



Co-funded by
the European Union



co2toch4.eu

CO₂ to CH₄ *Life*

Relazione divulgativa

Dimostrazione di un'unità mobile
per lo stoccaggio ibrido di energia basato sulla
cattura di CO₂ e su fonti di energia rinnovabile



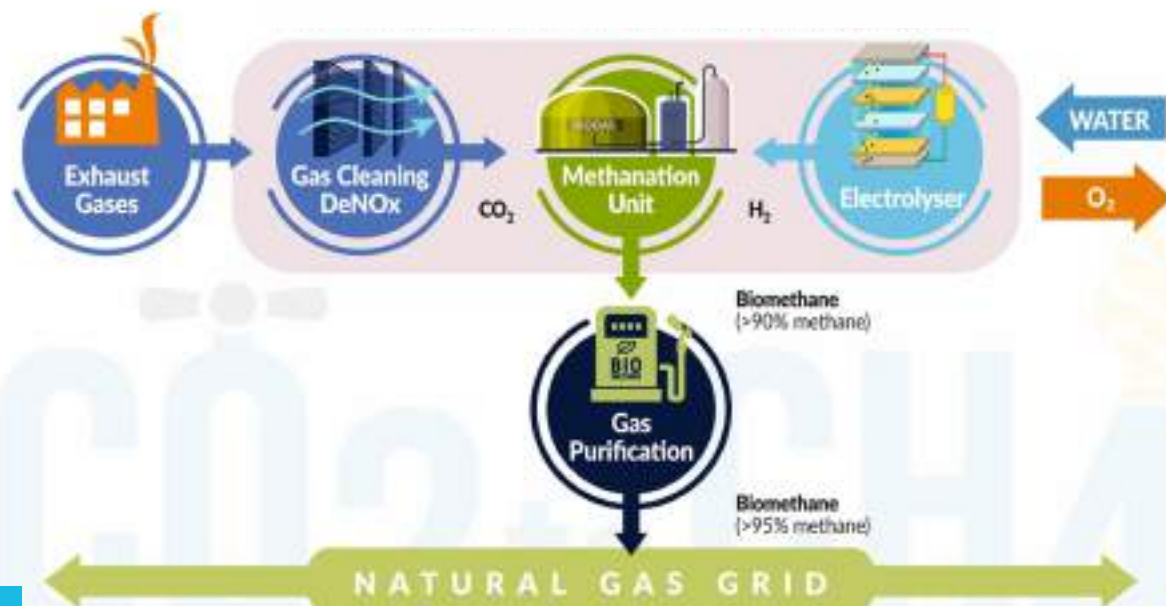
Panoramica del progetto

LIFE CO₂toCH₄ è un progetto cofinanziato dall'Unione Europea che sviluppa e dimostra un metodo innovativo per immagazzinare energia rinnovabile riducendo allo stesso tempo le emissioni di anidride carbonica (CO₂). Il progetto si concentra sulla cattura della CO₂ dai gas di scarico industriali e sulla sua combinazione con idrogeno (H₂ prodotto da elettricità rinnovabile per creare biometano (CH₄), un combustibile rinnovabile e non fossile.

Il risultato principale del progetto è la costruzione, il test e l'operatività (Technology Readiness Level 8) di un'unità intelligente e mobile per lo stoccaggio ibrido di energia. Questa unità è progettata per operare in sistemi energetici remoti o a bassa capacità, come le isole le o aree isolate non collegate a una rete elettrica centrale.

La tecnologia innovativa utilizza l'elettricità rinnovabile in eccesso per scindere l'acqua e produrre idrogeno. L'idrogeno viene quindi combinato con l'anidride carbonica proveniente dai gas di scarico e convertito, attraverso un processo biologico, in metano, che è un combustibile rinnovabile e non fossile.

Convertendo l'elettricità rinnovabile in eccesso in un combustibile stabile, LIFE CO₂toCH₄ affronta sia le sfide legate allo stoccaggio dell'energia sia la mitigazione dei cambiamenti climatici.



Obiettivi del progetto

OBIETTIVI

01



Stoccaggio efficiente dell'energia e cattura e utilizzo della CO₂

Da implementare attraverso la costruzione, il test e l'operatività (TRL8) di un'unità mobile intelligente adatta allo stoccaggio ibrido di energia, installabile in sistemi energetici remoti che generalmente presentano una capacità limitata.

