



**PIÙ FACILE, EFFICIENTE E A BASSO COSTO
SISTEMI GEOTERMICI PER IL RETROFIT
EDIFICI CIVILI E STORICI**

2018 - 2023

GEO4CIVHIC

Brochure tecnica relativa agli edifici storici

Autori: Consorzio GEO4CIVHIC

Coordinatore del progetto: Adriana BERNARDI

www.geo4civhic.eu

Il progetto GEO4CIVHIC è stato finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea con l'accordo di sovvenzione n. 792355.





Qualsiasi divulgazione dei risultati deve indicare che riguarda solo l'opinione dell'autore e che l'Agenzia non è responsabile dell'uso che può essere fatto delle informazioni contenute.

EDITORI:

Adriana Bernardi

Doinița - Iuliana Cucuțeanu

L'obiettivo del progetto europeo **"Most Easy, Efficient and Low Cost Geothermal Systems for Retrofitting Civil and Historical Buildings" (GEO4CIVHIC)** è quello di promuovere il retrofitting di edifici civili e storici. Studi preliminari in un precedente progetto europeo: **"Cheap and Efficient Application of Reliable Ground Source Heat Exchangers and Pumps" (Cheap-GSHPs)**, hanno dimostrato l'applicabilità dei sistemi geotermici in edifici, come quelli storici, che non erano mai stati presi in considerazione per la ristrutturazione con l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, in particolare la geotermia.



La porta degli Angeli (Ferrara-Italia)

GEO4CIVHIC ha dedicato particolare attenzione all'applicazione delle pompe di calore geotermiche (Ground Source Heat Pumps, GSHP) negli edifici storici, al fine di superare i vincoli e le normative molto severe associate all'applicazione delle tecnologie rinnovabili negli edifici storici. Questo rappresenta un importante passo avanti nel tema del riscaldamento, del raffreddamento e del risparmio energetico in questi particolari edifici.

La ricerca svolta nell'ambito del progetto GEO4CIVHIC aveva diversi obiettivi, alcuni dei quali erano specificamente rivolti agli edifici storici. Tra questi, il fabbisogno energetico e le soluzioni tecniche per aumentare l'efficienza energetica, gli aspetti geologici dei terreni in Europa, l'uso di scambiatori di calore innovativi ad alta efficienza, l'uso di nuove attrezzature di perforazione, pompe di calore innovative nonché gli aspetti legislativi, ambientali ed economici.



Caso dimostrativo di Greystones: la facciata dell'edificio e la posizione degli scambiatori geotermici nel vialetto a sinistra dell'abitazione

edifici storici. L'integrazione di queste soluzioni negli edifici offre chiari vantaggi in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ rispetto alle tecnologie di riscaldamento convenzionali a combustibili fossili. Queste soluzioni rappresentano inoltre una strategia unica per garantire condizioni di controllo della temperatura ambiente in edifici tradizionalmente difficili da ristrutturare.

I sistemi sviluppati in GEO4CIVHIC mirano a ridurre al minimo la natura invasiva delle misure di retrofit, fornendo soluzioni di riscaldamento e raffreddamento a basso impatto visivo ed eliminando qualsiasi rischio aggiuntivo per gli edifici storici o gli elementi architettonici. Le soluzioni adottate garantiscono un impatto ambientale molto limitato, una maggiore efficienza operativa, basse emissioni acustiche e una riduzione dei costi operativi. Questo risultato è stato ottenuto considerando i principi di base della progettazione, superando le barriere esistenti, definendo metodologie specifiche di progetto e valutando le normative alla base dell'applicazione delle soluzioni geotermiche agli edifici storici.

I progetti GEO4CIVHIC e Cheap-GSHP hanno dimostrato l'integrazione delle tecnologie GSHP per soddisfare la domanda di riscaldamento e raffreddamento degli

In molti casi, le tecnologie applicate per la ristrutturazione devono rispettare la natura storica degli edifici, consentendo la conservazione del carattere dell'edificio effettuando quindi interventi minimi. Il vantaggio che le soluzioni GSHP GEO4CIVHIC possono offrire agli edifici storici in particolare rispetto alle altre tecnologie di energia rinnovabile presenti sul mercato, è il bassissimo impatto visivo delle soluzioni GSHP e delle pompe di calore ibride.

Queste soluzioni offrono opzioni sostenibili ed efficienti dal punto di vista energetico a lungo termine per migliorare le strutture degli edifici storici e l'implementazione di misure di conservazione appropriate che possono quindi avere un impatto positivo sulla conservazione del loro valore storico.

Il lavoro dei progetti GEO4CIVHIC e Cheap-GSHP ha dimostrato come l'integrazione delle pompe di calore negli edifici storici possa essere portata a termine con successo. Tuttavia, per integrare con successo tali soluzioni è necessario adottare strategie critiche durante la progettazione e nelle fasi di implementazione. Prima di proporre possibili soluzioni, è necessario effettuare una progettazione dettagliata per valutare i carichi termici necessari per il riscaldamento e il raffreddamento che tenga conto della struttura degli edifici storici, della domanda energetica specifica e della temperatura richiesta.

Come raccomandato dalla norma CEN FprEN 16883 che affronta il problema della riqualificazione energetica di un edificio storico in un approccio più generale, la progettazione deve adottare una metodologia olistica che consideri non solo la domanda di energia, ma anche la posizione di questi edifici (spesso nei centri storici). Lo spazio disponibile determina il potenziale di installazione di campo geotermico che richiede un approccio progettuale integrato e specifico per la valutazione dei rischi del sito. I vincoli di spazio sono associati a edifici vicini o a manufatti archeologici e del patrimonio culturale nelle immediate vicinanze del sito o nel sottosuolo. È necessaria quindi una valutazione dettagliata per dimensionare e installare uno scambiatore di calore geotermico (GHE) per garantire un impatto minimo su questi elementi del patrimonio e sul paesaggio circostante. La fornitura di riscaldamento e raffreddamento agli edifici storici può richiedere l'aggiornamento dei terminali interni e delle tubature esistenti per massimizzare l'efficienza. L'ubicazione del campo geotermico e dell'impianto (pompe di calore, serbatoi tampone e acqua calda) deve essere integrata in modo da preservare il carattere storico degli edifici, compatibilmente con lo spazio disponibile.



Installazione dello scambiatore di calore

In alcuni casi, l'uso di soluzioni ibride di pompe di calore ad aria e geotermiche fornisce una soluzione più appropriata che riduce il livello di intervento necessario, massimizzando l'efficienza operativa del sistema. Le parti interessate al progetto, quindi, devono essere consultate attentamente per garantire che i progetti possano essere realizzati con successo.



Edificio "Ca' Rezzonico" a Venezia (Italia)

Le fasi per l'installazione e il completamento dei progetti GSHP sono limitate nel tempo, ma possono potenzialmente essere soggette a interruzioni durante la loro esecuzione. La scelta della metodologia di perforazione per il completamento del campo geotermico, così come la progettazione e il completamento delle connessioni di superficie, deve considerare le caratteristiche del sito (area di lavoro disponibile) e del sottosuolo (terreni, geologia e acque sotterranee) nel contesto della loro vicinanza ad altri utenti, come edifici vicini o infrastrutture del sottosuolo in ambienti urbani densamente popolati. La scelta dei metodi di attuazione deve ridurre al minimo le interruzioni e massimizzare l'efficienza operativa. Questi interventi sono stati dimostrati con successo nei progetti GEO4CIVHIC e

Cheap-GSHP, dove le tecnologie GSHP sono state integrate negli edifici storici e hanno portato a un miglioramento dei livelli di comfort degli edifici, preservandone al contempo il carattere storico.

Le pompe di calore (HP), insieme alle sonde (GHE), sono le principali innovazioni tecnologiche effettuate in GEO4CIVHIC per l'applicazione agli edifici storici. Esse rappresentano un progresso rispetto alle altre tecnologie di pompe di calore geotermiche presenti sul mercato. Il progetto ha dimostrato come lo sviluppo e l'installazione di pompe di calore innovative possano essere facilmente ed efficacemente integrate non solo in edifici nuovi, ma anche in quelli storici. Questo è stato ottenuto adattando caso per caso la configurazione del sistema, selezionando refrigeranti specifici e utilizzando scambiatori di calore ad alta efficienza in linea con i requisiti dei singoli siti. Sono state sviluppate cinque diverse pompe di calore, alcune delle quali dedicate a fornire alte temperature ai terminali esistenti, tipicamente presenti negli edifici storici.

L'applicazione della pompa di calore geotermica offre vantaggi significativi nella decarbonizzazione del riscaldamento e del raffreddamento nell'ambiente costruito, fornendo inoltre soluzioni a basso impatto visivo nei centri storici. Considerando il numero di edifici storici presenti nelle città e il fatto che questi edifici sono tipicamente esclusi dagli obiettivi di retrofit degli edifici a causa della loro natura di patrimonio culturale, i possibili benefici ambientali derivanti dall'applicazione delle tecnologie studiate nel progetto GEO4CIVHIC, potrebbero essere molto significativi se queste potessero essere applicate a un gran numero di edifici storici.

È stato inoltre rivisto il processo di progettazione e installazione dei sistemi geotermici a bassa profondità nel contesto degli attuali standard e regolamenti nazionali ed europei specifici per i vari elementi del sistema e per gli edifici storici.

Numerosi edifici storici (inclusi anche nell'elenco del patrimonio UNESCO) sono stati selezionati come dimostratori reali o virtuali. Le raccomandazioni sono state sviluppate per ispirare sia i professionisti che il pubblico in generale a considerare l'uso delle pompe di calore GSHP in edifici di valore storico, architettonico o culturale in cui sono necessarie disposizioni speciali per ottenere il comfort interno, le prestazioni energetiche e soddisfare i requisiti di conservazione.

Il successo delle dimostrazioni effettuate in GEO4CIVHIC applicando le nuove tecnologie può ispirare l'uso delle GHSP in altri siti storici e designati dall'UNESCO, sia in Europa che a livello globale, bilanciando gli sforzi tra importanza e conservazione del patrimonio culturale. Le pompe di calore sono la soluzione migliore per coniugare i requisiti di sostenibilità energetica e la conservazione dell'integrità e dell'autenticità degli edifici del patrimonio culturale. Il basso impatto visivo degli elementi posti nel sottosuolo è superiore a quello di altre tecnologie come le pompe di calore a sorgente d'aria, i chiller e le caldaie a combustibile fossile. Le soluzioni alternative a GSHP includono elementi esterni (unità esterne o camini), che alterano l'aspetto dell'involucro dell'edificio rispetto alla soluzione GSHP.



Il complesso universitario "Ex Ospedale Geriatrico" di Padova (Italia)

GEO4CIVHIC ha fornito strategie ai proprietari di edifici, autorità e professionisti coinvolti nella conservazione e nella riqualificazione energetica di edifici storici, facilitando una gestione sostenibile a lungo termine, integrando misure di miglioramento energetico, aumentando l'efficienza energetica e riducendo le emissioni di gas serra, consentendo al contempo l'attuazione di adeguate misure di conservazione.

Una descrizione più dettagliata del lavoro svolto nei 2 progetti Europei è presentata nel Volume 7 del Manuale del progetto, dedicato all'applicazione delle tecnologie geotermiche a bassa profondità negli edifici storici e del patrimonio mondiale. Il volume 7 è scaricabile gratuitamente dal sito web del progetto GEO4CIVHIC.

1. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (CNR)

CNR - ISAC (coordinatore)

Adriana BERNARDI
Alessandro BORTOLIN
Gianluca CADELANO

CNR - ITC

Sergio BOBBO
Laura FEDELE
Stefano ROSSI
Mauro SCATTOLINI

2. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA (UNIPD)

Dipartimento di Ingegneria Industriale

Michele DE CARLI
Angelo ZARRELLA
Giuseppe EMMI
Laura CARNIELETTO
Samantha GRACI
Davide QUAGGIOTTO

Dipartimento di Geoscienze Unità DG

Antonio GALGARO
Eloisa DI SIPIO
Giorgia DALLA SANTA
Alberto CARRERA

3 UNIVERSITÀ POLITECNICA DI VALENCIA (UPV)

Javier F. URCHUEGUÍA
Borja BADENES
Hossein JAVADI
Miguel Á. MATEO

4. R.E.D. SRL RICERCA E DISPOSITIVI AMBIENTALI (RED)

Luc POCKELÉ
Giulia MEZZASALMA
Silvia CONTINI
Mattia CHINELLO
Nicola MUTINELLI

5. TERRA GEOSERV LIMITED (GEOSERV)

Riccardo PASQUALI
Aisling CUNNINGHAM

6. GALLETTI BELGIO / HIREF (GALLETTI)

Fabio POLETTO
Andrea TARABOTTI
Enrico PACCHIN

7. FUNDACION TECNALIA RICERCA E INNOVAZIONE (TECNALIA)

Miguel Ángel ANTÓN
Amaia CASTELRUIZ
Sarah NOYÉ
Beatriz SÁNCHEZ
Arantza LÓPEZ

8. TERRA INFRASTRUCTURE (EX THYSSENKRUPP INFRASTRUCTURE)

Arno ROMANOWSKI
Franziska HELBIG

9. UFFICIO REGIONALE DELL'UNESCO PER LA SCIENZA E LA CULTURA IN EUROPA

Jonathan BAKER
Francesca BAMPA
Matteo ROSATI
Iuliia KOZLOVA
Francesco LIPPARINI
Anh Thi Ngoc NGUYEN
Akémi LAMARCHE VADEL

