



I.S.F.O.A. HOCHSCHULE FÜR SOZIALWISSENSCHAFTEN  
UND MANAGEMENT

**Corso di Laurea Magistrale  
Ingegneria Ambientale ed Energetica**

**Tesi di Laurea  
Magistrale**

**Sistemi di produzione di energia elettrica da “Fonti  
Rinnovabili”, conformi alle norme di sicurezza ed affidabilità,  
ottimizzati per applicazioni in centri strategici militari**

**Relatore**

Prof. Ing. Gianfranco LIUZZI

**Candidato**

Giuseppe MARTINA

**Giugno**

**2022**



Il segreto del cambiamento è di  
concentrare tutta la tua energia non  
nel combattere il vecchio ma nel  
costruire il nuovo.

***Socrate***



## Sommario

Introduzione .....	7
Panoramica globale.....	9
1 Sicurezza Energetica.....	10
1.1 Definizione .....	10
1.2 I rischi per la Sicurezza Energetica .....	14
1.3 La tutela della Sicurezza Energetica .....	16
1.4 Le fasi e i fattori che contribuiscono alla tutela della Sicurezza Energetica .....	17
1.5 La Sicurezza Energetica nel comparto Difesa.....	19
2 Contesto di riferimento.....	22
2.1 Unione Europea.....	22
2.2 N.A.T.O.....	23
2.3 ITALIA.....	24
2.4 Strategia Energetica Nazionale (SEN).....	25
2.5 Il tema Energia nel comparto Difesa .....	28
2.6 Capacità Energetica della Difesa .....	29
2.7 Piano per la Strategia Energetica della Difesa (SED) .....	30
3 Le Fonti di Energia Rinnovabili .....	33
3.1 Energia Idroelettrica .....	35
3.2 Energia Fotovoltaica .....	38
3.3 Energia Eolica.....	41
3.4 Energia da Biomassa.....	45

3.5 Energia Geotermica .....	47
4 La Transizione Energetica della Difesa .....	50
4.1 Distretto energetico intelligente in ambito militare .....	51
4.1 L'integrazione di tecnologie per l'autoproduzione in un sito militare.....	53
Conclusioni .....	55
Bibliografia.....	58

## **Introduzione**

L'energia è alla base di qualsiasi processo lavorativo e sta nell'abilità dell'uomo sfruttarne le potenzialità attraverso adeguati strumenti tecnologici che ne limitino le perdite di trasformazione.

Considerata la sua centralità, l'energia costituisce una variabile strategica per la crescita economica, sociale e culturale di ogni Paese. Basti pensare all'effetto che hanno avuto nel corso della storia eventi come la rivoluzione industriale, essenzialmente fondata sullo sfruttamento del carbone, e l'avvento dell'era del petrolio iniziata in America a fine '800.

Attualmente, stiamo assistendo ad una fase di transizione epocale poiché lo sfruttamento delle fonti di energia fossile, il cui utilizzo è ancora largamente diffuso per alimentare le attività umane, sta divenendo sempre meno competitivo in termini sia di costo che di continuità e sicurezza nella disponibilità. Questo è dovuto, in primo luogo, al fatto che le riserve conosciute di energia fossile non sono illimitate e, in secondo luogo, che queste sono fortemente localizzate in pochi Paesi del mondo, alcuni dei quali sono soggetti ad alta instabilità politica.

In tale contesto il miglioramento dell'efficienza energetica, l'uso di fonti rinnovabili di energia, l'implementazione di processi, tecniche e tecnologie per la razionalizzazione e la riduzione del fabbisogno energetico assumono importanza cruciale per i Paesi e per le Forze Armate dell'Unione Europea (UE) e per la NATO.

Come ampiamente riconosciuto a livello internazionale, il comparto della Difesa, per il proprio naturale assetto e per i compiti istituzionali che assolve, costituisce uno dei settori più energivori delle articolazioni di uno Stato. Alla luce di queste considerazioni è necessario promuovere l'efficienza del sistema Difesa, che si

tradurrà con la riduzione della spesa inutile e il miglioramento della qualità del funzionamento dello strumento militare.

Per il conseguimento di tale obiettivo, i punti chiave sono rappresentati da:

- una conoscenza certa dell'attuale situazione energetica della infrastruttura della Difesa;
- l'utilizzo di sistemi integrati per la gestione energetica e la relativa implementazione della governance;
- l'impiego di tecnologie avanzate, compatibili con le specifiche esigenze dello strumento militare;
- la definizione di specifici requisiti tecnici da considerare nelle fasi di progettazione, acquisizione di mezzi, strumenti, materiali e infrastrutture.

In tale contesto e in armonia con gli indirizzi nazionali definiti nella Strategia Energetica Nazionale (SEN), la Difesa si è adeguata all'attuale contesto economico/politico dotandosi di una più ampia visione sulle tematiche energetiche mediante l'emanazione e l'adozione di un Piano per la Strategia Energetica (SED), una vera e propria "road map" di riferimento per l'intero comparto, che si pone l'obiettivo di dotarsi di un "Sistema di gestione dell'energia" contestualizzato alla specificità e tipicità dello strumento militare e di conformarsi all'attuale quadro economico/tecnologico.

Il Piano SED definisce inoltre il percorso attraverso il quale la Difesa intende da un lato perseguire il rispetto degli obiettivi nazionali di sostenibilità, di miglioramento dell'efficienza e di riduzione delle emissioni legate all'utilizzo dell'energia, con contestuali riflessi sulle riduzioni di spesa a regime, dall'altro attuare un aumento di resilienza dell'approvvigionamento energetico nei confronti di sempre crescenti e multiformi minacce di varia natura che potranno manifestarsi nel prossimo futuro.

## Panoramica globale

Il conflitto tra Russia e Ucraina, oltre ad aver dato vita a una crisi umanitaria ed economica, ha provocato una grave crisi energetica, proprio come quella vissuta negli anni '70 con gli shock petroliferi.

L'Unione Europea si è subito resa conto della propria debolezza dal punto di vista energetico e della sua dipendenza da altri Stati del mondo, come la Russia, e ha avviato una serie di azioni atte a rendersi indipendente dalle importazioni di gas da altri paesi entro il 2030 ed accelerare lo sviluppo delle energie rinnovabili.

Anche il governo italiano sta affrontando in questi giorni il problema di come differenziare l'approvvigionamento del gas fossile, poiché allo stato attuale siamo troppo dipendenti da questa fonte, ma la scelta vera è quella che dovrà fare in contemporanea e cioè decidere a quale mix energetico affidarsi d'ora in poi.

L'obiettivo principale dovrebbe essere investire subito e in modo massiccio sulle rinnovabili, energie sicure e pulite, che possono essere installate quasi ovunque e in poco tempo potrebbero ridurre sensibilmente la dipendenza energetica dell'Italia, abbassando di conseguenza i costi dell'energia ed esponendoci di meno ai rischi dell'inflazione.

Rinnovabili, accumuli, risparmio ed efficienza sono l'unica soluzione in grado di garantire la **sicurezza energetica** e minori impatti ambientali e climatici, oltre ad una convenienza economica, soprattutto in un Paese come il nostro, che potrebbe sfruttare più facilmente di altri il sole e il vento.

## 1 Sicurezza Energetica

### 1.1 Definizione

L'Agenzia Internazionale dell'Energia definisce la sicurezza energetica come la disponibilità ininterrotta di fonti di energia ad un prezzo ragionevole. Esiste un legame profondo tra la fornitura, la disponibilità delle risorse naturali necessarie per la generazione dell'energia e la sicurezza energetica.

L'accesso all'energia ad un prezzo ragionevole è essenziale per il funzionamento della vita politica, economica e sociale dei sistemi contemporanei.

A questa definizione, l'UE aggiunge la caratteristica di salvaguardia dell'ambiente: la sicurezza ambientale.

La Sicurezza Energetica è intesa come l'insieme delle attività volte a ridurre la vulnerabilità derivante dall'impiego di risorse energetiche, garantendo un accesso a esse sicuro e sostenibile

La Commissione europea definisce la sicurezza energetica come la possibilità di garantire, per il benessere dei cittadini e il buon funzionamento dell'economia, la disponibilità fisica e continua dei prodotti energetici sul mercato ad un prezzo accessibile a tutti i consumatori (privati e industriali), nel rispetto dell'ambiente e nella prospettiva dello sviluppo sostenibile.

Per parlare di sicurezza, quindi, non è sufficiente che gli Stati abbiano una garanzia sulle fonti, ma è necessario che le risorse utilizzate abbiano il requisito del rispetto della sicurezza ambientale. Il cambiamento climatico e la sicurezza ambientale non sono più solo una questione di affari internazionali e di negoziati, bensì di sicurezza.

La sicurezza energetica è un punto di intersezione tra sicurezza nazionale, intesa in senso più ampio, e la disponibilità delle risorse che sono indispensabili per garantire la vita politica, economica e sociale all'interno del Paese.

È un concetto interdisciplinare, impossibile da analizzare disgiuntamente da altri ambiti sui quali va ad impattare.

È un concetto mutevole, perché cambia a seconda che venga inteso dal punto di vista di un Paese esportatore di risorse o da quello di uno importatore. Per esempio, per un Paese esportatore di petrolio, la sicurezza sarà quella di garantirsi una forma di domanda del proprio prodotto.

Nella misura in cui cresce la domanda del prodotto che esporta, cresce anche la forza, il posizionamento e la sicurezza energetica dello Stato.

Viceversa, un Paese importatore dipende dalla capacità di approvvigionamento di quella risorsa.

La distribuzione di queste forme energetiche ha creato una sorta di disparità, un panorama geopolitico molto peculiare che ha portato alcuni Paesi in una posizione di forza ed altri in una posizione di maggiore vulnerabilità.

Le relazioni energetiche sono parte rilevante delle relazioni internazionali e riguardano la sicurezza energetica del Paese e la possibilità dello stesso di occupare una determinata posizione o esercitare una certa forma di potenza a livello internazionale.

Qual è il bene protetto dalla sicurezza energetica?

- Il funzionamento del proprio sistema: senza energia non è possibile lo svolgimento della vita politica, economica e sociale;
- La vulnerabilità internazionale del proprio sistema: un Paese energeticamente vulnerabile, in quanto fortemente dipendente, è sicuramente più debole nella logica di equilibri di potenza a livello internazionale rispetto a Paesi che, invece,

possono utilizzare la leva dell'energia. Con gli idrocarburi, ad esempio, il controllo delle stazioni, il potere sulla risorsa, il control over commodity era, ed è, importante per l'influenza all'interno del panorama internazionale;

- La competitività del proprio sistema: se per produrre una unità di prodotto un Paese utilizza una energia che costa meno, a partita di prodotto, l'azienda nazionale è più competitiva rispetto a quella di un altro paese che si avvale di un'energia più costosa.

I sistemi contemporanei sono basati su una fornitura costante, su un'esigenza costante di energia.

Qual è il rischio di un modello tradizionale di sicurezza energetica basato sul controllo della commodity (della risorsa) molto concentrata e potenzialmente scarsa, quindi esauribile (es. petrolio)?

La preoccupazione di un Paese è quella di rimanere improvvisamente senza energia a causa di una qualsiasi ragione che determini il blocco delle forniture, come ad esempio una guerra, un evento naturale o lo scontro diplomatico tra paesi. Gli Stati, spinti dalla necessità di non rimanere schiacciati o di essere dipendenti dalla variazione di prezzo del mercato globale su una variabile, hanno come obiettivo quello di controllare la commodity. Il control over commodity genera, quindi, uno stress sulla sicurezza internazionale. L'importazione non è mai un problema in un mondo tendenzialmente globalizzato, ma la dipendenza è sempre un rischio.

Quali strategie può attuare un Paese che si trova in una situazione di dipendenza energetica o di emergenza energetica?

- Efficienza energetica: consumare meno energia riducendo la dipendenza da fornitori esterni. Più è alta l'efficienza energetica, più è alto il risparmio energetico. Di conseguenza, si riducono i costi di esercizio.

- Diversificazione delle rotte di approvvigionamento ampliando il numero di soggetti dai quali il Paese importa quella risorsa di cui ha bisogno. Più è alto il numero dei soggetti, meno è rischiosa la dipendenza da uno o da più di questi.

- Diversificazione delle fonti: diversificare le risorse all'interno del mix energetico, non puntando solamente sull'utilizzo di una risorsa (es. gas naturale), ma cercando di inserire nel proprio mix energetico anche risorse che il Paese è il grado di controllare.

È proprio quest'ultimo aspetto ad aver reso le energie rinnovabili attrattive per i Paesi maggiormente importatori di energia.

