Fotovoltaico applicato alla protezione catodica… Facciamo chiarezza

Claudio Salmaso – Ap Reti Gas gruppo Ascopiave

L'AUTORE

Claudio Salmaso
AP RETI GAS GRUPPO ASCOPIAVE

APCE

APCE - Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche - è un'Associazione a carattere culturale - scientifico, senza finalità di lucro, fondata nel 1981 per coordinare tutte le azioni necessarie a proteggere le infrastrutture soggette a corrosione.

APCE è stata riconosciuta dall'Autorità per l'Energia Elettrica il Gas ed il sistema idrico come organismo tecnico competente per la definizione delle linee guida nel campo della protezione catodica di condotte metalliche adibite alla distribuzione (Deliberazione 574/2013/R/gas), al trasporto del gas naturale (Deliberazione 602/2013/R/gas), e alle flow line di collegamento degli impianti di stoccaggio del gas naturale (Deliberazione 596/2014/R/gas).

Tutte le immagini e le fotografie presenti in questo Focus sono state regolarmente acquistate su banche dati. Nel caso in cui l'autore ritenga che siano state violate le regole di copyright, è pregato di segnalarlo al seguente indirizzo: comunicazione@energiamedia.it

Progetto editoriale: Energia Media srl - Milano
www.energiamedia.it
Coordinamento editoriale: Emanuele Martinelli
Redazione: Martina Ginasi
Realizzazione grafica: Alice Ceccherini

©APCE - maggio 2026
©Energia Media Editore - maggio 2026

FOTOVOLTAICO APPLICATO ALLA PROTEZIONE CATODICA… FACCIAMO CHIAREZZA

Claudio Salmaso
AP Reti Gas gruppo Ascopiave

PREMESSA

Il cambiamento climatico rappresenta una delle sfide più urgenti del nostro tempo. L'aumento delle temperature globali, gli eventi meteorologici estremi e la perdita della biodiversità, sono solo alcune delle conseguenze dell'uso indiscriminato dei combustibili fossili. Con queste premesse è logico affermare che la transizione verso fonti di energia rinnovabili è una necessità non più rimandabile. Tra le forme di energia rinnovabile con maggior rendimento e diffusione, spicca il fotovoltaico che con la sua capacità di produrre energia pulita e sostenibile, sta contribuendo a ridurre in maniera significativa le emissioni di gas serra causa del cambiamento climatico.

Nel nostro paese, secondo le rilevazioni di Terna, gestore della rete di trasmissione nazionale, nel 2025 i consumi elettrici italiani sono stati pari a 311,3 TWh, un valore sostanzialmente equivalente a quello del 2024, ma che ha visto una crescita record della produzione fotovoltaica: 44,3 TWh (+25,1% rispetto al 2024).

Le fonti rinnovabili ***(fotovoltaico, eolico, bioenergie, geotermia e idroelettrico)*** hanno permesso di coprire il 41% della domanda, raggiungendo una potenza fotovol-

taica installata pari a 43 GW, sono stati inoltre implementati sistemi di accumulo per circa 1,7 GW. Stiamo percorrendo la giusta strada, ma per raggiugere gli obbiettivi fissati dai vari organismi (COP, UE ecc.), visti i tempi sempre più stretti, il percorso appare in salita, bisogna chiarire comunque che ogni contributo, anche se piccolo, può fare la differenza!

SISTEMI FOTOVOLTAICI… LA STORIA

Esplorare la lunga storia che oggi ci ha permesso di sfruttare la tecnologia fotovoltaica può essere sicuramente affascinante, ma all'interno di essa sono contenuti ritardi ingiustificabili, forse non eravamo interessati…o forse non sapevamo che un giorno sarebbe cominciato il disastro climatico che stiamo osservando, oppure altro! Dopo la scoperta del fisico Edmond Becquerel (1939), nel lontano 1883, viene costruita la prima cella al selenio, ma la vera svolta arriva nel 1954, quando presso i laboratori Bell, con l'introduzione del silicio, viene prodotta la prima cella fotovoltaica capace di alimentare dispostivi elettrici.

Per la realizzazione del primo impianto fotovoltaico in Italia dovremo attendere il 1979 (passo della Mandriola). Ad oggi siamo in possesso di pannelli fotovoltaici sempre più efficienti, inverter e sistemi di accumulo che permettono, oltre ad una riduzione dell'inquinamento, anche un cospicuo risparmio in bolletta.