02



Massimizzare l'efficienza

Da implementare attraverso lo sviluppo di sistemi tecnologicamente avanzati e architetture di controllo basate sulla gestione delle risorse microbiche.

03



Sostenibilità del processo

Da implementare attraverso la dimostrazione della valutazione del sistema e dell'analisi degli impatti ambientali, economici e sociali.

04



Sfruttamento di mercato

Da implementare mediante l'identificazione di eventuali vincoli di sicurezza, ambientali, normativi o di risorse (economiche) che potrebbero influenzarne la diffusione sul mercato. / Attraverso la valutazione della fattibilità, dei costi e dei benefici del sistema proposto.

05



Replicabilità e trasferibilità

Da implementare attraverso la definizione dei requisiti di business e dei fattori critici di successo che devono essere soddisfatti.

06



Promuovere la consapevolezza pubblica sugli approcci di mitigazione dei cambiamenti climatici e sui concetti di economia circolare

Da implementare mediante la promozione della crescita occupazionale e il rafforzamento delle competenze nelle tecnologie rilevanti per aumentare la competitività. / Contribuendo all'attuazione delle politiche e della legislazione dell'UE.

Il problema affrontato

La transizione dell'Europa verso le energie rinnovabili affronta **tre** sfide principali:

- Le fonti rinnovabili (come eolico e solare) producono elettricità in modo intermittente, generando surplus energetici difficili e costosi da immagazzinare.
- Le industrie ad alta intensità energetica e le centrali elettriche continuano a emettere grandi quantità di CO₂.
- Le regioni remote e le isole sono

particolarmente vulnerabili, poiché sono soggette a un rischio maggiore di interruzioni di corrente e spesso dipendono dai combustibili fossili per la sicurezza energetica.

LIFE CO₂toCH₄ affronta queste sfide trasformando la CO₂ da prodotto di scarto in un vettore energetico di valore, consentendo al contempo lo stoccaggio a lungo termine dell'elettricità rinnovabile.



L'unità mobile LIFE CO₂toCH₄ per lo stoccaggio ibrido di energia



La soluzione offerta da CO₂toCH₄

Il sistema LIFE CO₂toCH₄ integra diverse tecnologie in un'unica unità mobile intelligente:



Produzione di idrogeno verde:
l'elettricità rinnovabile viene utilizzata per scindere l'acqua tramite elettrolisi, producendo idrogeno verde.



Cattura dell'anidride carbonica:
la CO₂ viene catturata dai gas di scarico utilizzando metodi avanzati di separazione, inclusi sistemi basati su membrane.



Trasformazione dei gas in combustibile rinnovabile: con l'aiuto di microrganismi ambientali non

ingegnerizzati, l'H₂ reagisce con la CO₂ catturata e viene convertito in biometano, un combustibile rinnovabile e non fossile.



Stoccaggio e utilizzo del combustibile:
il biometano viene immagazzinato e può successivamente essere utilizzato come combustibile rinnovabile o immesso nelle infrastrutture esistenti del gas.

Questa soluzione consente di immagazzinare l'energia rinnovabile in una **forma stabile e trasportabile**. Allo stesso tempo riduce in modo significativo le emissioni di gas serra riutilizzando la CO₂ invece di rilasciarla nell'atmosfera.





Innovazione e progresso tecnologico



Il progetto LIFE CO₂toCH₄ ha progettato, ottimizzato e messo in funzione con successo un'unità pilota di metanazione che integra diversi componenti chiave:

- Un elettrolizzatore per la produzione di idrogeno verde
- Apparecchiature per la pulizia e l'alimentazione di CO₂ proveniente dai gas di scarico
- Due reattori biologici per la metanazione ex situ.

È stato dedicato un notevole impegno alla **gestione delle risorse microbiche**. I team di

ricerca hanno sviluppato e ottimizzato con attenzione comunità microbiche consumatrici di idrogeno, garantendo una produzione di metano stabile ed efficiente anche utilizzando flussi di CO₂ impura. Per comprendere e supportare meglio questi sistemi biologici, il nostro team ha utilizzato metodi avanzati di monitoraggio per studiare il comportamento delle comunità microbiche e mantenerle sane e produttive.

Questi sviluppi garantiscono un'elevata efficienza, robustezza e sicurezza dell'intero sistema.

