



VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PER
REALIZZAZIONE DI POZZI GEOTERMICI E DI UNA
CENTRALE ORC PER PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA NEL COMUNE DI JOLANDA DI SAVOIA (FE)
PROGETTO POLA

**IMPIANTO GEOTERMICO – DESIGN CRITERIA
REPORT**

SOCIETÀ RICHIEDENTE		TECNICO INCARICATO	
 GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL Sede legale: via Maurizio Gonzaga 2, Milano PEC: Geotermia.italia@legalmail.it		 GIPRI srl V. G. March 14/A, 57121 Livorno Tel. +39 0586 426547 info@gipri.it - www.gipri.it	
TITOLO ELABORATO			
Impianto geotermico – Design criteria report			
DATA 14/12/2022	RIF. FILE -	SCALA -	

0A	12/12/2022	PRIMA EMISSIONE	Turboden	J.Bernini	L.Villani
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	ESAMINATO	ACCETTATO

Il presente disegno è aziendale. La società tutela i propri diritti a termine di legge./ This file is company property. Company lawfully all rights.

Design criteria report

- Impianto geotermico Pola -

Rev.	Descrizione	Autore	Controllato da	Approvato da	Data
0	Prima emissione	AB0386	CP0128	MD0098	05/10/2022
1	Aggiornato in giallo	AB0386	CP0128	MD0098	06/12/2022

SOMMARIO

1	OBIETTIVO	3
2	DATI DI INPUT	3
2.1	Caratteristiche dell'acqua geotermica	3
2.2	Sito di installazione	3
3	CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	5
3.1	Progettazione termodinamica.....	5
3.2	Progettazione degli scambiatori di calore e del condensatore raffreddato ad aria	5
3.3	Progettazione della turbina e del generatore	9
3.4	Progettazione delle pompe del fluido di lavoro ORC	9
3.5	Conclusione	10

1 OBIETTIVO

Lo scopo di questo documento è descrivere i dati di input e i criteri di progettazione della centrale geotermica Pola.

I dati inseriti saranno riepilogati in termini di:

- ipotesi sulle proprietà dell'acqua geotermica (portata, temperatura, composizione chimica) per lo scenario progettuale
- luogo di installazione
- dati climatici

A partire dai dati di input verranno descritti i criteri progettuali applicati alla progettazione della centrale geotermica.

2 DATI DI INPUT

2.1 Caratteristiche dell'acqua geotermica

Le caratteristiche dell'acqua geotermica, ovvero temperatura, pressione, portate, composizione chimica e temperatura di reiniezione sono riportate nella Tabella 1:

Properties	
Temperatura [°C]	145
Pressione [bara]	50
Portata massica totale [l/s]	500
Sali totali disciolti [g/l]	60
Limite della temperatura di reiniezione [°C]	Nessun vincolo

Tabella 1: caratteristiche dell'acqua geotermica

2.2 Sito di installazione

Il sito di installazione della centrale geotermica è situato nel comune di Jolanda di Savoia, in provincia di Ferrara. Il sito di installazione è mostrato in Figura 1.



Figura 1: sito di installazione dell'impianto geotermico

La temperatura di bulbo secco dell'aria utilizzata per il caso di design è 14°C.

3 CRITERI DI PROGETTAZIONE

3.1 Progettazione termodinamica

Al fine di massimizzare la potenza elettrica installata, e quindi la produzione annuale di energia elettrica, è stata scelta una configurazione del ciclo ORC a doppio livello di pressione. Questa configurazione consiste in due circuiti ORC separati: l'acqua geotermica alimenta prima il circuito ORC ad alta pressione e in seguito il circuito ORC a bassa pressione, mentre viene raffreddata durante il processo.

L'isobutano è il fluido organico appropriato per la temperatura della risorsa geotermica.

L'acqua geotermica è stata descritta con il modello ELEC-NRTL, adatto per miscele elettrolitiche, a causa del contenuto di sali disciolti.

Il numero di unità ACC (denominata "baia ACC", composta da 2 gruppi ventilatore) è stato selezionato per ridurre il più possibile la pressione di scarico della turbina, puntando a massimizzare la potenza meccanica della turbina.

I rigeneratori, utili per recuperare il calore dal vapore di scarico dallo scarico della turbina, non sono stati inclusi nel circuito ORC; la presenza del rigeneratore nel circuito ORC è particolarmente utile quando la temperatura ambiente diminuisce ed è necessario considerare la limitazione della temperatura di reiniezione dell'acqua geotermica. Poiché nel presente progetto non sono previsti vincoli sulla temperatura di reiniezione, i rigeneratori non sono stati inclusi.