COME FUNZIONA UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Un impianto fotovoltaico è costituito sostanzialmente dagli elementi di seguito descritti:

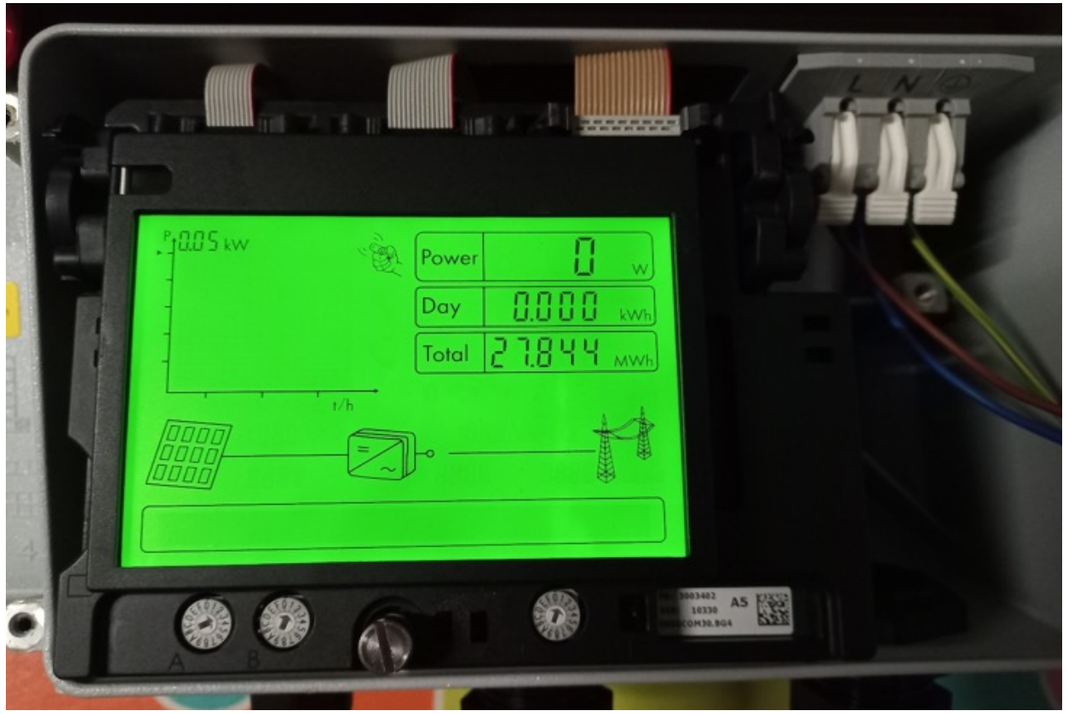
- **Moduli fotovoltaici:** si tratta di pannelli composti da celle a semiconduttore che se colpite dalla radiazione solare sono in grado di generare corrente continua. Più pannelli connessi tra di loro in serie formano una stringa. Stringhe collegate tra loro in parallelo costituiscono il generatore solare. Da notare che un generatore fotovoltaico può essere costituito anche da un solo pannello.

- **Inverter**: è il cuore del sistema, si tratta di un dispositivo elettronico che trasforma l'energia elettrica prodotta dai moduli *(corrente continua)* in corrente alternata e nel caso provvede alla ricarica delle batterie di accumulo; in esso sono contenuti anche i dispostivi di protezione che determinano lo spegnimento, e/o l'eventuale disconnessione in caso di anomalie.
- **Sistema di stoccaggio** *(accumulo/storage)*: permette di migliorare l'efficienza dell'impianto accumulando l'energia prodotta durante il giorno per utilizzarla anche quando l'impianto non produce.

Gli impianti fotovoltaici si dividono in due tipologie:

> **Impianti connessi alla rete elettrica locale** *("grid connected")*, ovvero sistemi connessi alla rete elettrica di distribuzione; si tratta degli impianti presenti nelle nostre abitazioni. Tali sistemi sono regolati dalla norma CEI 0-21 e per potenze superiori a 20 kWp serve la denuncia all'Agenzia delle Dogane (UTIF).

> **Impianti isolati dalla rete elettrica** *("stand alone" / off-grid)*, sono indipendenti dalla rete elettrica e assicurano l'alimentazione di carichi specifici. Possono essere provvisti di un sistema di accumulo in grado di garantire la "continuità di servizio" anche in assenza di irraggiamento solare; si tratta di abitazioni isolate dalla rete elettrica, baite di montagna, piccole stazioni di misura per acquedotti e gasdotti, **impianti di protezione catodica**, ecc. Tali sistemi si riferiscono principalmente alla norma CEI EN 62124.



L'APPLICAZIONE NEL CAMPO DELLA PROTEZIONE CATODICA

Grazie alla tecnologia già descritta, risulta facile porsi una domanda, è possibile proteggere dagli effetti della corrosione un'infrastruttura interrata utilizzando come fonte di energia un sistema fotovoltaico? La risposta è sì, con alcuni limiti che devono essere necessariamente esaminati prima di avviarsi verso questa scelta.

In questo articolo verranno trattati sistemi fotovoltaici ad uso esclusivo degli impianti di protezione catodica (stand alone); impianti di protezione catodica alimentati da sistemi fotovoltaici connessi alla rete di distribuzione a servizio di edifici, cabine di decompressione e stazioni di sollevamento, non presentano nessuna differenza rispetto a quelli tradizionali. Vediamo ora di illustrare quali sono i componenti necessari ad una siffatta installazione:

> Pannelli fotovoltaici

Esistono sostanzialmente tre tipologie di pannelli fotovoltaici:

- **Monocristallini**, sono facilmente riconoscibili grazie alla tipica colorazione blu o nera, sono costituiti da un singolo cristallo solare. Richiedono uno spazio minore per l'installazione ma costituiscono la soluzione più efficiente e performante. La potenza di picco varia tra i 300 e i 400 W a seconda del modello, recentemente vengono proposti pannelli con potenze di picco pari a 500 W.
- **Policristallini**, realizzati con celle di silicio policristallino, sono noti per la loro resistenza e convenienza economica rispetto ai precedenti. Sono formati da celle di cristalli di silicio orientate in modo casuale, sfruttano al meglio la luce solare durante l'intera giornata, affermandosi come una scelta economica e versatile per molte applicazioni, soprattutto in condizioni di luce diffusa (cielo nuvoloso), inoltre ad alta temperatura hanno un comportamento molto migliore rispetto ai monocristallini, ovvero un derating inferiore in termini di potenza prodotta; la potenza di picco varia tra i 200 e i 300 W.

Targhetta pannello fotovoltaico

> **Silicio amorfo** Questi moduli sono caratterizzati da una maggiore flessibilità rispetto ai pannelli tradizionali, anche se tuttavia presentano una resa inferiore. Sono composti da un sottile strato di silicio applicato uniformemente su un substrato di vetro o plastica.

La scelta di un pannello deve essere fatta anche in merito alla durata. La vita attesa di un pannello solare è di circa 25 anni, in media le prestazioni si abbassano dello 0,9% ogni anno, tale dato deve essere assunto su pannelli di alta qualità, il prezzo infatti continua a fare la differenza.

Anche la resistenza alla grandine deve essere considerata come fattore importante, recenti eventi atmosferici hanno costretto i costruttori a rinforzare il vetro di protezione, aumentando i costi.

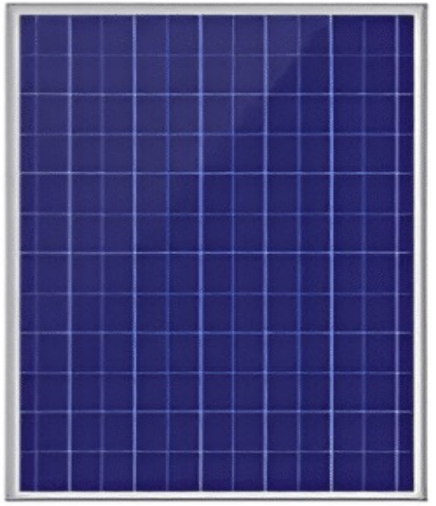
Da aggiungere recenti sviluppi tecnologici come, ad esempio, il ***PERC*** *(Passivated Emitter and Rear Cell)* impiegato con l'obbiettivo di aumentare la riflessione della luce interna alla cella, riducendo le perdite. Le celle solari con tecnologia ***HIT*** *(Heterojunction with Intrinsic Thin Layer)* invece offrono una combinazione di silicio amorfo e monocristallino, aumentando l'efficienza complessiva.

In merito alla temperatura, si può considerare una perdita di rendimento dello 0,45 % circa, per ogni grado centigrado di aumento della temperatura ambiente, superiore a 25 °C. Una cella in silicio cristallino che si trova ad una temperatura di 70°C, ha una perdita di produzione di circa il 25%.

Una temperatura di oltre 60°C delle celle fotovoltaiche è normalmente raggiungibile nelle ore centrali della giornata. La tensione a vuoto di un pannello fotovoltaico con tensione nominale 24V è di circa 40Vdc, quando collegata ad un carico la tensione scende a circa 27/28Vdc.

In merito ai pannelli realizzati in silicio amorfo possiamo dire che non presentano particolare convenienza in termini di resa salvo particolari applicazioni.