Benefici climatici ed ambientali

LIFE CO₂toCH₄ offre importanti benefici ambientali:

- **Riduzione significativa delle emissioni di CO₂ attraverso** la cattura e il riutilizzo del carbonio invece del suo rilascio in atmosfera
- **Decarbonizzazione delle industrie ad alta intensità energetica** grazie all'utilizzo di combustibili rinnovabili
- **Uso efficiente dell'elettricità rinnovabile**, evitando limitazioni della produzione e instabilità della rete

- Contributo all'obiettivo dell'**UE di neutralità climatica entro il 2050.**

Trasformando la CO₂ da gas di scarto in una risorsa utile, il progetto sostiene un'economia circolare del carbonio, in cui le emissioni vengono riutilizzate invece di essere eliminate. Questo approccio contribuisce a ridurre le emissioni di gas serra e supporta gli sforzi globali per limitare l'aumento della temperatura secondo gli accordi climatici internazionali.

Impatto sociale ed economico

Il progetto valuta non solo le prestazioni tecniche, ma anche la sostenibilità da un punto di vista economico e sociale. Il progetto LIFE CO₂toCH₄:



Offre uno stoccaggio energetico accessibile per le aree remote, dove le comunità lontane dalle principali reti energetiche possono immagazzinare energia rinnovabile sotto forma di combustibile e utilizzarla quando necessario



Crea nuove opportunità di business sostenendo mercati emergenti che catturano la CO₂ e la trasformano in prodotti utili invece di trattarla come un rifiuto



Migliora la **sicurezza energetica** riducendo la dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili



Promuove la **creazione di posti di lavoro e lo sviluppo di competenze** nelle tecnologie avanzate per l'energia pulita

Poiché il sistema è costruito come **unità mobile**, può essere trasportato e installato in diverse località, inclusi siti industriali e regioni remote. Questa flessibilità rende più semplice adattare la soluzione alle esigenze energetiche locali.

Rilevanza del biometano nel quadro normativo dell'UE in evoluzione

Il biometano sta assumendo un ruolo sempre più rilevante nel quadro aggiornato delle politiche climatiche ed energetiche dell'UE. Con l'adozione del pacchetto Fit for 55 a partire dal 2021, le principali normative nei settori dei trasporti, dell'energia, degli edifici e dell'industria sono state riviste per aumentare l'ambizione climatica e accelerare la decarbonizzazione. In questo contesto in evoluzione, i gas rinnovabili, e in particolare il biometano, stanno acquisendo un'importanza strategica.

Sebbene non sia giuridicamente vincolante, il Piano REPowerEU ha rafforzato questa direzione collegando la diffusione dei gas rinnovabili alle esigenze di sicurezza energetica e fissando un obiettivo specifico di produzione di biometano. Allo stesso tempo, le disposizioni sulla sostenibilità previste dalle direttive RED II e RED III introducono soglie più rigorose di riduzione dei gas serra e limitano il contributo dei biocarburanti derivati da colture dedicate, orientando così lo sviluppo verso percorsi di produzione di biometano avanzati e basati su rifiuti.

Anche altre normative europee recentemente rafforzate influenzano il ruolo del biometano. La Direttiva quadro sui rifiuti e la Politica

Agricola Comune incidono sulla disponibilità delle materie prime e sulle condizioni di sostenibilità, mentre la Direttiva sulle discariche aumenta gli incentivi al recupero dei flussi di rifiuti organici. Il prezzo del carbonio nell'ambito del Sistema europeo di scambio delle emissioni (ETS) migliora la competitività relativa dei combustibili a basse emissioni di carbonio, mentre la Tassonomia UE indirizza gli investimenti privati verso attività in linea con gli obiettivi climatici.

Nel loro insieme, queste misure stanno ridisegnando il sistema di incentivi per il biometano. Se in passato lo sviluppo del mercato si basava fortemente su meccanismi di sostegno pubblico diretto, come tariffe incentivanti e contributi in conto capitale, l'attuale orientamento politico indica una graduale transizione verso strumenti di mercato. Gare competitive, contratti per differenza, obblighi sui combustibili rinnovabili, obiettivi di intensità delle emissioni di gas serra e sistemi di prezzo del carbonio sono sempre più considerati strumenti chiave per stimolare sia la produzione sia la domanda. Ciò riflette un cambiamento più ampio delle politiche, volto a integrare il biometano nei mercati dell'energia e del carbonio anziché sostenerlo principalmente tramite sussidi stabiliti amministrativamente.

Poiché questo quadro legislativo è ancora in fase di attuazione, sarà fondamentale il coordinamento tra le politiche energetiche, agricole, dei rifiuti e climatiche. I prossimi anni determineranno quanto efficacemente

questi strumenti recentemente adottati si tradurranno in segnali di investimento, mobilitazione sostenibile delle materie prime e riduzioni misurabili delle emissioni.

