



Aspetti tecnico-scientifici per la localizzazione di una centrale nucleare.

Flaviano Bruno

Latina, 02 luglio 2025

Contenuto

- Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari
- Il Sistema elettrico nazionale – Rete elettrica, centri di produzione e centri di consumo elettrico
- Il nuovo nucleare sostenibile
- I distretti industriali italiani – il consumo di calore
- Scenari Realizzativi per le Centrali Nucleari
- Aspetti di sicurezza sui reattori (presentazione di G. Di Bartolomeo)
- Considerazioni ambientali per la localizzazione (presentazione di E. Bunone)

Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari

Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari

L'approccio standard per l'ubicazione di un impianto nucleare prevede 2 fasi principali: la prima di selezione dei siti e la seconda di valutazione dei siti. Complessivamente in queste 2 fasi ci sono 5 passaggi:

- Passaggio di **indagine sui siti**: Identificazione, attraverso screening e confronto, di potenziali regioni, siti potenziali e siti candidato;
 - Passaggio di **selezione del sito**: Valutazione e selezione del sito finale attraverso la definizione di una classifica dei siti candidato;
 - Passaggio di **caratterizzazione del sito**: Conferma dell'accettabilità e caratterizzazione completa del sito. Derivazione delle basi di progettazione correlata al sito;
 - Passaggio **pre-operativo**: attività di conferma e monitoraggio
 - Passaggio **operativo**: rivalutazione dell'attività di conferma e monitoraggio sulla base di una revisione periodica della sicurezza:
-
- Fase di selezione del sito
- Fase di valutazione dei siti

Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari

La scelta del sito tiene in genere conto di tutti i tipi di rischi e interazioni tra l'impianto e l'ambiente circostante:

- eventi naturali come terremoti, fenomeni geotecnici, vulcanismo, inondazioni, eventi meteorologici;
- eventi indotti dall'uomo (sia di origine accidentale che dolosa);
- dispersione della radioattività e fattibilità di piani di emergenza.

Queste sono anche chiamate caratteristiche relative alla sicurezza.

Anche fattori non relativi alla sicurezza devono essere considerati per un'ubicazione sostenibile e appropriata degli impianti nucleari, come

- ✓ la protezione fisica dell'impianto,
- ✓ la tecnologia dell'impianto,
- ✓ gli aspetti economici,
- ✓ la disponibilità di acqua di raffreddamento,
- ✓ la disponibilità di trasporti e l'accesso alla rete elettrica,
- ✓ l'impatto ambientale non radiologico e
- ✓ l'impatto socioeconomico.

Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari

Chiaramente, il problema di individuare i siti più idonei implica la valutazione di un'ampia area in base a un gran numero di criteri.

I criteri indicati nella slide precedente possono essere raggruppati come di seguito indicato:

- ✓ Salute, sicurezza e protezione (trattati nelle Guide della Serie sulla Sicurezza dell'AIEA);
- ✓ Ingegneria e costi;
- ✓ Socio-economici;
- ✓ Ambientali.

Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari

CRITERI DI INGEGNERIA E DI COSTO

I criteri di ingegneria e di costo sono principalmente utilizzati per il sopralluogo e la selezione del sito.

Potrebbero essere molto importanti per il proprietario del sito nella classificazione delle aree e dei siti..

- Idoneità dell'acqua per il raffreddamento
- Idoneità dell'infrastruttura elettrica esistente
- Posizione dei principali centri di consumo (carichi) e prezzo di vendita dell'energia
- Idoneità dell'infrastruttura di trasporto
- Considerazioni tecnologiche
- Impatto delle strutture esistenti
- Costi di sviluppo e costruzione del sito
- Siti multi-unità
- Considerazioni sulla sicurezza e la protezione fisica
- Opinione degli stakeholder
- Procedimenti normativi e legali regionali

Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari

Idoneità dell'infrastruttura elettrica esistente

I potenziali siti per una centrale nucleare devono essere posizionati strategicamente, sia per la connessione alla rete di trasmissione che per la fornitura di elettricità ad ampie aree di domanda.

Un fattore importante è la capacità del sistema di rete di accettare la fornitura di energia in un determinato sito senza richiedere costosi e lunghi interventi di rinforzo o di modifica di linee/sottostazioni.

Una centrale nucleare, visto l'elevato costo capitale e basso costo operativo dovrebbe funzionare come impianto che fornisce il carico di base e l'infrastruttura di rete dovrebbe consentirne il funzionamento continuo a piena potenza.

L'alimentazione esterna per una centrale nucleare è molto importante, va pertanto garantita una alimentazione adeguata e affidabile.

Questi fattori possono essere utilizzati come criterio di esclusione nella fase 1 per eliminare aree e siti in cui i costi di installazione di un'infrastruttura di rete idonea sarebbero proibitivi. Saranno inoltre utilizzati nella selezione e nella classificazione dei siti sulla base di un'analisi dettagliata della rete e di stime dei costi di eventuali miglioramenti della rete.

Approccio standard all'ubicazione delle centrali nucleari

Posizione dei principali centri di carico e prezzo di vendita

Le centrali nucleari dovrebbero essere ubicate relativamente vicine ai principali centri di carico, come grandi centri abitati, industrie ad alta intensità energetica, centri industriali, al fine di ridurre al minimo i costi delle linee di trasmissione e le perdite di potenza. Va tuttavia considerato che, per i grandi centri abitati, le centrali nucleari di grande taglia hanno un requisito di distanza minima da un centro abitato; questo requisito con i reattori modulari di piccola taglia è molto ridotto (la riduzione, nei progetti dei vendor è molto inferiore alla semplice proporzione rispetto alla taglia del reattore).

Per la selezione finale del sito, tra diversi siti candidati, interviene anche il prezzo di vendita dell'elettricità; vanno pertanto tenuti in debito conto i principali fattori che determinano i prezzi dell'energia durante la vita operativa dell'impianto, comparando tali fattori tra i diversi siti candidati.

Questi fattori saranno utilizzati principalmente per la selezione e la classificazione dei siti in base alle differenze dei costi previsti tra i diversi siti.

Con le nuove centrali nucleari, dove viene sfruttato anche il calore, i centri di consumo non si riferiscono solo al consumo elettrico ma anche al consumo di calore.

Il Sistema elettrico nazionale – Rete elettrica, centri di produzione e centri di consumo elettrico

Il Sistema elettrico nazionale

La rete elettrica

Come si può notare la rete di trasmissione elettrica nazionale nel Nord Italia è molto articolata con molte sottostazioni. Soprattutto nella regione Lombardia, ma con una buona presenza anche in Piemonte, Veneto ed Emilia.

Lungo lo stivale presenta due dorsali principali una lungo il tirreno e una lungo l'adriatico. Nella dorsale tirrenica si possono notare vari nodi in Toscana e lungo tutta la costa del Lazio e della Campania.



Il Sistema elettrico nazionale

Centri di produzione elettrica

Le centrali elettriche seguono una distribuzione simile a quella descritta nella per la rete di trasmissione.

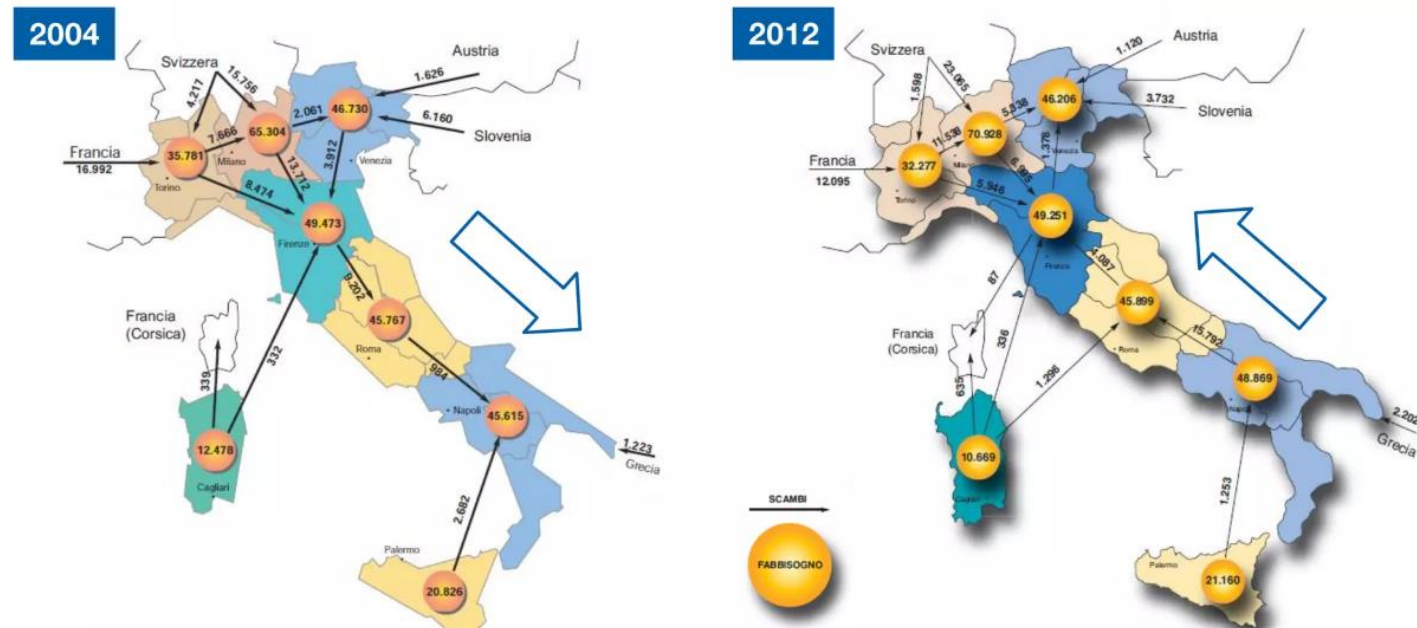
Come si può vedere le centrali principali sono concentrate nel centro nord, vicino ai punti principali di consumo.



Il Sistema elettrico nazionale

Centri di consumo elettrico

L'analisi dei fabbisogni elettrici tra il 2004 e il 2012 fa capire che sostanzialmente i valori di consumo sono variati di poco. La struttura della rete nazionale e degli scambi tra le diverse regioni, con l'ingresso importante delle rinnovabili, è cambiato perché nella sostanza si è disaccoppiato la relazione centri di produzione e centri di consumo.



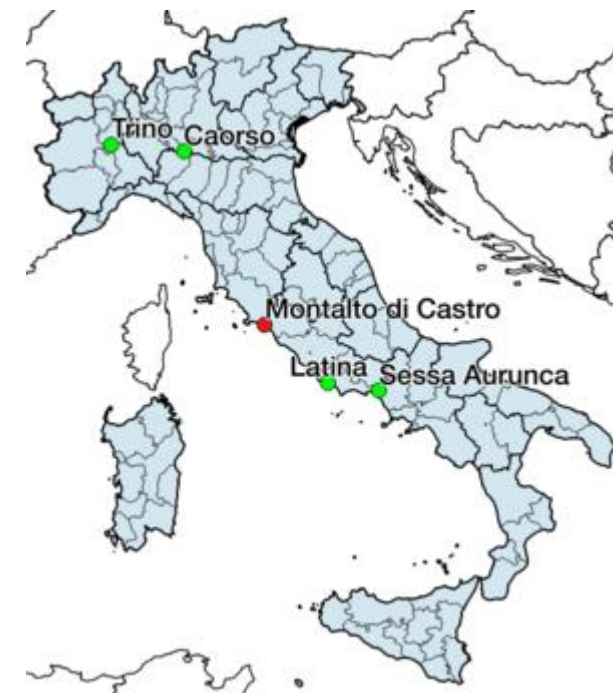
Il Sistema elettrico nazionale

L'ubicazione delle centrale nucleari italiane

Tornando al nucleare e alla sua ubicazione, nel passato un piano di ubicazioni delle centrali fu definito tra il 1975 e il 1977. Quello del 1975 identificava una strategia con una primitiva ipotesi di costruzione di 20 centrali nucleari da 1.000 MWe in 10 anni, tale approccio venne poi ridimensionato nel 1977 con un piano che prevedeva la realizzazione di "sole" 10.850 MWe nucleari entro il 1985 (di fatto rendeva operativo l'appalto delle prime quattro; decisione che derivò da una mediazione tra diversi interessi economici, politici e sindacali.

Nella metà degli anni '80, oltre i 4 siti già operativi (il reattore di Garigliano era stato fermato nel 1982), erano stati identificati altri 2 siti, Montalto di Castro (in costruzione) e Trino2.

Di fatto la loro ubicazione segue le strategie classiche di vicinanza ai centri di consumo.



Il nuovo nucleare sostenibile

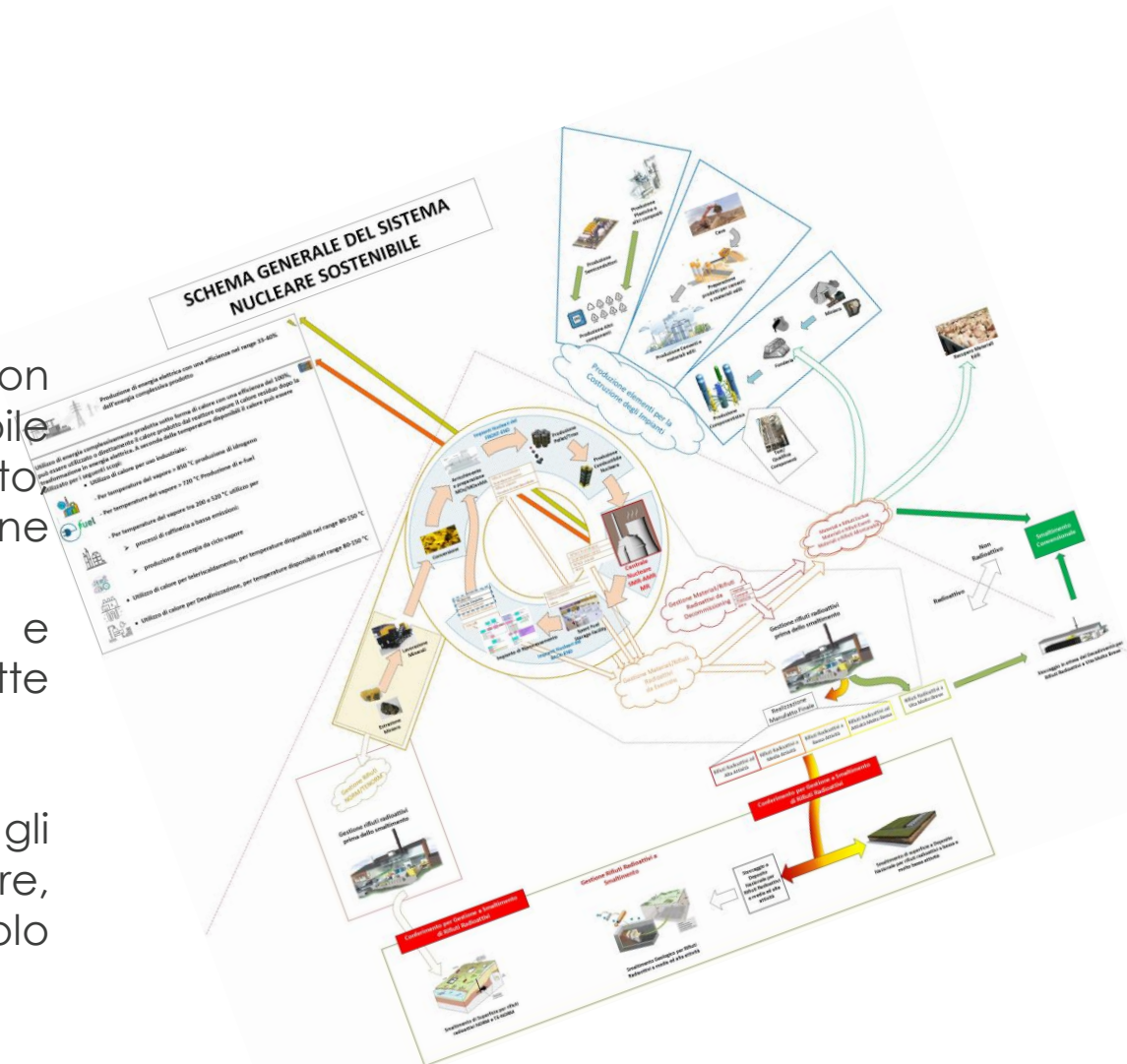
Il nuovo nucleare sostenibile

Sostenibile perché:

Si occupa in modo più efficace della chiusura del ciclo: con un approccio modulare e una produzione in serie è possibile pensare ad un decommissioning che sia standardizzato ottimizzando quindi i processi di smantellamento e gestione rifiuti radioattivi.

Minimizza l'utilizzo delle risorse, ha un basso footprint, e l'impatto perché è una fonte energetica che non emette CO2 in fase di produzione energia.

Inoltre con i nuovi progetti di reattore (in particolare per gli SMR), permette by-design lo sfruttamento anche del calore, in alcuni casi i reattori sono progettati per produrre solo calore da utilizzare per il sistema civile/industriale.



Il nuovo nucleare sostenibile

Lo sfruttamento di Calore

Utilizzo di energia complessivamente prodotta sotto forma di calore può essere utilizzato o direttamente il calore prodotto dal reattore oppure il calore residuo dopo la trasformazione in energia elettrica. A seconda delle temperature disponibili il calore può essere utilizzato per i seguenti scopi:



- **Utilizzo di calore per uso industriale:**

- Per temperature del vapore > 850 °C produzione di idrogeno

- Per temperature del vapore > 720 °C Produzione di e-fuel

- Per temperature del vapore tra 200 e 520 °C utilizzo per

- processi di raffinaria a bassa emissioni:

- produzione di energia da ciclo vapore



- **Utilizzo di calore per teleriscaldamento, per temperature disponibili nel range 80-150 °C**

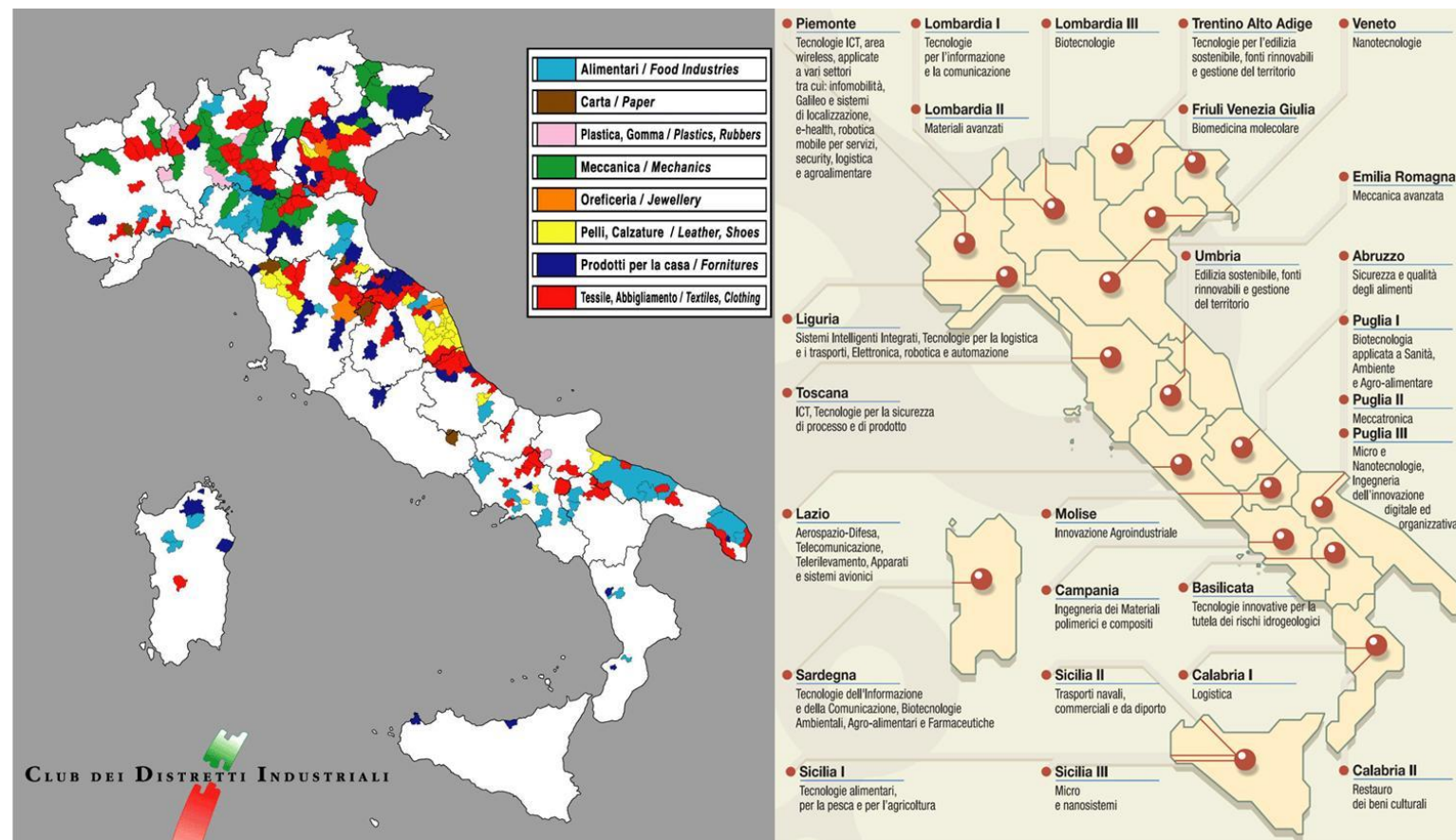


- **Utilizzo di calore per Desalinizzazione, per temperature disponibili nel range 80-150 °C**

I distretti industriali italiani – il consumo di calore

I distretti industriali italiani

I distretti industriali italiani continuano a dimostrare una forte competitività a livello globale, registrando nel 2024 un nuovo record sia per l'export, che ha raggiunto €163,4 miliardi (+0,9%), sia per il saldo commerciale, che ha superato la soglia di €100 miliardi. Risulta fondamentale considerare anche i distretti industriali in una logica complessiva di localizzazione



I distretti industriali italiani

il consumo di calore

Distretto Ceramico di Sassuolo:

Questo distretto è caratterizzato da un elevato consumo di energia, principalmente per la cottura delle piastrelle. Il calore, spesso derivante da un impianto termoelettrico, è fondamentale per il processo produttivo, mentre l'elettricità viene utilizzata per i macchinari e l'illuminazione.

Distretto Tessile di Prato:

L'industria tessile, soprattutto quella legata alla tintoria e alla finitura dei tessuti, ha un consumo significativo di energia elettrica per i macchinari, oltre a un utilizzo di calore per i processi di asciugatura e tintura.

Distretto Agroalimentare della Romagna:

Qui i consumi energetici sono legati ai processi di trasformazione e conservazione dei prodotti alimentari. Si registra un utilizzo di energia elettrica per i macchinari e per la refrigerazione, e di calore per i processi di cottura, pastorizzazione e sterilizzazione.

Distretto Meccanico di Modena:

Questo distretto, noto per la produzione di auto sportive e macchinari, presenta un consumo energetico variabile, con una prevalenza dell'elettricità per i macchinari e i processi di produzione, e un utilizzo del calore per trattamenti termici e saldature.

I distretti industriali italiani

il consumo di calore

Consumi energetici:

Elettricità:

I distretti industriali utilizzano l'elettricità per alimentare macchinari, impianti di illuminazione, sistemi di controllo e automazione. I consumi variano a seconda della tecnologia utilizzata e dell'intensità produttiva.

Calore:

Il calore è essenziale per molti processi industriali, come la cottura, l'essiccazione, la fusione e la trasformazione di materie prime.

Le fonti di calore attuali sono essenzialmente gas naturale, biomassa, olio combustibile o energia elettrica, a seconda della disponibilità e delle esigenze specifiche del distretto.

Il nucleare può essere una fonte sostitutiva per perseguire nella decarbonizzazione del sistema sostituendo ad esempio il calore prodotto dal gas naturale o dall'olio combustibile, oppure generando energia elettrica utilizzata nello stabilimento per la successiva produzione di calore. Va evidenziato come la generazione di calore ed il suo sfruttamento sono processi di produzione ed utilizzo che non possono avere distanze rilevanti tra loro.

Scenari Realizzativi per le Centrali Nucleari

Scenari Realizzativi per le Centrali Nucleari

Con il nuovo Nucleare Sostenibile e gli SMR, sulla localizzazione delle centrali nucleari, tra i criteri discrezionali, va sicuramente considerato la possibilità di sfruttare il calore.

Si delineano pertanto 2 scenari di possibile localizzazione delle centrali nucleari:

- Scenario 1: Impianti integrati nella rete elettrica nazionale che producono energia elettrica, da immettere nella rete elettrica nazionale, e calore, per l'utilizzo locale per sistema civile o per un sistema industriale;
- Scenario 2: Impianti isolati dalla rete, tipicamente dedicate ad un sistema industriale, che possono essere realizzati per:
 - Produzione ibrida di energia elettrica e calore
 - Produzione di solo calore



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Seguici su

SOGIN.IT NUCLECO.IT DEPOSITONAZIONALE.IT

