

invent[®]
umwelt und verfahrenstechnik

CYBERFLOW[®]-Acelerador

Generación eficiente de corriente horizontal en tanques de circulación para el tratamiento biológico de aguas residuales



Contenido

Página 3	El agua necesita responsabilidad
Página 4	CYBERFLOW® , el acelerador INVENT
Página 6	Planteamiento del problema
Página 8	La solución
Página 11	Estructura y elección del material
Página 13	Operación de la planta y dimensionamiento
Página 14	Los laboratorios de mecánica de fluidos de INVENT
Página 15	Datos técnicos
Página 16	INVENT en el mundo



Scan here and watch
the product video!



El agua necesita responsabilidad

El agua es la base y la fuente de toda clase de vida. Sin embargo, la contaminación de nuestras aguas sigue alcanzando dimensiones cada vez más inquietantes. Por ello, la depuración de aguas contaminadas y el suministro de agua de alta calidad se han convertido en las tareas ecológicas más importantes de nuestro tiempo. Desde principios de los años 90, **INVENT** Umwelt- und Verfahrenstechnik AG ha desarrollado, producido y vendido en todo el mundo máquinas, sistemas y procesos innovadores para la purificación y el tratamiento eficientes del agua. Nuestro trabajo diario y nuestros productos eficientes contribuyen a la preservación de la calidad del agua a escala global.

Más información en
www.invent-uv.com

Leaders in mixing and aeration

CYBERFLOW[®], el acelerador INVENT

El **CYBERFLOW[®]**-Acelerador se desarrolló y optimizó especialmente para la generación eficiente de corriente horizontal en tanques de oxidación, donde las aguas residuales son tratadas biológicamente. Se trata de un avance revolucionario que, dependiendo de la aplicación, puede incrementar la eficiencia en un 30 por ciento respecto a los generadores de corriente convencionales.

Enfoque de optimización

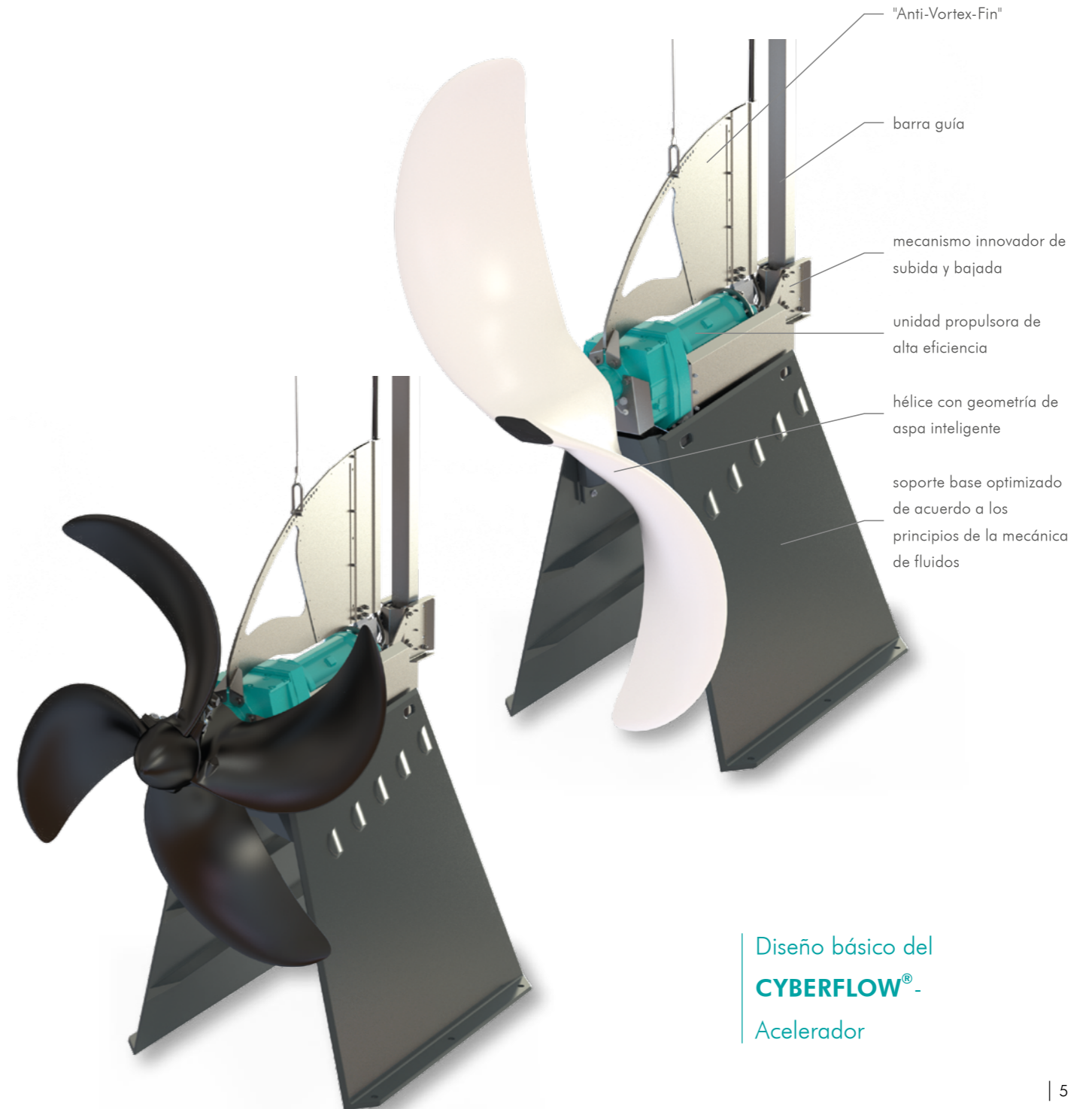
Esto es posible gracias a un enfoque global de optimización siguiendo los principios de la mecánica de fluidos, que considera no solo el diseño de la hélice, sino la interacción del flujo con la máquina entera. Dicho enfoque se basa en la idea de que hasta el momento, aspectos que no se consideraban como:

- Lugar de la instalación
- Posición de montaje
- Dirección de la corriente
- Flujo de entrada
- Flujo de salida
- Diseño del soporte base

desempeñan, junto con el diseño de la hélice, un papel esencial en el ren-

dimiento total del acelerador de corriente horizontal.

En **INVENT** se han considerado estos puntos en profundidad, logrando así un producto extraordinario, energéticamente eficiente, para el tratamiento biológico de aguas residuales.



Diseño básico del
CYBERFLOW[®] -
Acelerador

Planteamiento del problema

Los aceleradores horizontales en tanques de oxidación impulsan el agua horizontalmente siguiendo un circuito, evitando la sedimentación de flóculos de lodo activo. Las formas más comunes de tanques de oxidación son:

- Tanque de oxidación
- Tanque anular
- Tanque tipo carrusel

Desde el punto de vista de la ingeniería de procesos se requiere:

- Evitar de forma eficaz el depósito de flóculos de lodo activo (suspensión).

- Los flóculos de lodo activo deben ser distribuidos lo más uniformemente posible en el tanque (homogenización).
- El acelerador no debe generar turbulencias en la superficie del agua,

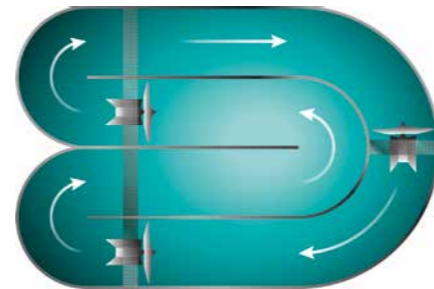
- para minimizar el traspaso de oxígeno desde el aire.
- Evitar fuerzas de corte que puedan destruir los flóculos de lodo activo.
- Evitar contracorrientes del agua.



Tanque de oxidación



Tanque anular



Tanque tipo carrusel



CYBERFLOW®-Acelerador en una depuradora municipal en Bulgaria

Siguiendo los principios de la mecánica de fluidos es importante considerar los siguientes puntos en el desarrollo de un acelerador de corriente horizontal:

- El acelerador debe ser colocado cerca del suelo, en una posición y dirección favorable a la transferen-

cia de energía allí donde se deba evitar el depósito de lodo activo y contracorrientes del agua.

- El acelerador debe tener un gran diámetro y una velocidad de rotación reducida. Tal diseño minimiza el consumo de energía y evita fuerzas de corte.

- Para evitar pérdidas de energía, cuando se instalan varios aceleradores, es necesario instalar hélices que roten en distintas direcciones.
- La entrada de la corriente se debe producir sin perturbaciones y la salida sin vórtices.
- El soporte base debe tener una superficie frontal de choque con el flujo pequeña, poca fuerza de arrastre y además dirigir la corriente.

Desde el punto de vista de la construcción, es importante lograr un diseño fiable, robusto, duradero y que permita largos intervalos de mantenimiento.

La solución

El CYBERFLOW® -

Acelerador es el primer acelerador para tanques de oxidación concebido y optimizado de acuerdo a aspectos fluidodinámicos, lo que ha llevado al desarrollo de un concepto global revolucionario detallado a continuación:

Dirección de la corriente

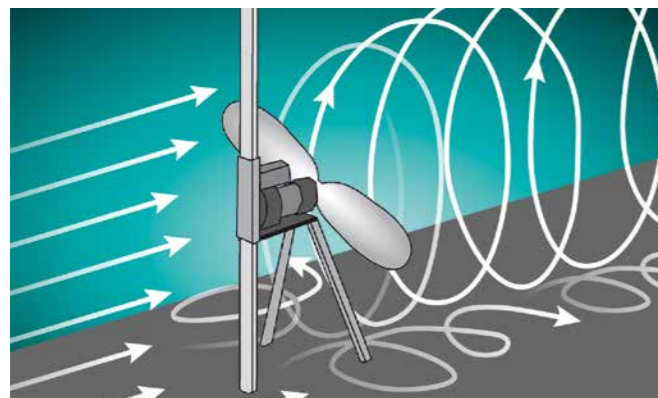
Los aceleradores convencionales se caracterizan por una dirección del flujo en el que la entrada de la corriente se produce en la sección donde está situado el motor. Como consecuencia, la corriente llega turbulenta y arremolinada a la hélice, lo que provoca pérdidas de eficiencia de la máquina entera. En el **CYBERFLOW®-Acelerador** la corriente llega directamente sin perturbaciones a la hélice, logrando mayor velocidad de la corriente con menos consumo de energía que los productos convencionales.