L'Occidente si è trovato per decenni in balia dei rischi economici e politici derivanti da un sistema incentrato sul petrolio. La prima spinta, seguita dalla sempre più crescente consapevolezza a livello internazionale della fragilità del sistema pianeta e dell'urgenza di un'azione volta a contrastare le emissioni derivanti dall'utilizzo di fonti fossili, deriva proprio dalla vulnerabilità economica dei Paesi che dipendono dalle importazioni di petrolio. Emblematica è la crisi del 1974 che ha pienamente dimostrato l'esposizione dell'Occidente al "ricatto" dell'OPEC.

L'Unione europea è sempre stata in una posizione particolare, essendo una grande area industriale e produttiva, ma estremamente povera di risorse tradizionali (es. idrocarburi). Per decenni, infatti, si è ritrovata in una posizione di dipendenza assoluta.

La componente energetica è all'origine dell'Unione europea stessa (CECA, EURATOM) e il tema della sicurezza energetica non ha mai cessato di essere uno degli assi portanti. Dipendendo l'UE, per esempio, per il 70% del fabbisogno di gas naturale dalla fornitura di fornitori esterni, è evidente che presenta un problema centrale di sicurezza energetica e, di conseguenza, di approvvigionamento.

Conscia di questa situazione di dipendenza, ha individuato nella tematica energetica e di sostenibilità una lega strategica fondamentale. Il Green Deal europeo è un piano

volto ad inquinare meno (obiettivo primario è la neutralità climatica), ma anche utile per arrivare ad una maggiore indipendenza energetica e, di conseguenza, ad una competitività economica e politica maggiore dei Paesi membri sulla scena internazionale.

Vento, sole e acqua sono risorse presenti in maniera diffusa e, sfruttandole, lo Stato può determinare un cambiamento della sua posizione di dipendenza nei confronti dei Paesi esportatori. Non c'è più un controllo sulla commodity ma vi è un controllo sulla tecnologia: control over technology.

La sicurezza energetica ha evidenti implicazioni per la dimensione militare, dal momento che incide sulle capacità operative delle Forze armate, in termini di autonomia dello strumento militare, di continuità di addestramento e operazioni; afferisce ai compiti connessi con la difesa degli interessi nazionali, sia in Patria che fuori dai confini nazionali.

## 1.2 I rischi per la Sicurezza Energetica

È possibile individuare due tipi di rischio, a seconda che interessino principalmente l'affidabilità dei rifornimenti o alla stabilità dei prezzi.

I rischi relativi all'affidabilità dei rifornimenti sono innanzitutto rischi tecnici.

Le infrastrutture sono soggette a guasti accidentali e a danneggiamenti a causa di calamità naturali (terremoti, alluvioni, fattori climatici) che possono rendere più difficile o interrompere del tutto l'accesso all'energia da parte dei consumatori finali, come nel caso di grandi black-out.

I rischi relativi all'affidabilità dei rifornimenti sono anche collegati ad attività volontarie. Le infrastrutture energetiche possono infatti essere oggetto di attività criminali con finalità economiche (pirateria) o terroristiche. Inoltre, è possibile che i flussi energetici siano interrotti per una decisione deliberata delle autorità politiche di un Paese produttore o di un Paese di transito.

I rischi relativi alla stabilità dei prezzi sono in primo luogo dovuti al fatto che i consumi energetici sono difficilmente modificabili nel breve periodo e di conseguenza la domanda energetica è piuttosto rigida. Questo significa che anche in presenza di importanti aumenti di prezzo, il consumatore finale non può ridurre i propri consumi più di tanto ed è costretto a pagare un prezzo anche molto elevato rispetto al passato recente, perché l'alternativa sarebbe quella di non avere accesso all'energia. Questa situazione fa sì che in caso di aumento repentino e impreveduto dei prezzi dell'energia, il costo più alto si traduce in una perdita di competitività per le attività produttive e in un peggioramento della bilancia commerciale. Se l'aumento dei prezzi è significativo e prolungato, si possono registrare crisi economiche anche gravi, con rischi per la stabilità politica dei Paesi più colpiti.

La variazione dei prezzi delle materie prime energetiche dipende da molti fattori. Nel breve periodo, le attività di scambio di prodotti finanziari legati all'energia possono influenzare le quotazioni, soprattutto del petrolio.

In un'ottica di più lungo periodo, a influenzare i prezzi è soprattutto l'equilibrio tra domanda e offerta. In particolare, quando la domanda cresce più dell'offerta (perché un Paese cresce molto più delle previsioni) o quando l'offerta si contrae mentre la domanda resta invariata o addirittura cresce, i prezzi tendono a salire.

Quando questi processi sono rapidi, gli scompensi che ne derivano possono essere forti e i prezzi di una materia prima energetica possono salire molto rapidamente.

Un altro elemento di rischio per la stabilità dei prezzi dell'energia è il ruolo centrale rivestito dal prezzo del petrolio. A causa di convenzioni commerciali, i prezzi di molte materie prime energetiche sono direttamente influenzati dal prezzo del petrolio, anche quando i loro mercati finali sono diversi e la sostituibilità dei due beni è molto bassa. Questa situazione fa sì che gli sbalzi nel prezzo del petrolio si trasmettano anche ad altre materie prime, amplificando i propri effetti destabilizzatori.

Un ulteriore elemento di rischio per la stabilità dei prezzi è la natura ciclica degli investimenti energetici, dovuta allo sfalsamento temporale tra la decisione di

investimento e i suoi effetti in termini di nuova capacità produttiva. Nel momento in cui i prezzi di una materia prima energetica sono bassi, cessano gli incentivi per gli operatori economici a investire in nuova capacità di produzione. Quando i prezzi iniziano a salire, generalmente per un evento imprevedibile, anche se gli operatori decidono di investire, devono passare mesi o anni prima che la nuova capacità produttiva arrivi sui mercati. Nel frattempo, i disequilibri devono essere affrontati con capacità di produzione inutilizzata (spare capacity); tuttavia, non sempre la capacità inutilizzata è sufficiente a far fronte alla nuova domanda.

### 1.3 La tutela della Sicurezza Energetica

La sicurezza energetica è annoverata tra i beni comuni e la sua tutela è una delle attività delle autorità pubbliche.

A seconda del tipo di società e del modello economico adottato, le autorità pubbliche controllano direttamente le organizzazioni preposte alla produzione di energia oppure demandano al mercato questa attività, riservandosi il compito di definire e applicare le regole.

Indipendentemente da questo, è possibile individuare tre diverse dimensioni dell'azione di tutela della sicurezza energetica. Sebbene ogni singola misura possa interessare più di una dimensione, generalmente è possibile individuarne una prevalente.

La prima dimensione di tutela della sicurezza energetica è quella tecnica, ossia relativa alle misure necessarie a garantire il funzionamento delle infrastrutture e la loro resilienza. Le misure tecniche sono relative agli standard tecnici, ai requisiti operativi, alla diversificazione degli impianti e delle tecnologie. Rientrano nella dimensione tecnica anche tutte le attività relative alla sicurezza degli impianti e alla loro difesa militare da possibili sabotaggi o azioni ostili.

La seconda dimensione della tutela della sicurezza energetica è quella economica ed è basata su una considerazione di fondo: la sicurezza ha un costo. Ogni misura volta

ad aumentare la sicurezza energetica richiede l'impiego di risorse, che necessariamente devono essere sottratte ad altri impieghi. Inoltre, non è possibile avere un grado di sicurezza assoluto, esiste sempre un certo livello di rischio ineliminabile: le autorità pubbliche devono decidere qual sia il punto di equilibrio accettabile tra un certo livello di rischio e un certo livello di costi.

La terza dimensione della tutela della sicurezza energetica è quella politica.

Ogni scelta di sicurezza energetica è intrecciata con scelte di politica sociale (quanto aiutare i consumi dei più poveri?), di politica ambientale (quanto proteggere l'ambiente?) e soprattutto di politica estera.

Per i Paesi importatori, la cooperazione coi Paesi produttori è indispensabile per accedere alle materie prime energetiche di cui non dispongono internamente.

Di conseguenza, esiste un'interazione tra le scelte di sicurezza energetica e le scelte di politica estera, soprattutto quando coinvolgono direttamente anche i Paesi fornitori.

Inoltre, poiché l'ubicazione delle riserve di materie prime energetiche è un dato geografico mentre le scelte delle autorità pubbliche sono guidate da valutazioni e strategie politiche, esiste un nesso importante tra la sicurezza energetica e la geopolitica.

#### 1.4 Le fasi e i fattori che contribuiscono alla tutela della Sicurezza Energetica

Analizzando i fattori che rendono una organizzazione sicura dal punto di vista energetico devono riferirsi a due diverse fasi che caratterizzano il processo di utilizzo di energia. La prima fase è l'approvvigionamento di risorse energetiche, ovvero tutte le attività che portano una utenza a disporre di vettori energetici in maniera sicura e sostenibile. La successiva è quella di consumo delle risorse energetiche e la loro trasformazione in altra forma.

Un elemento particolarmente importante nel garantire la resilienza di un sistema di approvvigionamento è la diversificazione su almeno tre livelli:

- il primo è quello tecnologico: fonti e modalità di utilizzo finale presentano punti di forza e di debolezza. Un certo livello di diversificazione consente il bilanciamento tra vantaggi e svantaggi ed evita che una vulnerabilità connessa a una specifica fonte possa rappresentare un rischio eccessivo per tutta la società. In altre parole, dipendere troppo da una fonte significa che ogni problema di approvvigionamento di quella fonte si trasforma immediatamente in un rischio di sicurezza.

- il secondo livello di diversificazione è relativo alle infrastrutture di importazione. Più sono diversificate le infrastrutture di importazione di gas naturale, per esempio, meno rischi si corrono in caso di incidente o attentato su una di esse. La diversificazione può anche essere relativa alla tecnologia di importazione: nel caso del gas naturale, gasdotti e impianti di rigassificazione consentono entrambi di importare, ma con tipi di vulnerabilità molto diversi.

- il terzo livello di diversificazione nell'approvvigionamento è quello dei soggetti coinvolti nella fornitura e nel transito. Una certa varietà tra questi attori costituisce una garanzia di contenimento del potere di mercato di ciascuno di essi, favorendo la cooperazione e riducendo il rischio di interruzione dei flussi, volontaria e non, e più in generale la dipendenza da ciascun partner.

Le azioni di tutela della SE riguardano anche quella del consumo. L'energia è infatti uno degli input principali del sistema produttivo, ma la quantità di energia necessaria per produrre lo stesso effetto può variare notevolmente a seconda di due fattori: la razionalizzazione del consumo e l'efficientamento.

La razionalizzazione deve essere intesa come l'insieme di qualunque azione che consenta una contrazione, in maniera sostanziale, del fabbisogno energetico. Tale azione può essere, ad esempio una procedura nuova, o un provvedimento di tipo

organizzativo che direttamente o indirettamente conduce a una riduzione dei consumi.

L'efficientamento consiste in tutti gli interventi di modifica di un sistema meccanico, impiantistico e strutturale, tesi a ridurre il peso del consumo energetico, ciò generalmente grazie all'utilizzo di nuove tecnologie o materiali che garantiscono migliori rendimenti in termini di efficienza energetica.

### 1.5 La Sicurezza Energetica nel comparto Difesa

In esito alle crescenti e mutevoli esigenze in ambito internazionale, la Sicurezza Energetica (SE) è una tematica che riveste particolare attenzione per la salvaguardia degli interessi nazionali.

L'importanza del concetto di SE deriva dalle risultanze di analisi di scenari di sicurezza internazionale e degli equilibri di natura geopolitica che prevedono un incremento di circa il 30-35% della domanda di energia al 2040, dovuta alle proiezioni di crescita demografica e all'affermazione delle cosiddette "economie crescenti".

Se a ciò si aggiungono gli eventuali scenari dovuti ai cosiddetti "shock" o "acceleratori strategici" (eventi anche naturali con effetti catastrofici su vasta scala), si intuisce quanto delicato sia il concetto di approvvigionamento energetico soprattutto per i paesi come il nostro caratterizzato da elevate quote di importazione pari a circa l'80% del fabbisogno.

Pertanto, le previsioni sull'incremento del fabbisogno energetico, l'imprevedibilità e instabilità dello scenario internazionale, la possibile volatilità dei prezzi di mercato e la potenziale riduzione di disponibilità delle risorse energetiche, costituiscono le ragioni principali per predisporre strategie di salvaguardia, mitigazione, gestione della sicurezza energetica nel più ampio scenario nazionale ed anche in accordo con i frame work delle alleanze militari in ambito NATO ed Europeo.

