

Procedimiento de calibración para las medidas de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del suelo dentro del proyecto LIFE Climamed: LIFE17 CCM/GR/000087



Panayiotis Siozos¹, Giannis Psyllakis¹, Katerina Stamataki¹, Petros Samartzis¹, Michalis Velegrakis¹, Jose Navarro Pedreño^{2,*}, María Belén Almendro Candel², Ignacio Gómez Lucas², Manuel M. Jordán Vidal², Juan Capmany Francoy³, Carlos Rodríguez Fernández-Pousa³

¹ Institute of Electronic Structure and Laser (IESL), Foundation for Research and Technology – Hellas (FORTH), Vasilika Bouton, P.O. Box 1385, 71110, Heraklion, Crete, Greece.

² Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avd. de la Universidad, s/n Edificio Alcudia, 03202-Elche, Alicante, España.

³ Departamento de Ingeniería de Comunicaciones, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. Universidad, s/n. Edificio Innova, módulo 3, 03202- Elche, Alicante, España.

* jonavar@umh.es

Resumen

La necesidad de determinar gases de efecto invernadero (GHGs) asociados al uso del suelo, así como evaluar el secuestro de carbono, son los ejes fundamentales del proyecto LIFE Climamed. En la primera fase, se desarrolla la herramienta para realizar las mediciones de emisiones de GHGS de forma continua. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de las mediciones realizadas para el caso del CO₂, con la finalidad de calibrar el sistema basado en el uso de laser de onda continua de baja intensidad y el diseño del sistema físico para su instalación en suelos de uso agrícola del entorno de los humedales ilicitanos y en otros usos.

Palabras clave: cambio climático, humedales, suelos agrícolas.

1. Introducción

El Proyecto ClimaMED (LIFE17 CCM/GR/000087) pretende proporcionar tecnología y herramientas para medir, evaluar y generar información y conocimiento sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y sobre el secuestro de carbono en zonas agrícolas

fundamentalmente, pero con una estrategia que permite su implantación en otros sectores y bajo otros usos del suelo.

En el caso concreto del desarrollo del proyecto en España, en el municipio de Elche, se va a realizar el seguimiento en la zona húmeda de Carrizales de Elche gracias a la colaboración de los agricultores y particularmente de la Comunidad de Regantes de Carrizales, y en el interior del campus universitario de la Universidad Miguel Hernández de Elche, con el fin de obtener datos que permitan valorar las emisiones en el entorno de humedales declarados como sitios RAMSAR y obtener datos que permitan la implantación de este sistema en otros sectores en el segundo de los casos (campus universitario de Elche).

Para poder realizar las determinaciones del contenido de gases de efecto invernadero, se pueden utilizar diversas estrategias, entre las que destaca el uso del láser (Brannon *et al.*, 2016). Para el desarrollo de este proyecto, es necesario establecer un método para la evaluación de gases de efecto invernadero (GHGs) que permita conseguir los objetivos propuestos, pero inicialmente es necesario proceder al diseño y calibración de las herramientas que se van a utilizar.

La finalidad de este trabajo es presentar las primeras evaluaciones realizadas para desarrollar una herramienta de medida en campo que permita determinar al instante los contenidos de gases, en este caso CO₂, y valorar en continuo las emisiones asociadas a los distintos usos del suelo.

Estos datos se transmitirán de forma inmediata a un sistema de valoración y gestión basado en Sistemas de Información Geográfica y datos satelitales, que corresponde a una segunda fase del proyecto.

2. Materiales y Métodos

El método seleccionado para la evaluación de gases con resolución dentro del rango espectral en el que se pueden determinar está basado en la técnica láser de absorción diferencial DIAL (Kovalev y Eichinger, 2004). Esta técnica se basa en la recuperación de la luz atmosférica retrodispersada de un láser pulsado que se transmite a la atmósfera.

La longitud de onda del láser se alterna secuencialmente entre dos longitudes de onda, una que coincide con una línea de absorción del gas de interés (λ_{on}), la otra en la vecindad cercana, pero fuera de la línea de absorción (λ_{off}). Un término crítico para calcular la concentración de las especies moleculares seleccionadas en el ambiente es la distancia z del rayo láser propagado en la atmósfera, como indica la ecuación siguiente:

$$N(z) = \frac{1}{2[\sigma(\lambda_{on}) - \sigma(\lambda_{off})]} \frac{d}{dz} \ln \left[\frac{P(\lambda_{off}, z)}{P(\lambda_{on}, z)} \right]$$

A partir de este sistema, se puede seleccionar la longitud de onda adecuada para la determinación de la molécula objetivo de estudio. Sobre esta premisa, se desarrolla la primera fase de calibración que es la que se reporta.

3. Resultados y Discusión

El proyecto CLIMAMED precisa del desarrollo de un dispositivo compacto, robusto y fiable que sea capaz de medir las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera sobre la base de láseres de onda continua (láseres *cw*), que permitirían obtener en todo momento datos de las mediciones de concentración. Debe ser un dispositivo autónomo y resistente a la intemperie. Para ello, el diseño implementado utiliza materiales ligeros, resistentes y un diseño compacto.

Sin embargo, este sistema al usar un láser de onda continua, no puede determinar la distancia z a través del pulso del láser, ya que está equipado con onda continua y no pulsada. Sin embargo, la distancia puede determinarse en función de las características del sistema de detección y, en

particular, de la profundidad de campo, es decir, mediante la distancia por delante y por detrás del “punto de enfoque del sistema”. Por lo tanto, la ecuación anterior se puede aplicar para mediciones de concentración de gases de efecto invernadero atendiendo a estas consideraciones y la geometría del sistema sensor (Figura 1).

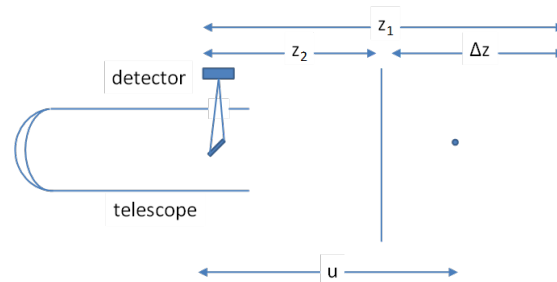


Figura 1. Estructura básica del sistema sensor.

Así, para láseres continuos, la ecuación precedente se transforma en la siguiente:

$$N(z) = \frac{1}{2[\sigma(\lambda_{on}) - \sigma(\lambda_{off})]} \frac{\ln \left[\frac{P(\lambda_{off}, z)}{P(\lambda_{on}, z)} \right]_1 - \ln \left[\frac{P(\lambda_{off}, z)}{P(\lambda_{on}, z)} \right]_2}{\Delta z}$$

Una segunda cuestión importante es la selección de la longitud de onda adecuada. En este caso, los resultados preliminares de las mediciones de concentración de CO₂ en la atmósfera indican que debemos seleccionar una longitud de onda que no se vea alterada por la presencia de otros gases y no sufra interferencias, por ejemplo, por la presencia de vapor de agua en la atmósfera. Este hecho es relevante, sobre todo si nos encontramos en entornos próximos a zonas húmedas como es el caso de la instalación que se pondrá en Elche.

En este caso se valoraron las bandas del infrarrojo próximo (NIR) y cercanas al rojo (red edge), como zonas favorables para la detección (Figura 2).

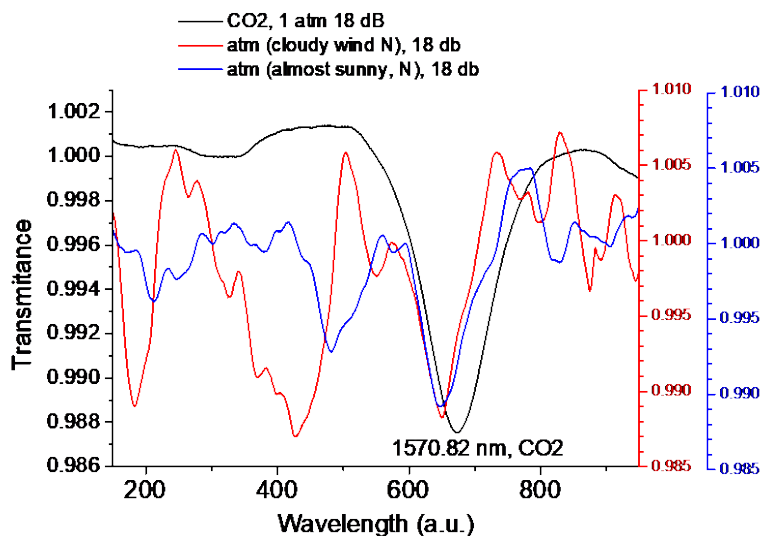


Figura 2. Espectros empleados para la selección de la longitud de onda de medida de CO₂ en distintas condiciones ambientales.

Finalmente se realizaron test para comprobar las medidas y en la Figura 3 se muestran tres de los test realizados a concentraciones de 409, 411 y 403 ppm que dieron una desviación de cada media de 15, 18 y 15 partes por millón respectivamente.

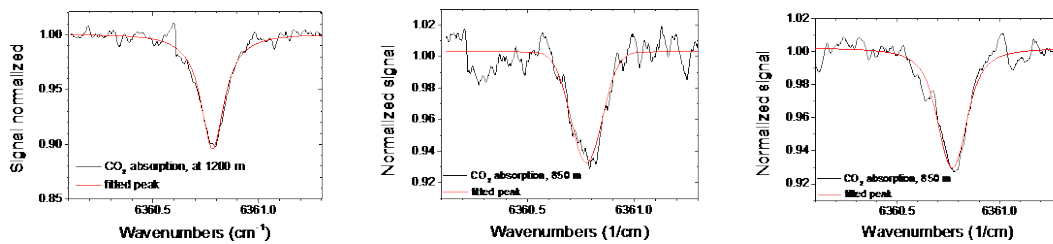


Figura 3. Test realizados con concentraciones de 409, 411 y 403 partes por millón de partículas de CO₂ respectivamente.

A partir de aquí se ha diseñado un prototipo experimental que permite detectar y remitir los datos vía satélite y que se encuentra en fase de prueba, es el que se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Prototipo para la determinación de gases de efecto invernadero en fase experimental.

4. Conclusiones

El proyecto LIFE Climamed se encuentra en su primera fase, desarrollando un prototipo para medir gases de efecto invernadero sobre el suelo que está siendo testado en campo en estos momentos. Su utilización supone poder medir en tiempo real los datos de emisiones que ayuden a entender mejor los efectos que tienen los distintos usos del suelo, en especial en el medio agrario. Obtendremos datos que permitan informar sobre emisiones y cambio climático, y ayudar con nuevas herramientas a la mejor toma de decisiones con relación al manejo y la gestión del suelo para combatir las emisiones de gases de efecto invernadero.

5. Referencias

- Brannon, E.Q.; Moseman-Valtierra, S.M.; Rella, C.W.; Martin, R.M.; Chen, X.; Tang, J. 2016. Evaluation of laser-based spectrometers for greenhouse gas flux measurements in coastal marshes *Limnol. Oceanogr. Methods* 14: 466–476.
- Kovalev, V.A.; Eichinger, W.E. 2004. *Elastic Lidar: Theory, Practice, and Analysis Methods*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- LIFE Climamed. 2020. Consulta: <https://life-climamed.eu/>.

—
—
—
2021

CONDEGRES

IX SIMPOSIO NACIONAL SOBRE CONTROL DE
LA DEGRADACIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS



Elche, 24 y 25 de mayo 2021

EL SUELO: CLAVE PARA UNA GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE EN UN ESCENARIO DE CAMBIO GLOBAL

Libro de resúmenes del IX Simposio Nacional sobre el Control
de la Degradación y Recuperación de Suelos

Editores

M.B. Almendro Candel y M.M. Jordán Vidal

El suelo: clave para una gestión ambiental sostenible en un escenario de cambio global

Libro de resúmenes del IX Simposio Nacional sobre el Control de la Degradación y Recuperación de Suelos

Elche, 24 y 25 de mayo 2021

ISBN 978-84-18177-09-5

Este libro recoge las comunicaciones presentadas en el IX Simposio Nacional sobre el Control de la Degradación y Recuperación de Suelos. Es una obra colectiva, siendo responsabilidad de los autores de cada ponencia responder a las posibles reclamaciones por el uso indebido de textos y/o material gráfico.

Procedimiento de calibración para las medidas de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del suelo dentro del proyecto LIFE Climamed: LIFE17 CCM/GR/000087	
P. Siozos, G. Psyllakis, K. Stamataki, P. Samartzis, M. Velegrakis, J. Navarro Pedreño, M.B. Almendro Candel, I. Gómez Lucas, M.M. Jordán Vidal, J. Capmany Francoy, C. Rodríguez Fernández-Pousa.....	485

Área 4. Suelos artificiales, actividades extractivas, infraestructuras y zonas urbanas

Comunicaciones orales

Sistemas Integrados para una efectiva remediación ambiental	
R. Barros, S. Martel, J.A. Tamayo, C. Rumbo, P. San Segundo-Lobato, D. Garrido-Sanz, R. Rivilla, C. Rad	490
Biorrecuperación de suelos contaminados por fenantreno mediante el empleo de micronutrientes, una cepa bacteriana degradadora y ciclodextrina	
A. Lara-Moreno, E. Morillo, J. Villaverde	494
Remediación funcional de la actividad microbiana del suelo en balsas mineras abandonadas de ambientes mediterráneos semiáridos y su relación con la colonización vegetal espontánea	
A. Peñalver-Alcalá, J. Álvarez Rogel, M.N. González-Alcaraz.....	498
Importancia de las comunidades bacterianas nativas en el fitomanejo de depósitos mineros de lodos de flotación en ambientes semiáridos	
Y. Risueño, C. Petri, F.J. Jiménez-Cáceles, J. Muñoz Fructuoso, H.M. Conesa	502

Comunicaciones tipo póster

Efectos sobre la capacidad de adsorción y la toxicidad del arsénico de estériles de mina ricos en óxidos de hierro	
A. Aguilar Garrido, F.J. Martín Peinado, M. Sierra Aragón, F.J. Martínez Garzón.....	507
Aplicación de zeolitas y biochar en la fitoestabilización de una balsa minera ácida	
J.C. Beltrá-Castillo, M. Gabarrón, R. Zornoza, J.A. Acosta, A. Faz, S. Martínez-Martínez.....	511