Corriente de salida sin vórtices

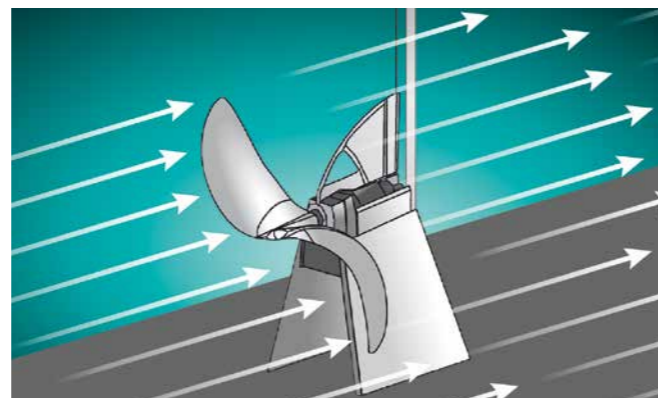
Al rotar, las hélices generan, además de velocidades axiales, velocidades radiales y tangenciales. Sin embargo, solamente la componente axial de la velocidad contribuye a mover el fluido en dirección horizontal. El resto de componentes producen vórtices,

cuya energía se desaprovecha disipada en el fluido, lo que conlleva una pérdida de eficiencia.

El diseño global fluidomecánico del **CYBERFLOW®-Acelerador** se compone de un soporte base adecuado a la corriente de salida de la hélice que, junto a una aleta "Anti-Vortex" especialmente diseñada en la parte trasera de la unidad propulsora, permite una recuperación de energía convirtiendo velocidades radiales y tangenciales en axiales. Por medio de un análisis fluidomecánico y un diseño inteligente, con el **CYBERFLOW®-Acelerador** se ha conseguido por primera vez transformar la energía disipada no aprovechada en corriente horizontal, lo que contribuye considerablemente a una mayor eficiencia energética de la máquina entera.



Pérdidas energéticas de los aceleradores convencionales



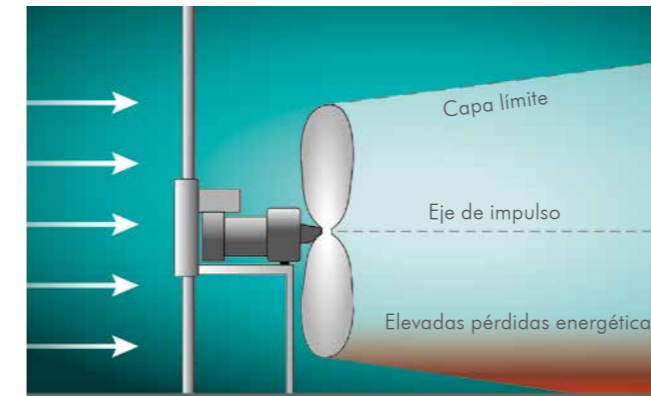
Corriente sin vórtices

INVENT Power Trim Technology®

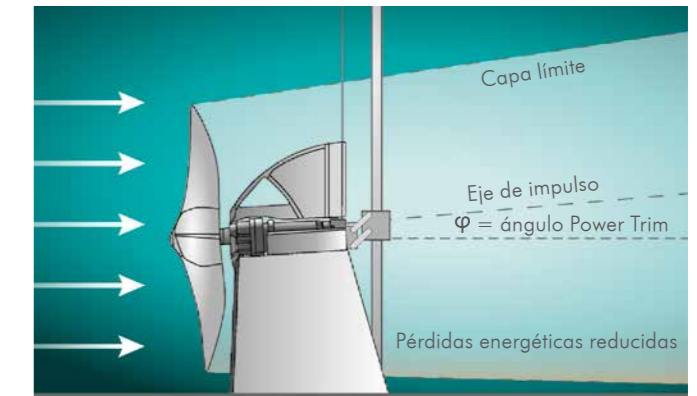
Los aceleradores horizontales convencionales aplican la palabra "horizontal" literalmente y el eje de transmisión de la hélice se sitúa horizontal al suelo. De este modo, estos aceleradores impulsan el agua exactamente de forma horizontal.

Más eficiente es, sin embargo, inclinar levemente el eje de transmisión, de modo que la salida de la corriente tenga una ligera elevación. De esta forma, se pueden reducir en el suelo las pérdidas por fricción, y con ello energéticas, considerablemente. La

orientación de la corriente, adaptada de acuerdo a la aplicación específica, se denomina "**INVENT Power Trim Technology®**" y puede incrementar la eficiencia hasta en un 10 %.



Aceleradores convencionales sin "Power Trim"



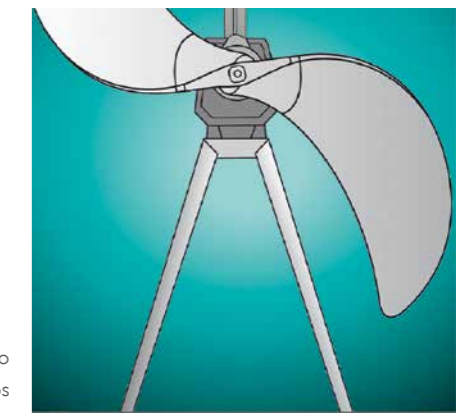
INVENT Power Trim Technology®

Optimización fluidomecánica del soporte base

En el diseño del soporte base del **CYBERFLOW®-Acelerador** se eliminan los soportes convencionales rectangulares con valores innecesariamente altos de cw. Tan solo se emplean estructuras de metal rígidas

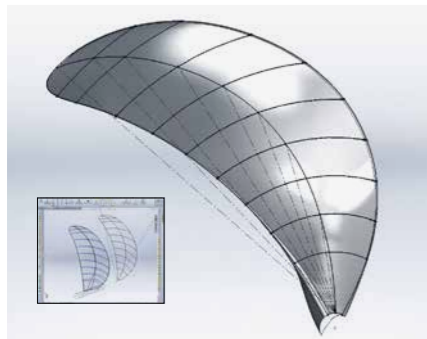
con secciones transversales pequeñas, área frontal de choque con el flujo minimizada y valores pequeños de cw. De este modo, se ha logrado el soporte base más hidrodinámico del mercado

Optimización del soporte base de acuerdo a los principios de la mecánica de fluidos



Diseño de la hélice

Las hélices de los aceleradores de la primera generación procedían en su mayoría de aplicaciones agrarias. El diseño pasaba por alto consideraciones de la mecánica de fluidos. La segunda generación de aceleradores surgió de copias de los originales siguiendo los criterios básicos utilizados hasta entonces y agregando algunas consideraciones pertinentes al diseño de hélices de barcos.

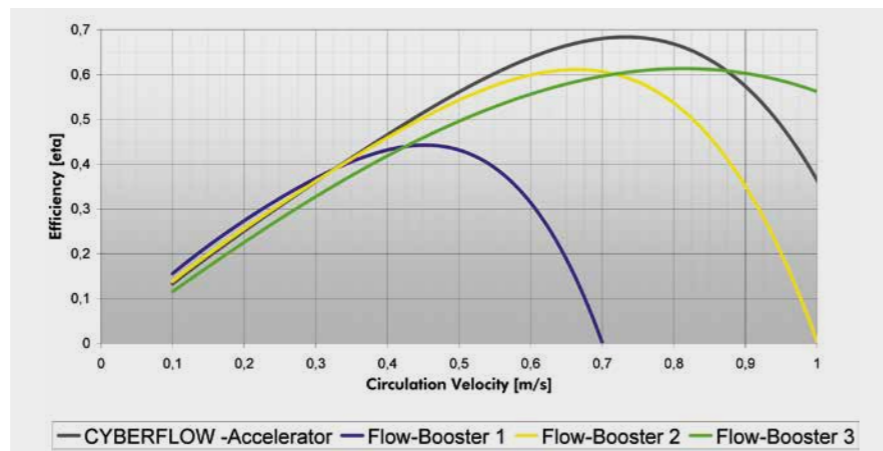


Innovador diseño de hélice

Realmente, esto fue un paso en la dirección correcta, pero aún estaba lejos de la actual aplicación en el tratamiento biológico de aguas residuales. Los barcos se mueven en aguas profundas sin que se puedan apreciar limitaciones. Sus hélices están diseñadas para generar el máximo empuje y no para el mezclado de partículas ni para impedir la sedimentación de flóculos. En el tratamiento de aguas residuales el empuje

no juega un papel esencial. De lo que se trata realmente es de crear, con el mínimo consumo de energía posible, un flujo direccional horizontal con la mínima pérdida posible para un reactor específico (tanques de activación).

Con el **CYBERFLOW®**-Acelerador aparece por primera vez una hélice de tercera generación. Su diseño ha sido desarrollado en los laboratorios e instalaciones de **INVENT** en Erlangen, Alemania donde gracias a las últimas tecnologías de medición y simulación se ha logrado optimizar la hélice para el uso específico en tanques de activación.