Per quanto sopra è indifferibile la definizione di azioni a breve, medio e lungo termine da attuare nel settore Difesa per garantire la Sicurezza Energetica a sostegno degli interessi nazionali e non solo intesa in termini di continuità dell'approvvigionamento ai siti militari. Le azioni dovranno riguardare i tre ambiti della dimensione militare della sicurezza energetica, ovvero:

- la “consapevolezza e diffusione delle conoscenze” nello specifico settore attraverso campagne di consapevolezza, ovvero mediante corsi di formazione ed informazione;
- l’“efficientamento energetico” delle infrastrutture (intese nel senso più ampio del termine), dei mezzi e dei sistemi;
- lo “sviluppo capacitivo” energy oriented per l’uso efficiente dei vettori energetici e per supportare la protezione di infrastrutture critiche sia della Difesa, in senso stretto, che alla dimensione avanzata della difesa nazionale.

Oltre a ciò, dovranno essere trattate le interazioni della Sicurezza Energetica con gli aspetti di cyber security e con le minacce che derivano dagli ambienti del Information e Communication Technologies (ICT). Al riguardo dovranno essere esaminati gli aspetti connessi alla cyber security, dovuti al sempre maggior uso di sistemi di controllo industriali (Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA) o di impianti basati su tecnologie di informatica e telecomunicazione (Information and Communications Technology - ICT) fino all'integrazione, in sicurezza, dei protocolli IOT (Internet Of Things).

Infatti, il crescente ricorso alle più recenti tecnologie per la gestione, trasferimento dei dati, controllo e tele-controllo, per la produzione, la distribuzione, il monitoraggio delle risorse energetiche (in generale i sistemi di energy management e i sistemi basati sulle smart poligeneration grid) comporta come effetto collaterale un incremento della vulnerabilità dei sistemi connessi alla “rete” inclusi i più semplici. In pratica, ciascuna componente controllata da remoto, nell’ottica

dell'implementazione IOT, può costituire potenzialmente una porta di accesso per un attacco informatico esterno, tendente a prendere il controllo del sistema o inibire la produzione del sistema energetico associato.

Nel medio e lungo termine si dovrà tendere al raggiungimento di elevate capacità resilienti, tali da assorbire e mitigare gli effetti dovuti a eventuali attacchi o a eventi naturali ed assicurare il mantenimento della capacità e della prontezza operativa delle F.A. anche nei contesti dei teatri operativi.

In questi ultimi, inoltre, ulteriori benefici possono derivare dall'uso di fonti energetiche alternative (i.e. solare, eolico), ad integrazione di quelle tradizionali, e dalla riduzione dei consumi.

Al riguardo, quanto sopra consentirebbe la diminuzione del correlato e costoso (in termini economici di rischio) flusso energetico verso i siti militari Fuori Area (i.e. convogli navali/terrestri), con la conseguente positiva riduzione sia dei consumi dei relativi vettori e sia delle potenziali perdite in termini di personale e materiali.

In particolare, nel settore delle infrastrutture e in taluni siti a valenza strategica, si dovrà tendere alla realizzazione di distretti energetici intelligenti (qui definiti smart military district - smd) nei quali la gestione dei flussi energetici avvenga, anche in tempo reale, attraverso l'impiego dei principi delle smart grid.

In sintesi, gli indirizzi generali per implementare gli aspetti della SE nel settore Difesa riguardano:

- il recepimento delle politiche nazionali ed internazionali nel settore della SE;
- lo sviluppo e l'applicazione delle Best Available Technique (BAT) sviluppate in concorso e nell'ambito alle partnership con i Paesi membri della NATO o dell'UE (analisi degli scenari geopolitici, diversificazione delle fonti di approvvigionamento, ricorso alle rinnovabili, riduzione dei consumi e della domanda energetica, etc.);

- maggiore integrazione delle risorse e capacità civili e militari;
- mappatura dei siti più energivori anche in relazione ai siti di maggiore valenza strategica;
- diffusione di impianti per la produzione locale e l'auto consumo prevedendo il funzionamento ad isola;
- definizione delle infrastrutture critiche della difesa e creazione di un "Sistema per la sicurezza delle Infrastrutture Energetiche della Difesa" (SIED) integrato nel Portale Energia.

## **2 Contesto di riferimento**

### **2.1 Unione Europea**

La strategia energetica di medio e lungo termine dell'Unione Europea è già compiutamente delineata e prevede entro il 2020 una riduzione di emissioni di gas serra del 20%, un aumento di efficienza del 20% e un incremento del 20% delle fonti rinnovabili nel mix energetico. Ovviamente, tutti questi obiettivi avranno un impatto diretto anche sulla Difesa.

La citata strategia nel campo della ricerca prevede l'introduzione di nuove generazioni di tecnologie e l'uso di fonti di energia alternative e sostenibili insieme a quelle convenzionali, come la creazione di sistemi di stoccaggio e distribuzione per un impiego più efficiente e razionalizzato della stessa.

Nel 2012, inoltre, in ambito UE è stata emanata una direttiva, inerente la componente militare che fornisce delle linee guida in materia di protezione ambientale e di efficienza energetica per le operazioni militari a guida UE, prevedendo dei cambiamenti nell'organizzazione, nei comportamenti degli utenti e nell'utilizzo di tecnologie innovative.

La Commissione Europea, invece, ha costituito uno specifico forum di discussione per il settore Difesa (attraverso il proprio Directorate Generale per l'Energia), importante per esaminare l'impatto delle nuove direttive nei settori energetico e ambientale e per valutare possibili esenzioni per il settore difesa e sicurezza. Le politiche europee in materia di energia sostanzialmente perseguono due obiettivi principali che sono la progressiva "decarbonizzazione" dell'economia e la piena realizzazione di un mercato unico, assumendo un ruolo di leadership mondiale nella riduzione delle emissioni di gas serra.

L'Unione Europea punta a una piena integrazione dei mercati nazionali dell'energia (prodotti e servizi migliori, a costi più competitivi) e a una maggiore sicurezza di approvvigionamento (sistema energetico più efficiente e competitivo), attraverso la definizione di regole e strumenti di mercato coerenti e unificati, più la realizzazione di importanti infrastrutture per connessioni trans-frontaliere (sia per il gas che per l'elettricità).

## 2.2 N.A.T.O.

Anche in ambito NATO, soprattutto a partire dal Summit di Bucarest del 2008, il tema della Sicurezza Energetica è stato oggetto di particolare attenzione ed è stato definito principalmente nei termini di protezione militare delle infrastrutture critiche e delle linee di rifornimento, per renderle meno vulnerabili alle crisi internazionali e quindi più sicure.

Nel Concetto Strategico dell'Alleanza Atlantica del 2010 sono stati evidenziati i problemi di sicurezza legati agli approvvigionamenti energetici. Successivamente, nel corso del vertice NATO svoltosi a Chicago nel 2012, è stata unanimemente condivisa l'importanza di incrementare l'efficienza energetica delle forze militari, creando nuove opportunità con soluzioni innovative, sfruttando tecnologie sostenibili e rispettose dell'ambiente, come l'impiego di pannelli solari, fotovoltaici, lo sfruttamento dell'energia eolica o l'impiego di biocarburanti.

I primi contorni del concetto di “Green Defence” sono stati delineati dalla NATO nel 2014 con l’obiettivo di rendere l’Alleanza Atlantica più efficiente dal punto di vista dell’approvvigionamento energetico e più sostenibile per l’ambiente durante le proprie attività (esercitazioni militari in primis che vedono coinvolto un numero importante di mezzi militari inquinanti), nonché dare delle linee guida ai Paesi membri sul tema. Tra le azioni più concrete realizzate vi sono la mobilitazione di una Energy Security Task Force, la creazione di una piattaforma di dialogo e scambio di conoscenze tra Alleati e il coinvolgimento delle industrie del settore per lo sviluppo di nuove tecnologie ecosostenibili che siano dual-use, ossia utilizzabili sia dal comparto militare che civile.

Anche se ad oggi l’Alleanza Atlantica non ha ancora cristallizzato una propria dottrina in materia, né sia giunta a una definizione univoca di Energy Security, considera sostanzialmente la dimensione militare della Sicurezza Energetica basata su tre pilastri principali:

- sviluppo conoscitivo, inteso quale consapevolezza e diffusione della conoscenza della problematica energetica per un’aderente analisi delle implicazioni per la sicurezza e di ogni altro argomento relativo a tale materia;
- gestione energetica, intesa come efficientamento, razionalizzazione e sviluppo capacitivo;
- protezione delle infrastrutture energetiche critiche.

### 2.3 ITALIA

La Strategia Energetica Nazionale (SEN), è lo strumento di indirizzo e programmazione della politica energetica nazionale introdotta nell’ordinamento nel 2008 e i suoi principali argomenti riguardano:

- l’aumento della competitività dell’Italia allineando il prezzo dell’energia nazionale a quello degli altri paesi UE;

- il raggiungimento degli obiettivi clima-energia coerenti con gli obiettivi della COP 21;
- il miglioramento della sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità del sistema. Le principali soluzioni per il conseguimento dei predetti obiettivi riguarderanno:
- il conseguimento di un mix generativo (produzione energetica da diverse fonti) analogo a quello degli altri paesi UE accompagnato dalla riduzione del costo delle energie rinnovabili;
- l'incremento degli investimenti in efficienza energetica;
- ulteriore impulso alle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER), come auspicato negli scenari energetici europei;
- diversificazione delle fonti e delle rotte di approvvigionamento del gas per motivi geopolitici.

In sintesi, lo scenario Nazionale al 2030 e al 2050 propone le opportunità ed i margini di implementazione di efficienza energetica, valuta i vincoli delle emissioni climalteranti imposti dall'UE e gli impegni assunti nell'Accordo di Parigi (COP 21), mediante analisi delle variabili macro-economiche e delle relazioni reciproche tra i vari settori del Paese.

#### 2.4 Strategia Energetica Nazionale (SEN)

L'Italia si è dotata nel 2013 di un Piano di Strategia Energetica Nazionale (SEN), revisionato nel novembre 2017, con il quale ha definito il proprio intento teso al superamento degli obiettivi europei di produzione da fonti rinnovabili sia per contribuire all'abbattimento delle emissioni inquinanti, sia per garantire maggiore sicurezza e resilienza energetica.

Le analisi di scenario, eseguite a supporto di detta strategia, evidenziano che l'Italia è in grado di raggiungere gli obiettivi dettati dagli accordi europei al 2030. Nonostante questo, vi è la ferma intenzione di proseguire, in tal senso e con determinazione, per conseguire risultati ancora migliori.

La nuova Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017), nella consapevolezza delle interrelazioni reciproche tra i tre obiettivi e della disponibilità finita di risorse pubbliche, si propone di perseguire gli obiettivi che di seguito si vanno a enunciare:

- migliorare la competitività del Paese;
- decarbonizzare l'intero sistema energetico;
- incrementare sicurezza, flessibilità e adeguatezza dei sistemi e delle infrastrutture.

La crescita economica sostenibile del Paese sarà conseguenza dei tre precedenti obiettivi e sarà perseguita focalizzandosi sulle priorità di azione come di seguito elencato.

#### a. Lo sviluppo delle Energie Rinnovabili

A oggi, l'Italia ha già raggiunto gli obiettivi rinnovabili del 2020, con una penetrazione di rinnovabili al 17,5% sui consumi complessivi nel 2015, rispetto ad un target previsto al 2020 del 17%; per questo si ritiene ambizioso, ma perseguibile, un obiettivo del 27% di rinnovabili sui consumi complessivi al 2030, che potrebbe essere così declinato, ottimizzando gli interventi e gli investimenti per poter agire in modo sinergico e coordinato su tutti i settori considerati:

- rinnovabili elettriche: 48 - 50% al 2030, rispetto al 33,5% del 2015;
- rinnovabili termiche: 28 - 30% al 2030, rispetto al 19,2% del 2015;
- rinnovabili trasporti: 17% - 19% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015.

#### b. L'efficienza energetica

L'Italia ha una forte tradizione nel settore e può senz'altro avere un ruolo di primo piano nello sviluppo di un mercato europeo delle tecnologie e delle soluzioni per l'efficienza. La riqualificazione del parco immobiliare rappresenta una importante occasione di miglioramento del territorio e di rilancio per il settore dell'edilizia.

#### c. Sicurezza Energetica

##### (I) Sistema elettrico

I nuovi obiettivi di crescita delle rinnovabili al 2030 rendono ancora più utile l'avvio del c.d. capacity market<sup>4</sup> per garantire l'adeguatezza del sistema, mantenendo la disponibilità della potenza a gas ancora necessaria, con priorità per quella flessibile e sollecitando nuove risorse (rinnovabili, accumuli, domanda attiva) per aumentare la flessibilità del sistema. Il capacity market permetterà al gestore del sistema di trasmissione (TSO) di approvvigionarsi di risorse a medio-lungo termine, garantendo allo stesso tempo agli investitori stabilità nel medio-lungo termine.

##### (II) Sistema gas

Il gas assume un ruolo chiave nella transizione energetica, stante la crescita delle rinnovabili, poiché rappresenterà la risorsa di *backup* del sistema elettrico, in particolare del carbone, per cui è già stato avviato da anni un percorso di graduale eliminazione. La sicurezza degli approvvigionamenti, però, presenta dei rischi; infatti, il sistema ha un margine di sicurezza ridotto nel caso venisse a mancare la principale fonte di approvvigionamento in corrispondenza di una situazione di freddo eccezionale.

#### d. Accelerazione nella decarbonizzazione del sistema

A livello nazionale, uno degli scenari più ambiziosi che si propone, prevede l'eliminazione (phase out) graduale e progressiva degli impianti termoelettrici italiani a carbone entro il 2030.

#### e. Competitività dei Mercati Energetici

Sul fronte dei prezzi finali, si cercherà di ridurre il differenziale dei prezzi finali dell'energia elettrica rispetto a quelli europei

#### f. Tecnologia, Ricerca e Innovazione

Il percorso di progressiva transizione verso modelli energetici a ridotte emissioni richiede uno importante sforzo, pervasivo in tutti i settori, per la ricerca e sviluppo di nuove tecnologie e a sostegno dell'evoluzione tecnologica.

### 2.5 Il tema Energia nel comparto Difesa

Nel contesto economico nazionale e internazionale, considerata la politica energetica e di salvaguardia ambientale avviata da anni, tutte le articolazioni pubbliche, e tra queste la Difesa, sono chiamate ad assumere un ruolo di primo piano nel raggiungimento degli obiettivi energetici e ambientali fissati dall'UE (art.5 Direttiva Energy Efficiency n.27 del 2012 della CE) e ad assolvere un ruolo virtuoso di riferimento ed esemplarità rispetto ad altri soggetti, perseguendo prioritariamente un modello basato sulla concreta e realistica sostenibilità.

In relazione alle funzioni e ai compiti istituzionali che è chiamato ad assolvere, il comparto Difesa è significativamente energivoro. Inoltre, fino a pochi anni fa, l'atteggiamento diffuso - comune anche agli ambienti del settore Difesa di altri Paesi - che dava per scontato la continua disponibilità, accessibilità ed approvvigionamento dei vettori energetici, ha condotto a sottovalutare i rischi connessi alla dipendenza energetica dall'estero e ai costi energetici. Di contro, i continui mutamenti dello scenario geopolitico internazionale e le sfide asimmetriche conseguenti, hanno determinato una maggiore attenzione sull'importanza degli aspetti energetici.

Pertanto, considerato l'attuale scenario nazionale e internazionale, per la Difesa è indispensabile prendere consapevolezza che l'energia è una risorsa vitale per

garantire le adeguate capacità dello strumento militare per presidiare le nuove frontiere della difesa nazionale e l'assolvimento agli obblighi internazionali.

Preso atto di tale consapevolezza, la Difesa deve assumere un ruolo di esemplarità rispetto agli altri dicasteri della PA quale contributo al raggiungimento dei principali obiettivi nazionali nel settore energetico, ovvero:

- riduzione dei consumi energetici;
- contenimento della spesa con conseguente riduzione dell'impatto sul bilancio economico dello Stato;
- promozione dell'efficienza energetica e diversificazione delle fonti di approvvigionamento;
- riduzione delle emissioni climalteranti.

Nel quadro sopra esposto è necessario che la Difesa, prendendo anche a riferimento analoghe esperienze già avviate in altri Paesi deve dotarsi di uno strumento strategico che sia attuabile e che indichi obiettivi chiari e raggiungibili per tutto il comparto con una visione che tenga conto di scenari al 2030/2050.

## 2.6 Capacità Energetica della Difesa

Considerata la centralità assoluta nelle attività e nei processi del settore difesa, l'energia deve essere assunta e gestita come la risorsa fondamentale senza la quale le medesime capacità militari non possono essere espresse. Implementare l'efficienza energetica delle F.A. significa migliorare la Capacità Energetica della Difesa (CED) la quale si compone di:

- Capacità Energetica Operativa (CEO) dello strumento militare, intesa come l'energia necessaria all'espletamento delle attività addestrative/operative - in area e fuori area - e a quelle ad esse propedeutiche (preparazione, sostegno e supporto). Definibile, pertanto, come Operational Energy.
- Capacità Energetica Nazionale dello strumento militare (CEN), intesa come l'energia necessaria, sul territorio nazionale, per il "metabolismo basale"

dell'apparato difesa, identificato come l'insieme delle attività ordinarie d'istituto e il funzionamento delle infrastrutture.

## 2.7 Piano per la Strategia Energetica della Difesa (SED)

La Difesa ha avviato, mediante l'emanazione nel 2016 delle Linee Guida al Piano per la Strategia Energetica della Difesa e del Documento di Indirizzo Strategico Programmatico (DISP), nel 2017 nel settore energetico, le prime azioni significative per dotarsi di un Piano idoneo a gestire le questioni di carattere energetico.

L'evoluzione dello scenario energetico nel contesto del quadro internazionale potrà subire significativi cambiamenti, anche repentini e imprevedibili, e in tale ottica il comparto Difesa dovrà definire una postura in grado di resistere e adattarsi ai cambiamenti geopolitici.

Una delle priorità, pertanto, deve diventare l'immediata attuazione del documento "Strategia Energetica della Difesa" (SED), che prevede una nuova pianificazione di breve/medio/lungo termine finalizzata alla corretta individuazione delle più idonee soluzioni tecnico-operative per l'evoluzione dello strumento militare del futuro in termini di strutture, di mezzi, sistemi d'arma e struttura delle forze.

La SED deve definire un quadro di obiettivi caratterizzato dai seguenti indirizzi generali:

- aumentare l'efficienza, l'efficacia e la resilienza delle infrastrutture e dei mezzi militari;
- ridurre i consumi energetici;
- mantenere l'interoperabilità, anche sotto gli aspetti energetici, con i partner delle coalizioni internazionali in ambito NATO ed UE;
- ridurre l'onere e la vulnerabilità delle catene logistiche con particolare attenzione ai teatri operativi per aumentare la sicurezza del personale impiegato;
- migliorare la resilienza energetica della Difesa in termini di energy security<sup>9</sup>
- contribuire al raggiungimento degli obiettivi nazionali in linea con quanto

previsto nella vigente SEN 2013 e in attenta sinergia alle evoluzioni delle successive edizioni<sup>10</sup>.

- diffondere a qualsiasi livello la “cultura energeticamente efficiente”.

Il concetto di efficienza energetica nella sua accezione più ampia deve assumere un carattere trasversale in tutti i settori del comparto Difesa e valorizzare tutti gli ambiti ed i processi, inclusi quelli decisionali.

Ciò si riflette sull’aspetto economico/finanziario con la riduzione del costo specifico della performance dello strumento militare. Il principio da seguire è quello di massimizzare il risultato ottimizzando e razionalizzando il consumo/spesa senza ricorrere a riduzioni degli impegni assunti a livello nazionale/internazionale e pregiudicare le capacità militari.

Tra l’altro, gli investimenti nel settore energetico dovranno rispondere ai requisiti di efficacia ed efficienza dell’azione di ciascuna F.A., così da garantire anche maggiore sostenibilità della spesa militare.

In aggiunta ai precedenti indirizzi generali con la SED si dovrà:

- verificare la fattibilità per l’auto-produzione energetica e valutare le più idonee tecnologie di produzione con fonti alternative realizzabili. La possibilità di essere soggetto produttore non in forma conflittuale al sistema energetico nazionale ma intesa come necessità atta a garantire l’adeguato livello di sicurezza dell’approvvigionamento energetico con particolare riguardo a siti qualificabili come infrastrutture critiche della difesa.

- ambire, per il 2050, alla gestione integrata sia degli aspetti energetici che della risorsa idrica nonché della capacità di gestione interna dei materiali di scarto/risulta<sup>12</sup> implementandone la valorizzazione e la logistica di corto raggio.

Ciò in linea con le tendenze internazionali, che considerano le tematiche energetiche integrate a quelle ambientali, dove la risorsa idrica ed alcune tipologie di “rifiuti” vengono gestiti e tutelati alla stregua degli altri beni nazionali;

- mantenere un costante dialogo con gli altri Dicasteri, centri di ricerca (es.

ENEA), mondo accademico ed industriale, così da assicurare l'adeguato livello di conoscenza sui metodi, sulle procedure/sistemi di gestione e sulle innovazioni tecnologiche;

- avviare e mantenere processi ciclici di valutazione tecnico/economica per verificare l'efficacia delle azioni intraprese ed introdurre eventuali correttivi al fine di garantire contestualmente il miglior funzionamento dello strumento militare ed il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

La Strategia Energetica della Difesa costituirà uno strumento di indirizzo generale per affrontare e risolvere le problematiche legate aspetti di natura energetica/ambientale. Inoltre dovrà essere definita la postura della Difesa relativamente agli aspetti connessi cyber security legati alla sicurezza dei sistemi energetici relativamente alla distribuzione, gestione, controllo, monitoraggio e valutazione delle azioni.

Tale strategia avrà un effetto di leverage positivo sull'intero comparto Difesa poiché il presupposto dello sviluppo di una nuova mentalità energy oriented, anche attraverso l'adeguamento del sistema di governance dello strumento militare, consentirà di implementare le capacità dello strumento militare.

Oltre alla razionalizzazione dell'uso dei vettori energetici, che presuppone l'avvio di fasi di indagini e la caratterizzazione del comparto a livello nazionale, dovrà essere considerata l'opportunità di implementare, ove possibile, la produzione locale per l'auto consumo.

La definizione della strategia energetica necessita di un approccio olistico e di metodi di analisi multidisciplinari, considerata la complessità riguardante i settori di interesse.

Il Piano SED dovrà:

- fissare e definire obiettivi chiari ma soprattutto raggiungibili, ispirati ad adeguati livelli di ambizione;
- tracciare le direttrici generali dei percorsi di ricerca, sviluppo,

attuazione e monitoraggio delle azioni;

- garantire un dialogo costante anche con altre articolazioni/dicasteri della PA (es. MATTM e MiSE);
- privilegiare i rapporti con le Università ed Istituti di Ricerca per gli aggiornamenti tecnologici;
- prevedere il confronto sul piano internazionale a garanzia dei requisiti di interoperabilità (ambiente joint e multinazionale).

La Difesa, mantenendo il focus sulla finalità dello strumento militare, con la SED si dota di una propria strategia energetica che, in accordo con gli indirizzi della SEN, migliora le capacità e le performance dell'intero comparto.

Pertanto, la definizione del Piano SED costituisce non solo un obbligo per il raggiungimento degli impegni nazionali e per la tutela ambientale, ma anche un dovere per il mantenimento della sicurezza del Paese in una visione avanzata e predittiva della "Difesa nazionale".

### **3 Le Fonti di Energia Rinnovabili**

Si definisce filosoficamente energia rinnovabile "una qualsiasi fonte energetica che si rigenera almeno alla stessa velocità con cui si utilizza", o più tecnicamente quelle forme di energia generate da fonti il cui utilizzo non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future.

Da un punto di vista prettamente scientifico tale definizione non ha particolare senso, in quanto in base ai postulati necessari per definire il primo principio della termodinamica, per cui nulla si crea o si distrugge, tutte le forme di energia sono rinnovabili, da un punto di vista sociale, e quindi politico, crea la distinzione in uso oggi fra fonti di energia considerate rinnovabili (sole, vento, ecc...), il cui utilizzo attuale non ne pregiudica la disponibilità nel futuro, e quelle non rinnovabili, fossili (petrolio, carbone, gas naturale), e nucleare (uranio, plutonio), le quali avendo

lunghi periodi di formazione, di molto superiore a quelli di consumo attuale, sono limitate nel futuro.

In generale quindi possono essere indicate come Fonti Rinnovabili di Energia tutte quelle Fonti che si contrappongono alle energie tradizionali ottenute da Fonti fossili, sia perché potenzialmente "infinite", sia perché hanno un minore impatto sull'Ambiente.

In accordo con l'Agenzia Internazionale dell'Energia - International Energy Agency (IEA) - rientrano in questa categoria:

- 1) energia idroelettrica
- 2) energia fotovoltaica
- 3) energia eolica
- 4) energia da biomassa
- 5) energia geotermica

Nuove tecnologie permettono oggi di ottenere energia rinnovabile per il futuro ad un prezzo competitivo risolvendo così il grosso problema della sempre più crescente richiesta di energia.

Le fonti energetiche rinnovabili stanno vivendo una stagione di grande sviluppo a livello mondiale con un peso sempre più rilevante nella bilancia energetica. Gli investimenti nella ricerca e nell'innovazione tecnologica, la diffusione e la sperimentazione in diversi Paesi ha permesso di realizzare una crescita di potenza e efficienza degli impianti impensabile solo dieci anni fa.

L'Europa sta svolgendo un ruolo da capofila in questo processo, con obiettivi chiari e ambiziosi da parte dell'UE, ma anche risultati straordinari nei Paesi che con più forza hanno creduto e investito nelle nuove fonti energetiche pulite, che hanno visto negli ultimi anni la creazione di decine di migliaia di nuovi posti di lavoro all'interno di un sistema industriale all'avanguardia.

In Italia, così come in Europa, il settore energetico sta attraversando una transizione importante, legata agli obiettivi comuni di sostenibilità e sicurezza del sistema. In

questo ambito la produzione di energia da fonte rinnovabile ricopre un ruolo fondamentale.

La generazione di energia green in Italia presenta importanti differenze soprattutto in base alle caratteristiche del territorio e alla distribuzione delle risorse rinnovabili. L'idroelettrico è dominante dove il terreno presenta forti pendenze, come nell'arco alpino e – in misura minore – lungo la dorsale appenninica. Il fotovoltaico è più presente al sud, grazie alla minore latitudine e all'insolazione maggiore. L'energia eolica viene raccolta soprattutto nelle grandi isole, Sicilia e Sardegna, a cui si aggiunge in generale la parte meridionale della dorsale appenninica, a partire da Puglia, Campania e Basilicata. L'energia geotermica, infine, ha come polo d'eccellenza la Toscana, per ragioni storiche e per caratteristiche geologiche.

### 3.1 Energia Idroelettrica

L'energia idroelettrica, chiamata anche energia idraulica o energia idrica, è quel tipo di energia che si origina sfruttando il movimento di grandi masse di acqua in caduta. La massa di acqua, cadendo, produce energia cinetica che, grazie a una turbina e a un alternatore, viene poi trasformata in energia elettrica.



L'energia idrica ha origini antichissime, infatti furono i Greci e i Romani i primi ad utilizzare l'energia dell'acqua per l'azionamento meccanico dei mulini. Nel Medioevo si deve agli Arabi la scoperta della ruota idraulica, un mulino senza pale impiegato per l'irrigazione dei campi e per la bonifica delle zone paludose. In Europa, alla fine del 1800, la realizzazione di una turbina motrice rappresentò un ulteriore passo in avanti nel progresso tecnico finalizzato allo sfruttamento della forza dell'acqua in movimento per generare elettricità. Si deve agli Stati Uniti, invece, la costruzione nel 1879 della prima centrale idroelettrica presso le cascate del Niagara.

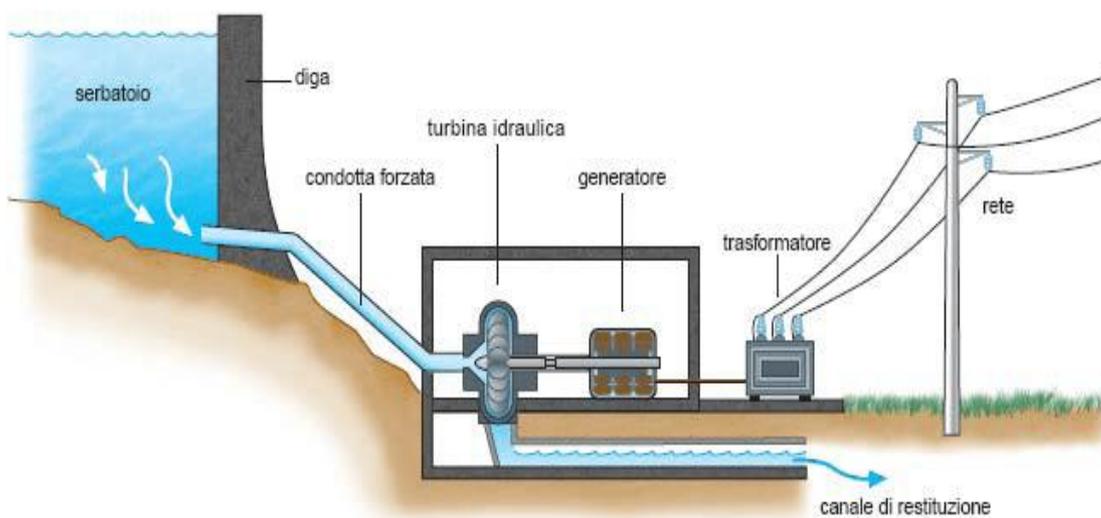
Agli inizi del '900 l'energia verde prodotta con impianti idroelettrici si impone in modo preponderante in Italia, arrivando a rappresentare fino al primo dopoguerra la maggioranza dell'energia totale prodotta nel Paese.

Tra le fonti rinnovabili, l'energia idroelettrica costituisce a livello nazionale la principale energia alternativa ai combustibili fossili, producendo oltre il 40% delle energie rinnovabili necessarie al Paese.

Guardando oltreoceano, l'Asia guida la classifica dei maggiori produttori mondiali di

energia idroelettrica. Non da meno sono alcuni Paesi europei: in Svizzera, Austria, Islanda e Svezia, l'energia idroelettrica si conferma la principale fonte energetica e in Norvegia addirittura il 99% dell'energia prodotta è idroelettrica.

Il funzionamento di una centrale idroelettrica è tanto semplice, quanto ingegnoso. A monte esiste un bacino naturale oppure viene costruito un bacino artificiale con una diga che forma uno sbarramento e preclude al flusso d'acqua di scendere a valle. Attraverso condutture forzate l'acqua viene convogliata a grande velocità a valle dove è collocato un impianto contenente le turbine idroelettriche e un alternatore. È qui che l'energia cinetica, generata dalla rotazione delle turbine, viene trasformata in energia elettrica dall'alternatore. Gli impianti idroelettrici possono essere ad acqua fluente (posizionati sul corso d'acqua), a bacino (l'acqua è raccolta in un bacino) oppure ad accumulo (l'acqua viene portata in quota con l'ausilio di pompe).



L'energia idroelettrica è l'energia del futuro. Non a caso, infatti, concretizza una delle forme più pulite di approvvigionamento energetico, con un tasso di rinnovabilità potenzialmente infinito in quanto le precipitazioni assicurano la disponibilità e la gratuità della materia. Significativo è anche il contenimento dei costi legati ad un processo produttivo con spese di manutenzioni e funzionamento

molto vantaggiose, al pari di quanto avviene con altre fonti rinnovabili come l'energia eolica. Quale rovescio della medaglia, l'investimento iniziale per la costruzione di un impianto idroelettrico è tutt'altro che irrisorio e può dare luogo a deturpazioni dell'ambiente e disboscamenti in paesaggi montani. Non trascurabili sono, infine, la rumorosità dell'impianto e la dipendenza di questa energia pulita dagli agenti atmosferici.

### 3.2 Energia Fotovoltaica

La tecnologia fotovoltaica permette di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica, senza la necessità di organi in movimento. Tale trasformazione avviene attraverso il così detto effetto fotovoltaico, ovvero la capacità di alcuni materiali semiconduttori di generare elettricità se colpiti dalla radiazione solare diretta, indiretta o riflessa.

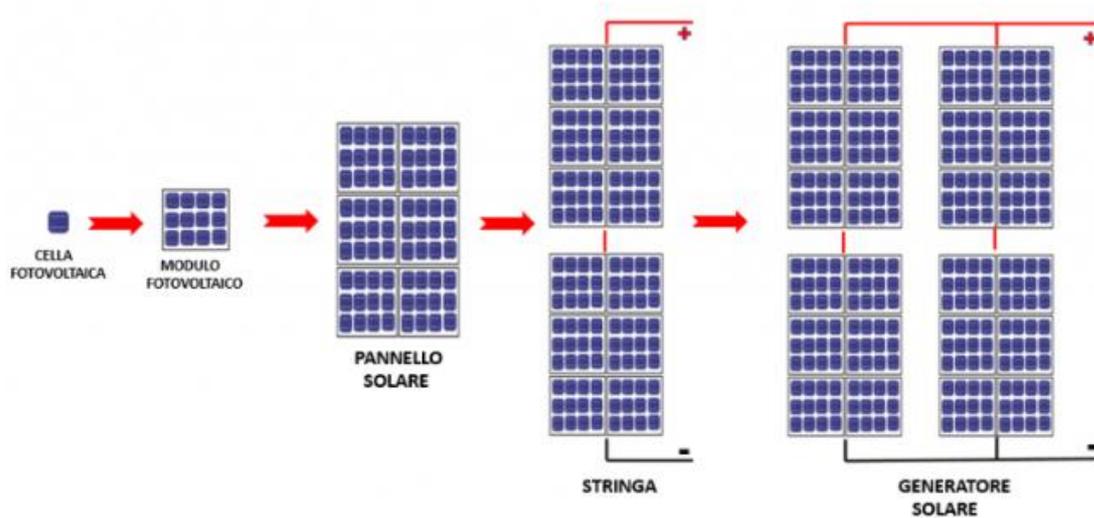
Un impianto fotovoltaico si compone di diversi elementi: il componente centrale è cella fotovoltaica, che nella maggior parte dei casi sono composte di silicio, che può essere monocristallino o policristallino: il primo ha un alto rendimento (11-16%), è affidabile e garantisce una buona stabilità nel tempo, il secondo assicura un rendimento leggermente minore rispetto al primo (10-14%) però fornisce lo stesso livello di affidabilità e di stabilità nel tempo.

Entrambe queste tecnologie hanno raggiunto uno stato di maturità avanzato e di conseguenza si ha un margine di miglioramento dell'efficienza ridotto. Recentemente sono stati introdotti anche nuovi composti che danno origine a film sottili: questi composti creano una possibilità di riduzione dei costi di produzione, ma quasi tutti scontano una crescente difficoltà nell'approvvigionamento delle materie prime ed in alcuni casi la presenza di cadmio.

Un insieme di celle da vita ad un modulo fotovoltaico, le celle possono essere collegate in serie o in parallelo. Mediante i moduli si riescono ad ottenere valori di tensione adatti ai comuni impieghi.

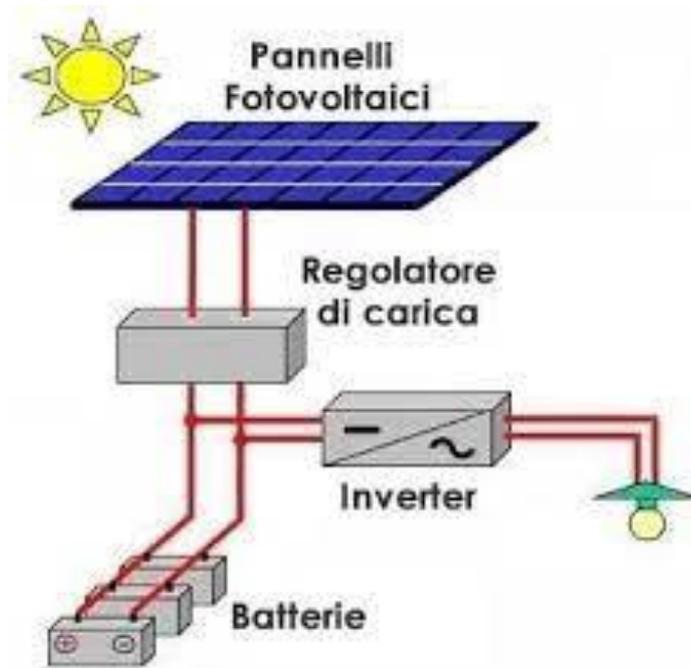
Più moduli collegati uniti assieme compongono una stringa e l'insieme di stringhe è

definito campo fotovoltaico; quest'ultimo costituisce la parte del sistema preposta alla generazione di energia elettrica tramite conversione dell'energia solare.



Ogni pannello o stringa è provvisto di un diodo di blocco, che fa fronte ad eventuali squilibri di tensione fra le stringhe, e di alcuni dissipatori che mantengono la temperatura di funzionamento del componente nel range ottimale previsto.

Un altro elemento centrale di un impianto fotovoltaico è il convertitore: quest'ultimo, oltre a svolgere le funzioni di controllo e supervisione dell'impianto, ha il compito di convertire l'energia prodotta in una tensione che allineata con i parametri e le caratteristiche della rete elettrica a cui è connesso l'impianto.



Le principali applicazioni dei sistemi fotovoltaici sono:

- Impianti per utenze collegate alla rete di bassa tensione;
- Centrali di produzione di energia elettrica collegate alla rete in media o alta tensione;
- Impianti con sistema di accumulo per utenze isolate dalla rete.

La vita utile di un impianto è di 20-25 anni e lo smaltimento a fine vita non pone particolari problemi in quanto un modulo fotovoltaico è in gran parte riciclabile: silicio, vetro e alluminio vengono riutilizzati come materie prime secondarie riducendo il fabbisogno energetico necessario per i materiali vergini.

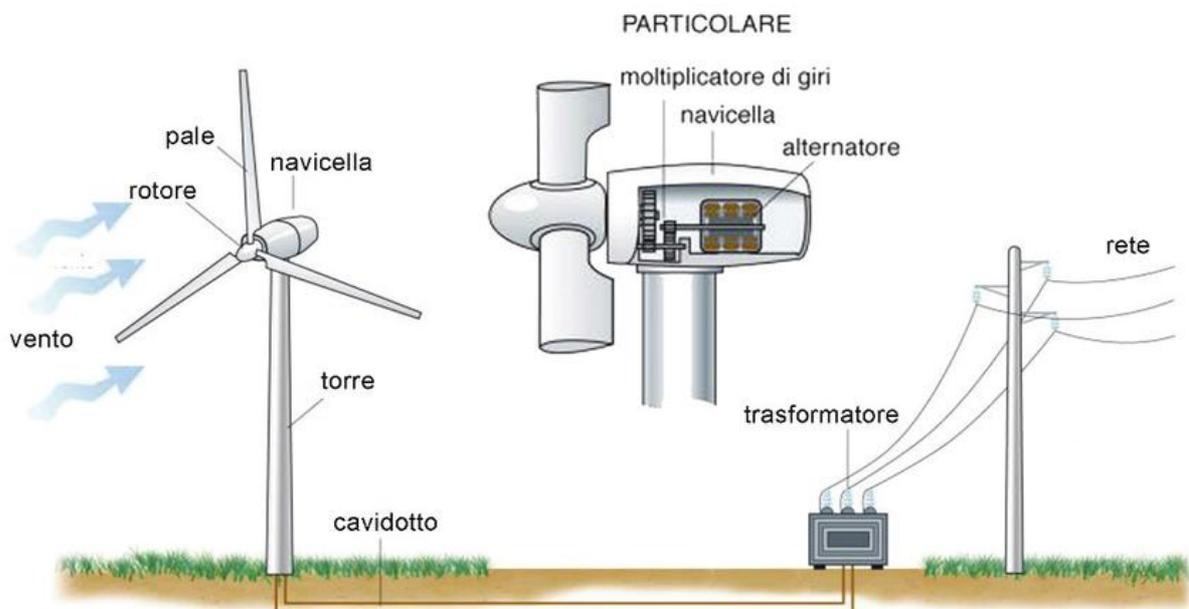
L'energia annualmente prodotta per unità di potenza installata si può esprimere anche tramite il parametro ore equivalenti di funzionamento o tramite il fattore di carico, il primo rappresenta il rapporto tra l'energia elettrica prodotta durante l'anno e la potenza nominale dell'impianto mentre il secondo è dato dal rapporto tra le ore equivalenti e le ore totali dell'anno (8760 ore). In Italia un impianto fotovoltaico da 1 kW di picco, ottimamente orientato ed inclinato, può produrre, in media, dai 1.000 kWh nel Settentrione, ai 1.500 kWh nel Meridione, questa

differenza è chiaramente legata alla maggior radiazione tipica del Sud Italia.

### 3.3 Energia Eolica

L'energia eolica è l'energia posseduta dal vento. L'uomo ha impiegato la forza del vento sin dall'antichità per navigare e per muovere le pale dei mulini, utilizzati per macinare i cereali, per spremere olive o per pompare l'acqua. Solo da pochi decenni l'energia eolica viene impiegata per produrre elettricità. La parola "eolica" deriva da Eolo, dio greco del vento, il cui nome "aiolos" significa "veloce".

L'energia elettrica si ottiene sfruttando l'energia cinetica del vento che fa girare le pale di un'elica; queste a loro volta sono collegate ad un generatore che trasforma l'energia meccanica (rotazione delle pale) in energia elettrica. Questi moderni mulini a vento sono chiamati aerogeneratori.



Quando il vento soffia con sufficiente intensità, la sua forza attiva le pale, il cui movimento innesca un rotore, racchiuso all'interno di un telaio chiamato navicella. Il moto del rotore viene trasmesso ad un moltiplicatore di giri. Questo ne accelera la rotazione e lo trasferisce all'alternatore, che ha il compito di trasformare l'energia

meccanica in elettrica. Durante tutto il processo un sistema di controllo monitora il funzionamento dell'intera navicella, così da assicurare che il tutto avvenga con il massimo dell'efficienza.

Una volta prodotta, la corrente viene trasferita tramite un cavidotto ad un trasformatore, che raccoglie tutta l'elettricità generata dalle numerose pale del parco eolico e la rende disponibile sulla rete.

Il vento è un fenomeno atmosferico dovuto al riscaldamento del Sole. La Terra cede all'atmosfera il calore ricevuto dal Sole, ma non lo fa in modo uniforme. Nelle zone in cui viene ceduto meno calore la pressione dei gas atmosferici aumenta, mentre dove viene ceduto più calore, l'aria diventa calda e la pressione dei gas diminuisce. Si formano così aree di alta pressione e aree di bassa pressione, influenzate anche dalla rotazione della Terra. Quando diverse masse d'aria vengono a contatto, la zona dove la pressione è maggiore tende a trasferire aria dove la pressione è minore. Succede la stessa cosa quando lasciamo sgonfiare un palloncino. L'alta pressione all'interno del palloncino tende a trasferire l'aria verso l'esterno, dove la pressione è più bassa, dando luogo a un piccolo flusso d'aria. Il vento è dunque lo spostamento d'aria, più o meno veloce, tra zone di diversa pressione. E tanto più alta è la differenza di pressione, tanto più veloce sarà lo spostamento d'aria, tanto più forte sarà il vento.

Un vento viene descritto attraverso due parametri: la forza (che è in relazione alla velocità) e la direzione. Tutti abbiamo potuto sperimentare che il vento non è costante, cambia forza e direzione.

La direzione di provenienza si può osservare mediante una banderuola lasciata libera di orientarsi.

Per classificare il vento in base alla sua direzione si usa definirlo col luogo da cui proviene. A volte si prende spunto dalla provenienza geografica (Grecale se viene dalla Grecia, Libeccio se viene dalla Libia, Scirocco se viene dalla Siria), altre volte, come nella "Rosa dei Venti", viene indicato con i punti cardinali (vento di Nord-Est, vento di Sud-Ovest).

Ci sono varie classificazioni per gli impianti eolici in base al sito di installazione, alla tecnologia utilizzata e alla potenza dell'impianto.

Gli impianti eolici, in base al sito di installazione, si suddividono in:

- On-Shore: sono gli impianti che tutti conoscono e sono i più diffusi in assoluto, ossia installati sulla terra ferma;
- Off-Shore: sono gli impianti installati al largo dei mari. Questi impianti sono meno diffusi dati i costi più elevati rispetto agli impianti on-shore, ma possono arrivare fino al 30% in più di produzione grazie ai venti che soffiano che risultano essere forti e costanti.

ON SHORE



OFF SHORE



In base alla tecnologia utilizzata, le pale eoliche in commercio possono essere suddivise in 2 tipologie:

- ad asse orizzontale: questo tipo di pala eolica ha l'asse di rotazione orizzontale rispetto al suolo. Per poter sfruttare al massimo il vento, il rotore viene dotato di un sistema di rotazione che gli permette di ruotare orizzontalmente di  $180^\circ$  o, in alcuni casi, di  $360^\circ$  in modo da allinearla con la direzione del vento. Sono quelle più diffuse ed utilizzate in Italia e nel mondo;
- ad asse verticale: in questo caso la pala presenta l'asse di rotazione verticale rispetto al suolo. Sono poco diffuse ma hanno il vantaggio, rispetto alle pale ad

asse orizzontale, di poter sfruttare qualsiasi direzione del vento senza doversi orientare continuamente.

Asse Orizzontale



Asse Verticale



In base alla taglia di potenza della macchina, gli impianti eolici si possono classificare in:

- Micro Eolico: da 1kW a 20kW di potenza. Si tratta di impianti ideali per piccole utenze residenziali, industriali o agricole di piccole-medie dimensioni;
- Mini Eolico: da 20kW a 200kW di potenza. Sono impianti ideali per utenze industriali, commerciali o agricole di una certa dimensione;
- Grande Eolico: da 200kW di potenza in su. Si tratta di impianti che realizzano vere e proprie centrali elettriche per la produzione di energia da immettere e rivendere sul mercato elettrico nazionale.

Micro Eolico



Mini Eolico



Grande Eolico



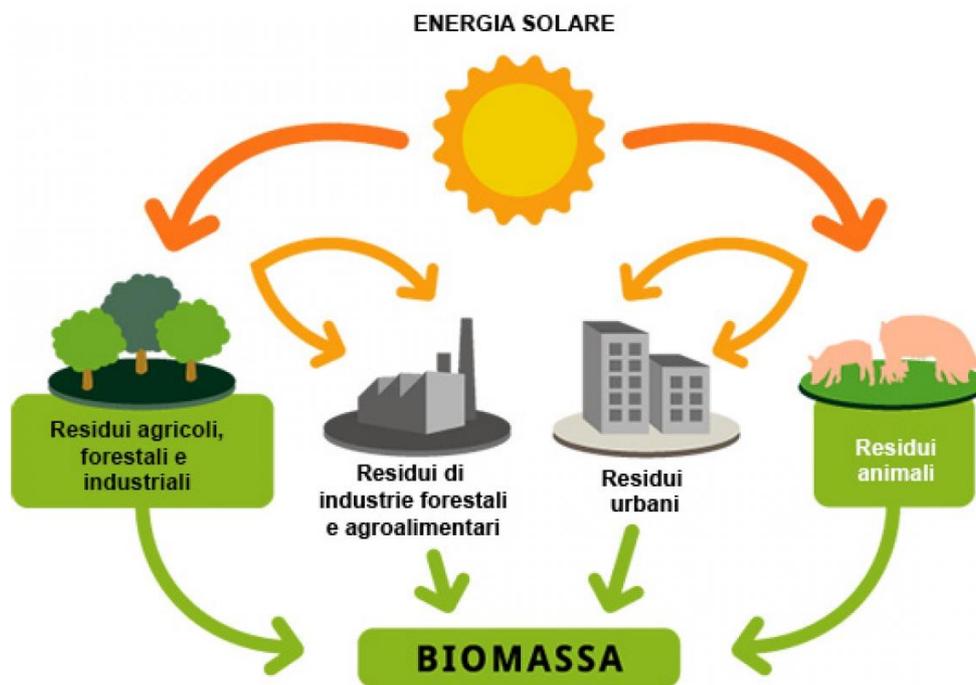
### 3.4 Energia da Biomassa

L'energia da biomassa è un'energia pulita che riduce la dipendenza dai combustibili fossili, infatti la biomassa è la materia organica generata dalle piante e dagli animali appositamente trattata per essere utilizzata come biocombustibile nelle centrali elettriche.

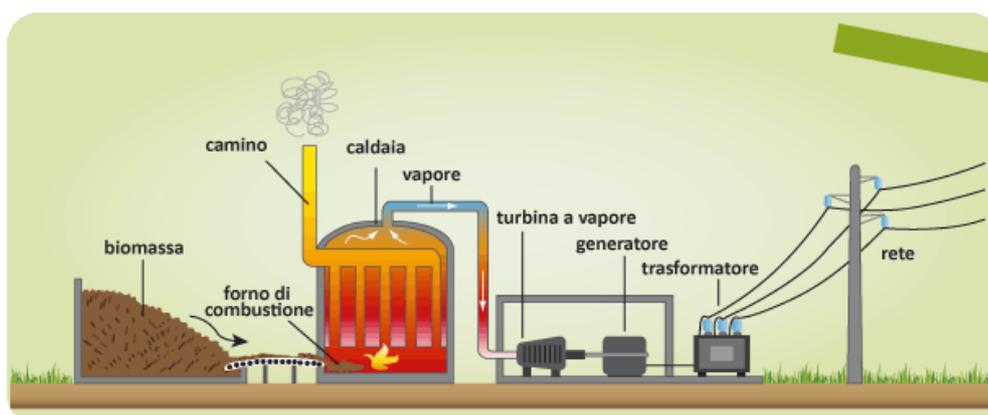
I residui di legna da ardere, gli scarti delle lavorazioni dell'industria agroalimentare, i rifiuti organici urbani, le ramaglie verdi di attività forestali e agricole, le alghe marine e gli scarti e reflui di allevamenti sono i materiali di origine organico-vegetale dai quali si produce energia.