L'impianto è stato progettato per un periodo di funzionamento di almeno 25 anni considerando che siano rispettate le indicazioni del costruttore per la manutenzione periodica.

3.2 Progettazione degli scambiatori di calore e del condensatore raffreddato ad aria

Gli scambiatori di calore sono di tipo Shell & Tube e sono progettati secondo il codice EN13445 TEMA C.

L'acqua geotermica scorre nei tubi degli scambiatori di calore: questa scelta consente la pulizia dei tubi, in quanto possono verificarsi corrosione e precipitazione di solidi a causa dell'elevata concentrazione di sali disciolti nell'acqua; a causa della composizione chimica aggressiva dell'acqua geotermica, per i tubi degli scambiatori di calore è stato scelto l'acciaio inossidabile super duplex, commercialmente denominato SAF2507; è stato utilizzato un fascio tubiero a tubi diritti con piastre tubiere fisse per consentire la pulizia (senza curve a U). Il mantello dello scambiatore è realizzato in acciaio al carbonio.

La configurazione degli scambiatori di calore del circuito ORC di alta pressione è a tre stadi: un evaporatore e due preriscaldatori; il circuito di bassa pressione consiste di un evaporatore e un preriscaldatore. Ogni preriscaldatore può essere costituito da più di una unità. La velocità dell'acqua geotermica nei tubi deve essere superiore a 1 m/s per evitare la formazione di depositi solidi.

La pressione di progetto del circuito dell'acqua geotermica è 60 bar. Il materiale del circuito geotermico può essere acciaio al carbonio: in questo caso, data l'elevata pressione di progetto e la corrosione provocata dai sali disciolti nella brina, si suggerisce l'impiego della schedula 60 oppure 80. In alternativa è possibile utilizzare degli acciai inossidabili super duplex.



Figura 2: Esempio di preriscaldatori a fascio tubiero in fase di costruzione (progetto Kirchweidach (DE)).



Figura 3: Esempio di preriscaldatori a fascio tubiero in fase di costruzione (progetto Kirchweidach (DE)).

Il condensatore ad aria è costituito da più unità modulari, ciascuna composta da due ventilatori assiali di diametro 6.7 m, in configurazione indotta; i ventilatori sono di tipo a basso impatto acustico per rispettare i requisiti sui limiti di legge dell'emissione sonora. Il fascio tubiero delle unità dell'ACC è costituito da tubi in acciaio al carbonio con alettatura in alluminio. Il condensatore ad aria comprende i fasci tubieri, le ventole, i motori, le strutture di supporto e le attrezzature ausiliarie necessarie, come scale e piattaforme.

Ogni scambiatore di calore è stato progettato con almeno il 10% di superficie (rispetto alle condizioni di scambiatore sporco).



Figura 4: Esempio di condensatore ad aria in fase di costruzione (progetto Kirchweidach (DE)).

3.3 Progettazione della turbina e del generatore

È previsto un generatore elettrico sincrono raffreddato ad acqua. Le turbine ORC ad alta e bassa pressione saranno collegate ad un generatore a doppio albero. La velocità di rotazione del generatore è di 1500 rpm; non sono necessari riduttori tra il generatore e le turbine, poiché queste sono progettate per funzionare alla stessa velocità di rotazione del generatore elettrico.

Le turbine saranno progettate ad hoc per lo specifico progetto, con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza sia in condizioni di progetto che fuori progetto, soprattutto in condizioni invernali, per massimizzare la produzione annuale di energia senza limitazioni meccaniche.



Figura 5: Esempio di turbina.

3.4 Progettazione delle pompe del fluido di lavoro ORC

Una volta condensato nei fasci tubieri dell'ACC, il fluido organico viene raccolto nei collettori sottostanti l'ACC e quindi

pompato verso gli scambiatori di calore da pompe centrifughe assiali multistadio; l'uso di pompe verticali può essere valutato nelle fasi successive dello sviluppo del progetto. NPSH delle pompe sarà progettato per prevenire la cavitazione della pompa.

Sono previste sei pompe per il ciclo ad alta temperatura e cinque pompe per il ciclo a bassa temperatura.



Figura 2: Esempio di pompe per fluido di lavoro (progetto VDH (FR))

3.5 Conclusione

Sulla base dei dati di input e con i criteri di progettazione descritti, le prestazioni risultanti del turbogeneratore ORC

saranno descritte nel documento Performance report P22060-ENG.ICS-1100.