Replicabilità e trasferibilità

Il concetto CO₂toCH₄ è progettato per essere **flessibile, scalabile e facilmente applicabile in contesti diversi**.

Può essere trasferito e adattato perché:

- **È adatto a diversi settori industriali**
Il sistema può funzionare con emissioni di CO₂ provenienti da settori come l'industria del cemento e dell'alimentare, la produzione di acciaio, le raffinerie petrolifere, gli impianti waste-to-energy e gli impianti di biogas. Questi settori generano spesso flussi concentrati di CO₂ che possono essere catturati e riutilizzati.
- **Può gestire flussi di CO₂ impura**
La tecnologia è stata testata con CO₂ contenente piccole quantità di altri gas, rendendola più adatta alle condizioni

industriali reali, in cui la CO₂ è raramente perfettamente pura.

- **Si integra nelle infrastrutture esistenti**
Il biometano prodotto può essere immagazzinato, trasportato o immesso nelle reti del gas esistenti. Il sistema può inoltre essere collegato a fonti di elettricità rinnovabile già presenti, come impianti eolici o solari.

I suoi componenti modulari e mobili ne consentono l'implementazione in diverse regioni, dai poli industriali ai sistemi energetici remoti. Ciò rende la tecnologia adatta a un utilizzo diffuso in Europa e potenzialmente a livello globale, supportando sia la decarbonizzazione industriale sia lo stoccaggio di energia rinnovabile.

Studio di fattibilità tecnico-economica

Lo studio di fattibilità tecnico-economica condotto durante l'implementazione del progetto ha esaminato la fattibilità tecnica ed economica dell'adozione della tecnologia proposta in impianti di diverse dimensioni e in differenti settori industriali. I risultati evidenziano l'influenza critica dei costi di investimento, del consumo energetico e del prezzo del biometano nel determinare la fattibilità economica del sistema, in linea con le conclusioni della letteratura esaminata. Gli

indicatori tecnico-economici della tecnologia LIFE CO₂toCH₄ dipendono da CAPEX, OPEX e dal quadro normativo del mercato energetico.

Questo studio sottolinea il potenziale della biometanazione come soluzione energetica sostenibile, soprattutto se abbinata a fonti di energia rinnovabile e a strategie efficaci di utilizzo del carbonio. In futuro sarà necessario approfondire ulteriormente le misure di riduzione dei costi e i quadri politici di supporto.





Attività di comunicazione e disseminazione – portata e impatto

Il progetto promuove attivamente la consapevolezza pubblica sulla mitigazione dei cambiamenti climatici, sui principi dell'economia circolare e sulle tecnologie per l'energia pulita, raggiungendo oltre 10.559 stakeholder. Le attività di comunicazione e disseminazione sono state rivolte a un'ampia gamma di soggetti, tra cui la comunità accademica e scientifica, fornitori di tecnologia, utenti finali, decisori politici, autorità pubbliche (inclusi ministeri, autorità regionali e municipali) e il pubblico generale, attraverso diverse iniziative:

- Sito web dedicato al progetto e presenza sui social media
- Bacheche informative presso le sedi dei beneficiari e nei siti che ospitano il prototipo LIFE CO2toCH4
- Roll-up banner, opuscoli, articoli di stampa

- Organizzazione di Living Labs
- Partecipazione a conferenze e fiere internazionali
- Eventi pubblici e incontri con gli stakeholder

Un tour virtuale 3D dell'impianto pilota consente al pubblico e agli stakeholder di esplorare la tecnologia e i suoi componenti ed è disponibile sul sito web del progetto.



co2toch4.eu



Impatto del progetto

In generale, LIFE CO₂toCH₄ ha un impatto duraturo mostrando una soluzione pratica e quasi pronta per il mercato per la decarbonizzazione, replicabile in tutta Europa per accelerare il percorso verso la neutralità climatica. Il progetto dimostra che trasformare la CO₂ in combustibile rinnovabile non è solo un'idea per il futuro, ma un'opzione realistica applicabile in molte regioni. Dimostrando che la tecnologia

funziona in condizioni reali, LIFE CO₂toCH₄ contribuisce a portare la valorizzazione del carbonio oltre la fase dimostrativa, diventando una pietra miliare per il futuro energetico sostenibile dell'Europa. Sulla base di questi risultati, LIFE CO₂toCH₄ apre la strada a un'implementazione su larga scala delle soluzioni CO₂-biometano, contribuendo a trasformare gli obiettivi climatici europei in azioni concrete sul territorio.