La biomassa è una fonte di energia molto versatile, perché da essa si ricavano elettricità, calore e persino combustibile.

Quando le biomasse vengono bruciate, rilasciano calore ed emettono una quantità di anidride carbonica assimilabile a quella emessa in natura nel corso di un ordinario processo di fotosintesi.



Le energie delle biomasse sono energie rinnovabili e ad emissioni zero che riutilizzano prodotti organici di scarto, eliminando il problema del loro stoccaggio o della loro distruzione negli inceneritori. Il processo di conversione in energia è tanto semplice, quanto ingegnoso. Attraverso la fotosintesi, l'energia del sole è trasferita e immagazzinata nelle piante sotto forma di energia chimica. Gli animali, cibandosi di piante, assorbono a loro volta il prodotto della fotosintesi. Gli impianti a biomassa bruciano il legno e gli altri prodotti di scarto per produrre vapore. Il vapore, una volta incanalato nelle tubature, fa funzionare le turbine che, a loro volta, producono energia elettrica da utilizzare in impianti domestici o industriali.



Le centrali a biomasse producono energia elettrica per mezzo del vapore generato dalla combustione degli scarti agricoli, industriali e urbani. I materiali vengono bruciati in una camera di combustione, producendo il calore necessario a trasformare in vapore l'acqua del circuito termodinamico. Il vapore fa ruotare una turbina che, a sua volta, aziona il rotore di un alternatore che produce corrente elettrica alternata. Quest'ultima viene inviata ad un trasformatore che la eleva di tensione prima che venga immessa nel sistema. Il vapore acqueo all'uscita della turbina si trasforma in acqua grazie ad un condensatore per, infine, essere inviato al serbatoio di deposito.

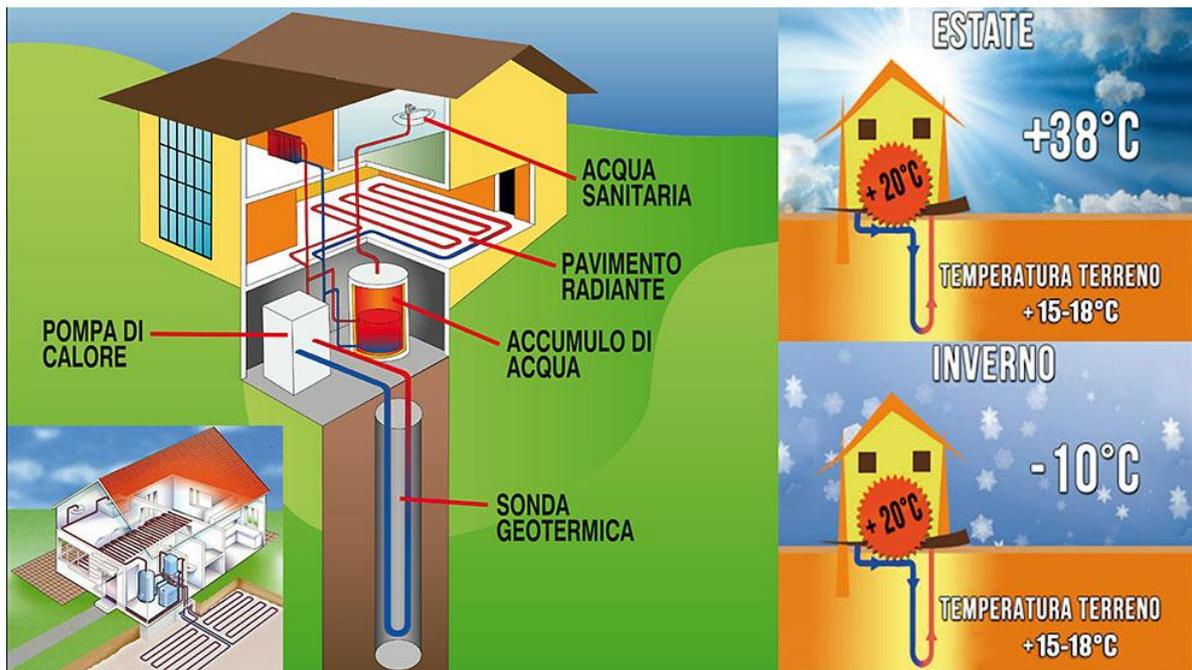
### 3.5 Energia Geotermica

La geotermia sfrutta il calore presente nella crosta e nel sottosuolo del pianeta per produrre energia elettrica. Ma come è possibile recuperare il calore dalla Terra? La temperatura del suolo aumenta man mano che si scende in profondità, registrando un incremento di 3 gradi centigradi ogni 100 metri: le acque sotterranee, a contatto con rocce ad alte temperature, si trasformano in vapore. All'interno del nostro pianeta la temperatura al di sotto della crosta terrestre varia a seconda della profondità:

- Nucleo:  $\approx 6000^{\circ}\text{C}$  circa 3500 km di raggio
- Mantello:  $\approx 1300^{\circ}\text{C}$  circa 3000 km di raggio
- Crosta Terrestre:  $< 100^{\circ}\text{C}$  dai 5 ai 50 km di profondità

In genere a 500 m di profondità, le rocce hanno una temperatura di  $25\text{-}30^{\circ}\text{C}$ , e di  $35\text{-}45^{\circ}\text{C}$  a 1000 m di profondità; poi in particolari condizioni geologiche (presente attività vulcanica, ecc) possono essere superati i  $200^{\circ}\text{C}$ .

L'energia geotermica è una fonte stabile da cui è possibile ricavare energia costante e determina un'occupazione del suolo più contenuta rispetto alle altre fonti di energia rinnovabile. Inoltre, l'assenza di processi di combustione contribuisce alla riduzione delle emissioni di inquinanti e di  $\text{CO}_2$  in atmosfera.

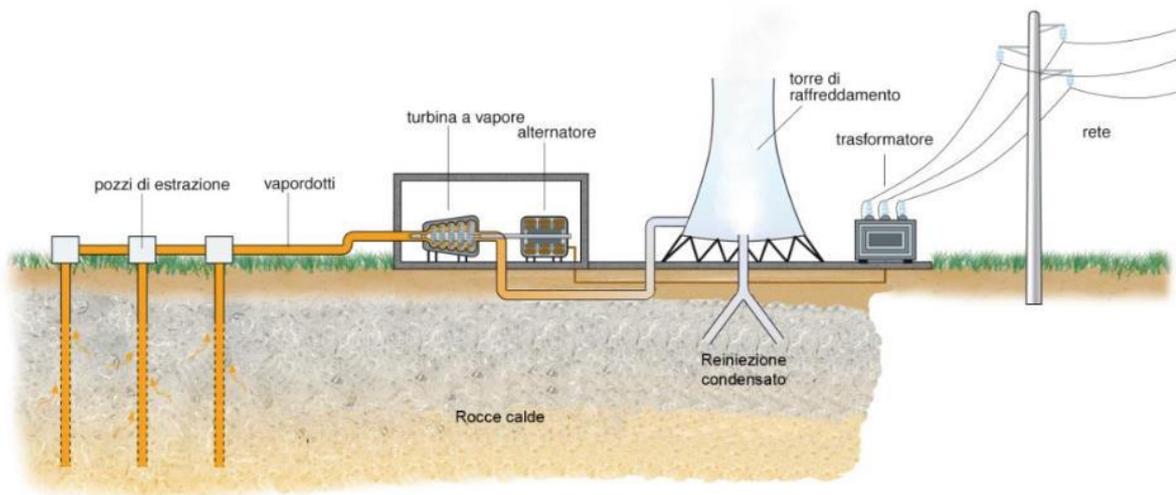


Una volta chiarita la definizione di energia geotermica, ci si chiede come è prodotta questa energia che viene dalla Terra e come opera una centrale geotermica. Innanzitutto, come funziona la geotermia? Il calore geotermico è il risultato di processi di decadimento nucleare di elementi radioattivi (uranio, torio e potassio) all'interno del nucleo, del mantello e della crosta terrestre.

L'energia termica accumulata nel sottosuolo fuoriesce sulla superficie terrestre attraverso vettori fluidi, quali acqua e vapore. Esistono tre tipologie di centrali geotermiche. Quelle a vapore secco, in cui il vapore è estratto dalle fratture presenti nel terreno ed utilizzato per azionare una turbina. Quelle flash che trasformano l'acqua bollente e ad alta pressione in acqua più fredda e a bassa pressione. E quelle binarie, in cui un fluido con il punto di ebollizione inferiore rispetto a quello dell'acqua viene fatto scorrere a fianco dell'acqua bollente, la quale trasforma il fluido in vapore che andrà ad azionare una turbina.

La potenza elettrica è prodotta dalla conversione di energia termica immagazzinata nella massa d'acqua in energia meccanica attraverso una turbina, direttamente (tecnologia convenzionale flash) o indirettamente (tecnologia binaria), ed infine in energia elettrica grazie al generatore.

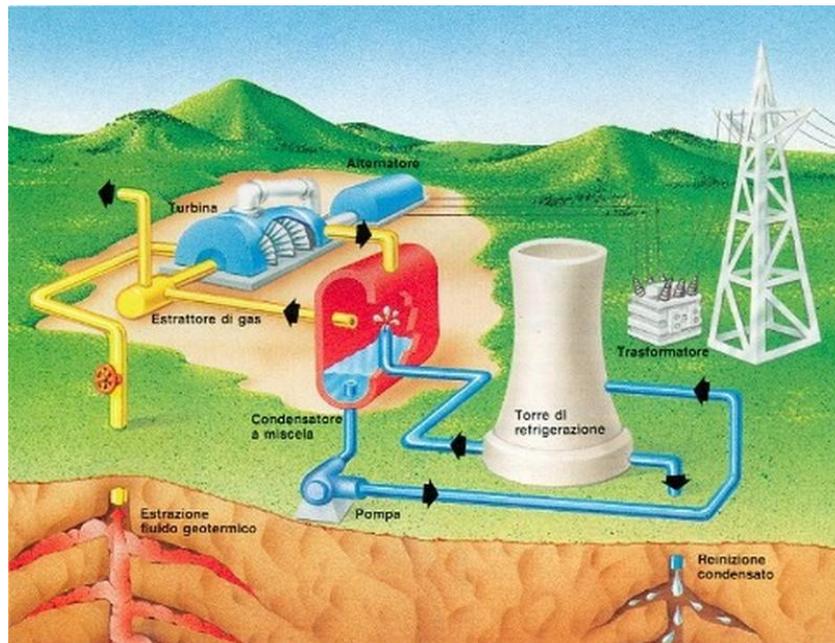
La produzione di elettricità da impianti geotermici convenzionali consiste nella conversione del calore proveniente da acquiferi a media e alta temperatura (da 90°C a 350°C) attraverso l'utilizzo di turbogeneratori.



Tasso di conversione: 10 MWt (termico)  $\approx$  1 MWe (elettrico)

La produzione di 1 MWe richiede:

- 7 -10 t/h di vapore secco
- 30-40 t/h di fluido bifase a 200-250°C (tecnologia flash)
- 400 -600 t/h di acqua se si utilizzano cicli binari ORC a bassa entalpia (120-160°C)



#### 4. La Transizione Energetica della Difesa

Anche il comparto Difesa, le cui industrie sono altamente inquinanti così come i mezzi aerei, terrestri e marittimi usati dalle Forze Armate, ha iniziato ad adottare un approccio più verde in linea con i documenti programmatici nazionali in materia. L'obiettivo è quello di raggiungere più elevati livelli di efficienza e indipendenza energetica, al fine di perseguire concreti obiettivi di contenimento della spesa, tutela ambientale e sostegno alle capacità militari, e di sviluppare una nuova mentalità “energy oriented” nell'ambito dei settori della logistica, delle operazioni e delle infrastrutture della Difesa.

A supportare l'impegno della Difesa e di tutta la NATO, si è aggiunta l'Agencia Europea per la Difesa che, con l'approvazione della strategia “Military green”, mira a far aumentare il livello di responsabilità degli Stati membri in ambito energetico e ambientale durante tutto il ciclo di vita di una operazione militare, anche nelle relative basi logistiche.

Secondo il documento, il settore Difesa è il principale consumatore di energia nei Paesi europei, ed è proprio per questa ragione che l'Unione suggerisce l'utilizzo di fonti rinnovabili tra cui, in particolare, tecnologie fotovoltaiche per le strutture militari nazionali. Tra i più importanti e recenti sviluppi va ricordato il progetto

lanciato all'interno della Cooperazione Strutturata Permanente che mira a sviluppare nuovi sistemi di approvvigionamento energetico per le installazioni militari nell'ambito di operazioni congiunte.

Nel settore infrastrutturale, con particolare riferimento ai siti a valenza strategica, si lavorerà per esaminare la possibilità di implementare distretti energetici intelligenti ("smart military district"), nei quali sia massimizzato il ricorso all'autoconsumo e ove la gestione dei flussi energetici avvenga in tempo reale in un alveo certo di sicurezza cibernetica, secondo il consolidato paradigma energy security – cyber security.

Il comparto Difesa è strettamente connesso alla rete energetica civile e le dipendenze esistenti potrebbero costituire un problema in futuro.

Una situazione di carenza energetica potrebbe quindi compromettere il mantenimento della prontezza all'impiego delle Forze Armate, ciò significa che le FF.AA. devono adottare misure atte a garantire il proprio approvvigionamento energetico in qualsiasi situazione.

In caso di necessità, le FF.AA. devono poter produrre autonomamente l'energia necessaria, solo così potrà garantire sempre la prontezza operativa, a prescindere dalla situazione energetica nazionale e internazionale. La sicurezza energetica costituisce quindi un presupposto essenziale per l'adempimento dei compiti delle FF.AA. e gli consente inoltre di prestare un importante contributo per il raggiungimento degli obiettivi climatici e l'attuazione della Strategia energetica 2050.

#### 4.1 Distretto energetico intelligente in ambito militare

Spesso sentiamo parlare di Intelligenza Artificiale applicata al mondo militare e in modo naturale l'accostamento viene fatto solo ed esclusivamente nei confronti dei sistemi di armamento, tralasciando aspetti fondamentali della vita militare nei quali le nuove tecnologie possono apportare innovazioni decisive, sfruttando per una volta l'esperienza del mondo civile.

Stiamo parlando degli Smart Military District o semplicemente delle cosiddette basi smart.

Una base smart impiega tecnologie, intelligenza artificiale, Internet of Things, automazione e analisi dei dati allo scopo di migliorare la qualità, rapidità ed efficienza delle sue funzioni e dei suoi servizi.

L'utilizzo di questi sistemi permette di raccogliere grandi quantità di dati consentendo operazioni più economiche ed aiutano il personale militare nella scelta della decisione migliore.

Sotto questo profilo in diverse parti del mondo si è deciso di ripensare totalmente l'utilizzo dei fondi per il proprio patrimonio immobiliare, destinandoli verso la tramutazione di vecchie basi in Smart Military District.

Questa nuova concezione di base crea delle vere e proprie smart community autonome energeticamente, sicure ed efficienti.

Per risolvere le sfide che la corsa all'innovazione sta portando, le Forze Armate più avanzate si stanno impegnando nello sviluppo della prossima generazione di tecnologie wireless in grado di supportare la sicurezza nazionale migliorando la resilienza e l'efficienza operativa delle basi militari, incrementando la qualità della vita al loro interno attraverso la creazione di vere e proprie basi smart in grado di prendere il meglio dalle esperienze civili del mondo Smart City.

A seconda delle esigenze delle differenti sensibilità nazionali questo tipo di tecnologie non rientrano solo nel concetto di sicurezza in sé stessa ma vanno verso anche verso un concetto di mondo ecosostenibile.

La Difesa italiana si sta impegnando sotto questo aspetto nella creazione degli Smart Military District che partono dalla previsione delle cosiddette Caserme Verdi, Basi Blu e Aeroporti Azzurri e mirano ad arrivare a sistemi complessi in grado di migliorare ulteriormente le proprie performance. L'obiettivo è la realizzazione di nuovi distretti energetici intelligenti nei quali sia massimizzato il ricorso all'autoconsumo e la gestione dei flussi energetici avvenga in tempo reale in un alveo certo di cyber security. In tale ambito, la Difesa italiana potrà giocare un ruolo

cruciale, anche a sostegno degli altri dicasteri, nell'ambito della protezione delle infrastrutture critiche energetiche, sia come possibile entità istituzionale ospitante nodi di rilevanza strategica della rete di approvvigionamento/distribuzione, sia per il fattivo contributo alla difesa cibernetica del Paese, nell'ottica del consolidato paradigma del binomio energy security-cyber security.



#### 4.1 L'integrazione di tecnologie per l'autoproduzione in un sito militare

Il mondo si sta muovendo nella direzione di una transizione energetica verso le energie rinnovabili e le tecnologie a emissioni zero. Migliorare la propria efficienza

energetica e la propria resilienza sono due fattori che devono andare necessariamente di pari passo.

Per fare ciò possiamo pensare ad una serie di soluzioni che non solo possono coesistere ma, che se opportunamente combinate, aumentano considerevolmente i vantaggi per ogni singola installazione.

Tra i trend che stanno avendo il maggiore sviluppo, vi è senza dubbio la convergenza tecnologica tra più soluzioni energetiche, come cogenerazione/trigenerazione e fotovoltaico, che sono due tecnologie perfettamente integrabili tra loro.

La cogenerazione rappresenta la soluzione più adatta e completa per rispondere alla richiesta di efficienza energetica di molti sedimi, perché è in grado di garantire risparmi fino al 40% sul costo complessivo dell'energia, una maggiore efficienza pari quasi a due volte quella derivante da fonti di energia tradizionale, grazie all'assenza di dispersioni e perdite dovute al trasporto e una riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Inoltre, grazie alla riduzione della dipendenza dalla rete, è possibile ottenere un miglior controllo dell'energia, minimizzando i rischi di guasti e interruzioni, e raggiungere una maggiore sostenibilità tramite la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, adempiendo così alle normative ambientali.

L'energia solare è una fonte di energia rinnovabile che funziona assorbendo la luce solare e convertendola in energia elettrica.

L'installazione di pannelli fotovoltaici consente ad ogni singolo sedime di generare valore da risorse inutilizzate come tetti, parcheggi o terreni e produrre energia in autonomia, anziché consumare quella ad alto costo prelevata dalla rete elettrica civile.

L'energia generata dai pannelli fotovoltaici può essere utilizzata direttamente on site, immagazzinata per un utilizzo futuro o reimmessa nella rete.

Questo tipo di energia è conveniente, affidabile e sostenibile al 100%.

## **Conclusioni**

## **Conclusioni**

L'accesso all'energia e il suo utilizzo sono elementi fondamentali per lo sviluppo di ogni Paese, ma i bisogni crescenti di energia a livello mondiale implicano di dover fronteggiare anche le relative implicazioni in materia di sicurezza energetica.

La globalizzazione, la crescita demografica, il cambiamento climatico, le crisi economiche e politiche, così come i progressi tecnologici, stanno rapidamente cambiando il contesto di riferimento in cui garantire questa sicurezza.

Il vasto patrimonio immobiliare del Ministero della Difesa comprende numerose tipologie di siti ed infrastrutture, sparse su tutto il territorio nazionale, e costituisce un grande valore in termini propriamente economici, oltre che funzionali per le esigenze della stessa amministrazione. Il parco infrastrutturale comprende caserme, basi navali, aeroporti, centri di addestramento, arsenali, stabilimenti di lavoro, centri

sperimentali, depositi di mezzi, materiali e combustibili, fari, ponti radio, alloggi di servizio, complessi monumentali, forti, edifici storici ed altro ancora.

Per il comparto Difesa, uno dei comparti più energivori tra quelli pubblici a causa delle proprie peculiarità, risulta fondamentale l'attuazione di azioni mirate a raggiungere l'obiettivo di massima efficienza ed indipendenza energetica.

Nel parco infrastrutturale, poi, devono essere considerate anche le installazioni logistiche temporanee nei vari Teatri Operativi, ove la riduzione dei consumi e conseguentemente del flusso energetico verso i sedimi infatti, determina una contrazione delle probabilità di rischio.

All'interno dello sviluppo infrastrutturale la necessità degli interventi di efficientamento energetico deriva sia dall'esigenza di contenimento dei consumi per motivi di economicità, ma anche dalla necessità di ridurre la dipendenza dai vettori energetici al fine di incrementare la sicurezza delle infrastrutture.

Sono infatti elevate le possibilità che, per diverse cause, si verifichino improvvisi shock (eventi su scala globale: terremoti, pandemie, incidenti nucleari, attentati) all'intero sistema energetico. Da ciò discende l'obbligo di rafforzare, anche dal punto di vista infrastrutturale, gli aspetti riconducibili alla resilienza energetica, tanto più nel caso di un Paese dipendente per l'80% del suo fabbisogno energetico da importazioni.

La Difesa, mediante l'emanazione e la conseguente adozione del piano per la Strategia Energetica, ha tracciato una sorta di road map per l'intero comparto, con l'obiettivo di dotarsi di un'ampia e completa visione sulle tematiche energetiche, contestualizzate alla specificità e tipicità dello strumento militare, e di conformarsi all'attuale contesto economico/tecnologico.

In particolare, il piano SED definisce il percorso attraverso il quale la Difesa intende da un lato perseguire il rispetto degli obiettivi nazionali di sostenibilità, di

miglioramento dell'efficienza e di riduzione delle emissioni legate all'utilizzo dell'energia, con contestuali riflessi sulle riduzioni di spesa a regime, dall'altro attuare un importante aumento di resilienza dell'approvvigionamento energetico nei confronti di sempre crescenti, multiformi e asimmetriche minacce.

In particolare, con questo strumento. la Difesa si propone di contribuire al raggiungimento degli obiettivi nazionali sia in termini di abbattimento delle emissioni inquinanti che di utilizzo delle energie rinnovabili, stabiliti dalla SEN.

Inoltre, alla luce delle nuove minacce che si profilano, la SED prevede misure di sicurezza cibernetica da attuare nell'ambito dei sistemi energetici nelle varie fasi di distribuzione, gestione, controllo, monitoraggio e valutazione delle azioni.

Pertanto, la SED è non solo uno strumento indispensabile per il raggiungimento degli impegni nazionali in materia di tutela ambientale, ma è anche un riferimento per una visione avanzata e predittiva della "Difesa nazionale".

Affinché gli obiettivi stabiliti possano essere perseguiti nei tempi e modi previsti, sarà essenziale che le singole FA/Com.CC/SGD-DNA, pongano in essere tutte le possibili azioni di competenza finalizzate alla creazione delle strutture di Governance.

Il Codice dell'ordinamento militare (D.Lgs. n. 66/2010, articolo 355) prevede la facoltà per il Ministero della difesa di affidare in concessione o in locazione, o utilizzare direttamente, in tutto o in parte, i siti militari, le infrastrutture e i beni del demanio militare o a qualunque titolo in uso o in dotazione all'Esercito italiano, alla Marina militare, all'Aeronautica militare e all'Arma dei carabinieri, con la finalità di installare impianti energetici, ferma restando l'appartenenza al demanio dello Stato.

L'articolo 20 del D.L. 17/2022 (cd. decreto Energia) dispone che il Ministero della difesa, anche per il tramite di Difesa Servizi S.p.A., affidi in concessione o utilizzi direttamente, in tutto o in parte, i beni del demanio militare o a qualunque titolo in

uso al medesimo Ministero, per installare impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili.

La finalità della norma è il perseguimento della resilienza energetica nazionale, della crescita sostenibile del Paese e della decarbonizzazione del sistema energetico.

Il fabbisogno energetico della Difesa può essere assicurato sul lungo periodo solo con la produzione autonoma e sostenibile.

## **Bibliografia**

1. Ministero della Difesa – Documenti di indirizzo strategico programmatico per l’avvio alla definizione del piano per la Strategia Energetica della Difesa (SED). - Giugno 2017.
2. Stato Maggiore della Difesa – Piano per la Strategia Energetica della Difesa – 2019
3. Centro Alti Studi per la Difesa – Tesi di Gruppo I.A.S.D. – Energy Working Center

<https://ilgiornaledellambiente.it/crisi-energetica-soluzioni-imprese/>

<https://www.mercurioblog.com/post/cosa-si-intende-per-sicurezza-energetica>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Sicurezza\\_energetica#:~:text=Con%20il%20termine%20](https://it.wikipedia.org/wiki/Sicurezza_energetica#:~:text=Con%20il%20termine%20)

[sicurezza%20energetica,energetici%20affidabili%20a%20prezzi%20ragionevoli.](#)

<https://energiealternative.soswiki.com/energia-idroelettrica.php>

<https://www.tecnoenergiespeziasrl.com/eolico/impianto-eolico/>

<https://www.vivienergia.it/casa/vivipedia/guida-energia/>

<https://www.lucafrusone.it/smart-military-district-cosa-sono-e-perche-saranno-il-futuro/>

<https://www.icpmag.it/varie/approfondimenti/item/11298-tecnologie-e-soluzioni-energetiche-integrazione-e-la-chiave-per-la-transizione/>

