

# PLANTA PARA LA FABRICACIÓN DE ÁCIDO OXÁLICO DIHIDRATO A PARTIR DE ETILENGLICOL

**TRABAJO DE FIN DE GRADO 2021  
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA**



**OXATECH**

**MARTA BRAVO CAMACHO  
VICTOR DIEGUEZ SANTIN  
ADRIÀ FOLCH VERNET  
MARCELO HOCES ALCÁNTARA  
MIREIA RIERA SERDÀ  
ANDREA VALENCIA CADENA**

**TUTOR: RAFAEL BOSCH**

**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

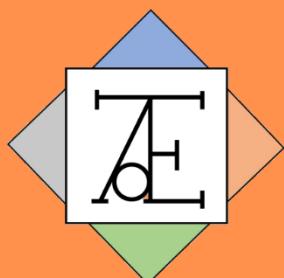
**e** escola  
d'enginyeria



# CAPÍTULO 12: AMPLIACIONES Y MEJORAS

---

## TRABAJO DE FIN DE GRADO 2021 GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA



OXATECH



**ÍNDICE**

12. Ampliaciones y mejoras	2
12.1 Introducción	2
12.2 Ampliaciones	2
12.2.1 Medio ambiente	2
12.2.2 Protocolo COVID-19	3
12.2.3 Sistema de control de accesos	4
12.2.4 Protección contra incendios	4
12.2.5. Disminución del servicio de gestión externa	4
12.3 Mejoras	5
12.3.1 Comercialización de ácido nítrico	5
12.3.3. Recirculación de los cristalizadores	5
12.3.4. Lean Manufacturing	6
12.3.5. Control e instrumentación	7
12.3.5. Estudio sobre el bienestar de los trabajadores	8
12.3.6. Página web	8
12.3.7. Impulsar el trabajo juvenil	9
12.4. Bibliografía y webgrafía	10

## **12. AMPLIACIONES Y MEJORAS**

### **12.1 INTRODUCCIÓN**

El diseño de la planta aún tiene un gran margen de mejora. A lo largo del proyecto han aparecido propuestas e ideas para ampliar algún apartado o que mejorarían el diseño de la planta.

También pueden surgir nuevas ideas cuando la planta se encuentre en funcionamiento. Oxatech dispone de un departamento de I+D que tendrá por objetivo, la investigación de tecnologías para la mejora del proceso o el estudio de nuevos equipos e instrumentos para ampliar la capacidad de producción de la planta.

Todas estas mejoras deben ser estudiadas e implementadas en caso de que sean beneficiosas y, sobre todo, viables.

A continuación, se detallan las posibles ampliaciones y mejoras que se podrían llevar a cabo en Oxatech.

### **12.2 AMPLIACIONES**

Las ampliaciones que se presentan en este apartado cubren distintos ámbitos presentes en Oxatech. Se tratan de modificaciones que se realizarán en un tiempo o que se están valorando actualmente.

#### **12.2.1 Medio ambiente**

Oxatech es una industria muy ligada a la mejora del medio ambiente, como se ha podido observar en el **Capítulo 6. Medio ambiente** de esta memoria. En él se explica la utilidad y funcionamiento de la bolsa de subproductos, la cual es una plataforma de intercambio que promueve la economía circular.

La mejora propuesta en el ámbito medioambiental es el intercambio de los residuos banales, como puede ser el papel o cartón, a otra industria, como la papelera, e intercambiarla por pellets, para poderlos usar como fuente de energía e implantar una caldera de biomasa.

Las calderas de biomasa son sistemas de calefacción eficientes, y pueden agua caliente sanitaria. Además, se consideran fuentes de energía renovable. Estas funcionan con combustibles naturales como pueden ser los pellets. La combustión de estos materiales produce energía térmica, y puede abastecer parte de las necesidades de Oxatech. En este caso se implantaría en la zona de oficinas y laboratorios.

Implantar una caldera de biomasa ofrece las siguientes ventajas:

- Con una gestión adecuada, es una fuente de energía inagotable.
- Produce niveles muy bajos de contaminación ambiental.
- Ayuda a disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, mucho más contaminantes.
- El uso de la biomasa va a contribuir en la limpieza de los montes, por lo que se reducirá el riesgo de incendios.
- Tiene una eficiencia energética superior a las calderas tradicionales como son las de gas y gasoil. Poniendo un ejemplo práctico, en una vivienda con caldera de biomasa y suelo radiante el gasto mensual de calefacción y agua caliente sanitaria puede reducirse a la mitad. <sup>[1]</sup>

Las calderas de biomasa funcionan de forma similar a cualquier otro tipo de caldera. El calor generado durante la combustión se transmite a un intercambiador de calor mediante un circuito de agua caliente. El intercambiador a su vez transmite el calor al agua caliente sanitaria comúnmente denominada ACS. La alimentación de las calderas de biomasa se realiza mediante un contenedor donde son almacenados los pellets. Desde este contenedor sale un tornillo sin fin que conduce la biomasa al interior de la caldera donde sucederá la combustión y la generación de energía térmica. El residuo de la combustión son las cenizas, que se acumulan en la parte inferior denominada cenicero. Este debe vaciarse y limpiarse varias veces al año dependiendo de su uso. <sup>[2]</sup>

### **12.2.2 Protocolo COVID-19**

Actualmente estamos viviendo una pandemia en la que las plantas de producción se han visto afectadas de sobremanera, viendo disminuir la producción y los ingresos. La aplicación de un protocolo COVID-19 es indispensable para evitar posibles contagios que retrasen la producción, y para velar por la seguridad de todos los trabajadores de Oxatech. Por ello, una de las ampliaciones, después de la construcción de la planta, es aplicar un plan contra el COVID-19, donde los trabajadores sean vacunados lo antes posible además de tomar otras medidas, tales como la toma de temperaturas a los trabajadores a la entrada y salida, facilitar mascarillas contra el COVID-19, y ofrecer de manera mensual un test de antígenos.

### **12.2.3 Sistema de control de accesos**

Las plantas industriales, como en el caso de Oxatech, presentan una gran superficie ocupada. En la planta se han instalado una serie de controles de acceso, esta tecnología sirve para controlar la entrada y salida de vehículos en la planta. Hay que tener en cuenta que en la planta se utiliza tecnología de última generación, y también se encuentran objetos de valor. Es por ello que se prevé ampliar el sistema de seguridad de la planta para poder controlar no solo la entrada y salida de personas, si no la totalidad de las edificaciones. De esta manera en caso de producirse incidentes en Oxatech el área de control obtendrá imágenes al segundo.

### **12.2.4 Protección contra incendios**

Una vez que la planta se edifice y se dispongan todos los elementos en cada área, se realizará por parte de la empresa una nueva evaluación del nivel de riesgo de establecimiento. Este tendrá en cuenta todos los objetos y maquinarias dispuestas en cada área y en caso de ser necesario se ampliará el número de dispositivos contra incendios en cada una de ellas. También se definirá un plan de mantenimiento para estos dispositivos y se contratará una empresa externa para que realice el correcto mantenimiento de este sistema. La empresa externa también dispondrá el sistema de comunicación de evacuación de los trabajadores y se encargará de su mantenimiento.

### **12.2.5. Disminución del servicio de gestión externa**

En el proceso existen dos efluentes que se envían a gestión externa. El primero es el líquido del scrubber y el segundo es el líquido que se purga en la recirculación del redissolver.

Por un lado, al tratarse de corrientes de bajo caudal se podría realizar una recirculación a otra corriente del proceso que presente sustancias en condiciones similares. Sin embargo, esto no aseguraría que se ahorrassen costes en materia prima o incluso compensaría los gastos que supone esta gestión externa. Recircular supondría un gasto inicial en tuberías, que ligado a los costes de bombas o mantenimiento hacen de este una propuesta un acto complicado de sacar adelante.

Por otro lado, en la planta hay espacio libre suficiente para realizar ampliaciones de unidades de proceso o de tratamiento. Este hecho da puerta a posibles estudios sobre la viabilidad de implantar en Oxatech un área de tratamiento de estos efluentes

contaminantes. Sin embargo, esta propuesta está ligada a la situación productiva y económica de la empresa.

## 12.3 MEJORAS

Las mejoras son cambios que se quieren realizar o añadidos que no se han cubierto en los capítulos principales de la memoria. Estas ideas forman parte de distintas áreas de trabajo y departamentos de Oxatech. A continuación, se encuentran detalladas cada una de ellas.

### 12.3.1 Comercialización de ácido nítrico

Durante el proceso de producción, en el redissolver es necesario una purga de líquido, con tal de que no se acumule en dicho equipo, causando inconvenientes en el proceso. Esta purga contiene principalmente ácido nítrico diluido, el cual es enviado a gestión externa. Este tratamiento externo conlleva un coste económico y no se obtiene ningún beneficio a cambio.

Una alternativa al proceso de gestión externa sería la instalación de un nuevo equipo, que permita concentrar esta corriente de ácido nítrico hasta una concentración del 69% másico y luego, comercializarla. De esta manera, además de ahorrar el coste de la gestión externa, se obtiene un ingreso adicional. Con la venta de tres productos diferentes la empresa puede satisfacer a un mayor rango de clientes, ampliando sus oportunidades de comercio y de obtención de beneficios.

### 12.3.3. Recirculación de los cristalizadores

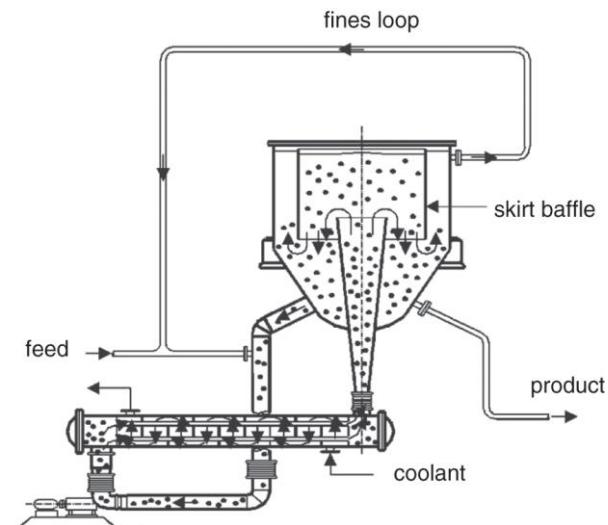
El equipo se ha diseñado con una fuerte base teórica mediante diferentes fuentes bibliográficas, teniendo en cuenta el tipo de cristalización que presenta el ácido oxálico y también contemplando las condiciones de operación que exigía el ácido oxálico. Se utiliza un cristalizador por solubilidad, constituido por un tanque agitado suavemente por un instrumento mecánico.

A pesar de haber hecho un diseño con información bibliográfica, no se han llevado a cabo experimentos reales de operación que confirmen que el equipo es adecuado para conseguir la cristalización deseada.

Uno de los posibles problemas existentes en el equipo puede ser la agitación. Si no se trabaja a una agitación adecuada, o los flujos de agitación no son los adecuados, se puede dañar o dificultar las condiciones óptimas de crecimiento o tamaño de cristal sólido. En caso de que la agitación dificulte la cristalización y no permita obtener el diámetro de cristal adecuado, se procederá a retirar la agitación.

En caso de realizarse el cambio, se instalará un sistema de recirculación interna siguiendo el modelo de cristalizador de la empresa Swenson <sup>[3]</sup>. Esta recirculación podría garantizar la correcta homogeneización del contenido del cristalizador y de esta manera se conseguiría el diámetro adecuado. Las bombas que se utilizarían en la recirculación serán las adecuadas para no interferir en el crecimiento del cristal, por lo tanto, serían bombas de paletas o de tipo lobular.

En la **Figura 1** se muestra un esquema del tipo de cristalizador que se utilizará en la planta.



*Figura 1. Esquema de un cristalizador con recirculación interna. Cambridge.*

<https://www.cambridge.org/core/books/handbook-of-industrial-crystallization/selection-and-design-of-industrial-crystallizers/5ADD74744F7070FF0DA1F32D3226C834>

#### **12.3.4. Lean Manufacturing**

La productividad de una empresa es un parámetro muy importante en la industria química. Define las ganancias y, por lo tanto, el rendimiento de la planta. Se prevé implementar el sistema Lean Manufacturing para aumentar el rendimiento y ahorrar tiempo, esfuerzo, espacio y gastos. El Lean Manufacturing es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso. <sup>[4]</sup>

Los beneficios que obtendrá la empresa de este sistema son los siguientes:

- Crear valor para los clientes.
- Mejorar los procesos: calidad, coste y plazo.
- Definir y poner en marcha una Estrategia de Operaciones.
- Dotar de herramientas de trabajo a Dirección de Operaciones y definir indicadores en planta.
- Implicar a todas las personas en la Mejora Continua de los resultados.
- Reducción de Costes de Mano de Obra.
- Optimizar la productividad de las máquinas.
- Reducir los tiempos de cambio y mejorar la flexibilidad.
- Reducir averías y mejorar el mantenimiento.
- Reducir las pérdidas de materiales y mermas.
- Reducir costes logísticos.
- Planificar y optimizar recursos.

La empresa que se valora para realizar esta implementación es ZADECON <sup>[5]</sup> y sus servicios se contratarán después de realizar la puesta en marcha y de que la empresa se encuentre funcionando durante un tiempo. De esta manera el mercado de la empresa y la forma de trabajo ya se encontrarán definidos en el momento de implementar este sistema.

#### **12.3.5. Control e instrumentación**

Para aumentar la fiabilidad en los lazos de mayor nivel SIL, se puede instalar otro sensor con función redundante en el equipo. Ahora, dos o más sensores deberán detectar una situación peligrosa para que se activen las medidas de prevención. De este modo, una lectura errónea de uno de los sensores no es suficiente para detener la operación del equipo. <sup>[7]</sup>

Sería necesario hacer un análisis de costes de la instalación de un tercer sensor y compararlo con las consecuencias económicas de un accidente.

En la realidad, es difícil que en un equipo de grandes dimensiones todo el fluido se encuentre en las mismas condiciones. Una mejora para el control de temperatura en los cristalizadores sería ampliar el lazo de subasta con más medidores de temperatura a lo largo del recipiente. Tener más puntos de medición hará que el control de temperatura sea más preciso.

El estudio del Nivel de Integridad de Seguridad se ha realizado con un método semicuantitativo. Este método no es completamente objetivo y puede implicar que a un riesgo se le otorgue un SIL inferior al necesario.

Una solución a este problema sería hacer un estudio estadístico de las probabilidades de accidente en los equipos para determinar con exactitud el SIL. Existen métodos de cálculo completamente cuantitativos, con ecuaciones y parámetros numéricos medibles en equipos, válvulas, bombas, etc. Un cálculo objetivo seguramente resultará en un nivel de integridad adecuado para el riesgo estudiado.

#### **12.3.5. Estudio sobre el bienestar de los trabajadores**

Uno de los puntos importantes en una empresa es el bienestar de los trabajadores, la felicidad de los trabajadores incide en la productividad de esta. Un claro ejemplo es la empresa GOOGLE. Oxatech quiere seguir las directrices de dicha empresa y por ello cada jefe de departamento tendrá que realizar los siguientes puntos:

- Preguntarse en todo momento cuáles son los problemas del departamento ¿Confianza? ¿Innovación? ¿Eficiencia? Y preguntar en todo momento al personal de departamento, ellos pueden dar otro punto de vista a ciertos problemas.
- Encuestar a los trabajadores acerca de cómo piensan que se están realizando las actividades más urgentes, y lo que ellos harían para mejorar. Crear una tabla de mejoras para que puedan aportar ideas y que en las reuniones se puedan valorar.
- Ejecutar experimentos basados en propuestas del personal de departamento. De esta manera los trabajadores se sienten valorados y escuchados.

#### **12.3.6. Página web**

Actualmente, una página web es la mejor tarjeta de visita que una empresa puede ofrecer a sus potenciales clientes y colaboradores, es por esta razón que Oxatech prevé disponer de este tipo de plataforma.

La página web presentará, en un solo clic, todo el catálogo de producción, información sobre la empresa, venta online, resolución de dudas, etc. También se tratará de un canal de contacto directo con el departamento específico que interese. En resumen, disponer de una página web generará clientes potenciales que de otra manera la empresa pasaría desapercibida, ya que la barrera geográfica desaparece y toda la información de interés para el usuario se puede encontrar en su página corporativa.

Otro punto por el que se prevé realizar la página es incrementar la reputación de la empresa, ya que potencia su credibilidad como marca, genera confianza en los futuros clientes o colaboradores, siendo primordial para su buena visibilidad. Es muy importante debido a que una campaña de marketing cuidada y enfocada a resultados y posicionamiento SEO/SEM <sup>[6]</sup> proporciona una buena posición en los resultados de búsqueda.

#### **12.3.7. Impulsar el trabajo juvenil**

Oxatech reconoce el esfuerzo de los estudiantes y quiere participar en la enseñanza de estos en el ámbito laboral, de esta manera podrán poner en práctica los conocimientos adquiridos durante su enseñanza académica.

Se pretende establecer un convenio de prácticas con diversas universidades, en los que se ofrecerá un contrato de prácticas remuneradas a estudiantes de diversos ámbitos. Desde la empresa, se considera de gran importancia la inserción laboral de los jóvenes en la industria y en algunos casos el contrato se podría llegar a extender.

La empresa también impulsará en el ámbito de los ciclos formativos la formación profesional dual, realizando contratos de 2000 horas a dichos estudiantes.

## **12.4. Bibliografía y webgrafía**

- [1] Inarquia. "Ventajas e inconvenientes de las calderas de biomasa". [Online]. Disponible en: <https://inarquia.es/ventajas-e-inconvenientes-de-las-calderas-de-biomasa/>
- [2] Tecpa. David Nuevo. "Cómo funcionan las calderas de biomasa". (29 de septiembre de 2020). [Online]. Disponible en: <https://www.tecpa.es/biomasa-ventajas-caldera/>
- [3] Swenson. "Surface cooled crystallizer". 2021, USA. [Online]. Disponible en: <https://swensontechnology.com/surface-cooled-crystallizer/>
- [4] Sistemas oee. "Lean Manufacturing: definición, origen y evolución". Septiembre 2016, España. [Online]. Disponible en: <https://www.sistemasoee.com/lean-manufacturing/>
- [5] Zadecon. "Productividad industrial". 2021, España. [Online]. Disponible en: <https://zadecon.es/>
- [6] Seoestudios. "Cuáles son las diferencias entre SEO y SEM". 2020, [Online]. Disponible en: <https://www.seoestudios.es/blog/diferencias-entre-seo-y-sem/>
- [7] Endress+Hauser. Seguridad funcional – SIL [Vídeo informativo online, demostración de producto] Disponible en: <https://www.es.endress.com/es/grupo-endress-hauser/capacidades-eficiencia-seguridad-operaciones/seguridad-proceso-instrumentacion/seguridad-funcional>