Piano After-LIFE

Il Piano After-LIFE trasporterà i risultati del progetto nel futuro, assicurando che continuino a creare valore e fare la differenza. I partner svilupperanno nuovi progetti e proposte, sostenuti da programmi europei o nazionali, per ampliare la portata delle innovazioni e portarne i benefici a più comunità. Allo stesso tempo, il team seguirà le nuove tecnologie e le modifiche normative in ambito energetico, affinché i risultati rimangano pertinenti e

possano essere applicati in iniziative future quando le condizioni lo permetteranno. Il sito web del progetto e i canali di comunicazione rimarranno attivi, condividendo aggiornamenti, lezioni apprese e creando connessioni con altri progetti e iniziative UE. Grazie a queste azioni, l'unità LIFE CO₂toCH₄ e gli altri risultati del progetto continueranno a ispirare, crescere e contribuire a soluzioni sostenibili per le persone e l'ambiente.



BENEFICIARI DEL PROGETTO CO2toCH4



**PUBLIC POWER CORPORATION
RENEWABLES S.M.S.A - PPCR**
Address: Kapodistriou 3, 15343, Ag.Paraskevi, Greece
Tel.: +30 211 11 39 362
Website: www.ppcr.gr/en/
Contact person: Dr. Apostolos Antoniadis
E-mail: ap.antoniadis@ppcgroup.com



**ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI -
SPECIAL ACCOUNT FOR RESEARCH FUNDS - AUTH**
Address: K.E.D.E.A. Building, Aristotle University Campus,
Tritis, 54636, Thessaloniki, Greece
Website: www.chem.auth.gr
Contact person: Prof. Anastasios Zoumpoulis
E-mail: zoubouli@chem.auth.gr



**HELLENIC AGRICULTURAL ORGANISATION DIMITRA -
ELGO**
Address: Kourtidou 56-58, 11145, Athens, Greece
Website: www.swri.gr
Contact person: Dr. Panagiotis Kougias
E-mail: pkougias@elgo.gr



NEVIS – NOVEL ENVIRONMENTAL SOLUTIONS S.A.
Address: 9 Spetsippou, Athens, 10675, Greece
Tel.: +30 210 6529162
Website: www.nevis.gr
Contact person: Mrs Georgia Dimou, Mrs Lida Ampatzi
E-mail: info@nevis.gr



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS – NTUA
Department: Unit of Environmental Science and
Technology, School of Chemical Engineering
Address: 9, Heroon Polytechniou Street, PC 157 73,
Zographou Campus, Athens, Greece
Website: www.uest.gr, www.ntua.gr
Contact person: Prof. Maria Loizidou
E-mail: mloiz@chemeng.ntua.gr



PUBLIC POWER CORPORATION S.A. - PPC
Address: Chalkokondyli Str. 30, 10432, Athens, Greece
Website: www.dei.gr
Contact person: Dr. Christos Roumpos
E-mail: c.roumpos@ppcgroup.com



UNIVERSITA DEGLI STUDI DI PADOVA - UNIPD
Address: Via 8 Febbraio 2, 35122, Padova, Italy
Website: www.unipd.it
Contact person: Dr. Laura Treu
E-mail: laura.treu@unipd.it

DATI RIASSUNTIVI DEL PROGETTO CO2toCH4

Budget totale ammissibile del progetto: 3.888.985 Euro

Periodo di implementazione del progetto: 4 anni

Contributo finanziario UE richiesto: 2.138.941 Euro

(= 55% del budget totale ammissibile)

L'implementazione del progetto è iniziata nell'ottobre del 2021 e si prevede che sarà completata entro giugno del 2026, in regioni selezionate della Grecia e dell'Italia.

CO2toCH4 RIMANI CONNESSO!!

SITO WEB

> Per ulteriori notizie e aggiornamenti visita il nostro sito
<https://co2toch4.eu/>

SEGUICI SUI SOCIAL MEDIA CO2toCH4 RIMANI CONNESSO!!



LinkedIn



Facebook



X



The project is co-funded by LIFE, the EU's financial instrument supporting environmental, nature conservation and climate action projects throughout the EU.



Co-funded by
the European Union



co2toch4.eu

CO₂ to CH₄ *Life*



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA