. Isto é conseguido pela extração de aromas e cores das aparas de madeira arrastadas para o fluido que flui pelo aparelho, em oposição ao envelhecimento estático tradicional do barril.

A cavitação pode também auxiliar na rápida demolição e remoção de compostos naturais com sabor forte, naturalmente presentes no álcool, que também se deterioram como parte do envelhecimento tradicional.
Além disso, não se deve subestimar o drástico aumento do rendimento devido à perda de evaporação associada ao envelhecimento tradicional, bem como a possibilidade para os produtores, que não terão de esperar décadas para compreender como o seu produto evoluirá, mas poderão realizar testes de envelhecimento em poucos minutos.

8) Como parte da pasteurização de líquidos alimentares

A persistência da atividade microbiológica nos líquidos alimentares é um dos aspetos críticos dos processos de produção, dado o risco considerável de desenvolvimento não só de metabolitos com impacto negativo nas propriedades organoléticas e qualitativas, mas sobretudo pela potencial libertação de compostos tóxicos para a saúde humana.

O processo de estabilização microbiológica das bebidas alimentares requer, portanto, extremo cuidado e atenção para decompor a totalidade dos microrganismos, como leveduras ou bactérias, presentes na solução.
Graças a estudos recentes conduzidos pelos principais organismos governamentais, a cavitação demonstrou ser a tecnologia mais simples, flexível e controlável, bem como a mais eficiente em termos energéticos, enquanto as potenciais vantagens da sua aplicação à pasteurização e homogeneização de líquidos alimentares, visando a sua introdução no consumo, derivam não tanto da eficiência energética, comparável à de uma resistência eléctrica comum, mas da homogeneidade do aquecimento obtido.
O efeito combinado da temperatura média do líquido e da libertação localizada, difusa e homogénea de grandes quantidades de energia térmica e mecânica permite atingir os parâmetros de segurança alimentar exigidos, a temperaturas médias significativamente inferiores às dos processos tradicionais.
Como consequência direta, existe uma poupança de energia significativa e uma capacidade superior para controlar problemas críticos no processo alimentar e na qualidade do produto.
Uma investigação conduzida pelo CNR italiano (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Conselho Nacional de Investigação) teve como objectivo inactivar a Saccharomyces cerevisiae, a levedura mais utilizada na indústria alimentar para a fermentação do vinho e da cerveja, mas ao mesmo tempo responsável pelas alterações e deterioração dos sumos de fruta e do leite, além de estar entre os microrganismos mais resistentes aos choques térmicos e mecânicos.
A cavitação aplicada em áreas alimentares apresenta diversos benefícios:

- ➔ *As bactérias e os microrganismos são eliminados a temperaturas mais baixas do que os sistemas tradicionais*
- ➔ *Menor consumo energético para os mesmos resultados obtidos*
- ➔ *Preservação das qualidades organolépticas e nutricionais dos produtos*

Pode ser aplicada à entrada, à saída ou em todo o processo. A utilização na fila de espera também minimiza qualquer risco de processos oxidativos.
A aplicação sinérgica dos processos térmicos e de cavitação permite reduzir em vários graus a temperatura associada à mortalidade das leveduras em solução aquosa, pelo que, para além dos benefícios evidentes em termos de qualidade dos alimentos líquidos, a poupança de energia é bastante significativa: pelo menos 2,7% por cada 1° C de descida da temperatura máxima do processo.

9) Aplicado ao vinagre balsâmico tradicional (Itália)

Uma pesquisa conduzida pelo CNR italiano (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Conselho Nacional de Investigação) teve como objectivo a aplicação da tecnologia de cavitação à cozedura do vinagre balsâmico tradicional.

Na produção do vinagre balsâmico tradicional, a cozedura do mosto de uva com pelo menos 15° Brix (1° Brix corresponde a 1-2% em peso de açúcar) ocorre sob pressão natural, com fogo direto, em recipientes abertos durante cerca de 12 a 24 horas a uma temperatura mínima de 30° C, até que a massa total seja reduzida para cerca de 2/3.
Todos os aditivos são proibidos.
Temperaturas de cozedura muito elevadas podem levar à cristalização indesejada de açúcares, com desacelerações indesejadas da fermentação alcoólica e consequente produção de compostos furânicos; assim, a tendência mais recente é a cozedura entre os 75 e os 90° C, durante um máximo de 14 horas, com redução do mosto até aos 28-30° Brix.
O processo de cozedura do sumo de uva para a obtenção de mosto cozido reduzido e a subsequente formação das espécies orgânicas que o caracterizam representam uma etapa extremamente delicada devido às inúmeras variáveis envolvidas, ligadas às diferentes transformações químicas e físico-químicas que ocorrem no interior das matrizes durante a fase de cozedura.
Em particular, a diminuição da percentagem de água durante a cozedura pode levar à formação de furfurais: compostos que não só prejudicam o produto final, como também são prejudiciais para a saúde do consumidor, por serem potencialmente cancerígenos.
A cozedura adequada do mosto representa, portanto, a única forma de obter um bom vinagre balsâmico tradicional.
Consequentemente, a cozedura assistida por cavitação pode proporcionar excelentes resultados, pois o aquecimento do líquido é homogéneo, dado que a massa líquida não é aquecida por fontes de calor como a chama ou a resistência elétrica, mas é a mesma massa líquida que se aquece sozinha, evitando formações localizadas de caramelização.

10) Aplicado à dessalinização

Construir uma central de dessalinização tradicional custa uma quantia extremamente significativa de dinheiro e requer quantidades impressionantes de energia para funcionar. Além disso, construir um requer um planeamento cuidadoso e anos de trabalho.
Levar o equipamento de cavitação equipado para dessalinização diretamente quando e onde for necessário pode resolver muitos problemas, especialmente durante emergências ou operações de guerra.
Estruturas pequenas, como hotéis, comunidades em ilhas ou não alcançadas por serviços de aquedutos, beneficiarão facilmente da utilização de dispositivos de cavitação equipados para dessalinização, especialmente se alimentados por energia termodinâmica.

11) Aplicado ao óleo

Estudos científicos recentes constataram que o elevado aumento de pressão e temperatura proporcionado pela cavitação acústica e hidrodinâmica ativa diversos processos e acelera diversas reações químicas.
Assim sendo, o petróleo, mesmo o betuminoso pesado, submetido a cavitação durante cerca de 15 minutos, pode ser transformado, praticamente, noutro produto, pois melhora a homogeneidade, a viscosidade, a densidade do API (American Petroleum Institute) e outras propriedades físicas.
Isto porque a formação de grandes matrizes moleculares, matrizes regulares e sistemas pseudopoliméricos desempenha um papel importante no processo de extração do óleo, resultando numa elevada tensão superficial e viscosidade, bem como num comportamento não newtoniano.
Qualquer interrupção destas grandes associações moleculares, partículas, aglomerações ou interações pseudopoliméricas leva a uma alteração das propriedades do óleo.
Lin e Yen (1993) craquearam os asfaltenos, que são refractários ao FCC, e desativaram os catalisadores mesmo em condições moderadas, utilizando a cavitação ultrassónica, o borohidreto de sódio como fonte de hidrogénio e um tensioativo para evitar a recombinação e a desproporção dos radicais do asfalteno.
Os radicais de hidrogénio interromperam as reações dos radicais livres e das olefinas saturadas. Como resultado, 35% dos asfaltenos foram convertidos em gasolina e resinas em 15 minutos. A conversão de asfaltenos em hidrocarbonetos mais leves aumentou 10 vezes.
Tudo isto implica que o petróleo, após passar pelo Dispositivo de Potencialização, adquire as características mais procuradas e, por isso, pode ser oferecido para venda a preços mais elevados. Está bem estabelecido que o fenómeno da cavitação é mais amplificado em fluidos viscosos. Se o fluxo de petróleo se mover a alta velocidade, fazendo com que a pressão absoluta do petróleo desça abaixo da pressão de vapor dos hidrocarbonetos nele contidos, ocorre cavitação. A cavitação separa a fase "líquida" (hidrocarbonetos de elevado ponto de ebulição e suas

partículas em hidrocarbonetos líquidos) dos gases presentes no petróleo (gases aprisionados, vapor de água e vapores de hidrocarbonetos envolvidos).
Na refinaria, por outro lado, haverá benefícios com o craqueamento térmico, o craqueamento catalítico e o hidrocraqueamento. Da mesma forma, tudo isto também pode ser aplicado a biorrefinarias, gasóleos de petróleo e fontes de base biológica: misturando água e gasóleo com cavitação controlada, obtém-se o chamado “diesel branco”.

12) Aplicado ao Fracking

O fracking, ou fraturação hidráulica, consiste nos atuais processos de bombeamento de água no solo para promover o rendimento e criar a pressão necessária para as técnicas de perfuração horizontal. Esta prática requer milhões de litros de água: por exemplo, os poços de xisto requerem 3/7 milhões de galões por poço (11 a 27 milhões de litros).
Na grande maioria dos casos, esta água necessita de ser levada para os poços por camião: 300 camiões podem transportar até 4 milhões de litros de água (cerca de 1 milhão de galões). Mas, mesmo após a primeira utilização nos poços, a água recuperada é altamente corrosiva, pois apresenta uma elevada concentração de sal (7 a 10 vezes superior à água do mar), outras impurezas do xisto e aditivos utilizados pelas empresas petrolíferas para diversos fins de produção. Acima de um determinado limite, a água deixa de poder ser reutilizada, o que eleva ainda mais os custos da extração de petróleo devido à necessidade de novos fornecimentos e ao descarte do que já foi utilizado. Além disso, as leis ambientais, cada vez mais restritivas, tendem a representar cada vez mais problemas para a deposição de águas já saturadas.
A cavitação pode ajudar a evitar a descarga destas águas, uma vez que podem ser tratadas diretamente no local, tornando-as imediatamente adequadas para reutilização no processo de fraturação hidráulica. Isto pode significar a eliminação de aterros sanitários e uma redução de 30 a 50% na utilização de água nova para cada poço.

13) No âmbito da produção de etanol

A produção inicia-se com a moagem mecânica e, de seguida, com a mistura dos grãos amiláceos com água. A pasta resultante é bombeada para o interior do cavitador, onde cada partícula da estrutura amilácea do grão é completamente fraturada, expondo moléculas adicionais de amido presas dentro da estrutura celular e, assim, melhorando a eficiência enzimática hidrolisada no “mosto”.
Quanto mais pequenas forem as partículas, maiores serão as superfícies que interagem, permitindo um aumento do rendimento em etanol, com a mesma matriz inicial, de 1% para 2,5% e de 2% para 4% ou mais, sem acréscimo de energia e, por isso, com um menor custo total da matéria-prima.

A aplicação da cavitação antes da sacarificação melhora o tamanho das partículas e a taxa de conversão amido-açúcar para a fermentação subsequente em etanol. O etanol pode, portanto, ser gerado de forma mais eficiente através da fermentação e da destilação subsequente.

14) Biodiesel

Nas biorrefinarias, assim como nas refinarias tradicionais, o craqueamento térmico, o craqueamento catalítico e o hidrocraqueamento trazem grandes benefícios. Portanto, a mistura de água e gasóleo de origem biológica com cavitação controlada resulta no chamado "diesel branco".
Os tempos de reação são reduzidos a poucos segundos e, ao mesmo tempo, a cavitação permite tratar qualquer matriz, mesmo de qualidade inferior, obtendo níveis extremamente melhores e mais suaves.
A produção de biodiesel inicia-se pela reação dos triglicéridos com um álcool e um catalisador. Os produtos desta reação são principalmente o biodiesel e a glicerina.
Basta dizer que a glicerina ligada é inferior a 0,05% no biodiesel em sistemas de duas fases.
Também neste caso, a cavitação pode ser facilmente aplicada em fábricas existentes, de forma a reduzir custos e expandir a sua capacidade de produção, ou pode ser a base de fábricas totalmente inovadoras.
Existem fábricas, especialmente nos Estados Unidos, que se equiparam com esta tecnologia desde 2005 e a utilizam com grande lucro, apesar de as máquinas serem de primeira geração e, portanto, do tipo monocavitação, sem implementação de difusão para recuperação de pressão. Com a cavitação, as plantas de produção podem utilizar uma maior quantidade de matrizes para conversão, com valores extremamente elevados de gorduras livres (AGL). Assim sendo, os óleos alimentares usados, os óleos usados provenientes de processos industriais, os óleos de palma, o sebo bovino, as aves, etc., podem ser utilizados como matrizes de produção. Além disso, ao acelerar as reações, as quantidades de catalisadores a utilizar para completar os processos diminuem consequentemente.

15) Nas fábricas de papel

Neste setor, os processos de produção com tecnologia tradicional estão continuamente expostos a riscos, como o aparecimento de defeitos no papel e ineficiências de produção causadas pela presença de fiapos de polímeros ou mesmo aglomerados que se formam em áreas de baixo fluxo, particularmente quando se combinam polímeros catiónicos e aniónicos. Em casos extremos, podem também surgir formações bacterianas.
A cavitação pode ser a solução ideal para todas as necessidades de emulsão e homogeneização de aditivos, tintas ou ceras dispersas, dado que é atualmente o sistema mais eficaz para desintegrar e dispersar uniforme-

mente em bases líquidas pigmentos orgânicos e inorgânicos com densidades uniformes acima dos 50%. Os sistemas tradicionais de mistura e dosagem caracterizam-se por elevados custos de implementação e gestão e, sobretudo, de manutenção, dado que a deposição de sedimentos em diferentes partes da central obriga a intervenções contínuas.
O consumo de água necessária para diluir os outros fluidos tratados é também enorme, dado que esta deve ser introduzida continuamente, o que acarreta também o problema do aumento do consumo de energia devido à necessidade de estabilizar continuamente os níveis térmicos das matrizes. Com a cavitação, por outro lado, utiliza-se água de processo, eliminando-se por completo, com exceção dos respetivos tanques, toda a maquinaria externa de pré-tratamento e filtragem. Com um caudal sempre constante da matriz a processar e a ausência de pontos mortos no interior do nosso equipamento, elimina-se também a possibilidade de incrustações ou depósitos de sedimentos, reduzindo assim os tempos de manutenção ao mínimo, garantindo uma higiene perfeita, uma melhor reatividade das matrizes introduzidas e, sendo as dimensões da planta consideravelmente reduzidas, qualquer intervenção, incluindo variações de dosagem, será praticamente imediata.
Com experiências realizadas com cavitadores básicos, verificou-se que as dosagens de aditivos caíram mais de 30%, enquanto as de retentivos, mais de 25%, com aumentos significativos na capacidade de produção de toda a planta em geral.

16) Em curtumes

Nos curtumes, a cavitação auxilia especialmente na quebra das elevadas concentrações de sulfuretos utilizados no processamento de couros crus; os tempos de processo necessários para formar bolhas de oxigénio nos tanques:

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

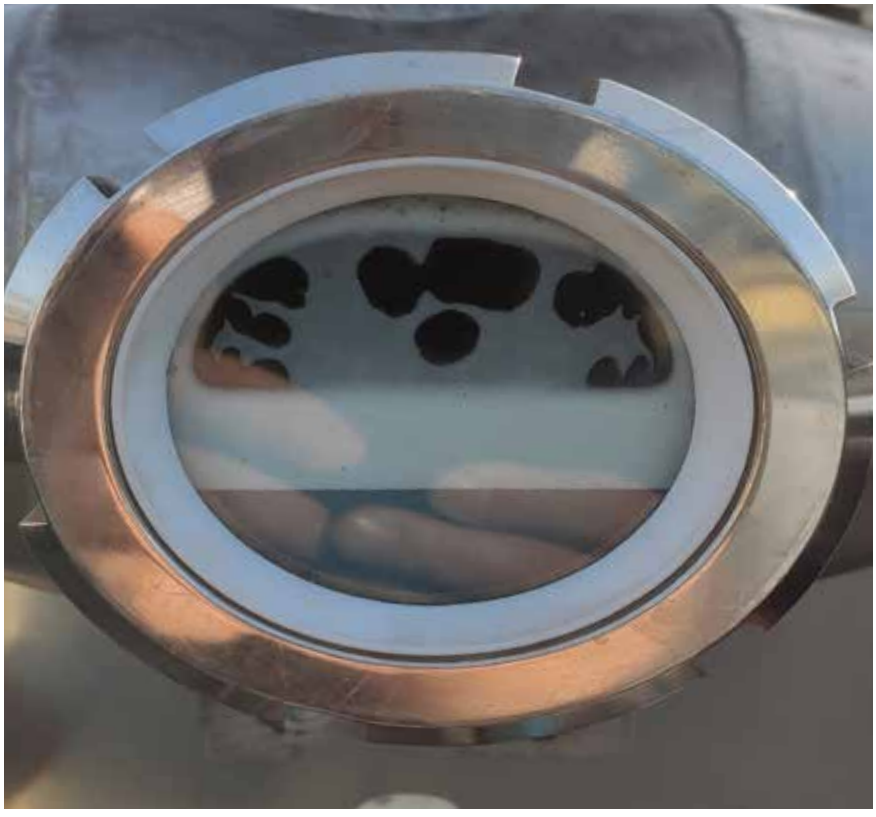
Graças à cavitação, o oxigénio puro pode ser facilmente substituído por ar atmosférico muito mais barato. A relação gás/líquido é maximizada, obtendo-se assim uma emulsão estável que permite um contacto mais próximo entre os gases e o líquido, com a consequente redução do tempo necessário para a conclusão da mesma operação, dos custos necessários e da otimização de todas as etapas do processo. Em poucos minutos, obterá os resultados obtidos em semanas.

Para mais exemplos, consulte o nosso site:

www.ce.eco

Águas industriais

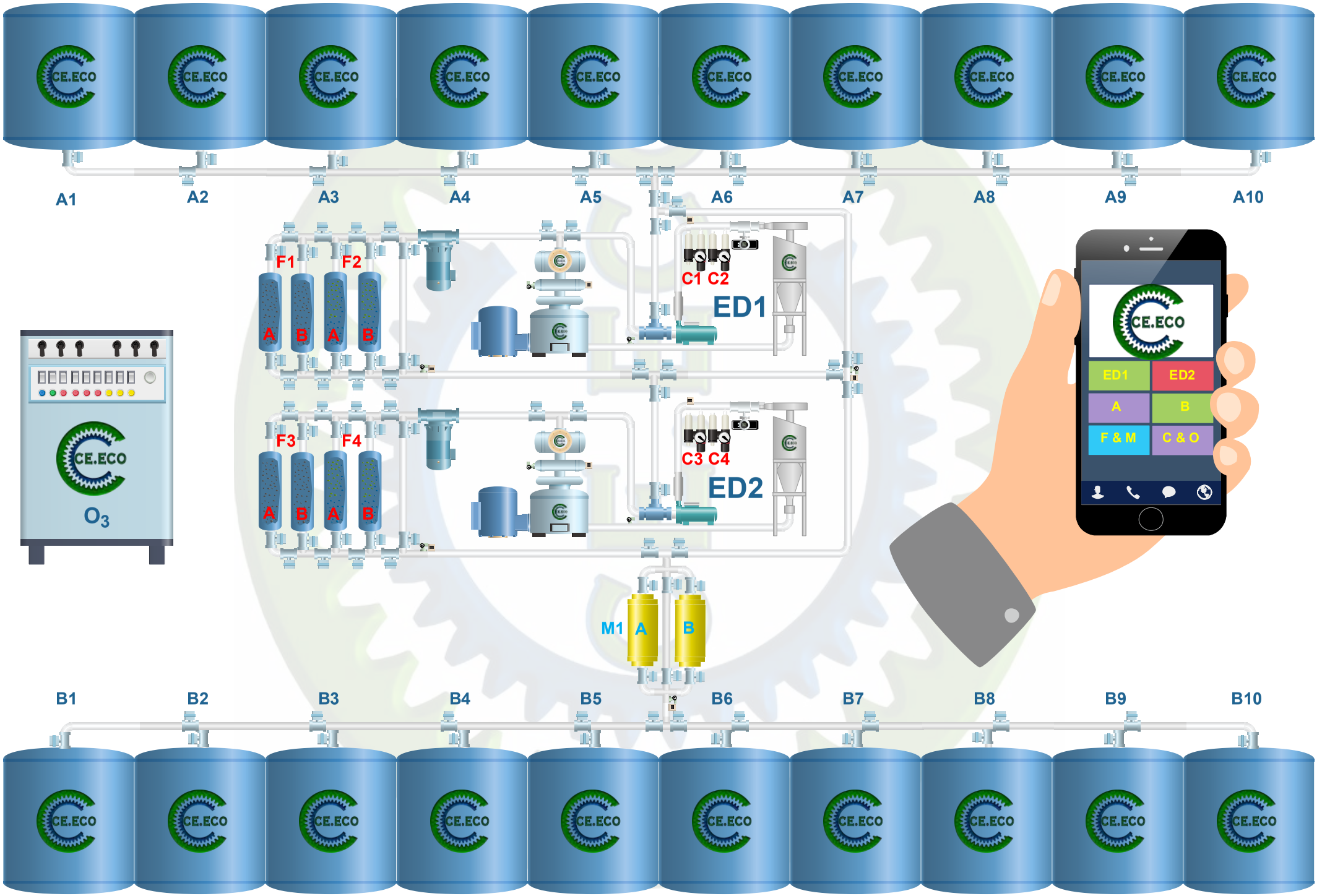
It is now known that cavitation allows excellent results to be obtained especially if applied in the presence of organic material as by demolishing the molecules it reduces both the COD and BOD values. This happens mainly due to the fact that the physical phenomenon of cavitation enhances, also multiplying exponentially, completely natural physical and chemical processes including oxidation. While the tests conducted with the **EMPOWERING DEVICE** em líquidos de base orgânica apresentaram resultados imediatamente positivos, **com variações percentuais em relação ao estado atual (AS IS), por vezes atingindo quase 4 dígitos, e obtidos num tempo muito curto**, os conduzidos com águas residuais industriais exigiram uma configuração cuidadosa e precisa da maquinaria para definir a melhor dinâmica de gestão do processo e os acessórios relacionados a aplicar para melhor concluir o processo em si.
Tudo isto se tornou necessário porque os ensaios em fluidos não orgânicos apresentaram resultados diferentes das expectativas, não devido ao mau funcionamento da máquina, mas precisamente devido ao seu perfeito funcionamento: os parâmetros do líquido que deveriam ser os primeiros a sofrer a acção do **EMPOWERING DEVICE**, dada a sua natureza inorgânica, não puderam ser tratados até que outros valores, como, por exemplo, o total de sólidos em suspensão, não tivessem sido "normalizados".
Em águas industriais, o **EMPOWERING DEVICE** não encontra a sua melhor aplicação em adição a um processo já existente, mas expressa o seu máximo quando ele próprio constitui a base para um novo processo de processamento contínuo, mais rápido e com melhor desempenho. Nestas aplicações, o **EMPOWERING DEVICE** atua, dependendo do caso, como flotador e como micronizador de partículas, coagulando sólidos suspensos muito pequenos, facilitando a filtração subsequente, permitindo a clarificação das águas residuais e, assim, facilitando em muito os tratamentos físico-químicos subsequentes. Assim como pode homogeneizar melhor as águas residuais não homogéneas, favorecendo o ataque químico subsequente através dos mesmos reagentes também utilizados na purificação industrial tradicional, mas consumindo apenas uma fracção da energia necessária nos sistemas tradicionais. A geometria de construção do **EMPOWERING DEVICE** torna-o não só um difusor de pressão perfeito, reduzindo assim o consumo de energia, mas também um excelente sistema de mistura.
Uma eficiência adicional pode ser



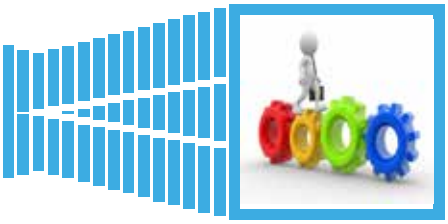
garantida pela utilização do **EMPOWERING DEVICE** subsequente, pois com 2 dispositivos em série, o líquido pode sofrer um primeiro tratamento a baixas rotações, uma filtração e um aditivo, enquanto é tratado num elevado número de rotações no segundo dispositivo para depois ser novamente filtrado, obtendo-se, na maioria dos casos, um fluxo de trabalho sem tempo de inatividade. A variedade de tratamentos tradicionais de resíduos industriais não orgânicos é muito ampla, pelo que a abordagem de purificação deve ser quase sempre estudada caso a caso. O que todos os tratamentos têm em comum é que o consumo de energia, especialmente de eletricidade, é muito elevado, pois são submetidos a inúmeros tratamentos que consomem muita energia, entre os quais os principais são:

- neutralização do pH;
- a separação dos sais precipitados;
- a cristalização;
- a secagem dos cristais;
- a separação de cristais sobresaturados e sólidos em suspensão ou os provenientes da reação química de processos de purificação, frequentemente realizados com grandes centrífugas;
- a reação com produtos químicos que conduzem a novos compostos menos perigosos e reduzem os custos de deposição final, quando não permitem a recuperação completa das águas residuais;
- a recuperação de solventes industriais, com recurso a colunas de redestilação, das quais, no entanto, além do solvente limpo, por cima, saem as substâncias residuais, geralmente por baixo, que devem ser convenientemente descartadas.

Tanto nas unidades de plantas de neutralização de pH como nas de reações específicas com produtos químicos, o **EMPOWERING DEVICE** é capaz de evitar grandes tanques e tornar o processo químico contínuo e fluido, por possibilitar a adição do neutralizador em linha. Sem os tanques que necessitam de ser agitados continuamente e durante muito tempo para não ficarem estratificados e não homogéneos, as bombas para envio para o reator de neutralização ou reação são também eliminadas, assim como as bombas para relançamento do produto acabado, permitindo uma considerável poupança de energia e a compactação da central. O impacto visual do perfil da planta é drasticamente reduzido, escondendo-se dos olhos dos residentes vizinhos, que, por isso, tenderão a queixar-se menos da existência da própria planta. Conhecendo as características de um efluente recebido contido em silos, mesmo horizontais, através de um PLC que pode ser controlado remotamente de acordo com os ditames da Indústria 4.0, um conjunto de válvulas solenóides e bombas irá conduzi-lo através de uma, duas, três ou subsequentes passagens dentro dos cavitadores e filtros especiais concebidos para eliminar determinados aspetos do efluente a tratar e, em seguida, adicionar ou não produtos químicos, ozono ou o que for necessário antes de ser enviado para um silo de armazenamento do efluente tratado, onde o efluente, agora processado e inertizado, estará pronto para ser descartado. Com base nas “famílias” de origem das águas residuais, são criadas receitas específicas para automatizar o processo ao máximo.


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

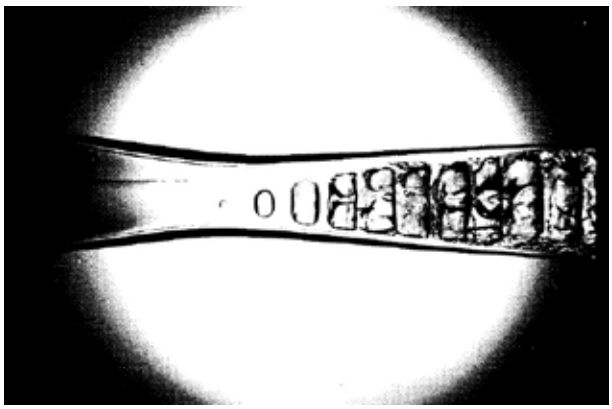
uma amostra industrial



A página anterior mostra uma estação de tratamento de águas desenvolvida em torno de um par de **EMPOWERING DEVICE**.
A água produzida pela estação ou levada para uma estação de tratamento equipada com o nosso sistema, após ser retirada dos silos de armazenamento (**A1-A10**) é submetida a um primeiro tratamento de cavitação (**ED1**) com ou sem adição de produtos químicos (**C1-C2**) e ozono (O_3). Posteriormente, o fluido, reactivado se necessário por uma bomba, pode ser filtrado (**F1-F2**) ou, através de um bypass, continuar o seu curso.
Cada filtro pode ser duplicado em paralelo (**A-B**) de tal forma que, se os sensores detetarem uma diminuição da eficiência, a equipa é imediatamente notificada para intervir no cartucho a regenerar ou substituir. Conforme a necessidade, o fluido pode ser submetido a uma cavitação subsequente no segundo **EMPOWERING DEVICE** (**ED2**) que será equipado exatamente como o primeiro: bombas químicas (**C3-C4**), ozono (O_3), filtros (**F3-F4**) duplicados em paralelo (**A-B**), bomba de bypass e booster.
Da mesma forma, o que ocorre à saída do primeiro **EMPOWERING DEVICE**, o fluido pode, nesta altura, ser enviado de volta para o primeiro ou segundo cavitador para ser submetido a novos tratamentos ou, se agora considerado purificado, ser enviado diretamente ou através de membranas osmóticas (**M1**) duplicadas em paralelo (**A-B**), em direção aos silos de armazenamento final (**B1-B10**). Mesmo com membranas, caso os sensores detetem uma diminuição da eficiência, a equipa será imediatamente notificada para intervir no cartucho a regenerar ou substituir.
Dos silos de armazenamento definitivo, após a análise das amostras, seguindo as disposições e limites da legislação, a água será descartada para o esgoto, para uma vala ou até reutilizada para regar os campos circundantes.

EXEMPLO: neutralização do ácido clorídrico sujo. Normalmente, o pH começa em 1-1,5. A soda cáustica é adicionada para elevar o pH a 7 e permitir o descarte no sistema final, onde se gera o sal (cloreto de sódio) e a água. Com o **EMPOWERING DEVICE** evitamos o tanque agitado de HCl sujo e o envio para o reator, pois o cavitador pode retirá-lo diretamente dos tanques.
A sujidade espalha-se imediatamente por toda a massa graças à cavitação controlada; no mesmo cavitador, o NaOH necessário é adicionado em linha; As águas residuais neutralizadas e homogeneizadas pelo **EMPOWERING DEVICE** podem passar diretamente para as membranas de dessalinização autolimpantes, que também são favorecidas pela cavitação a montante, dado que as águas residuais cavitadas conseguem passar pelas membranas com menor resistência e, portanto, consumindo menos energia.
O mesmo se aplica às centrífugas para a separação de sais sobresaturados, ou componentes sólidos resultantes de processos de purificação através de reações que consomem muita energia: todas são totalmente substituíveis por um **EMPOWERING DEVICE** equipado com membranas e/ou filtros.

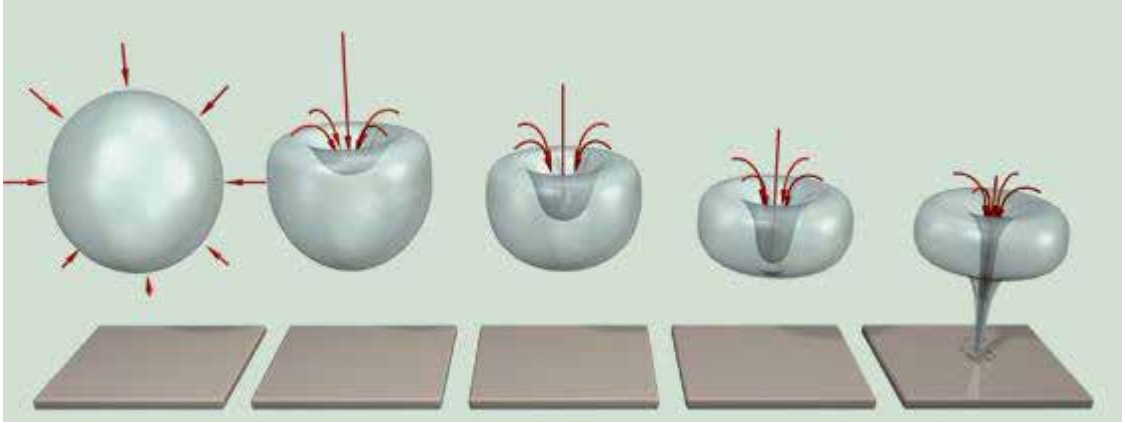
cavitação descontrolada



Se, no líquido, a pressão absoluta se tornar igual ou inferior à pressão de vapor do líquido a uma determinada temperatura, em poucos microssegundos, formam-se bolhas microscópicas de vapor.
Isto porque os líquidos normalmente transportam ar dissolvido neles e, quando há uma queda de pressão até ao valor da pressão de vapor, o ar dissolvido no líquido é libertado e, portanto, a vaporização do próprio líquido também é libertada.
As bolhas de vapor são então arrastadas pela corrente e, quando chegam a zonas com uma pressão superior à pressão de vapor, ocorre o colapso das bolhas.
A fase de colapso e implosão liberta uma quantidade de energia que, se não for controlada, pode provocar:

- ➔ *uma deterioração da eficiência do sistema hidráulico de pelo menos 3%, devido à turbulência provocada pela cavitação.*
- ➔ *vibração excessiva do sistema hidráulico, provocando ruído.*
- ➔ *Uma deterioração severa dos componentes internos do sistema hidráulico, devido ao colapso das bolhas junto à parede de um componente. Neste caso, é gerado um jato de líquido (jato de impacto) que erode a superfície sólida e forma aquilo a que chamamos cavidades erosivas. A área onde este fenómeno ocorre com maior frequência é na saída do impulsor, uma vez que nesta secção ocorre uma despressurização temporária do líquido, seguida de um subsequente aumento de pressão.*

O grau de erosão é influenciado por diversos fatores, tanto relacionados com a hidrodinâmica do sistema como com o comportamento da resistência dos diferentes materiais.
Os efeitos da condensação nos materiais estão principalmente relacionados com a dureza da superfície, a capacidade de encruamento e o tamanho do grão. O mecanismo de erosão por cavitação é muito complexo. De facto, na literatura, é possível encontrar diferentes teorias so-



bre as causas deste processo. Uma primeira teoria sobre a evolução do processo erosivo prevê que, quando a bolha isolada implode numa região de fluido afastada das paredes, o seu colapso ocorre simetricamente. O fluido envolvente tende a ocupar rapidamente as regiões livres do colapso da bolha. Este movimento do fluido induz uma onda de pressão de alta intensidade que é transmitida rapidamente através do líquido circundante.
A elevada energia transmitida às paredes circundantes pode levar à erosão do material devido à fadiga. De acordo com outra hipótese, no entanto, quando a bolha está próxima da parede lateral, o colapso da bolha ocorre de forma assimétrica.
A maior velocidade de condensação no lado oposto à parede induz a formação de um jato de líquido a alta velocidade que corta a bolha de vapor e atinge a própria parede.
A energia transmitida após este impacto pode, ao longo do tempo, levar à erosão do material devido à fadiga. O colapso de uma bolha de vapor atua como um gatilho para o colapso de outras bolhas. Em muitos dispositivos, observou-se que os danos por cavitação ocorrem em áreas muito localizadas, por exemplo, num rotor de uma bomba.
Frequentemente, isto é o resultado do colapso periódico de uma nuvem de bolhas de cavitação. Em quase todos estes casos, o colapso consistente da nuvem pode causar ruído muito mais intenso e ser mais propenso a danos do que um fluxo não periódico semelhante.
Desta forma, o dano é mais grave na superfície sólida próxima do local da explosão da nuvem.
A questão de saber se o dano por cavitação é causado por microjatos, ondas de choque ou ambos tem sido debatida há muitos anos. Mas mesmo após a rutura provocada pelo microjato, deparamo-nos com uma nuvem de pequenas bolhas residuais que continuarão a colapsar coletivamente. Mesmo que já não seja uma única bolha, esta nuvem residual terá ainda o mesmo comportamento dinâmico qualitativo que a possível produção de uma onda de choque.

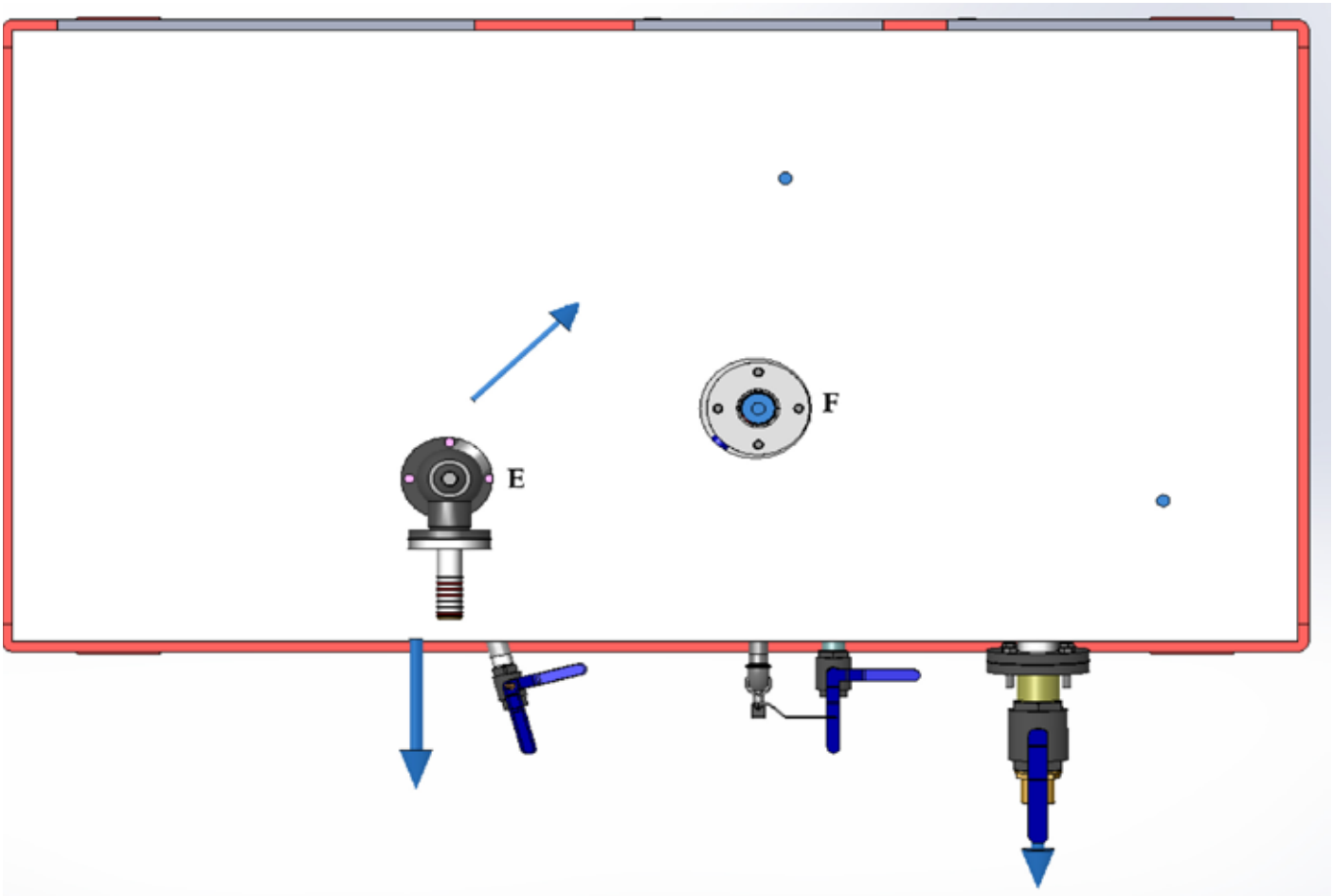
ISOLATE BEFORE REMOVING COVER

como é construído

A descrição e as imagens que se seguem podem variar de acordo com os modelos, versões e figurinos: a apresentada é apenas uma versão exemplificativa de como pode ser um **EMPOWERING DEVICE** *e, por isso, deve ser compreendida.*

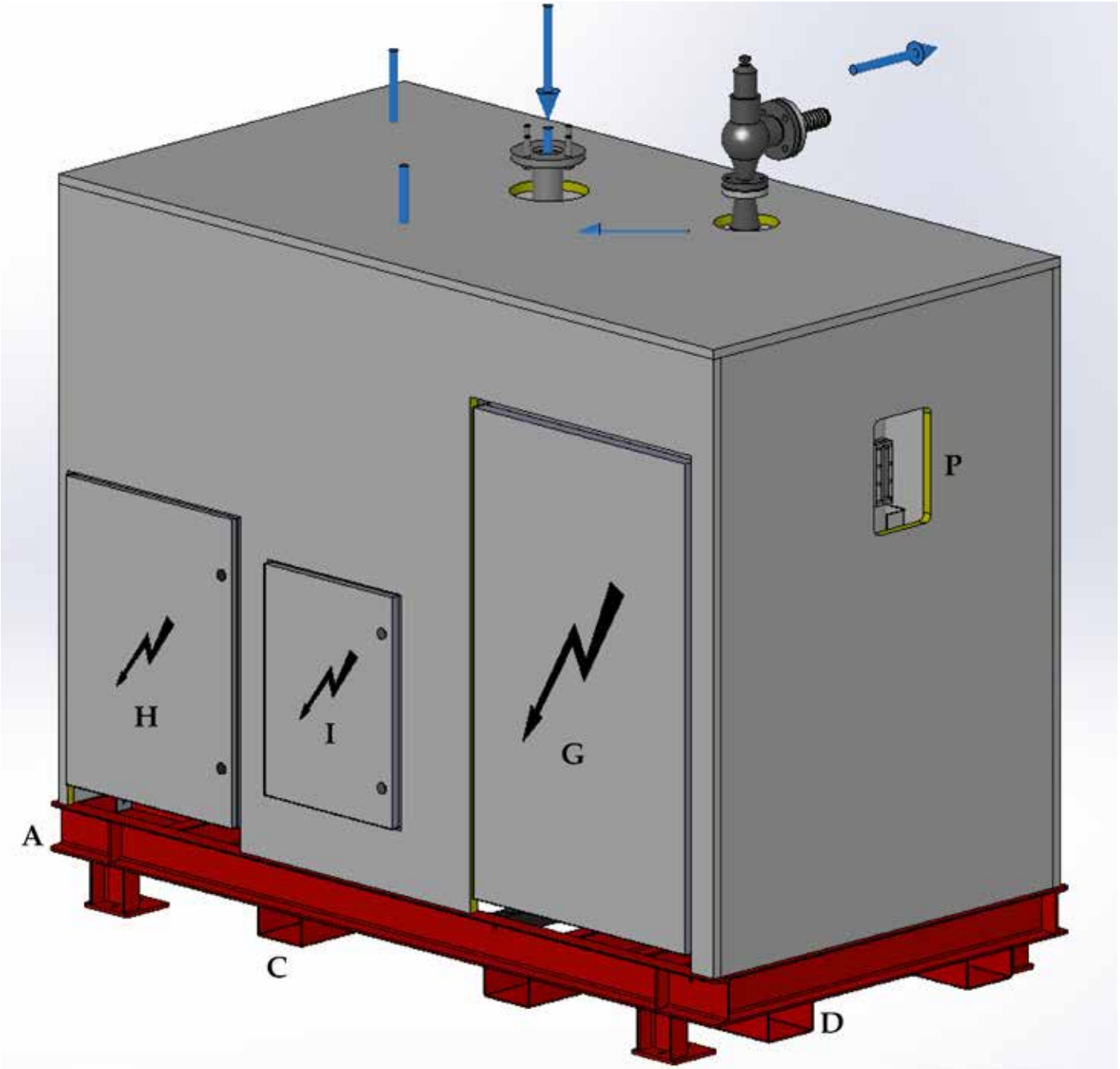
O **EMPOWERING DEVICE** na sua versão **STANDARD** assemelha-se externamente a um paralelepípedo de 240 cm de altura, com um lado longo de 235 cm e um lado curto de 126 cm.

A base metálica (**A**) tem 24 cm de altura e, graças a um sistema duplo de guias mecânicas sobrepostas e cruzadas (**C** & **D**) sob a máquina, permite uma fácil movimentação da máquina por empilhador sem risco de danos acidentais nos componentes inferiores. Os ventiladores de entrada de ar (**U**, **V** & **W**) estão alojados na base.

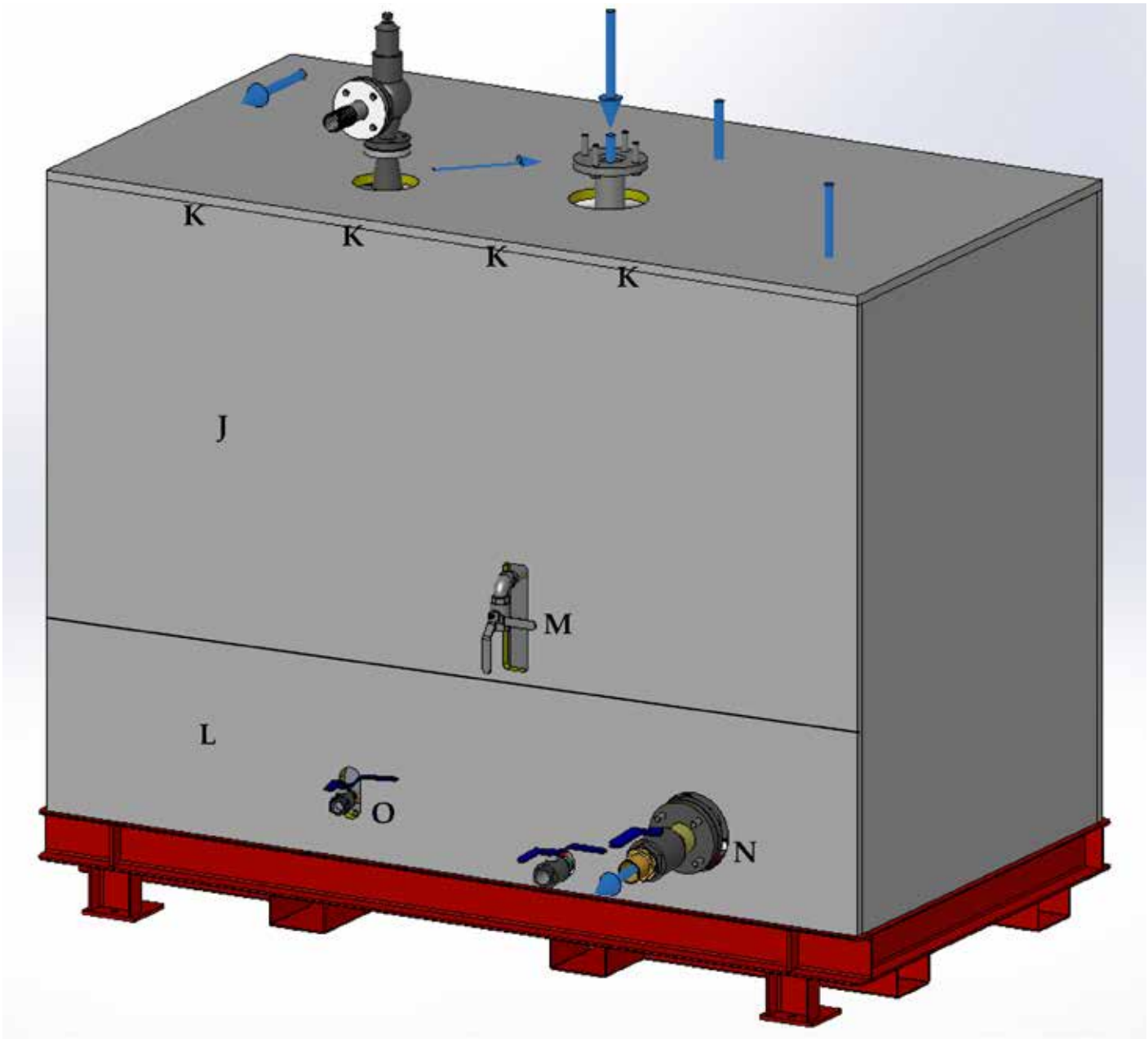


A válvula de segurança (**E** - se presente) e a flange de entrada (**F**) sobressaem na parte superior. No primeiro lado comprido, existem duas portas: o painel elétrico (**G**) e o compartimento que alberga os ozonizadores e o insuflador (**H**); opcionalmente, pode existir o compartimento que alberga os tanques de produtos químicos (**I**) e um segundo quadro elétrico dedicado aos inversores (**B**).

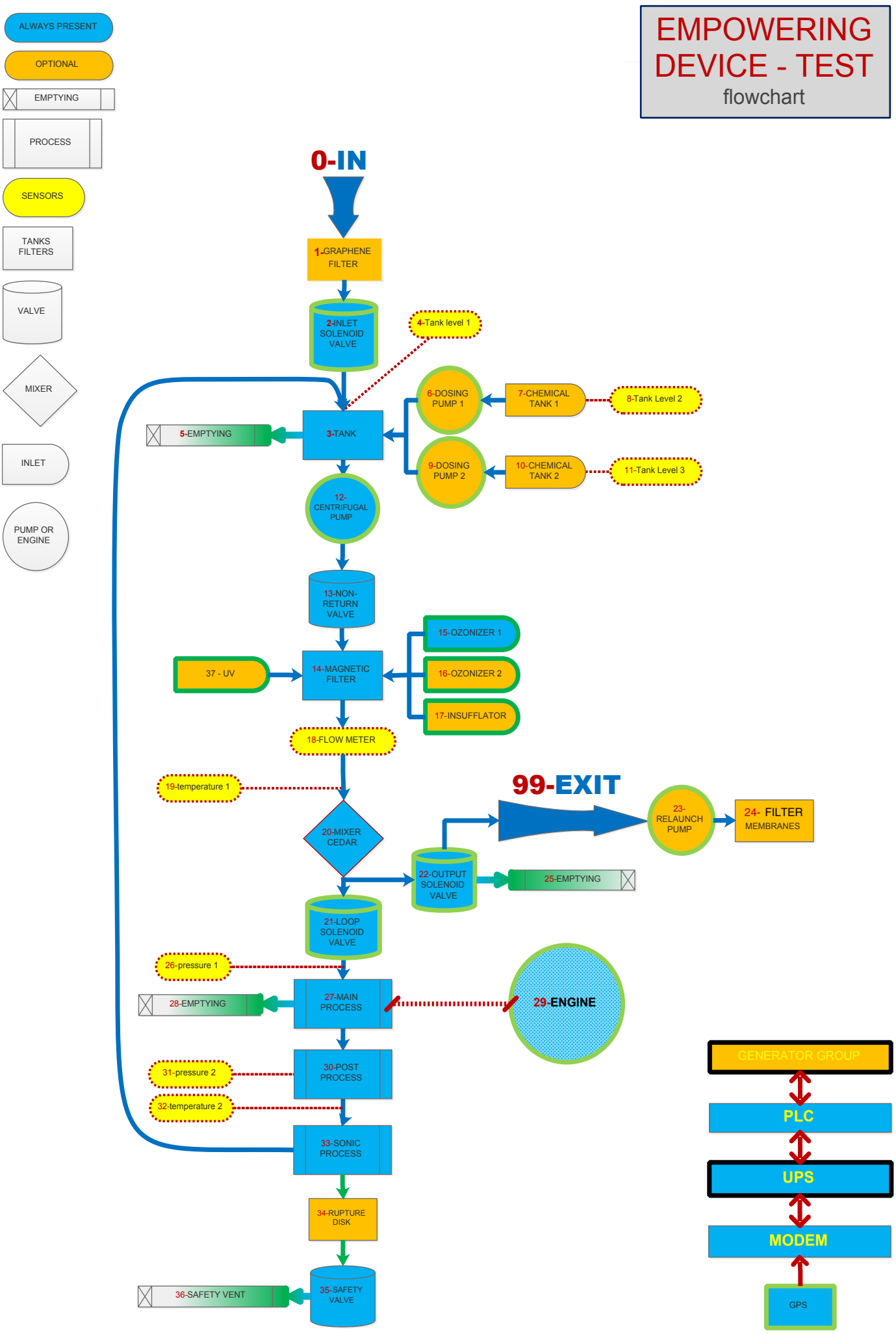
O segundo painel lateral longo está dividido ao meio. A parte superior (**J**) pode ser aberta para



cima graças a algumas dobradiças (**K**), enquanto a parte inferior (**L**) é ocupada por 3 ligações hidráulicas: uma torneira para remoção direta do tanque (**M**), uma flange de saída do tratamento (**N**), opcionalmente equipada com uma torneira manual, e uma torneira de esvaziamento (**O**) dos resíduos residuais remanescentes no interior do corpo da máquina.
A abertura permite uma fácil inspeção e manutenção de rotina, por exemplo, o reabastecimento de massa lubrificante dos rolamentos.
Uma porta (**P**) abre-se no primeiro lado curto, contendo o tanque de líquido de vedação.



O segundo lado curto é inteiramente dedicado à placa de características da máquina (**Q**).
Nas laterais exteriores, existem 3 grelhas de ventilação (**R**, **S** & **T**) que permitem a saída do ar.
A campânula é fabricada externamente em polietileno de alta densidade, enquanto que internamente é totalmente revestida com material à prova de fogo e com isolamento acústico.
O capot, revestido com este material à prova de fogo, aliado à presença de válvulas e motores da categoria ATEX, permite classificar toda a maquinaria dentro desta categoria.
Ao substituir o depósito interior por um arredondado, é possível elevar toda a máquina até 16 BAR após a certificação PED.

