

Patricia Fernández-Labrador<sup>1</sup>, Yeray Asensio<sup>2</sup>, María Llorente<sup>3</sup>, Juan M. Ortiz<sup>3</sup>, Juan Tolón<sup>4</sup>, Víctor Monsalvo<sup>2</sup>, Abraham Esteve-Núñez<sup>3</sup>, Juan F. Ciriza<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Mahou San Miguel, (Madrid) | <sup>2</sup>FCC Aqualia, (Madrid) | <sup>3</sup>Universidad de Alcalá-UAH- (Madrid) | <sup>4</sup>Recuperaciones Tolón (Alicante)

## INTRODUCCIÓN

El proyecto Life-ANSWER propone una solución avanzada para el tratamiento de aguas residuales de la industria agroalimentaria, caracterizadas por tener altas concentraciones de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) y una alta carga orgánica. Esta solución se basa en la combinación de dos tecnologías; un sistema de electrocoagulación (EC), en el que se incorpora la reutilización de desechos metálicos como fuente de coagulante, y los sistemas bioelectroquímicos (BES) que permite una depuración eficaz y maximizar la obtención de energía (biogás enriquecido). El proceso incluye un tren de tratamiento terciario final (ultrafiltración y fotodesinfección) que permite obtener efluentes de calidad suficiente para ser reutilizados de acuerdo al RD1620/2007.

Este proyecto, cuya planta piloto se encuentra en la EDAR de un centro de producción cervecera en Alovera (Guadalajara), nace con el objetivo medioambiental de disminuir el consumo de reactivos tradicionalmente empleados para eliminar nutrientes, de producir un efluente con una alta calidad para su reutilización, de producir un biogás enriquecido sensible de ser valorizado energéticamente en la EDAR y de obtener un fango con un alto contenido en nitrógeno y fósforo que pueda ser empleado de forma segura como fertilizante en agricultura.

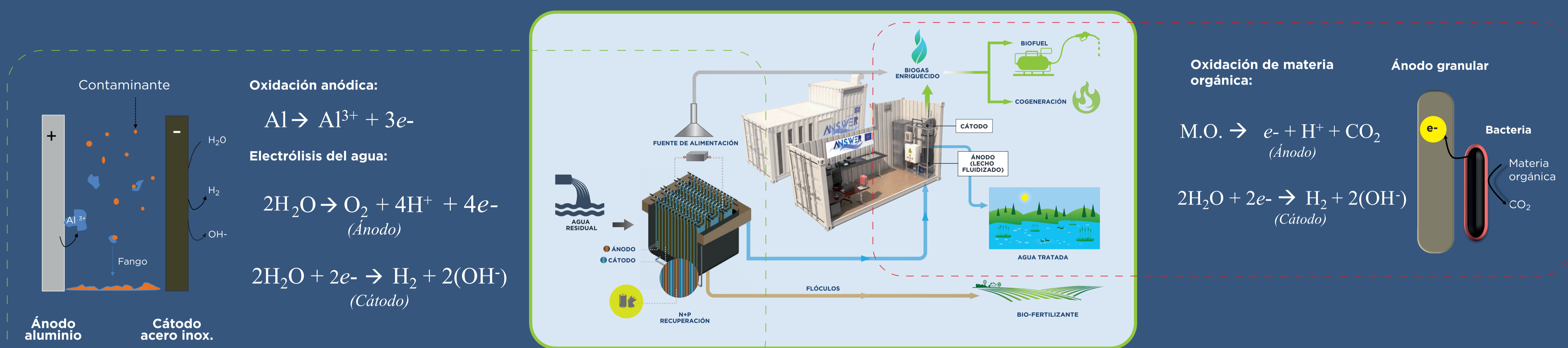
## METODOLOGÍA

### 1. Sistema de electrocoagulación (EC)

El proceso de electrocoagulación consiste en la desestabilización de partículas contaminantes suspendidas, emulsionadas o disueltas en el agua residual. Para ello, se aplica una corriente eléctrica que transcurre entre unos electrodos colocados en paralelo y sumergidos en depósitos de 1 m<sup>3</sup>. Estos electrodos están compuestos por aluminio reciclado (ánodo de sacrificio) y acero inoxidable. Se llevan a cabo ciclos de distinta duración y densidad de corriente para caracterizar la eliminación de fósforo, nitrógeno y sólidos en suspensión.

### 2. Reactor bioelectroquímico de lecho fluidizado (RLF)

El efluente del EC es dirigido al reactor de lecho fluidizado de 400 litros. El ánodo granular fluidizado favorece la eliminación de la materia orgánica por parte de unos microorganismos anaerobios llamados electroactivos capaces de transferir los electrones de la reacción de oxidación a un material conductor. Este proceso incrementa la fracción de hidrógeno en el biogás producido, que desde el punto de vista energético, al ser valorizado disminuye los costes operacionales del tratamiento de agua residual.

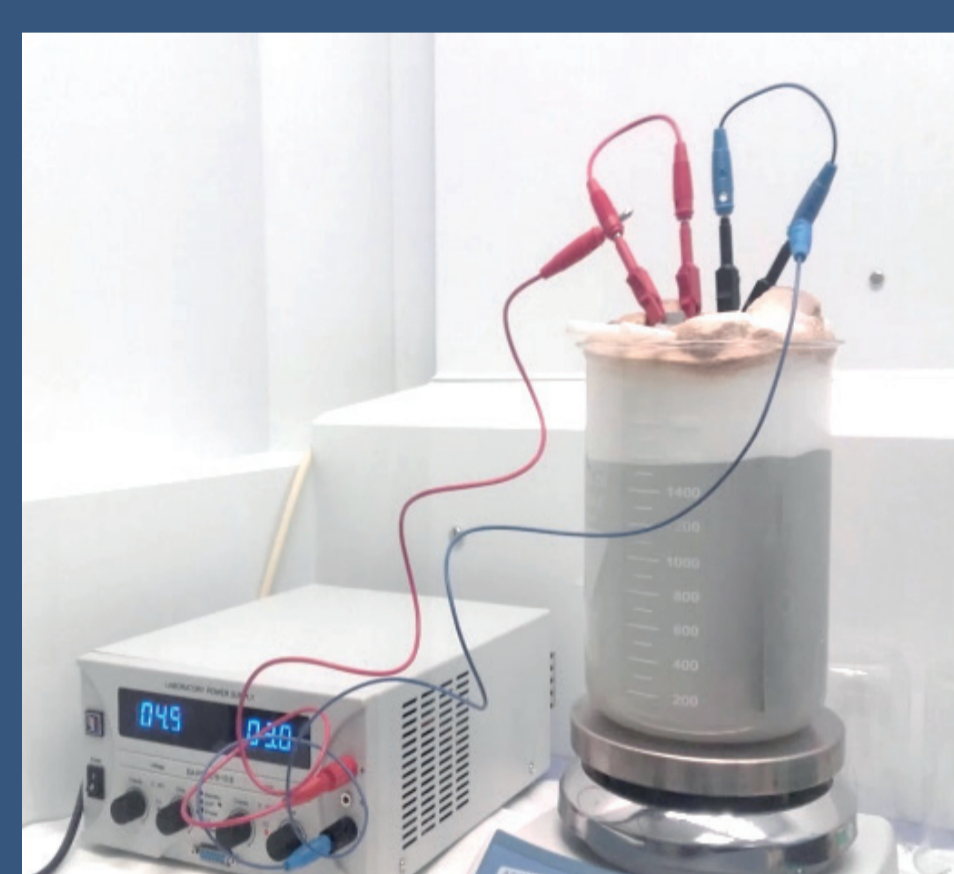


## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

### SISTEMA DE ELECTROCOAGULACIÓN

#### Escala de laboratorio

El proceso de diseño comienza en el laboratorio, para alcanzar las dimensiones industriales. Inicialmente se realizan ensayos tratando desde 2 hasta 50 litros.



Las espumas que se forman contienen flocúlos que ascienden debido al hidrógeno formado en el cátodo.

#### Escala industrial

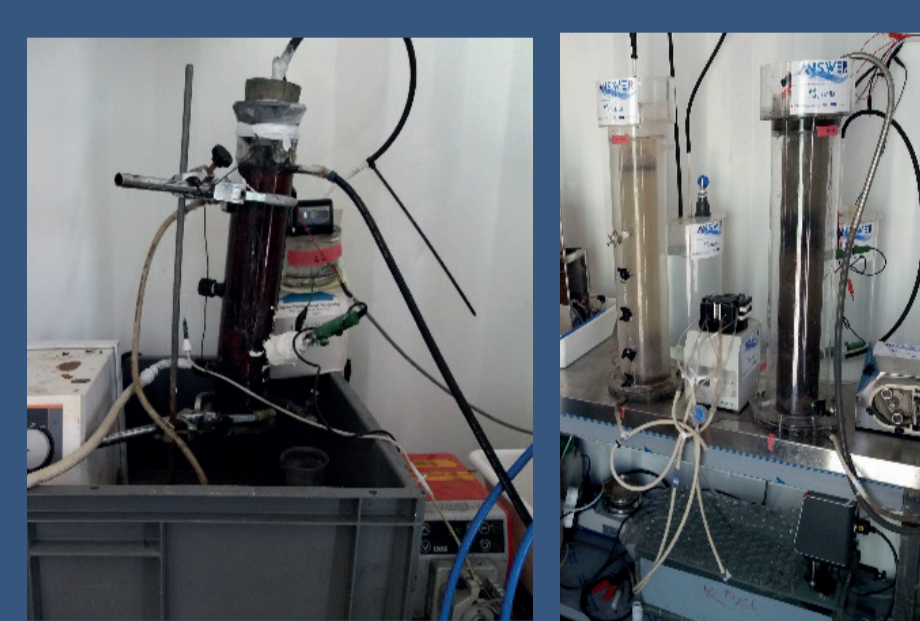


La planta piloto industrial es capaz de tratar 10 m<sup>3</sup>/h en modo continuo, aplicando una corriente de 2 mA/cm<sup>2</sup> de electrodo.

### REACTOR DE LECHO FLUIDIZADO

#### Escala de laboratorio

Los ensayos a nivel de laboratorio sirven para minimizar los riesgos técnicos en el escalado del RLF. Esta tecnología compite con los tradicionales digestores anaerobios de las estaciones depuradoras, por lo que se realizan ensayos comparativos de ambas tecnologías ante alteraciones que simulen casos reales.



Reactor fluidizado y digestores anaerobios a escala laboratorio

#### Escala industrial

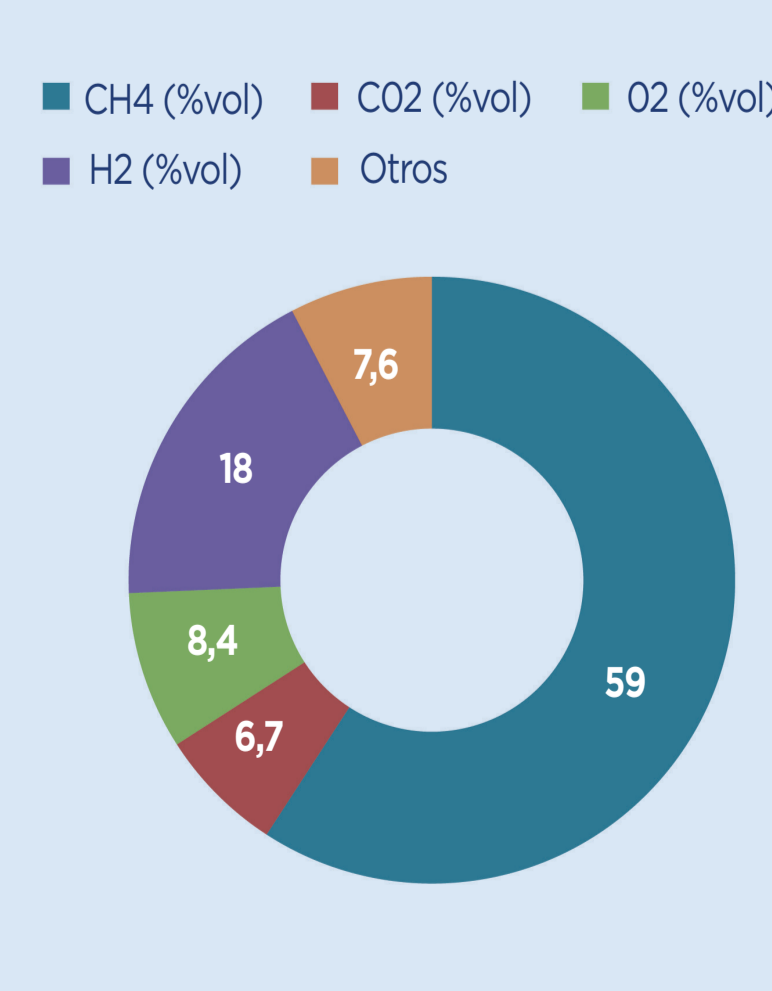
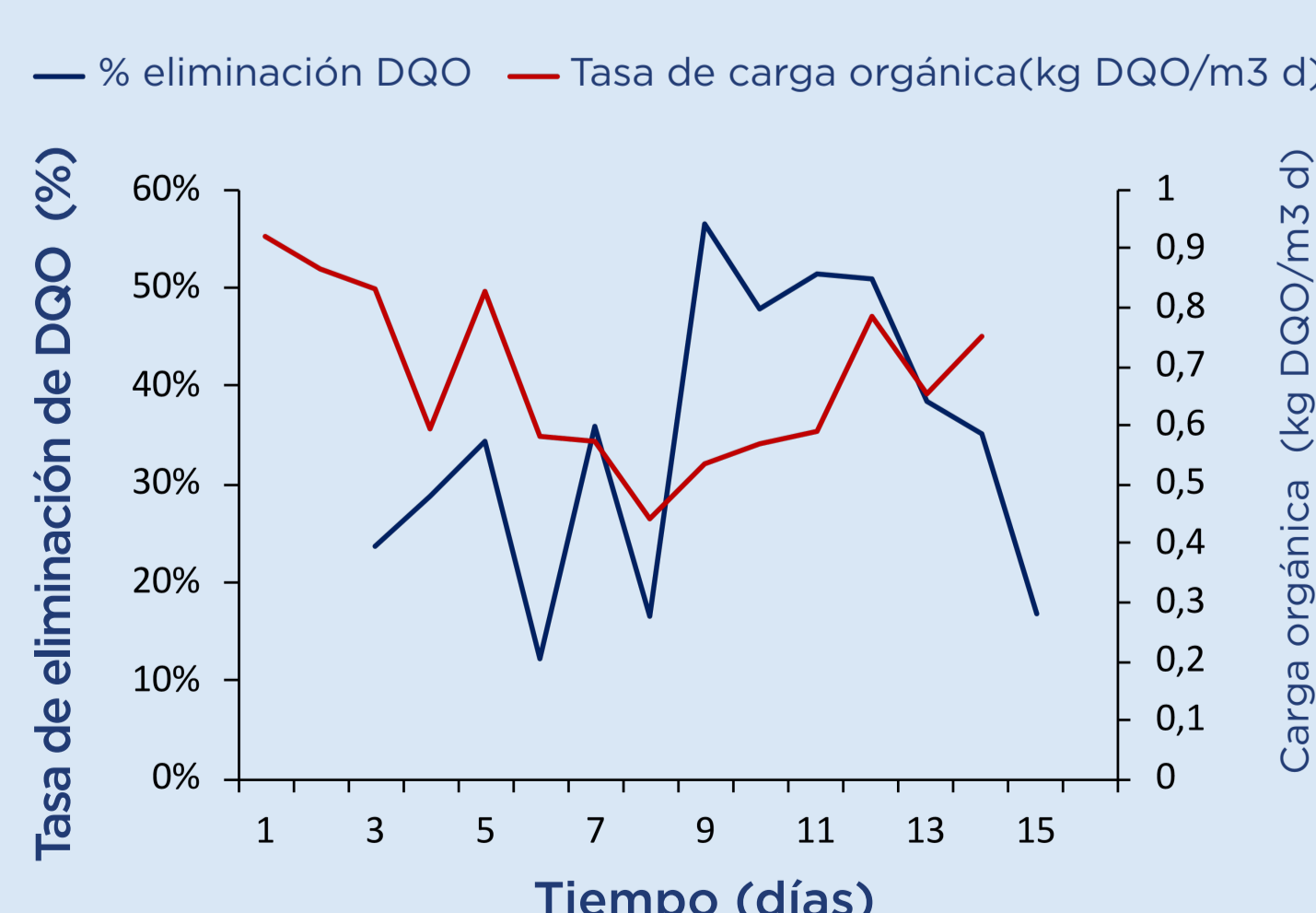
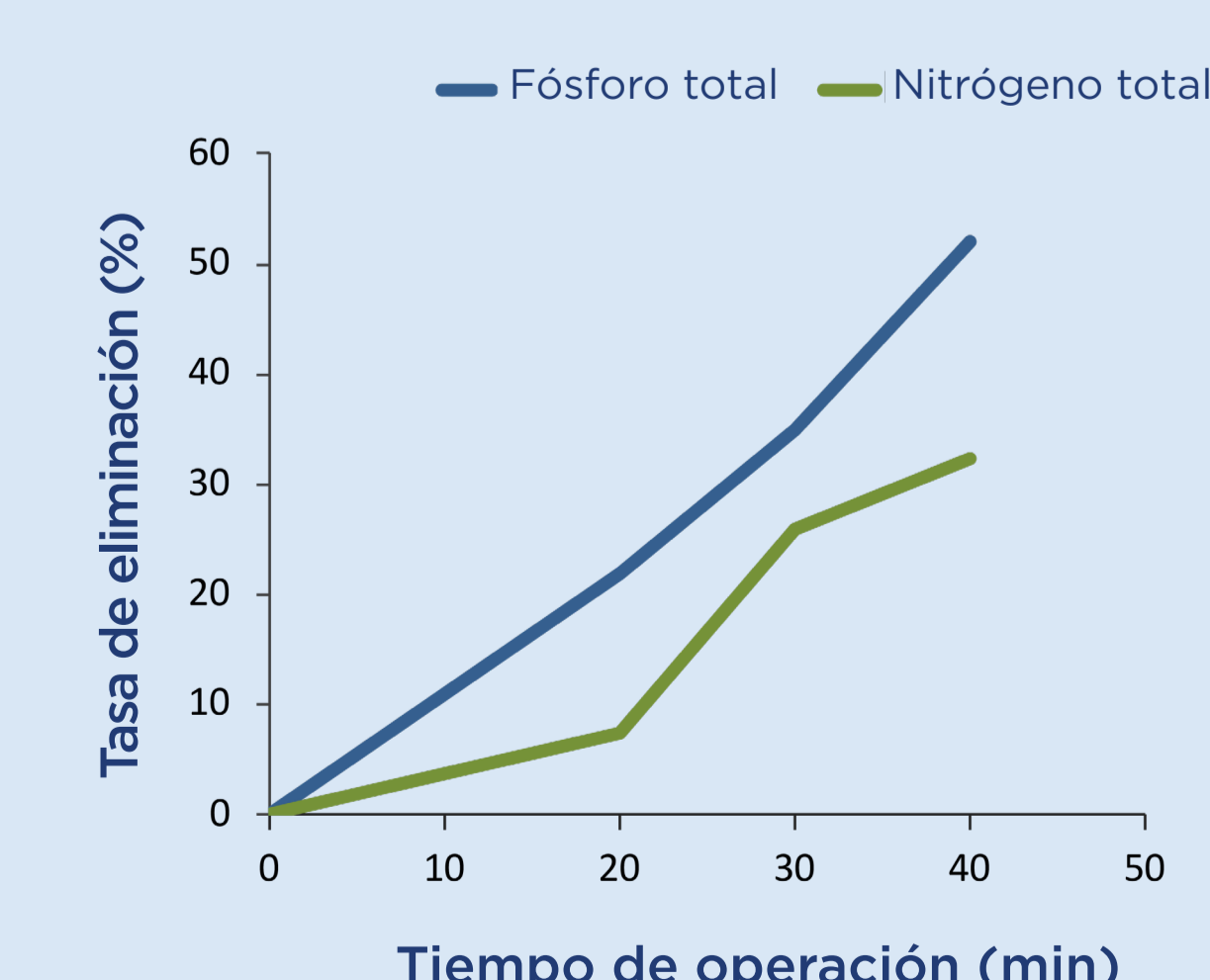


Prototipo 400 litros

El flujo es de 1 m<sup>3</sup>/h y la generación de energía alcanza los 2,5 kW/h

## RESULTADOS

Los resultados a escala de laboratorio alcanzaron eliminaciones del 99 % de fósforo, nitrógeno y DQO. Los gráficos a continuación muestran la capacidad depurativa de la tecnología ANSWER, aproximándose a esos valores con un escalado industrial innovador, reto que durante el año 2019 será optimizado, siendo un referente en tratamiento de aguas residuales industriales, reutilización y economía circular.



## CONCLUSIÓN

Vista general de resultados de eliminación de nutrientes gracias a la integración de ambas tecnologías ANSWER