Pannello monocristallino



Pannello policristallino

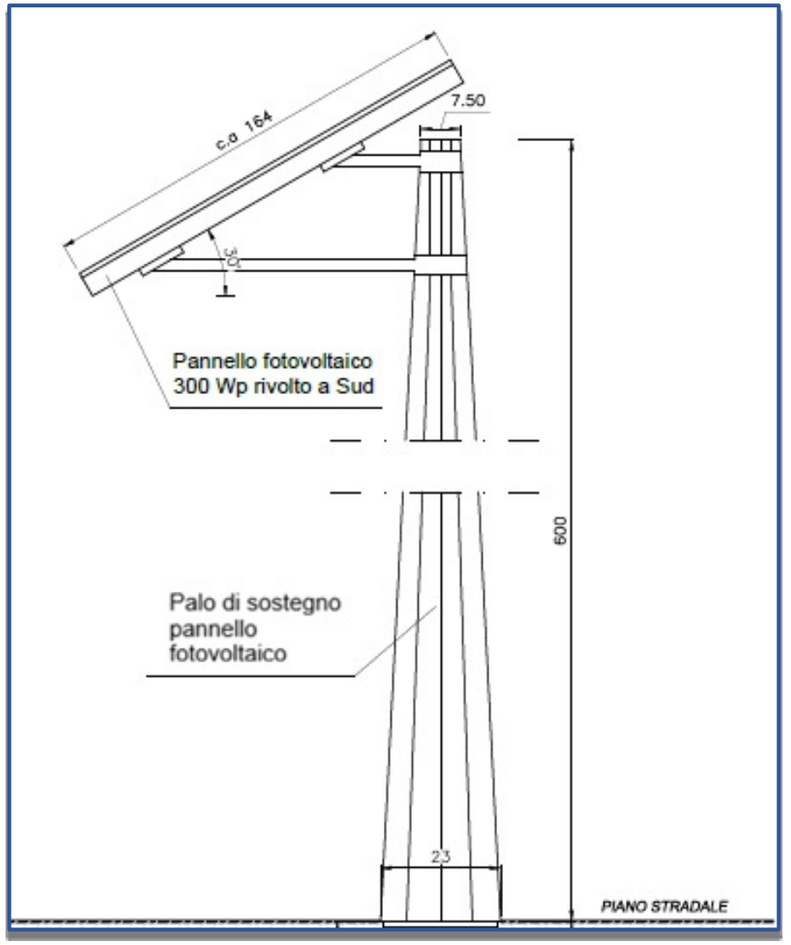
> Sostegni per pannelli fotovoltaici

Al fine di ottenere una esposizione esente da ombreggiature e deposito di sporcizia è consigliabile installare i pannelli fotovoltaici su sostegno di altezza dal terreno almeno 6m, tale opzione rende anche sicura l'installazione sottraendola alla probabilità di furti e vandalismi.

A tal scopo esistono in commercio pali di tipo ribaltabile a movimentazione manuale bilanciata, in pratica tali sostegni presentano una cerniera al centro del palo e con un sistema a funi e carrucole permette alla metà del sostegno superiore di scendere assieme al pannello fotovoltaico; questa opzione permette all'operatore di eseguire la manutenzione e la pulizia (quest'ultima da eseguire annualmente) del pannello in totale sicurezza senza l'ausilio di scale o piattaforme mobili.

Il palo deve essere opportunamente dimensionato con particolare attenzione ai calcoli meccanici del sostegno di fondazione; molti costruttori di sostegni offrono il servizio di dimensionamento incluso nel prezzo di acquisto, in questo caso il cliente deve fornire il peso del pannello, quello della struttura di aggancio al palo e la superficie del pannello.

Il dimensionamento va fatto considerando anche la ventosità della zona e il tipo di terreno dove verrà eseguito il getto di fondazione. La progettazione dovrà essere eseguita nel rispetto del *DM 14-01-08 "Testo Unico Costruzioni"*.



> Alimentatori

Nei sistemi di protezione catodica alimentati con fotovoltaico non è necessaria la presenza dell'inverter, infatti i pannelli producono corrente continua, la stessa che deve circolare tra tubo e dispersore per l'applicazione della protezione catodica; sono disponibili sul mercato alimentatori di protezione catodica che oltre ad erogare corrente all'infrastruttura interrata, presentano una sezione dedicata al regolatore di tensione e alla ricarica della batteria di accumulo, sono disponibili con ingresso da pannello fotovoltaico (12/24V), gestione della batteria di accumulo e con erogazione della corrente di protezione catodica fino a 8A. Considerate le elevate temperature che possono essere raggiunte all'interno di un armadio posto sotto il sole, è consigliabile scegliere un alimentatore che sia dotato di sonda per il rilievo della temperatura delle batterie al fine di ottimizzare i parametri di ricarica in base alla temperatura. È fondamentale che all'interno dell'alimentatore, all'interno del sistema di ricarica, sia previsto un diodo necessario ad evitare che la batteria possa scaricarsi sul pannello fotovoltaico.

Esistono anche modelli che integrano una sezione step up in grado di elevare la tensione di uscita fino a 48V, questo ovviamente a spese della potenza elettrica resa disponibile dal sistema fotovoltaico.

Nella scelta di un alimentatore di questo tipo è importante privilegiare apparecchiature dotate di basso autoconsumo, ciò al fine di evitare di perdere energia che in queste applicazioni è preziosa.

> Sistema di accumulo *(batterie)*

Il sistema di accumulo ha un'importanza notevole, non solo durante la notte, ma anche e soprattutto nelle giornate di pioggia e nebbia dove la possibilità di ricarica da parte dei pannelli fotovoltaici è bassa se non nulla; è importante sottolineare fin d'ora che solo con un'attenta progettazione è possibile garantire in tutte le situazioni il potenziale minimo di protezione verso l'infrastruttura interrata.

Le batterie che possono essere installate in queste applicazioni sono sostanzialmente di due tipologie:

> **Batterie agli ioni di litio**, *($LiFePO_4$)*, rappresentano una tecnologia avanzata caratterizzata da un'elevata efficienza, lunga durata e capacità di scarica profonda. Offrono fino a 6.000 cicli di utilizzo con una profondità di scarica dell'80/90%, mantenendo una tensione costante durante il funzionamento. Sono leggere, compatte e in grado di gestire picchi di energia con un calo minimo di tensione, garantendo stabilità e affidabilità. Anche se il costo iniziale risulta più elevato, nel tempo sono economicamente più vantaggiose grazie al basso costo per kWh e alla lunga vita utile rispetto alle batterie al piombo.

> **Batterie al Piombo AGM/GEL**, sono batterie al piombo-acido, risultano più economiche, ma hanno una densità energetica inferiore, Il numero di cicli di carica/scarica è limitato e dipende dalla profondità di scarica che in ogni caso non può superare il 50%.

In merito a quanto sopra esposto bisogna aggiungere che il sistema di ricarica di una batteria *LiFePO$_4$* è completamente diverso da quello di una batteria al piombo, pertanto, in fase di progetto, si deve verificare quale tipo di batteria può essere supportata dall'alimentatore di protezione catodica, ad oggi la maggior parte degli alimentatori in commercio sono predisposti per batterie al piombo.

PROGETTAZIONE DI UN SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA CON SISTEMA DI ALIMENTAZIONE FOTOVOLTAICO

Al normale progetto che viene eseguito per la realizzazione di un impianto di protezione catodica deve essere aggiunto anche il dimensionamento del sistema di alimentazione a fotovoltaico; per la realizzazione del progetto non servono iscrizioni agli albi professionali, servono però le competenze.

Nota la corrente necessaria alla protezione catodica della struttura si procede di solito seguendo i punti di seguito elencati:

- **Calcolo dell'energia necessaria giornaliera,** tale valore deve cautelativamente essere aumentato di circa il 30% al fine di far fronte ad eventuali aumenti della corrente di protezione, gestione interferenze, calo di rendimento del sistema ecc.
- **Calcolo della potenza dei pannelli fotovoltaici,** calcolato il consumo giornaliero dell'alimentatore e di eventuali accessori (acquisitori TLSV, sistemi di monitoraggio relativi al sistema fotovoltaico ecc.) è possibile determinare il numero e la potenza di picco dei pannelli fotovoltaici necessari in base alla località geografica di installazione. L'insolazione media giornaliera dei pannelli *(ESH)*, necessaria al calcolo dipende dalla zona geografica di installazione ed è espressa all'interno della tabella sotto riportata *(Tabella 1_ESH)*:

ZONA GEOGRAFICA	ESH INVERNALE *(ANNUALE)*	ESH ESTIVO
NORD ITALIA	2	4
CENTRO ITALIA	2,5	4,5
SUD ITALIA	3	5

Tabella 1_ESH

Come si nota dalla tabella le regioni meridionali hanno un irraggiamento solare giornaliero maggiore rispetto alle regioni del nord Italia. La produzione di energia media giornaliera ricavabile del pannello è data dal prodotto della potenza del pannello moltiplicato il valore *ESH*. In merito al valore *ESH*, quest'ultimo può essere anche desunto con maggior precisione attraverso siti web specializzati.

La produzione di energia giornaliera del pannello dovrà essere maggiore di quella consumata dall'alimentatore di protezione catodica e dai circuiti ausiliari.

Particolare attenzione deve essere posta nel dimensionamento della linea che

collega i pannelli con l'alimentatore, (viste le correnti in gioco, un pannello da 300 Wp/24 V può erogare con irraggiamento massimo 13 A circa), al fine di evitare forti cadute di tensione e inutili perdite di potenza.

- **Orientamento e inclinazione dei pannelli,** la resa di un pannello fotovoltaico è massima quando orientato perfettamente a sud, anche l'inclinazione (angolo di tilt) è importante, questa varia con la stagionalità, si renderebbe necessario variare l'angolo più volte durante l'anno e questo risulterebbe antieconomico; un inclinazione rispetto al piano di campagna di circa 30/35° risulta un ottimo compromesso, volendo installare i pannelli verticalmente si ha il vantaggio di una maggior pulizia grazie al dilavamento piovano ma si ha una perdita in termini di efficienza pari al 30%; nel caso di installazione parallela al piano di campagna la perdita di efficienza si riduce al 10%, ma in questo caso (sconsigliato), il pannello si sporca molto più facilmente. È molto importante evitare ombreggiamenti dovuti a infrastrutture di contorno, ecco quindi la necessità di installare i pannelli su palo.
- **Dimensionamento del sistema di accumulo**, per tale operazione bisogna tenere conto di alcuni fattori molto importanti; il primo fattore è rappresentato dal determinare la profondità di scarica minima che si vuole raggiugere, per batterie al piombo è necessario non scendere al di sotto del 70% (limite massimo operativo 50%) della capacità della batteria. Il secondo fattore è determinato dal numero di giorni durante i quali si vuole procedere con il solo utilizzo della batteria, infatti bisogna considerare i giorni di pioggia e nebbia all'interno dei quali il pannello fo-

tovoltaico non produce energia (oppure una quantità insufficiente) per alimentare il sistema. Nel caso di più batterie in parallelo è bene installare elementi della stessa marca, modello e caratteristiche per evitare dannose circolazioni di corrente tra una e l'altra, anche la lunghezza dei cavi di collegamento deve essere considerata, ad esempio sono da evitare ponticelli tra batterie con un'unica linea verso l'alimentatore, scegliere sempre di convergere con due coppie di cavi di identica lunghezza da attestare alla sezione dedicata dell'alimentatore. Nel caso di batterie in serie non vi sono particolari precauzioni da adottare se non il valore massimo di ingresso dell'alimentatore. Il consiglio è di valutare l'impiego di batterie con bassa autoscarica evitando il collegamento in parallelo di più batterie se non estremamente necessario.

Bisogna inoltre tenere ben presente che il pannello deve essere in grado di sostenere la corrente di protezione catodica e contemporaneamente ricaricare le batterie.

- **Protezioni**

  1. *Pannelli FV*. La corrente di cortocircuito del pannello fotovoltaico è poco maggiore rispetto a quella nominale, pertanto, nel caso di un singolo pannello non sono necessari fusibili di protezione; nel caso di collegamento di più pannelli si rende necessario adottare fusibili di protezione con corrente di targa 1,56In, tali fusibili dovranno essere per corrente continua e classe gPV. È inoltre utile installare un sezionatore all'interno dell'armadio di protezione catodica sulla linea

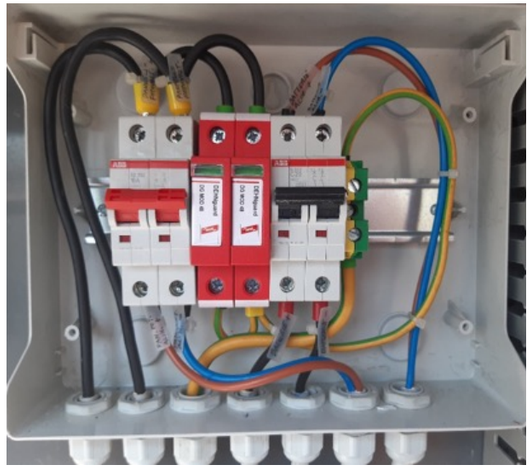
proveniente dai pannelli, prima dell'ingresso alla sezione dedicata dell'alimentatore, tale sezionatore deve essere per applicazioni in corrente continua, a completamento del tutto, soprattutto se presenti installazioni di pannelli fotovoltaici a palo, è utile installare uno scaricatore di sovratensione in classe II.

2. *Batterie*. La lunghezza dei cavi di collegamento tra l'alimentatore e le batterie è di solito limitata come estensione, pertanto eventuali protezioni da cortocircuito, indispensabili, devono essere dimensionate in base alla corrente di cortocircuito del gruppo batterie, nel caso di batterie in parallelo, il, valore della corrente di cortocircuito raddoppia, in questo caso, con batterie di capacità 120Ah la corrente di cortocircuito potrebbe facilmente superare i 6kA. Se si sceglie di usare interruttori magnetotermici per la protezione bisogna verificare le caratteristiche per applicazioni in corrente continua, infatti gli interruttori magnetotermici nascono per corrente alternata e in caso di applicazione in corrente continua subiscono forti declassamenti. Infine, il tratto di collegamento tra le batterie e l'interruttore/fusibile di protezione è bene sia realizzato con cavi unipolari con classe di isolamento Uo/U 600/1000V.

MANUTENZIONE

Oltre alle manutenzioni previste per un impianto di protezione catodica a corrente impressa si deve anche manutenzionare il sistema di alimentazione fotovoltaico.

- **Pannelli fotovoltaici**. Almeno una volta all'anno bisogna eseguire un'azione di pulizia del pannello/pannelli con detergente neutro e panni morbidi evitando di eseguire abrasioni/graffi sulla superficie. Le operazioni di pulizia è bene vengano condotte in giornate con assenza di sole per evitare che l'acqua di risciacquo evapori rapidamente con il rischio di incrostare di un sottile velo di calcare il pannello. È utile misurare e monitorare nel tempo corrente e tensione in modo da monitorare eventuali abbassamenti di rendimento. Non ultima la verifica dei diodi all'interno della scatola di connessione e la funzionalità dei dispostivi per protezione da sovracorrenti e sovratensioni.
- **Batterie**. Periodicamente serve verificare il serraggio dei morsetti, la presenza di rotture dell'involucro e/o eventuali rigonfiamenti, i morsetti devono essere protetti da eventuali fenomeni corrosivi con grasso neutro. Dal punto di vista elettrico è importante monitorare la tensione di carica e la corrente erogata da ciascun accumulatore. Completa l'operazione di manutenzione una pulizia e la verifica delle protezioni da sovracorrente.



PERMESSI E AUTORIZZAZIONI

Gli impianti fotovoltaici stand-alone (off-grid), non connessi alla rete elettrica, non richiedono pratiche GSE o permessi di connessione, sono comunque soggetti a norme edilizie comunali (CILA/SCIA) per l'installazione dei pannelli e del palo di sostegno, soprattutto in zone vincolate.

Prima di procedere è bene consultare il regolamento comunale o regionale per verificare eventuali restrizioni. Impianti di questo tipo, anche se autonomi, devono rispettare la norma CEI EN 62124.

Un vantaggio importante è quello che tali impianti non rientrano all'interno del DPR 462/01, pertanto non sono necessarie le verifiche quinquennali relative all'impianto di messa a terra, anche se un impianto di terra si rende necessario per il collegamento degli scaricatori dell'alimentatore di protezione catodica e del palo di sostegno dei pannelli.

Infine è importante ricordare che è vietata l'installazione di pannelli fotovoltaici all'interno di aree classificate *ATEX*.

CONSIDERAZIONI ENERGETICHE

L'energia disponibile in questi sistemi è preziosa e, soprattutto in inverno, non deve essere persa in inutili dissipazioni. Una situazione particolare è causata dal dispersore dell'impianto di protezione catodica che spesso può assumere resistenze verso terra elevate, non sono rari i casi in cui si procede senza progetto e il valore di resistenza finale risulta particolarmente elevato.

D'altro canto la potenza in uscita all'alimentatore è data dalla tensione di cella moltiplicata alla corrente di protezione (valore espresso in W), la corrente di protezione può variare ma su ciò non è possibile agire se non direttamente sul rivestimento dell'infrastruttura, diversamente la tensione di cella dipende in gran parte dalla resistenza del dispersore. Ad esempio con una tensione di cella di 10 V e un'erogazione di 2 A avremmo bisogno (per 24 h) di un'energia pari a 480 Wh, nel caso la tensione di cella fosse 40 V l'energia necessaria salirebbe a 1920 Wh!

È abbastanza evidente che la resistenza del dispersore incide in maniera estremamente pesante sul bilancio energetico del sistema, in un impianto a corrente impressa alimentato da rete l'energia è invece infinita, anche se in realtà, cosa non trascurabile, questo fatto incide nei costi di gestione. La situazione può precipitare anche in caso di aumenti di resistenza successivi dovuti non solo al consumo (fattore prevedibile attraverso le *leggi di Faraday*) ma, ad esempio, ad una rottura di una parte del dispersore. Il progetto deve tenere conto di questi imprevisti diversamente il sistema di protezione catodica potrebbe essere reso inutilizzabile.

COSTI

Parificando i costi di un alimentatore a corrente impressa alimentabile da rete elettrica di distribuzione con uno alimentato da pannelli fotovoltaici e storage, possiamo confrontare i costi relativi ai due sistemi di alimentazione.

I costi per una fornitura di energia elettrica in bassa tensione per clienti non residenti sono fissati all'interno dell'allegato C della Delibera 585/2024/R/eel.

I costi (ad esclusione delle opere edili relative alla posa del prefabbricato porta contatore, quest'ultimo a carico del cliente compresa la cassetta in vetroresina) sono dati dalla somma della quota potenza (78,81 €/kW) e quota distanza dalla cabina MT/BT, pertanto i costi sono variabili, una fornitura con potenza impegnata pari a 3,3kW ha un costo di circa 500€ (quota distanza fino a 200 m), ma per distanze superiori i costi aumentano, ad esempio, per distanze fino a 700m si arriva ad un costo di circa 1200€.

Un impianto costituito da 2 pannelli fotovoltaici (300Wp/24V) due batterie (160 Ah/12V) e un palo ribaltabile da 6 m ha un costo di fornitura materiali di circa 1300€, ipotizzando un'erogazione di 0,05kWh (25 V/2 A), dopo 3 anni l'impianto è ammortizzato. Bisogna comunque aggiungere che in aree non servite dal distributore di energia elettrica, o in zone dove la fornitura risulta difficile da realizzare, non vi sono alternative, in atri casi serve un'attenta valutazione.

CONSIDERAZIONI INERENTI LA PROTEZIONE CATODICA

Da un'attenta analisi di quanto sopra descritto, possiamo affermare che gli impianti di protezione catodica alimentati da pannello fotovoltaico e storage non sono adatti ad erogare elevati correnti, ciò deriva dal fatto che le batterie dovrebbero erogare la corrente di protezione non solo nel periodo notturno, ma anche nei giorni di nebbia e pioggia, che nel periodo invernale potrebbero essere in numero discreto, per soddisfare queste condizioni, con elevate correnti di protezione, lo storage dovrebbe avere dimensioni considerevoli insostenibile con spazi e costi. L'applicazione delle sonde di potenziale apporta un beneficio, in termini energetici, a questa tipologia di impianti, infatti riducendo la corrente di protezione a quella effettivamente necessaria a raggiugere il potenziale di protezione, viene ridotto anche il consumo energetico.

Tali sistemi assumono particolare validità in tratti di rete dove l'impiego di anodi al magnesio non soddisferebbe la domanda relativa alla corrente di protezione e/o sono comunque presenti interferenze (attraversamenti ferroviari con rete a monte e a valle in PE, parallelismi e reti di distribuzione in isola di modeste dimensioni); inoltre possono essere installati lungo reti protette da sistemi a corrente impressa alimentati dalla rete del distributore, dove per motivi di attenuazione in alcuni punti non si arrivi al potenziale di protezione richiesto. La realizzazione di reti di distribuzione in acciaio rivestito in PE permette l'uso di tali sistemi senza particolari problematiche, vista la riduzione della corrente di protezione di uno o anche due ordini di grandezza, realizzando impianti di erogazione con modeste dimensioni ed efficienti dal punto di vista energetico.

PRO E CONTRO…

Nella tabella di seguito riportata sono messe a confronto impianti di protezione catodica realizzati con alimentazione dalla rete del distributore e da fotovoltaico *(Tabella 2_Conf.)*:

IMPIANTI DI PROTEZIONE CATODICA		
Caratteristica	**Alimentati dalla rete del distributore**	**Alimentati da pannello fotovoltaico e storage**
Energia disponibile	Limitata dal contratto, ma indipendente dalle condizioni stagionali, non serve dimensionamento energetico.	Variabile con le condizioni stagionali, indispensabile dimensionamento energetico con ampio coefficiente di sicurezza.
Dipendenza dai guasti della rete del distributore	Dipendenza dalla qualità della rete e dagli interventi programmati da parte del distributore.	Nessuna dipendenza dalla rete.
Costi di fornitura	Fissi, dipendenti dalla quota distanza imposta dalla Delibera 585/2024/R/eel.	Dipendenti dalla corrente di protezione e dalla posizione geografica.
Costo energia	Dipendente dalla tariffa applicata dal fornitore.	Nessuno.
Autorizzazioni	Quanto previsto dai regolamenti Comunali.	Quanto previsto dai regolamenti Comunali, per pannelli fotovoltaici a palo eventuali limiti paesaggistici.

IMPIANTI DI PROTEZIONE CATODICA		
Caratteristica	**Alimentati dalla rete del distributore**	**Alimentati da pannello fotovoltaico e storage**
Durata	Praticamente illimitata.	Batterie di accumulo da sostituire statisticamente dopo 4 anni causa degrado per esposizione a temperature estreme.
Sensibilità alle scariche atmosferiche	Dipendente dalla rete elettrica del distributore.	Ridotta se non nulla.
Denuncia impianti elettrici	Obbligatoria denuncia portale CIVA (INAIL).	Nessuna.
Costi di manutenzione	Ordinari, limitati alla verifica dell'interruttore differenziale e alla funzionalità degli scaricatori di sovratensione.	Più elevati causa sostituzione batterie e pulizia pannelli fotovoltaici.
Qualifica Manutentori	Obbligo impiego di manutentori qualificati PES/PAV norma CEI 11-27.	Nessuna qualifica richiesta.
Sensibilità alle condizioni atmosferiche avverse (grandinate)	Scarsa.	Dipendente dalla qualità e dalla classe di resistenza del pannello fotovoltaico.
Sicurezza nei confronti degli operatori	Presente rischio elettrico.	Rischio elettrico assente.

CONCLUSIONE

Nel campo degli impianti fotovoltaici sono stati fatti grandi passi avanti, ma molto resta ancora da fare.

Oggi la tecnologia ci mette a disposizione la possibilità di scegliere come alimentare i nostri sistemi di protezione catodica, possiamo decidere in base alla soluzione più performante ed economicamente vantaggiosa, ma sempre con particolare attenzione al rispetto dell'ambiente che ci circonda, ricordandoci che il futuro dipende da noi e soprattutto dalle nostre scelte.

Ogni volta che opteremo per la scelta di un sistema alimentato a pannelli fotovoltaici è chiaro che l'ambiente ci ringrazierà.

ENERGIAMEDIA EDITORE