



REGIONE DEL VENETO



**InnovatiVE**  
SMART SPECIALISATION STRATEGY  
VENETO

# Le tecnologie green per la transizione energetica

Dialoghi per l'innovazione • 3  
**#TRANSIZIONE ENERGETICA**

**Antonio Galgaro – Centro Levi Cases  
Università di Padova**



Venezia Heritage Tower – 9 aprile 2024



Centro interdipartimentale di ricerca  
"CENTRO STUDI DI ECONOMIA E TECNICA  
DELL'ENERGIA GIORGIO LEVI CASES"

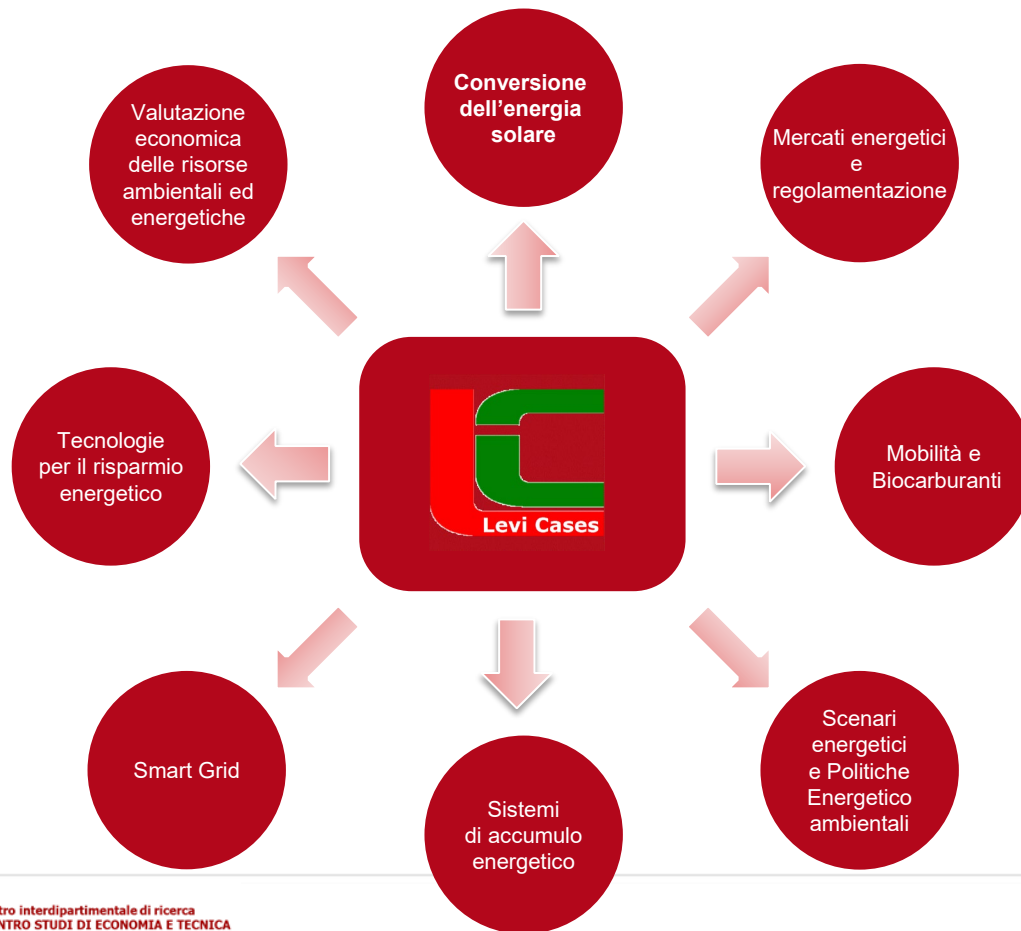


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

- Levi Cases: centro **interdipartimentale** di ricerca istituito grazie ad un lascito
- Centro di competenza e consulenza per il territorio sull'**economia** e la **tecnica** dell'energia
- Centro culturale e scientifico **indipendente** con competenze trasversali
- coordina e finanzia ricerche applicate volte allo sviluppo di tecnologie innovative, specialmente sulle **rinnovabili**
- coinvolge circa **300** ricercatori di **11** dipartimenti universitari
- budget di 300.000 euro/anno più contratti di ricerca

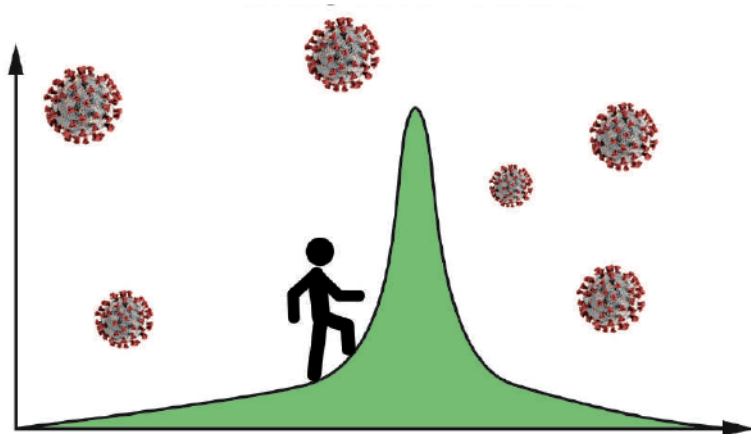


# AREE DI RICERCA PRIORITARIE DEL CENTRO LC

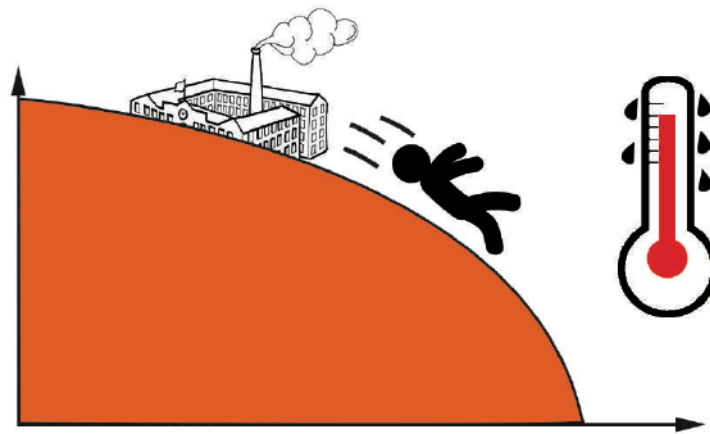


# CRISI PANDEMIA vs. CRISI CLIMA-ENERGIA

## PICCO



## BARATRO



# Clima, ormai tutti concordano: abbiamo un problema

1. La concentrazione dei gas serra nell'atmosfera aumenta troppo velocemente (rispetto al tempo con cui l'ecosistema riesce a rispondere, adattandosi)
2. Tale fenomeno crea un riscaldamento globale dell'atmosfera e degli oceani, altrettanto veloce e preoccupante
3. Questo riscaldamento ha tre effetti fisici principali:
  - i. scioglie i ghiacci, innalzando il livello di mari ed oceani
  - ii. **Scioglie il permafrost**, rilasciando CO<sub>2</sub> ed organismi primordiali
  - iii. fa aumentare il contenuto di acqua nell'atmosfera per evaporazione (per ogni 1°C, il 6% in più!)
  - iv. modifica le correnti oceaniche e quelle atmosferiche



# Che cosa fare per trovare una soluzione?

1. FAR FINTA DI NULLA E CONTINUARE COI COMBUSTIBILI FOSSILI, SPERANDO CHE L'ECOSISTEMA SIA CAPACE DI REAGIRE DA SOLO.
2. CERCARE DI CONVIVERE CON LE TRASFORMAZIONI IN ATTO, (APPROCCIO DELL'ADATTAMENTO)
3. RIDURRE E POI AZZERARE LE EMISSIONI NELL'ATMOSFERA DI GAS SERRA, CHE SONO CAUSATE QUASI ESCLUSIVAMENTE DALLA COMBUSTIONE DI CARBURANTI FOSSILI (APPROCCIO DELLA MITIGAZIONE, FASE 1)
4. NON BASTA: L'ATMOSFERA VA RIPULITA DAI GAS SERRA CHE VI SI SONO GIÀ ACCUMULATI (APPROCCIO DELLA MITIGAZIONE, FASE 2)

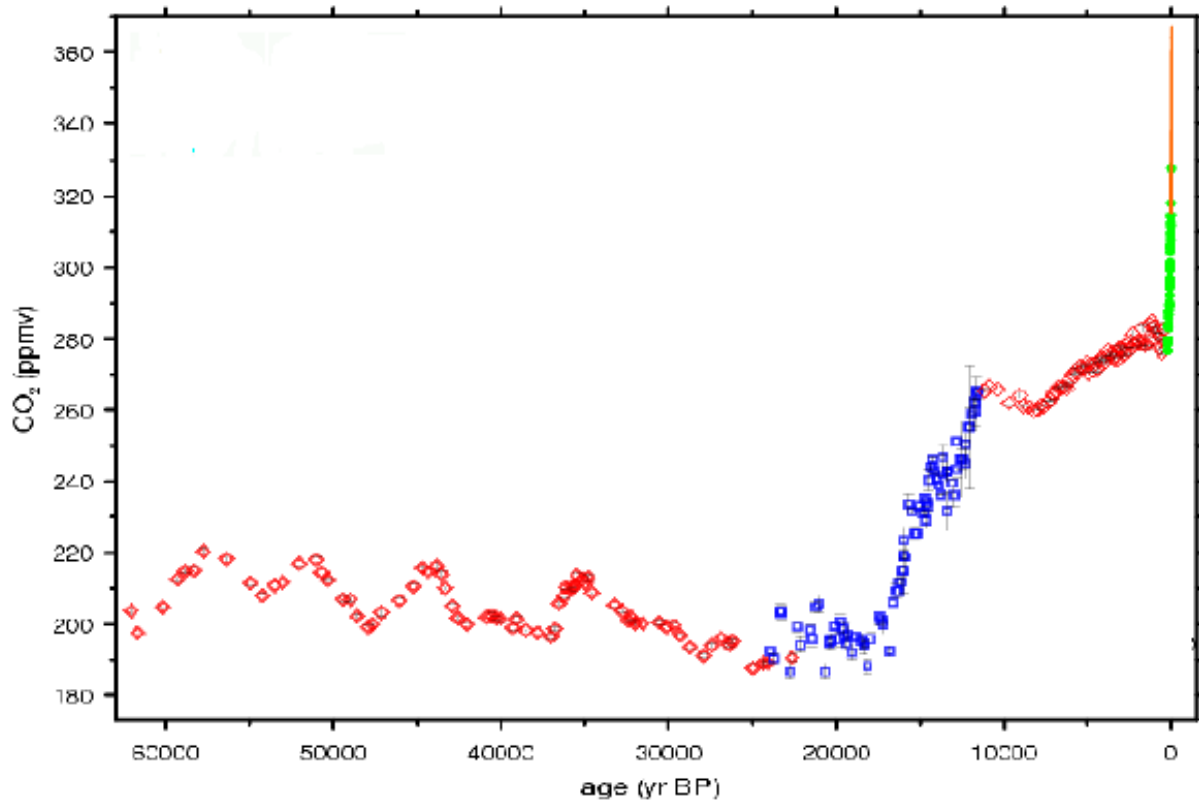


# Perché si sono accumulati i gas serra?

1. Il/la CO<sub>2</sub> è soltanto uno fra i gas ad effetto serra, ma ne vengono rilasciate in atmosfera quantità enormemente maggiori degli altri, e nell'atmosfera permane per un tempo molto lungo (dell'ordine dei 100 anni)
2. L'emissione di CO<sub>2</sub> è la conseguenza diretta del nostro modo di produrre energia degli ultimi 200 anni: la combustione di carburanti fossili
3. Si è creato uno sbilanciamento fra la CO<sub>2</sub> emessa e quella con cui viene catturata e fissata (sequestrata) dall'ecosistema grazie a fenomeni naturali:
  - i. assorbimento da parte delle piante (fotosintesi, processo biologico)
  - ii. assorbimento da parte degli oceani (processo chimico-fisico)
  - iii. adsorbimento da parte delle rocce (mineralizzazione, processo sia fisico sia chimico)
4. L'effetto netto di questo sbilanciamento è il trasferimento di carbonio dal sottosuolo all'atmosfera (20 miliardi di tonnellate/anno di CO<sub>2</sub>), per cui la concentrazione di CO<sub>2</sub> in aria aumenta di 3 ppm all'anno da almeno 60 anni



# Velocità di accumulo di CO<sub>2</sub>: ultimi 60.000 anni





# Come scienziati, che cosa possiamo fare per ridurre le emissioni di gas climalteranti ASAP (As Soon As Possible)?

Definire ed ottimizzare le tecnologie per:

1. risparmiare energia (ridurre il fabbisogno)
2. evitare di emettere CO<sub>2</sub> per produrre l'energia che ci serve a garantire beni e servizi a tutte e tutti sul pianeta
3. catturare la CO<sub>2</sub> prima che venga emessa nell'atmosfera
4. sequestrare (bloccare in modo permanente) la CO<sub>2</sub> catturata
5. applicare (dispiegare) le soluzioni tecnologiche già disponibili (o quasi) al fine raggiungere gli obiettivi precedenti entro il 2050
6. ripulire l'atmosfera dalla CO<sub>2</sub> accumulata in eccesso



# Che cosa possiamo fare concretamente?

## 1. risparmiare energia

- per la climatizzazione degli edifici, le tecnologie sono disponibili
- isolamento termico
- pompe di calore (aria e geotermiche)
  
- per gli impianti di produzione industriale, ci si sta lavorando
  - sviluppo di nuovi processi produttivi
  - recuperi di energia termica interni ai processi attualmente in uso
  - integrazione energetica fra processi distinti e contigui
  - comunità energetiche industriali



# Che cosa possiamo fare concretamente?

## 2. produrre l'energia che ci serve in modo decarbonizzato (senza bruciare combustibili)

Sono disponibili (sul mercato) le tecnologie necessarie? SÌ!

- a. Fotovoltaico (produzione elettrica),  
eolico (produzione elettrica),  
idroelettrico (sia produzione sia accumulo elettrici)  
energia geotermica (sia produzione termica che accumulo; elettrico in futuro)

Queste tecnologie SONO PRONTE, anche se si possono ancora migliorare

- b. Batterie elettrochimiche  
Linee di trasmissione di elettricità a basse perdite  
Reti di gestione smart (AI)  
Nuove regole per il mercato dell'energia



# Che cosa possiamo fare concretamente?

## 2. produrre l'energia che ci serve in modo decarbonizzato (senza bruciare combustibili)

E le altre fonti alternative?

- a. energia dalle onde marine e maree CI VUOLE PIÙ TEMPO...
- b. Idrogeno (PROBLEMA SICUREZZA E FILIERA DI PRODUZIONE)
- c. fusione nucleare: FUORI TEMPO UTILE (i tempi di realizzazione sono incompatibili con quelli della transizione energetica. La fusione nucleare non sarà matura ancora per decenni)
- d. fissione nucleare: FUORI TEMPO UTILE, RISCHI GESTIONE, dipendenza da materie prime extra UE



Bello l'idrogeno, che brucia senza produrre CO<sub>2</sub>!

**L'idrogeno (H<sub>2</sub>) è una fonte di energia rinnovabile o NON rinnovabile?**

- **H<sub>2</sub> NON è una fonte di energia!** Analogamente all'elettricità potrebbe essere un modo per trasferire energia (ma anche per immagazzinare energia)
- **Non esistono giacimenti di H<sub>2</sub>** sulla terra, H<sub>2</sub> deve essere prodotto industrialmente!
- **H<sub>2</sub> è rinnovabile** se viene prodotto **usando soltanto energie rinnovabili** (si chiama **green hydrogen**)
- **H<sub>2</sub> è una sostanza molto pericolosa con ampio intervallo di esplosività**, diffonde attraverso l'acciaio, e genera una fiamma invisibile. È preferibile **restringerne l'impiego nei settori in cui non ci sono altre alternative**
- **H<sub>2</sub> dovrebbe essere utilizzato nello stesso posto in cui viene prodotto**
- **H<sub>2</sub> per autotrazione, una soluzione rischiosa oltre che molto costosa**



# Che cosa possiamo fare concretamente?

## 3. catturare la CO2 prima che venga emessa nell'atmosfera

Le tecnologie sono già disponibili sul mercato per le emissioni puntiformi concentrate, cioè da impianti industriali (sia di produzione di energia sia impianti manifatturieri)

## Essenziale estendere/sostenere l'applicazione di queste tecnologie

Purtroppo queste tecnologie non sono applicabili per emissioni puntiformi distribuite, come quelle del traffico veicolare terrestre o del riscaldamento degli edifici

In questi due casi l'unica opzione è cambiare la fonte di energia: dai combustibili fossili all'elettricità prodotta da fonti rinnovabili.



# Che cosa possiamo fare concretamente?

## 4. sequestrare (bloccare in modo permanente) la CO2 catturata

Il sequestro geologico è una prospettiva interessante anche se attualmente in fase di studio

I tre fenomeni naturali di cattura (fotosintesi, assorbimento, mineralizzazione) sono insufficienti perché al momento troppo lenti e costosi per sequestrare l'eccesso di emissioni di CO2 attuali

Qui va concentrata la ricerca applicativa, con un vincolo fondamentale: la CO2 va sequestrata in modo permanente, cioè in forma solida



# Che cosa possiamo fare concretamente?

5. applicare (dispiegare) le soluzioni tecnologiche già disponibili per raggiungere i tre obiettivi precedenti entro il 2050

Non si tratta più di una questione né scientifica né tecnologica: occorre investire prepotentemente nel fotovoltaico con supporto idroelettrico e geotermico (+eolico???)

Chi dovrà fornire i finanziamenti necessari?

- lo Stato?
- le aziende?
- i privati cittadini?





# Che cosa possiamo fare concretamente?

## 6. ripulire l'atmosfera dalla CO2 accumulata in eccesso

La concentrazione di CO2 in atmosfera è troppo bassa per pensare di applicare efficacemente le tecnologie di cattura sul mercato al «lavaggio dell'atmosfera» dalla CO2. La ricerca deve essere sviluppata in tal senso!

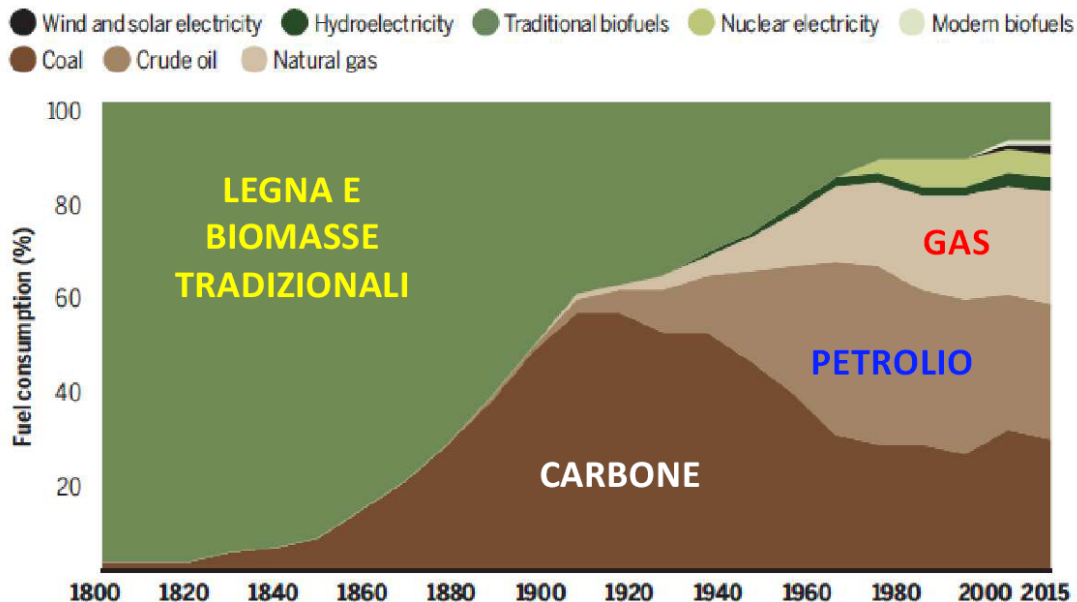
Sicuramente aiuta piantare alberi\*, ma l'approccio sicuro è azzerare ASAP il surplus di emissioni di CO2 da combustibili fossili rispetto alle capacità naturali di sequestro del pianeta terra (i 20 miliardi di tonn/anno), cioè avviare un deciso e rapido programma di eliminazione («phase out») dei combustibili fossili

Anche il problema del buco dell'ozono è stato risolto grazie ad un accordo planetario di eliminazione dei clorofluorocarburi (protocollo di Montreal del 1987)!



# Come raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione?

## SIAMO IN TRANSIZIONE ENERGETICA DA OLTRE DUE SECOLI ...



*Nihil sub sole novum*  
Qoelet, 1,9

Abbiamo **30 anni**  
per la transizione  
non 100 ...

Siamo **8 miliardi**  
di abitanti  
non 2 miliardi ...

Science 2018, 359, 1320



# MA QUALE ENERGIA RINNOVABILE ?



CHI FUNZIONA  
SEMPRE DI VOI  
4?



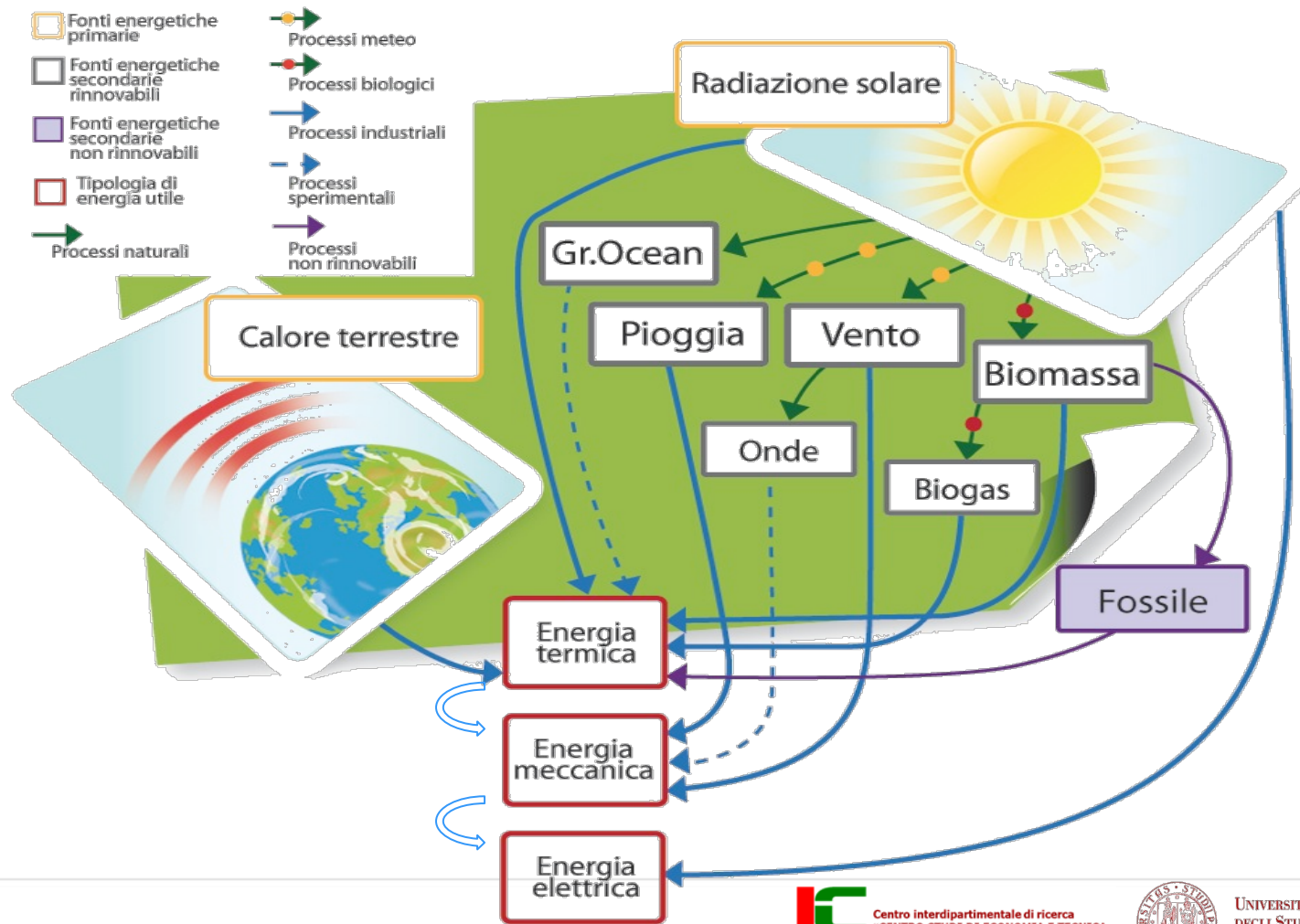
 Centro interdipartimentale di ricerca  
"CENTRO STUDI DI ECONOMIA E TECNICA  
DELL'ENERGIA GIORGIO LEVI CASES"

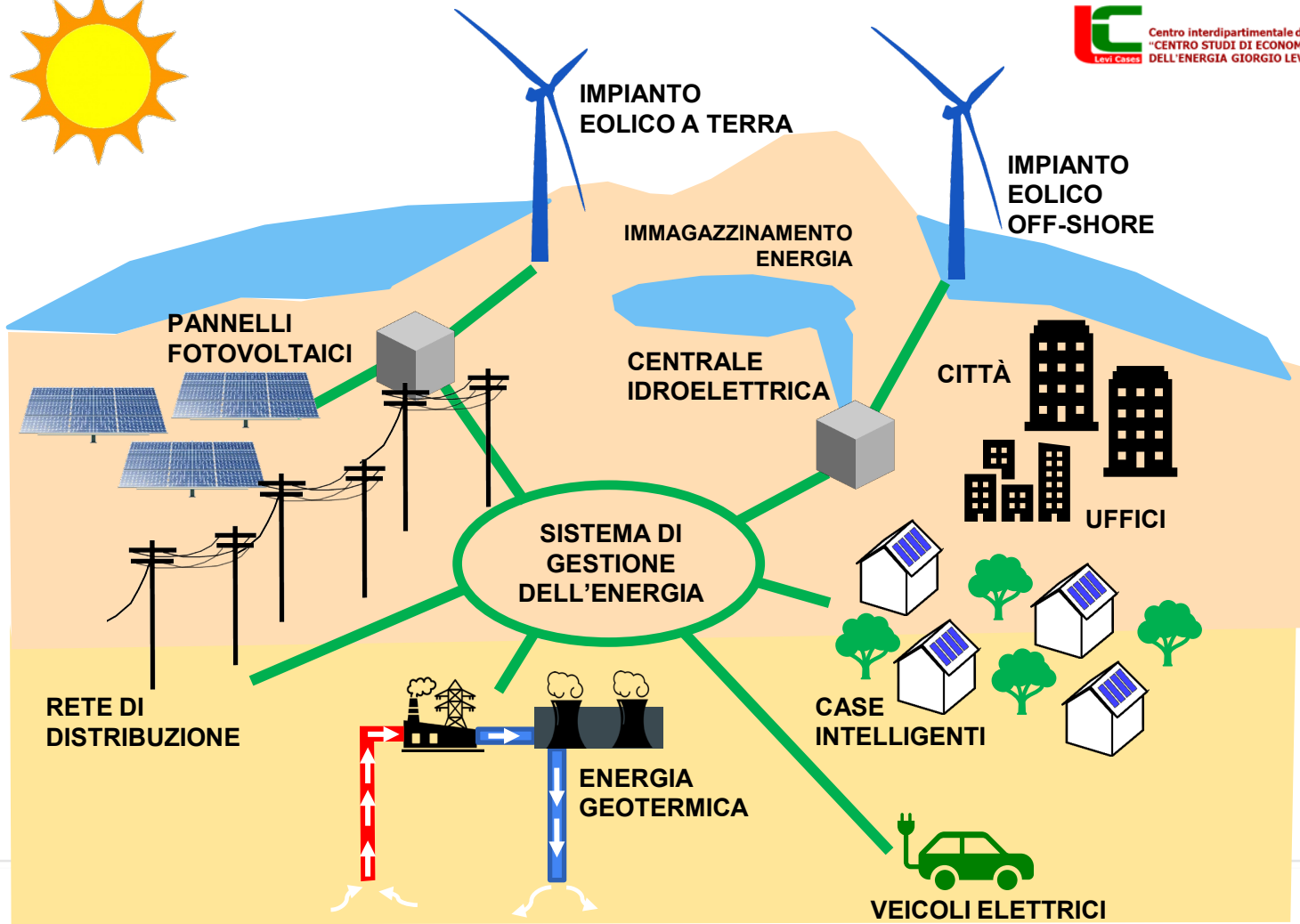
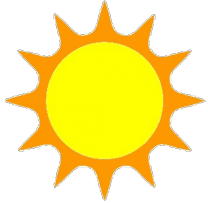
EB-15



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA







# Cosa significa in concreto la transizione in Veneto?

Il **Veneto** ha nel solare FV la fonte più abbondante e a minor costo.

- 3.164 MW installati a fine 2023, (+ 257 MW nel 2022, e 2021 + 680 MW nel 2023)
- 9.000 MW potenziale stimato da uno studio georeferenziato di circa 10 anni fa sui tetti
- 14.000 MW ulteriori di FV da posizionare a terra per raggiungere l'obiettivo della neutralità.

+ 20.500 MW, di cui la metà almeno entro il 2030, secondo i recenti impegni di RepowerEU → almeno **1.300 MW/anno**,

→ sei volte quanto fatto nel 2021 e nel 2022, il doppio del 2023.



# Le azioni chiave

- Identificare aree prioritarie di investimento per il **solare fotovoltaico**;
- **Massimizzare il contributo della fonte idraulica** tramite una gestione accurata del rinnovo delle concessioni e un approccio strutturato all'inserimento degli impianti nell'ambiente;
- Definire **regolamenti edilizi ambiziosi** capaci di facilitare e stimolare fortemente l'adozione di impianti di generazione termica ed elettrica su scala civile, soprattutto per il solare termico e fotovoltaico;
- Avviare una campagna coraggiosa di **efficientamento degli edifici**;
- Assicurare la possibilità di adottare soluzioni **geotermiche a pompe di calore**;
- Sostenere la realizzazione di **reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento**;
- Affrontare la progressiva **riduzione della domanda di gas naturale** nelle reti di distribuzione;
- Adottare regole chiare per la localizzazione degli **impianti a biomassa**;



# Le azioni chiave

- Gestire per tempo e con un'ottica di lungo periodo la scadenza delle **grandi concessioni idroelettriche**, quasi tutte nel 2029, per dare un ruolo guida al governo regionale;
- Procedere celermente con la **conversione in elettrico del trasporto pubblico locale**
- Assecondare la conversione del parco veicolare privato verso l'elettrico con la **diffusione capillare di colonnine di ricarica pubbliche** nei parcheggi
- Supporto alla **costituzione di comunità energetiche locali**, in nuove forme di aggregazione di consumatori e produttori capaci di utilizzare al meglio la generazione distribuita dei piccoli impianti a fonti rinnovabili.





# Le nuove modalità di regolazione della rete elettrica

- Con la crescita della produzione intermittente e distribuita si impone il ripensamento dei criteri di controllo della rete elettrica, ora sempre più disseminata e ciclica, nonché la riorganizzazione della fornitura dei servizi di rete
- Assume crescente importanza il ruolo degli **accumuli**, siano essi idroelettrici, elettrochimici o di nuova generazione (termici-aria compressa-termo-fisici)
- Dalla fornitura del bene (kWh o mc) alla fornitura del servizio. Le aziende acquistano lumen o calorie, non più energia elettrica o gas



# L'energia geotermica

Alta entalpia

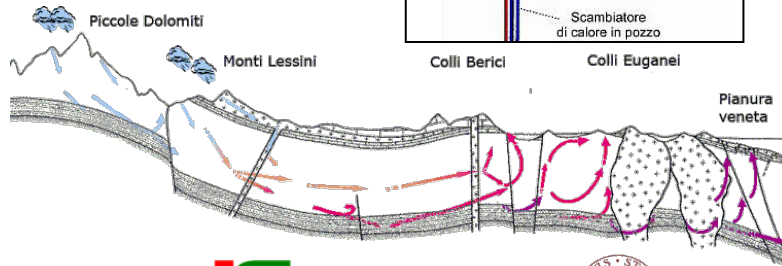
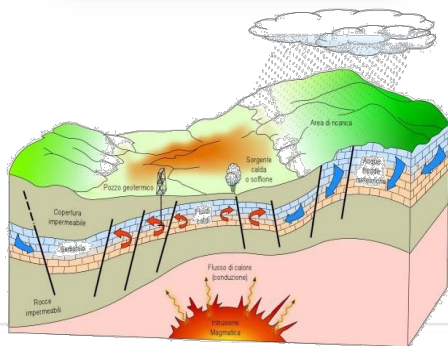
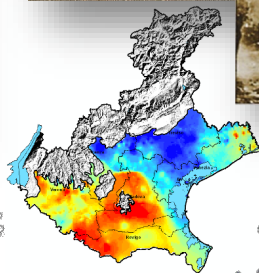
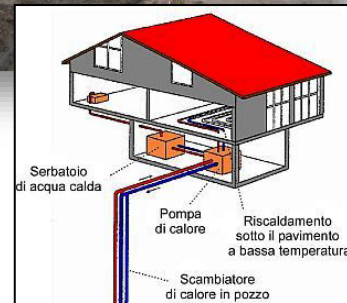


Figura 4  
Rappresentazione schematica di un sistema geotermico.

Media entalpia



Bassa



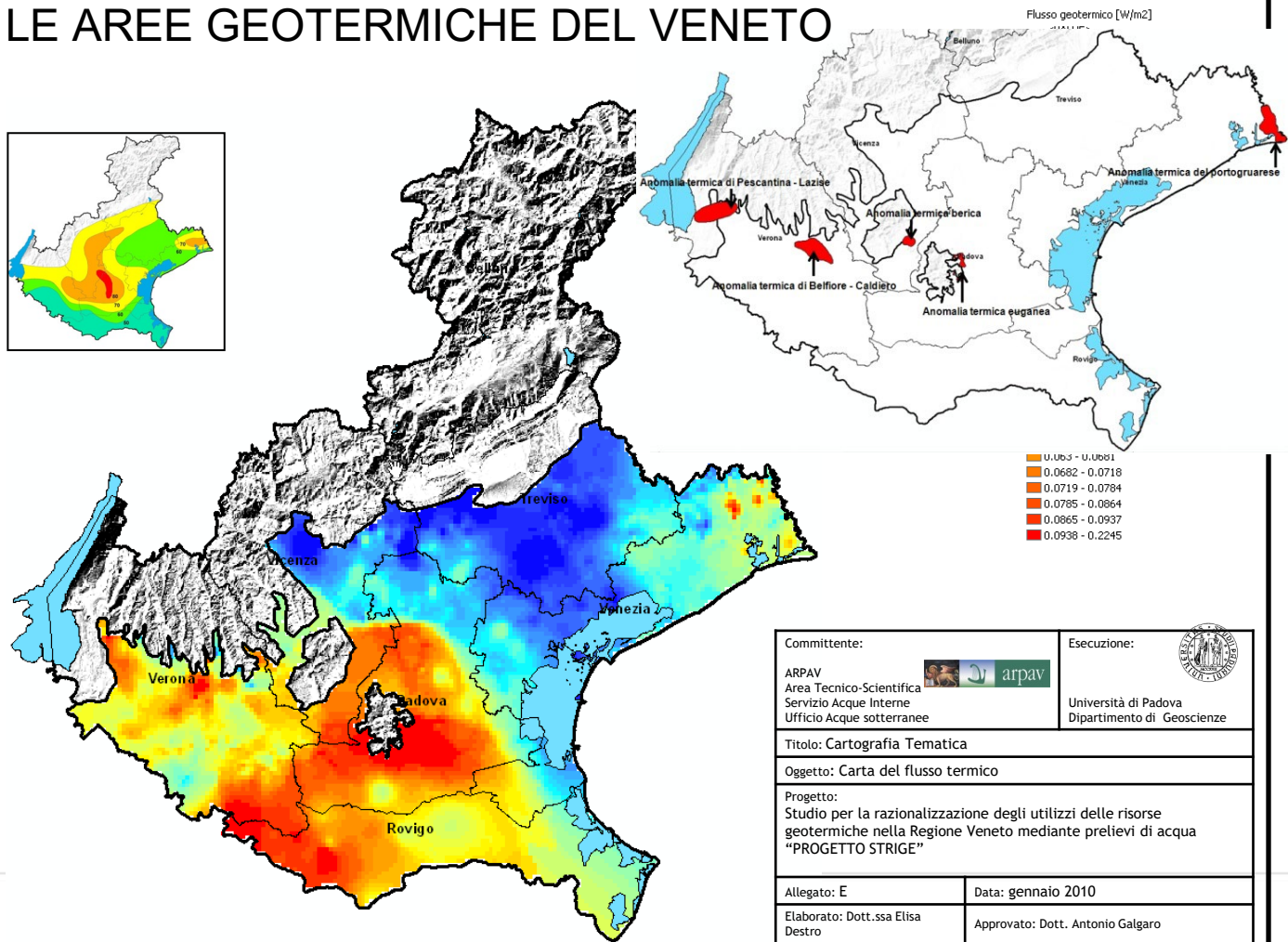
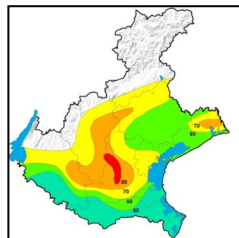
Centro interdipartimentale di ricerca  
"CENTRO STUDI DI ECONOMIA E TECNICA  
DELL'ENERGIA GIORGIO LEVI CASES"



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



# LE AREE GEOTERMICHE DEL VENETO



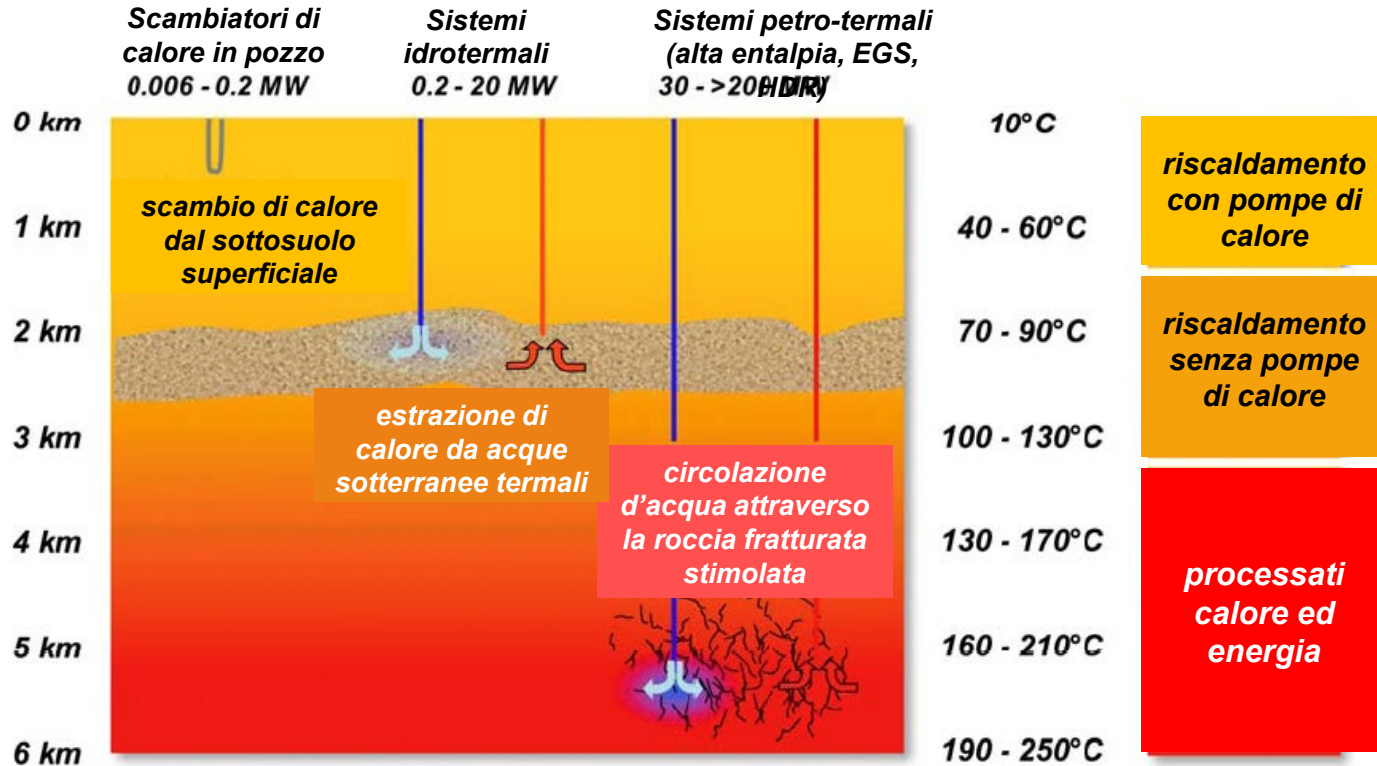
Flusso geotermico [W/m<sup>2</sup>]

- 0.0682 - 0.0718
- 0.0719 - 0.0784
- 0.0785 - 0.0864
- 0.0865 - 0.0937
- 0.0938 - 0.2245

Committente: ARPAV Area Tecnico-Scientifica Servizio Acque Interne Ufficio Acque sotterranee	Esecuzione:  Università di Padova Dipartimento di Geoscienze
Titolo: Cartografia Tematica	
Oggetto: Carta del flusso termico	
Progetto: Studio per la razionalizzazione degli utilizzi delle risorse geotermiche nella Regione Veneto mediante prelievi di acqua "PROGETTO STRIGE"	
Allegato: E	Data: gennaio 2010
Elaborato: Dott.ssa Elisa Destro	Approvato: Dott. Antonio Galgaro



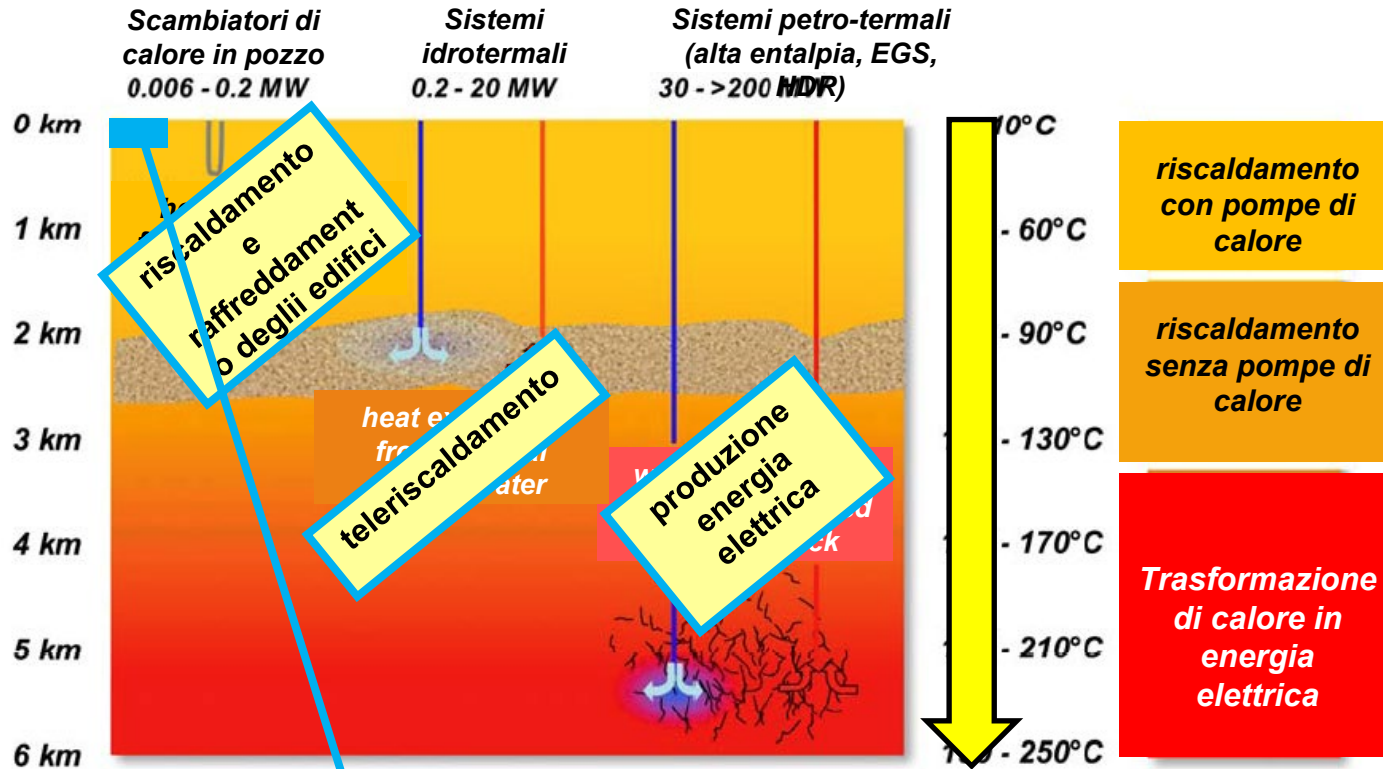
# COME SI PUÒ USARE L'ENERGIA GEOTERMICA?



le pompe di calore geotermiche **sono realizzabili ovunque**, non richiedono serbatoi ad **alta entalpia** come Larderello, ma serbatoi a **bassa entalpia** (cioè sistemi idrotermali e petrotermici)



# COME SI PUÒ USARE L'ENERGIA GEOTERMICA?



**ENERGIA GEOTERMICA SUPERFICIALE**  
(max profondità ≈ 450 m)

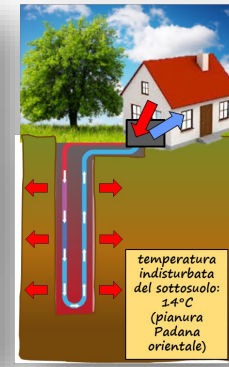
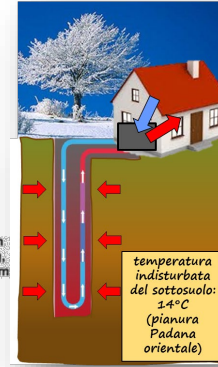
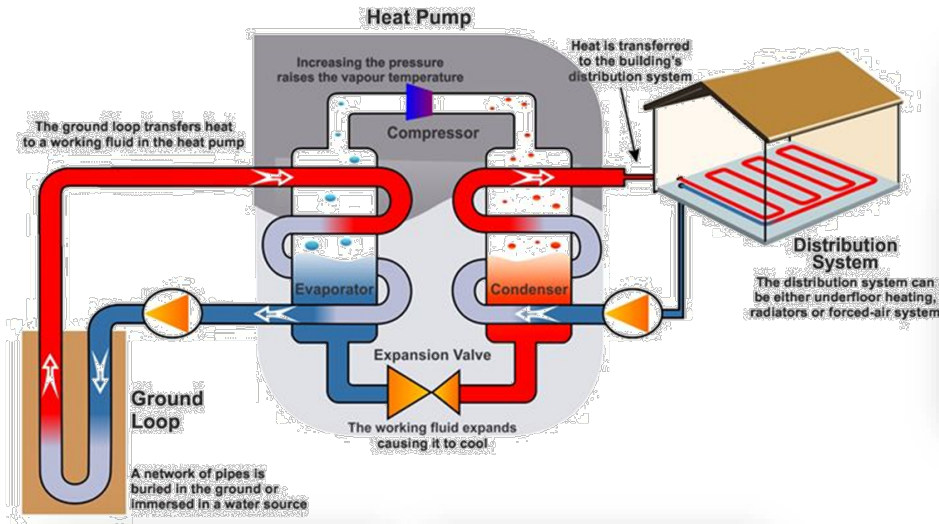


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

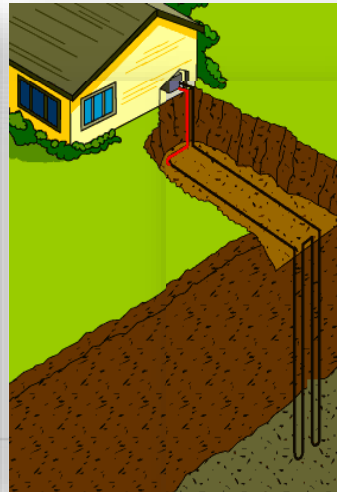


Centro interdipartimentale di ricerca  
"CENTRO STUDI DI ECONOMIA E TECNICA  
DELL'ENERGIA GIORGIO LEVI CASES"





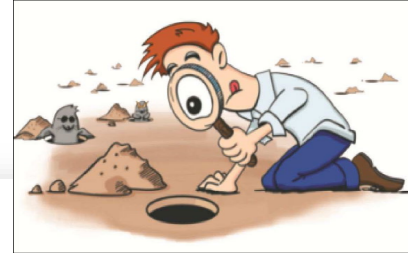
INVERNO



ESTATE

Sviluppo del distretto veneto del  
Condizionamento e refrigerazione  
Veneto  
Oltre 400 realtà imprenditoriali  
Oltre 10.000 addetti  
Riferimento europeo

# Esempi applicativi



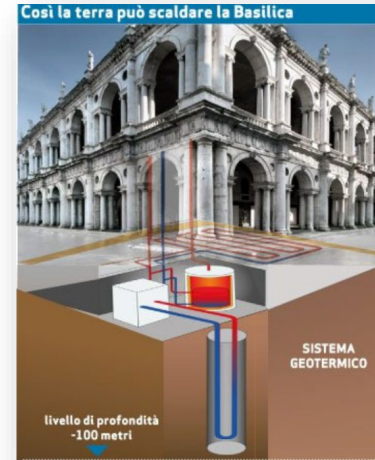
# SISTEMI DI SCAMBIO GEOTERMICO CON ACQUA DI FALDA

Treviso (Area Appiani)



Sinergeo s.r.l.

Vicenza (Basilica Palladiana)



Sinergeo s.r.l.

Fondaco dei Todeschi (Rialto-Venezia)  
Polo della Moda

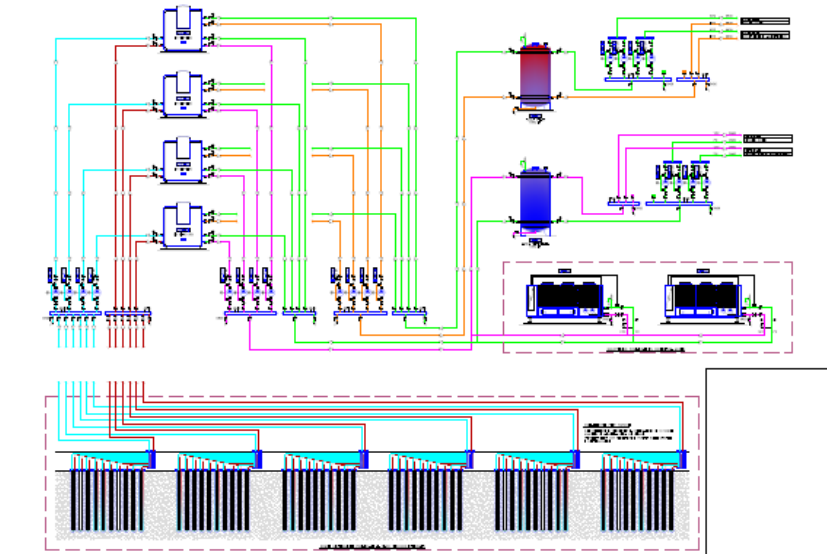
Nuovo polo umanistico  
Università di Padova





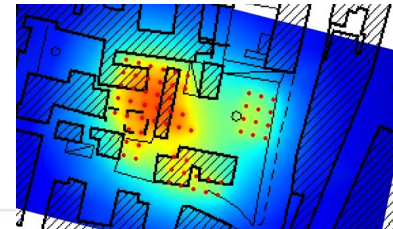
# Museo del Novecento M9 (Mestre – VE)

60 sonde verticali 100 m  
Potenza 500 kW  
Accumulo termico di massa



M9  
Nuovo polo culturale e Museo del  
Novecento di Venezia - Mestre

polymnia Venezia



## Casa di Cura e Casa di Riposo (Monastier – TV)



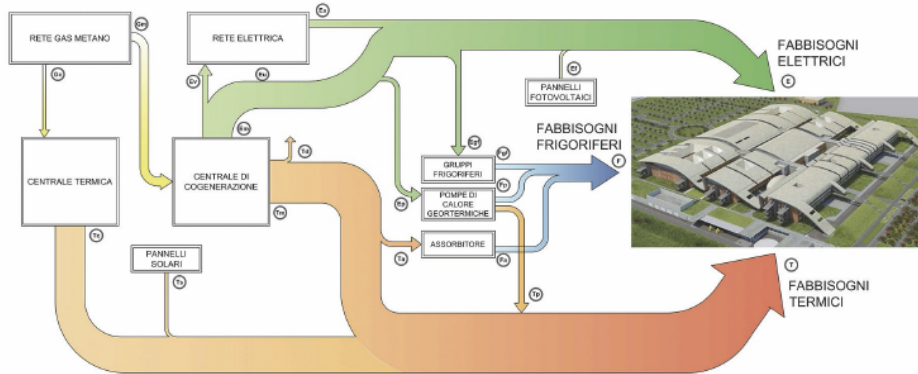
Sistema geotermico ibrido  
96 sonde, prof. 100 m  
Potenza Impianto 1.2 MW



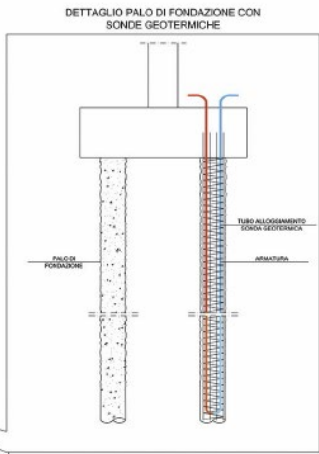
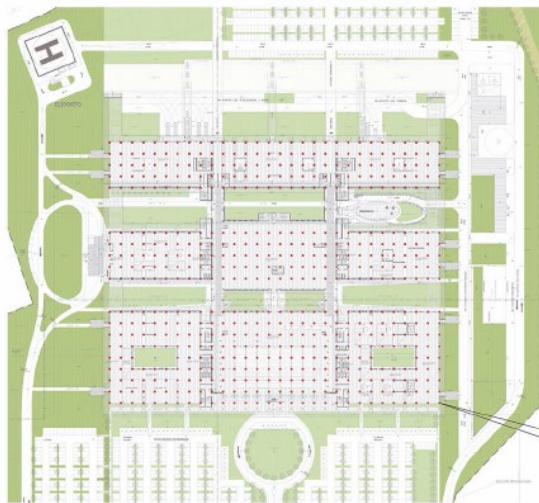
## OSPEDALE DI SCHIAVONIA (MONSELICE – PD)

1.300 sonde verticali a ciclo chiuso, inglobate all'interno dei pali profondi circa 25 m e attestate su pompe di calore,

Consente una riduzione di 105 Tep/a di energia Primaria, e oltre al risparmio economico, riduce le emissioni inquinanti (203 tCO<sub>2</sub>/a)



Schema della configurazione migliorativa del progetto termomeccanico di variante: il fabbisogno energetico risulta inferiore del 27% rispetto a un altro ospedale equivalente, con importanti vantaggi economici e ambientali.