Eficiencia de diferentes geometrías de hélice dependiendo del coeficiente de avance

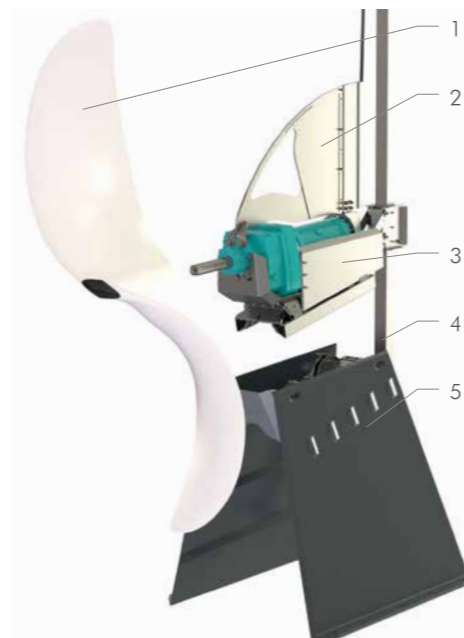
Otro objetivo era encontrar un diseño mecánico estructural robusto, duradero, ligero y flexible. El resultado fue una estructura de hélice de plástico reforzado con fibra de vidrio y carbono en diseño sándwich que puede utilizarse incluso en las aplicaciones municipales e industriales más exigentes.

Como resultado, el diseño de la hélice de **INVENT** es superior a todos los diseños convencionales del mercado, independientemente del número de aspas de otras hélices con las que se pueda comparar. **INVENT** aplica un diseño de hélice de dos o cuatro aspas, en función de la aplicación.

Estructura y elección del material

La estructura

El **CYBERFLOW®**-Acelerador se compone de los siguientes elementos:



- 1 Hélice con geometría de aspa optimizado
- 2 "Anti-Vortex-Fin"
- 3 unidad propulsora de alta eficiencia
- 4 mecanismo innovador de subida y bajada
- 5 soporte base optimizado de acuerdo a los principios de la mecánica de fluidos

La hélice

La hélice del **CYBERFLOW®**-Acelerador se construyó y optimizó para uso en tanques de oxidación empleando los métodos de la mecánica de fluidos más modernos. Así surgió una geometría eficiente que permite un movimiento suave y libre de remolinos de la hélice. Otro de los objetivos fue encontrar un diseño mecánico estructural robusto, duradero, ligero y flexible.

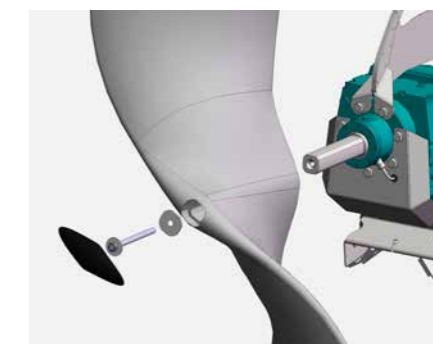
El resultado fue una estructura de la hélice en forma de sándwich hecha de plástico reforzado con fibra de vidrio y carbono, apropiada incluso para las aplicaciones más extremas en el tratamiento de aguas residuales comunales e industriales.

El propulsor

La unidad de propulsión del **CYBERFLOW®**-Acelerador se compone de

- Una conexión eje-cubo desarrollada especialmente
- Reductor con junta de anillo deslizante
- Motor eléctrico de alta eficiencia

El diseño especial de la conexión eje-cubo de **INVENT** asegura una transmisión uniforme del torque hacia la hélice con bajas presiones superficiales locales.

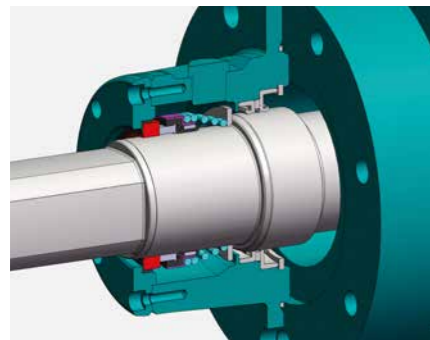


INVENT conexión eje-cubo

Operación de la planta y dimensionamiento

El reductor con junta de anillo deslizante permite una disminución eficiente de la velocidad. Se trata de un reductor de engranaje cilíndrico multietapas con rodamientos reforzados, fabricado para sobrepasar una vida útil de 100.000 h.

Para sellar herméticamente el reductor se emplea una junta de anillo deslizante con cámara de aceite. El motor eléctrico de alta eficiencia consiste en un motor asíncrono trifásico, totalmente sellado, impermeable y con un nivel de eficiencia IE 3 o superior.



Junta de anillo deslizante **INVENT**

Elemento de elevación y guía

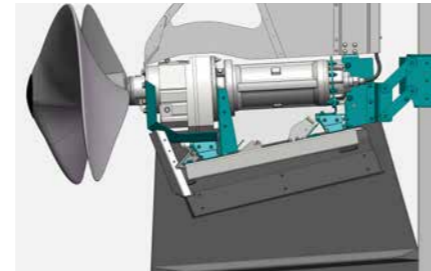
El elemento para la elevación y guía consiste en una barra de acero inoxidable, que permite remover del agua el **CYBERFLOW**[®]-Acelerador de forma segura y anclarlo de nuevo en el soporte base.

Anti-Vortex-Fin Technology[®]

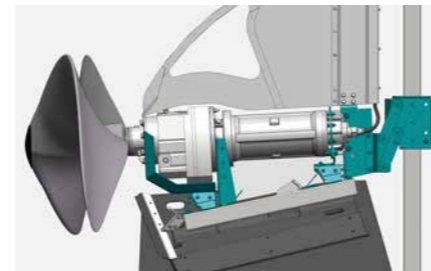
La aleta "Anti-Vortex" está fijada en la parte superior de la unidad de propulsión. Está fabricada en acero inoxidable anticorrosivo y funciona orientando el flujo y recuperando la energía disipada por los vórtices generados por la hélice.

Soporte Base

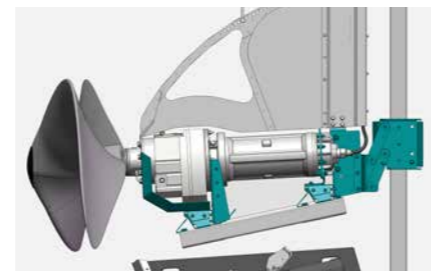
El soporte base permite un anclaje seguro del **CYBERFLOW**[®]-Acelerador al suelo y un direccionamiento del flujo durante el funcionamiento. Es parte integrante del diseño global.



Bajar



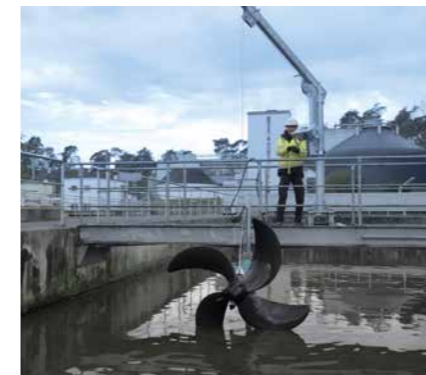
Colocar



Encajar

Montaje, mantenimiento, funcionamiento y asistencia Técnica

El **CYBERFLOW**[®]-Acelerador se envía en partes -para un fácil montaje posterior, el cual se reduce a muy pocos pasos y puede ser llevado a cabo por cualquier técnico preparado sin dificultad. Todos los trabajos de montaje, mantenimiento y asistencia técnica pueden ser llevados a cabo internacionalmente por técnicos cualificados de **INVENT**.



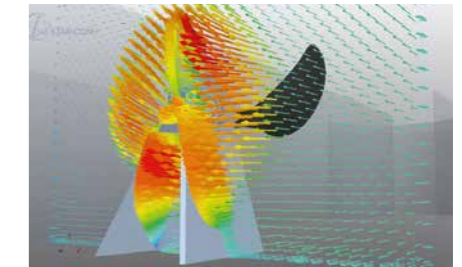
Mantenimiento de un **CYBERFLOW**[®]-Acelerador en una depuradora municipal en Alemania

Representación de la corriente del **CYBERFLOW**[®]-Acelerador

Dimensionamiento y Diseño

Conocidas las variables características, en especial el campo de velocidad generado y datos físicos acerca del fango activo, el diseño del acelerador resulta fácil. Simplemente se deben considerar tanto la velocidad de sedimentación de las partículas como las fuerzas ascendentes inducidas por la velocidad del flujo en el tanque. Esto nos lleva a una relación entre la velocidad mínima en el fondo del tanque y el tamaño y densidad de las partículas.

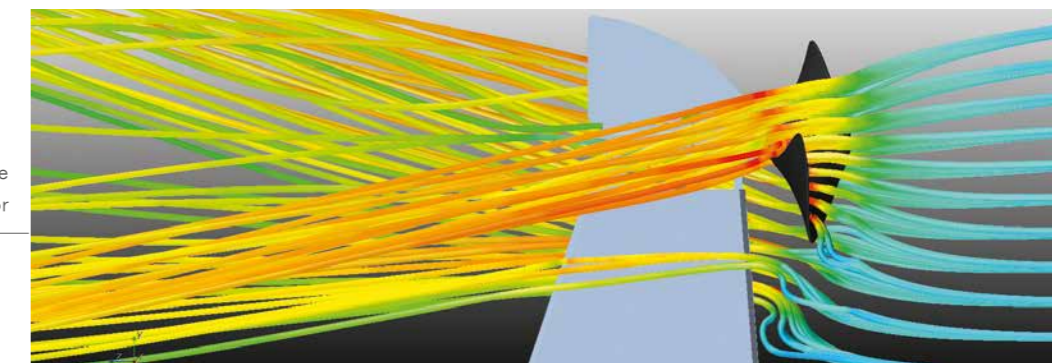
Bajo este sencillo enfoque, desarrollado e introducido a principios de los años 90 en **INVENT** y aplicado desde entonces, se puede calcular el número de aceleradores, la velocidad de rotación y el consumo de energía. Una gran ventaja de este diseño directo es que se puede pres-



Detalle de la simulación de la corriente cercana a la hélice

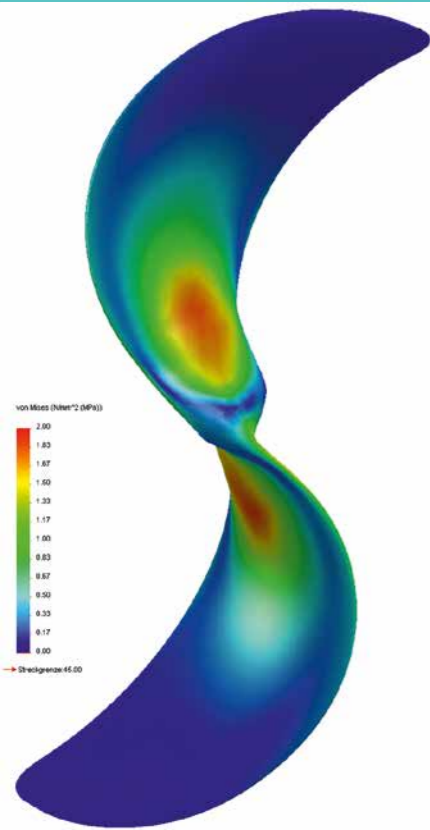
cindir de magnitudes auxiliares virtuales como el empuje, lo que incrementa la fiabilidad del diseño sustancialmente.

Dado que la geometría de los tanques varía considerablemente, **INVENT** emplea modernos modelos validados de simulación fluidodinámica en el diseño de los aceleradores. Con este fin, se desarrollaron modelos especiales, que por primera vez reproducen en detalle la rotación de la hélice y el comportamiento temporal del flujo.



Los laboratorios de mecánica de fluidos de INVENT

En sus instalaciones de Erlangen (Alemania), **INVENT** alberga un laboratorio completamente equipado dedicado a la mecánica de fluidos, así como plantas piloto e instalaciones de ensayo a gran escala con un equipo de personal propio. Esto permite que todos los trabajos de investigación y desarrollo de **INVENT** se realicen internamente.



Tensiones en el asa de una hélice

En el laboratorio se encuentran los instrumentos más modernos de medición de fluidos y maquetas de tanques de todas las formas. Todos los avances llevados a cabo en **INVENT** siguen siempre principios básicos de la mecánica de fluidos, que formulados analíticamente y con herramientas modernas de 3D CAD consiguen tener forma. Para el diseño de modelos se emplean las máquinas más modernas de prototipado rápido. Estos modelos se pueden analizar y optimizar en el laboratorio experimentalmente y numéricamente por medio de métodos CFD¹. De este modo, se logran grandes avances en un periodo corto de tiempo. Para experimentos a gran escala, **INVENT** cuenta en sus instalaciones con varios tanques de ensayo así como con un estanque privado.

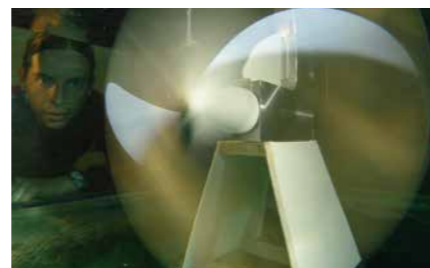
¹ CFD: Computational Fluid Dynamics



Instalación de pruebas a gran escala



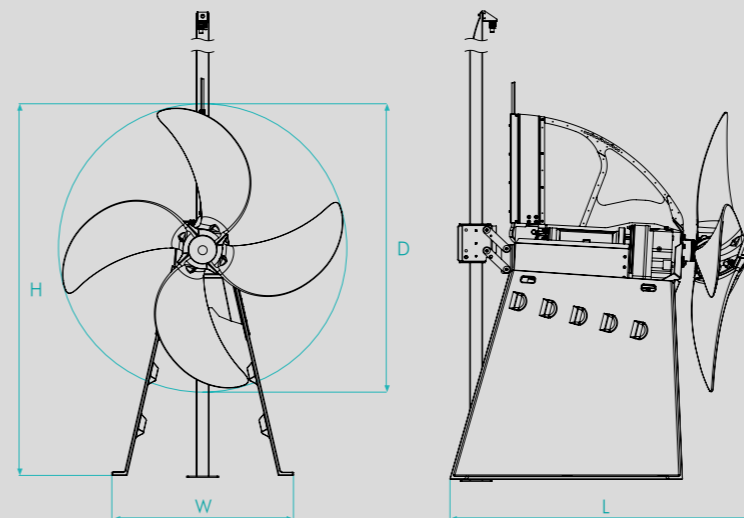
Prototipado rápido en el laboratorio



Validación de mediciones con sonda de ultrasonido 3D en un tanque de agua

Datos técnicos

CYBERFLOW® TIPO	DATOS GENERALES		DATOS DE LA HÉLICE		DATOS DEL REDUCTOR		DATOS DEL MOTOR	
	Longitud L Anchura W Altura H	2.005 mm 1.142 mm 2.323 mm	Diámetro D Sentido del giro Material	1.800 mm cw/ccw ¹ Polyurethan	Tipo Etapas Junta	Helical gear 3 INVENT sello mecánico	Tipo de motor Polaridad Eficiencia	Asíncrono trifásico 4 IE3
CFM/1800-27-0.75	Peso total	997 kg	Velocidad de rotación	27 upm	✓	Potencia nominal	0,75 kW	
CFM/1800-30-1.1	Peso total	1.002 kg	Velocidad de rotación	30 upm	✓	Potencia nominal	1,1 kW	
CFM/1800-34-1.5	Peso total	1.002 kg	Velocidad de rotación	34 upm	✓	Potencia nominal	1,5 kW	
CFM/1800-39-2.2	Peso total	1.012 kg	Velocidad de rotación	39 upm	✓	Potencia nominal	2,2 kW	
CFM/1800-44-3.0	Peso total	1.017 kg	Velocidad de rotación	44 upm	✓	Potencia nominal	3,0 kW	
	Longitud L Anchura W Altura H	2.005 mm 1.142 mm 2.673 mm	Diámetro D Sentido del giro Material	2.500 mm cw/ccw ¹ FRP ²	Tipo Etapas Junta	Helical gear 3 INVENT sello mecánico	Tipo de motor Polaridad Eficiencia	Asíncrono trifásico 4 IE3
CFM/2500-24-1.1	Peso total	981 kg	Velocidad de rotación	24 upm	✓	Potencia nominal	1,1 kW	
CFM/2500-27-1.5	Peso total	981 kg	Velocidad de rotación	27 upm	✓	Potencia nominal	1,5 kW	
CFM/2500-30-2.2	Peso total	991 kg	Velocidad de rotación	30 upm	✓	Potencia nominal	2,2 kW	
CFM/2500-34-3.0	Peso total	996 kg	Velocidad de rotación	34 upm	✓	Potencia nominal	3,0 kW	
CFM/2500-39-4.0	Peso total	996 kg	Velocidad de rotación	39 upm	✓	Potencia nominal	4,0 kW	



INVENT®, **CYBERFLOW®**, **Anti Vortex Fin Technology®**, **INVENT Power Trim Technology®** son marcas registradas de **INVENT Umwelt- und Verfahrenstechnik AG**.

El **CYBERFLOW®** Acelerador y sus accesorios están protegidos por derechos de la propiedad intelectual, por regulaciones de acuerdos internacionales así como por patentes y marcas registradas.

Números de patente

PCT/EP2008/001128 PCT/EP2013/055838 PCT/EP2020/061863
 PCT/EP2008/001129 PCT/EP2013/055840
 PCT/EP2013/055837 PCT/EP2013/055841

¹ cw: clockwise (en sentido de las agujas del reloj) / ccw: counterclockwise (en sentido contrario a las agujas del reloj)

² FRP: Fiber Reinforced Plastic

Reservado el derecho a modificaciones técnicas.

INVENT en el mundo

Sede central

INVENT

Umwelt- und Verfahrenstechnik AG

Am Pestalozzing 21
91058 Erlangen
Alemania

Tel: +49 (0) 9131 690 98-0
Fax: +49 (0) 9131 690 98-99
E-mail: info@invent-uv.de
www.invent-uv.de

Oficina en EE. UU.

INVENT Environmental
Technologies, Inc.

218 Little Falls Road, Units 7 & 8
Cedar Grove, NJ 07009
EE. UU.

Tel: +1 973 571 2223
Fax: +1 973 571 2474
E-mail: info@invent-et.com

Oficina en Oriente Medio

INVENT Middle East (FZE)

SAIF Office Z2-40
P.O. Box 121720
Sharjah
Emiratos Árabes Unidos

Tel: +971 (06) 54 89 139
Fax: +971 (06) 54 89 138
E-mail: info@invent-me.ae

Oficina en Italia

INVENT Aeration Services S.R.L.

Via Castellazzo 4
20040 Cambiagio (MI)
Italia

Tel: +39 02 310 521 84
E-mail: info@invent-as.it

Oficina en Pacífico

INVENT Pacific Pty. Limited

Unit 3, 1 Trappit Place
Orange NSW
Australia 2800

Tel: +61 408 997 774
E-mail: invent@invent-pacific.com

Oficina en India

JASH INVENT India Private Limited

31, Sector-C, Industrial area, Sanwer Road
Indore
452015, M.P.
India

Tel: +91 (0) 98 99 02 19 21
E-mail: info@jashinvent.com

Leaders in mixing and aeration

Encontrará una lista actual de nuestros socios de venta en el extranjero en www.invent-uv.com