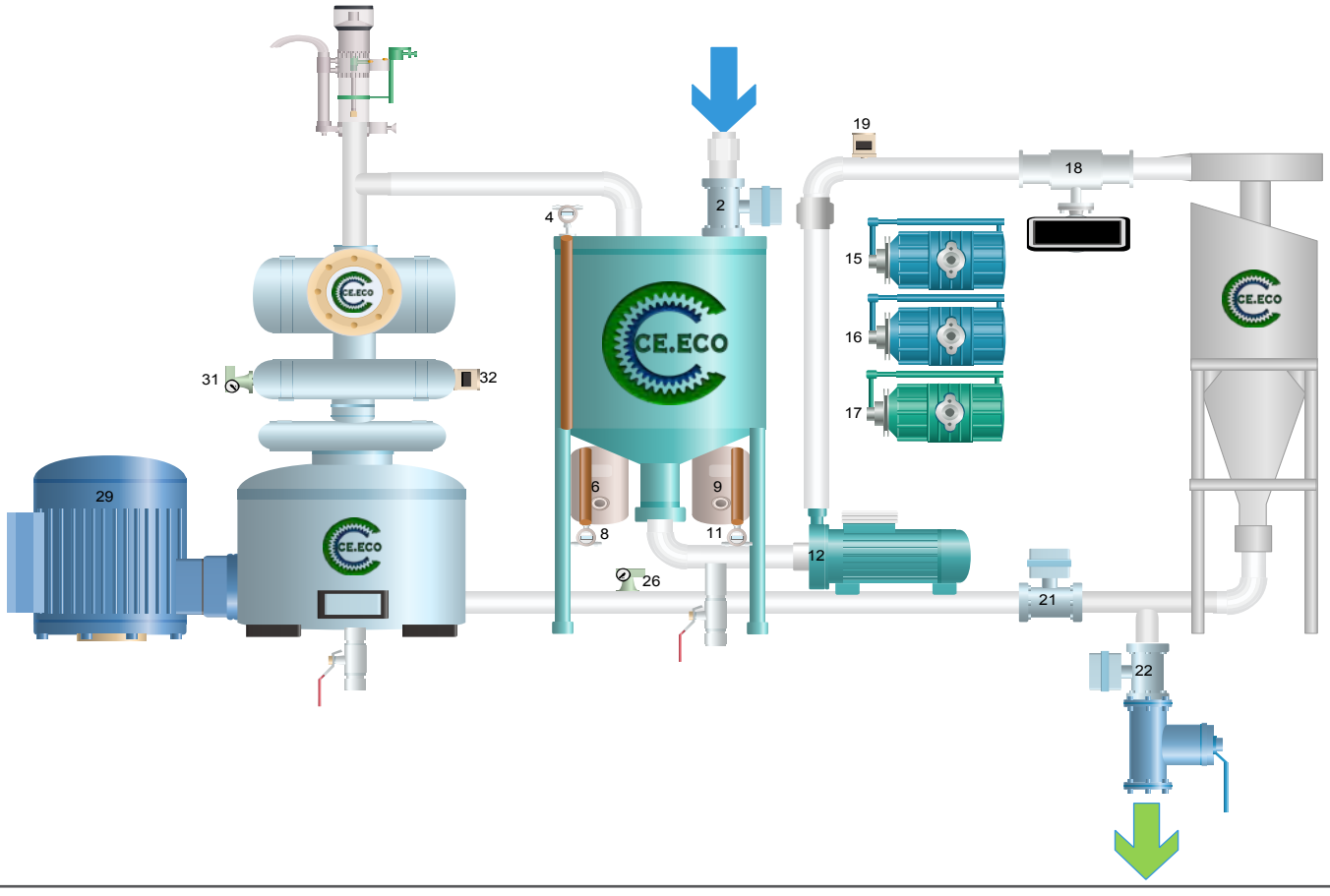

EMPOWERING DEVICE - TEST
flowchart
ALWAYS PRESENT
OPTIONAL
EMPTYING
PROCESS
SENSORS
TANKS FILTERS
VALVE
MIXER
INLET
PUMP OR ENGINE
0-IN
1-GRAPHENE FILTER
2-INLET SOLENOID VALVE
4-Tank level 1
3-TANK
5-EMPTYING
6-DOSING PUMP 1
7-CHEMICAL TANK 1
8-Tank Level 2
9-DOSING PUMP 2
10-CHEMICAL TANK 2
11-Tank 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

exemplo de um processo

Exemplo de tratamento para um líquido orgânico utilizando um **EMPOWERING DEVICE** model **TEST**, que é utilizado para testar as matrizes do utilizador de forma independente.
No entanto, muitos dos processos que desenvolvemos são do tipo "on-line": a maquinaria não realiza ciclos de processamento, mas o líquido entra e sai sem parar, passando pelos tratamentos um após o outro. Em alguns casos, previmos a presença de vários cavitadores, um após o outro, para maximizar a quantidade de líquido tratado com o mínimo consumo de energia.
O fluido a tratar é introduzido na maquinaria através de uma abertura flangeada localizada na parte superior (**0**). Um filtro de grafeno pode, opcionalmente, ser posicionado imediatamente antes da abertura flangeada (**1**).
Após a válvula solenoide (2), posicionada imediatamente atrás da flange de entrada, uma cânula guia o fluido em direção à base do tanque (**3**), de modo a que o enchimento do mesmo ocorra de baixo para cima, explorando o princípio de vasos comunicantes, evitando assim a formação de turbulências incómodas que podem aprisionar bolhas de ar.
A válvula solenóide de entrada fecha automaticamente quando é atingido um nível predefinido (4) para o enchimento do tanque ou mediante comando manual do utilizador ou do programa de processamento automático específico seleccionado.
Na base do tanque, existe uma torneira manual (**5**), acessível externamente, para recolha de amostras e para facilitar o esvaziamento completo.
Opcionalmente, podem ser instalados até dois tanques de produtos químicos junto ao tanque de circuito fechado, ou um de tamanho duplo, que pode ser abastecido externamente, equipado com uma bomba de nível e dosagem (6-**7**-8 **&** 9-**10**-11).
Na base do tanque, em posição central, uma tubagem recta conduz à bomba centrífuga (12) e, imediatamente a seguir, passa pela válvula de retenção (**13**).
A bomba reenvia o fluido em direção ao misturador, também designado por **Cedro** (**20**). Na tubagem entre o misturador e a bomba encontram-se o filtro magnético (**14**), o caudalímetro (18), o primeiro sensor de temperatura (19), bem como as cânulas de entrada do ozonizador standard (15), do segundo ozonizador (16) e um insuflador opcional (17).
À saída do misturador, o fluido pode continuar o circuito passando por uma válvula solenóide especial (21) ou sair (**99**) da máquina passando por outra válvula solenóide (22), para além da qual podem ser instaladas, opcionalmente, uma ou mais bombas de impulsão (23), bem como filtros de membrana (**24**). A saída, por estar no ponto mais baixo, é também utilizada para esvaziar a maquinaria (**25**), caso seja necessário limpá-la.
Para além da válvula que entra no circuito, após o controlo da pressão (26), o fluido entra no processo principal (**27**), que pode ser completamente esvaziado através de uma torneira manual especial (**28**) acessível externamente, à qual está também ligado o motor (29) do dispositivo. À saída, o fluido passa para o pós-processo (**30**), onde se mede tanto a temperatura (32) como a pressão (31) e, daí, para o processo sonoro (**33**), onde o fluido passa pelos últimos tratamentos, observáveis através de uma vigia no vidro, para depois regressar ao tanque.
Exatamente como ocorreu na entrada do líquido, uma cânula guia o fluido em direção à base do tanque, de modo a que o enchimento do mesmo ocorra de baixo para cima, explorando o princípio dos vasos comunicantes, evitando assim a formação de turbulências incómodas que podem aprisionar bolhas de ar. Em caso de pressões muito elevadas, se disponíveis como

opcionais, a válvula de segurança (**35**) ou o disco de ruptura (**34**) operam e transportam o excesso de fluido para o exterior através de uma abertura de segurança (**36**). Um sistema de ventilador aspira o ar da base do dispositivo para o ejetar pelas laterais: até 400 metros cúbicos de ar por hora garantem o correto funcionamento das peças, bem como a redução da temperatura em cerca de 5 metros cúbicos de todo o conteúdo no interior da tampa de proteção. Um conjunto opcional de lâmpadas UV é instalado antes do cedro (**37**).

O **EMPOWERING DEVICE** é controlado por um autómato ligado a um servidor web e interligado à NUVEM através de um modem 4G/5G, rede cablada ou Wi-Fi ou, opcionalmente, ligação por satélite. Um GPS permitirá que o dispositivo seja geolocalizado em qualquer parte do mundo. Opcionalmente, especialmente indicado e recomendado para modelos transportáveis, está prevista a utilização de um gerador.



ruído

Para ser instalado num ambiente de trabalho, o **EMPOWERING DEVICE** está equipado com um revestimento interior de absorção acústica e resistência ao fogo. Os quadros elétricos também são isolados das máquinas por estes quadros.

A versão que utilizamos, embora derivada de áreas "musicais", é adequada ao sector industrial para a atenuação do ruído no interior de cabines de geradores, compartimentos de motores e sistemas de diversos tipos, onde a redução do ruído deve ser obtida pela limitação da espessura.

Os produtos fabricados com o retardante de chama D30 garantem maiores resultados e desempenho, uma vez que são fabricados com espuma mais densa e microporosa. A relação entre a espessura e a densidade do material é determinante para o resultado a obter, desde a simples correcção acústica interna até à contribuição para o isolamento exterior.

O material é totalmente não tóxico, resistente a fungos e bactérias e cumpre os requisitos de classificação e aprovação de reações ao fogo para fins de prevenção de incêndios.

A espuma de poliuretano de células abertas é o material mais utilizado na área da correção acústica, pois oferece excelentes níveis de absorção num amplo espectro de frequências, é flexível e elástica, adapta-se a qualquer processamento, é inofensiva para a saúde, durável ao longo do tempo e possui boas propriedades de resistência ao fogo (na versão autoextinguível).

O poliuretano expandido é obtido através de uma reação química entre moléculas de diisocianatos e polióis através de catalisadores adequados, podendo, por isso, ser à base de poliéter ou poliéster; são expandidos em blocos muito grandes e posteriormente processados em painéis, chapas planas, perfis, etc. O resultado é um produto muito EFICAZ, VERSÁTIL e LEVE, fácil de aplicar em qualquer contexto, oferecendo uma excelente relação qualidade-preço.

Tipo: painéis de absorção sonora em cantaria
Composição: espuma de poliuretano de célula aberta
Coeficiente de absorção sonora: $\alpha \geq 0,5$ a 1000Hz
Espessura: 5cm (2+3)
Densidade: D30 À prova de fogo 30 kg /m³

WWW.CE.ECO

Chemical Empowering © 2018-2025

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