Circa 1.300 sonde verticali a ciclo chiuso sono state inglobate all'interno dei pali di sottofondazione, profondi circa 25 m, coprendo l'intera area occupata dagli edifici ospedalieri, senza interessare ulteriori superfici.



# Esempio di sistema di geoscambio in edificio storico VILLA Pisani (Strà – VE)

IL GAZZETTINO

Domènica 27 marzo 2018

## L'arte veneziana in mostra a Villa Pisani

La pinacoteca dell'Ottocecento dialoga con le opere di giovani artisti contemporanei. Oggi l'apertura

Silvano Bassoani

STRÀ

Per la prima volta nella sua lunga storia, il Piano Nobile di Villa Pisani sarà climatizzato per ben sei mesi, attraverso l'installazione di 9 impianti per il trattamento dell'aria. L'intervento è finalizzato alla perfetta conservazione di una serie di opere preziose, aperte in occasione della mostra "Ottocecento veneziano. Venezia contemporaneo" che è stata presentata ieri e che aprirà i battenti questa mattina. Che il prossimo 26 settembre.

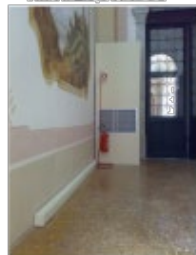


Anche il giardino della foto, con le fontane Scuderie, che è il più bello d'Italia, è stato riprodotto a tempo di mesi dopo i danni provocati da un violento nubifragio il mese scorso. L'installazione è stata temporaneamente trasferita. Infatti, i visitatori potranno entrare per la prima volta, dopo quasi trecento anni, nella lunetta giacchetta che si trova sotto la monumentale ala della Scuderie, ad un percorso di figure "apertissime" su scene "attorniate dalle statue", ovvero da tutti i restauratori che piangono nella folla. Insieme al Corò hanno, dove una scultura riproduce scene tipiche di Venezia, ad incantare di un grande monumento attraverso il soffitto del teatro, posto tra i viali del Labirinto. La mostra illustra il ruolo centrale

zione, nell'accoglienza e nell'ospite degli artisti, del XIX secolo al giorno d'oggi. Il percorso espositivo ne nel contesto veneziano si unisce e organizzato in due nuclei: le opere dell'Ottocento sono presentate negli spazi corridoi della villa, mentre quelle di alcuni giovani artisti contemporanei dialogano con il parco. La sezione curata da Miriam Zuccheri ripercorre dai primi più celebri che si sono formati e che hanno integrato nella sede dell'Accademia di Venezia, non solo nel corso dell'Ottocento ma, anche, nei primi anni del secolo successivo. A dimostrazione del fatto che Venezia sia ancora oggi un vivace centro culturale dove si formano e lavorano giovani artisti sono stati invitati cinque di loro. Elisabetta di Mag-



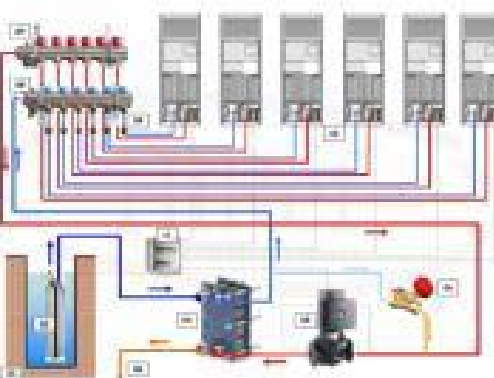
Il edificio utilizzato per le installazioni



Dettaglio installato nei punti in cui vengono

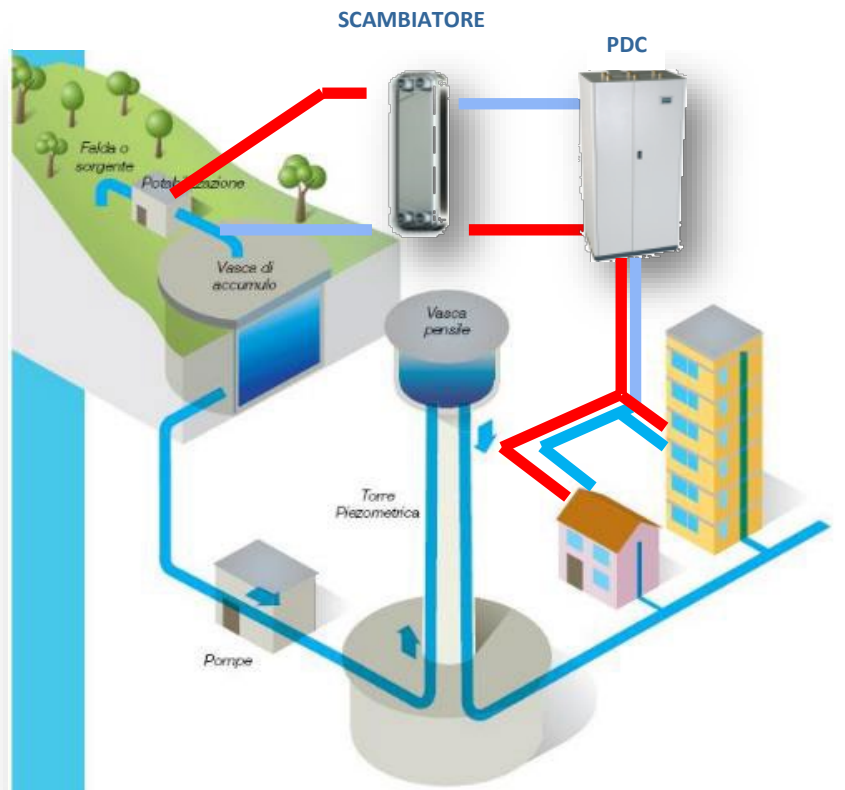


Dettaglio installato nei punti in cui vengono



1. Basso con la limitazione del valore di temperatura.
2. Serramentamento impermeabile di isolamento.
3. Serramentamento impermeabile di isolamento.
4. Serramentamento impermeabile del sistema di climatizzazione.
5. Pompa inverter per climatizzazione circuito idrico.
6. Serramentamento impermeabile per la minima perdita al circuito.
7. Collettore idrico idraulico della villa.
8. Collettore idraulico della villa.
9. Pannello di controllo per la climatizzazione della villa.
10. Serramentamento impermeabile per la minima perdita al circuito.
11. Quadro elettrico climatizzazione idraulica (230V/16A/50Hz) pompa per gestione idraulica su apparecchiature idrauliche.





Accumulatore di stratificazione

Pontos AquaCycle



**hansgrohe**



Scambiatore di calore nel primo stadio del Pontos AquaCycle





## SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE IDROTERMICA CON USO DI ACQUE LAGUNARI NELLA CITTA' DI VENEZIA





Lungo la strada.....



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



Centro interdipartimentale di ricerca  
"CENTRO STUDI DI ECONOMIA E TECNICA  
DELL'ENERGIA GIORGIO LEVI CASES"

*Il nostro compito non è prevedere il futuro,  
ma renderlo possibile*

Antoine de Saint Exupéry

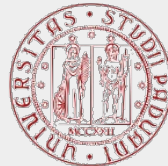


GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

[antonio.galgaro@unipd.it](mailto:antonio.galgaro@unipd.it)



Centro interdipartimentale di ricerca  
"CENTRO STUDI DI ECONOMIA E TECNICA  
DELL'ENERGIA GIORGIO LEVI CASES"



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA



**InnovatiVE**  
SMART SPECIALISATION STRATEGY  
VENETO