10. FRIEDRICH-ALEXANDERUNIVERSITÄT ERLANGEN NUERNBERG (FAU)

David BERTERMANN
Oliver SUFT
Moritz FAUDE
Johannes MULLER

11. SOCIETATEA ROMANA GEOEXCHANGE / SOCIETÀ ROMENA DI GEOSCAMBIO (SRG - RGS)

Robert GAVRILIUC
Doinița- Iuliana CUCUȚEANU
Tiberiu CATALINA
Marian ALEXANDRU

12. CENTRO PER LE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E LA FONDAZIONE PER IL RISPARMIO ENERGETICO (CRES)

Dimitrios MENDRINOS
Costantino KARYTSAS
Ioannis CHOROPANITIS
Ioannis CHALDEZOS
Spyridon KARYTSAS

13. HYDRA SRL (HYDRA)

Davide RIGHINI
Elisabetta GARDENGHI

14. UBEG DR ERICH MANDS U MARC SAUER GBR (UBEG)

Burkhard SANNER
Erich MANDS
Marc SAUER

15. GEO-GREEN SPRL (GEO-GREEN)

Jacques VERCRUYSSÉ

16. PIETRE EDIL SRL (PIETRE)

Elena Loredana FODOR
Leonardo ROSSI
Alexandru TĂNASE

17. SOLINTEL M&P SL (SOLINTEL)

Dery TORRES
Hugo GRASSET
Miguel Angel GOMEZ

18. DIN L-ART HELWA (DLH)

Luciano MULE'STAGNO
Daniel MICALLEF
Ingrid GALEA
Davide POLETTO
Daniele SFERRA
Manuel SCARPA

19. SCUOLA UNIVERSITARIA PROFESSIONALE DELLA SVIZZERA ITALIANA (SUPSI)

Marco BELLARDI
Linda SOMA
Sebastian PERA
Rodolfo PEREGO

PARTNER



INSTITUTE OF ATMOSPHERIC SCIENCES AND CLIMATE
NATIONAL RESEARCH COUNCIL (CNR – ISAC)
www.isac.cnr.it



INSTITUTE OF CONSTRUCTION
TECHNOLOGIES NATIONAL
RESEARCH COUNCIL (CNR-ITC)
www.itc.cnr.it



UNIVERSITA' DEGLI
STUDI DI PADOVA (UNIPD)
www.unipd.it



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA (UPV)
www.upv.es



RESEARCH AND
ENVIRONMENTAL
DEVICES SRL (RED)
www.red-srl.com



TERRA INFRASTRUCTURE
(FORMER THYSSENKRUPP
INFRASTRUCTURE)
www.terra-infrastructure.com



TERRA GEOSERV LIMITED
(GEOSERV)
www.geoservsolutions.com



GALLETTI BELGIUM/
HIREF (GALLETTI)
www.galletti.be/hiref.it



MEMBER OF BASQUE RESEARCH
& TECHNOLOGY ALLIANCE
FUNDACION TECNALIA
RESEARCH & INNOVATION
www.tecnalia.com



GEO GREEN SPRL
(GEO-GREEN)
www.geo-green.be



UNESCO REGIONAL BUREAU
FOR SCIENCE AND CULTURE
IN EUROPE
www.unesco.org/venice



Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

FRIEDRICH-ALEXANDER-
UNIVERSITÄT ERLANGEN
NURNBERG (FAU)
www.uni-erlangen.de



SOCIETATEA ROMANA
GEOEXCHANGE /ROMANIAN
GEOEXCHANGE SOCIETY
(SRG - RGS)
www.geoexchange.ro



CENTRE FOR RENEWABLE
ENERGY SOURCES
AND SAVING FUNDATION
(CRES)
www.cres.gr



HYDRA SRL
(HYDRA)
www.hydrahammer.it



UBEG DR ERICH MANDS
U MARC SAUER
GBR (UBEG)
www.ubeg.de

Scuola universitaria professionale
della Svizzera italiana



SCUOLA UNIVERSITARIA
PROFESSIONALE
DELLA SVIZZERA ITALIANA
(SUPSI)
www.supsi.ch



PIETRE EDIL SRL
(PIETRE EDIL)
www.pietre-edil.ro



SOLINTEL M&P SL
(SOLINTEL)
www.solintel.eu



DIN L-ART HELWA (DLH)
www.dinlarthelwa.org