

# ANALISI DEI RISCHI E PROBLEMATICHE GESTIONALI CONNESSE ALLE APPARECCHIATURE DELLE CENTRALI IDROELETTRICHE

**2023**

**INTRODUZIONE** - Nell'ambito del Piano delle attività di Ricerca Inail per il triennio 2022-2024 il laboratorio V del Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (Dit), in collaborazione con la Unità

Operativa Territoriale di Avellino, sta sviluppando un approfondimento sulla valutazione dei rischi a cui sono esposti i lavoratori delle centrali idroelettriche.

In Italia si contano più di 500 grandi dighe con sbarramenti alti più di 15 metri e/o con un invaso di oltre 1 milione di metri cubi (nel mondo sono oltre 40.000) e circa 10.000 piccole dighe. In passato ci sono stati catastrofici eventi legati agli sbarramenti e pertanto è necessario che queste strutture siano dotate di sistemi di sicurezza in grado di intervenire in caso di avaria ed evitando che fenomeni naturali o piccoli guasti possano provocare danni ai lavoratori o all'ambiente circostante. Rispetto al passato è possibile monitorare in modo automatico la stabilità dei versanti, i livelli idrici ecc. attivando in caso di emergenza lo svuotamento controllato dell'invaso o altre attività di sicurezza, ma anche l'efficienza degli impianti può essere attentamente monitorata attraverso verifiche in autocontrollo o in occasione di verifiche previste per legge ad opera degli enti preposti tra cui l'Inail. Nelle dighe sono presenti numerosi impianti ed attrezzature che richiedono la denuncia e la successiva verifica da parte dei tecnici Inail. Nella tabella 1 sono riportati i relativi riferimenti di legge.

o, se ci sono le condizioni altimetriche, per alimentare centrali idroelettriche. L'uomo ha imitato probabilmente animali, come i castori, che da sempre costruiscono degli sbarramenti utilizzando rami ed altri materiali per ottenere un innalzamento del livello d'acqua e creare un habitat a loro confortevole. Le prime opere sono state realizzate per sfruttare l'energia cinetica dell'acqua e far funzionare gli opifici (mulini, ferriere ecc.). Successivamente sono state realizzate opere più imponenti per creare riserve idriche per uso irriguo o potabile o per produrre energia elettrica. I bacini artificiali sono diventati in alcuni casi riserve naturalistiche importanti attirando specie animali stanziali o migratorie.

La progettazione è sempre partita da una attenta analisi geomorfologica, che inizialmente era frutto delle osservazioni e delle conoscenze di esperti geologi, ma che con il tempo è stata notevolmente migliorata con l'utilizzo di metodi geofisici. Gli aspetti principali da valutare erano: il volume del bacino, le caratteristiche di permeabilità dei terreni, la stabilità dei versanti e le caratteristiche geotecniche dei terreni fondazione. In una diga sicura deve essere sempre possibile poter scongiurare alluvioni verso valle. Nella memoria degli italiani c'è sicuramente la tragedia del Vajont dove a causa di una frana da uno dei versanti ci fu una disastrosa tracimazione dell'acqua verso valle.

Gli sbarramenti possono essere normalmente distinti in dighe murarie, dighe in materiale sciolto ed altri tipi di strutture minori. La prima tipologia è progettata per contrastare la spinta dell'acqua sfruttando la massa stessa della diga o sfruttando la resistenza meccanica della struttura ad arco. La seconda tipologia è realizzata con materiali sciolti e sfrutta esclusivamente la resistenza della massa del materiale e in alcuni casi per evitare la permeazione viene realizzato un nucleo con materiale a maggiore permeabilità. Esistono poi altre tipologie realizzate talvolta con tecniche di bioarchitettura che servono soprattutto a regimentare le acque o a gestire localmente esigenze irrigue o di piccoli opifici. Elementi essenziali sono lo scarico di superficie, lo scarico di fondo e le opere necessarie a monitorare la stabilità dell'opera.

Gli scarichi devono essere opportunamente dimensionati in base ai fenomeni piovosi anche con tempi di ritorno pari a 200 anni. La struttura deve poi essere dotata di sistemi di rilevazione di eventuali cedimenti o di condotte spia per la rilevazione di infiltrazioni.

## LA CENTRALE IDROELETTRICA

Per sfruttare la riserva accumulata in un bacino artificiale grazie ad una diga occorre realizzare una centrale idroelettrica. Una condotta forzata consente di convogliare le acque prelevate dal bacino in una o più turbine le cui eliche, ruotando, attivano dei generatori.

**Tabella 1** Riferimenti di legge verifiche impianti

Tipo di impianto	Riferimento di legge.
Installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.	d.p.r. 22/10/2001 n. 462
Attrezzature di sollevamento	d.lgs. 09/04/2008 n. 81 art. 71
Apparecchiature a pressione	d.m. 01/12/2004 n. 329
Impianti termici	d.m. 01/12/75

## LA DIGA

Per le mutate visioni sul corretto uso dei suoli e le diverse esigenze energetiche si è ridotta notevolmente la realizzazione di nuovi invasi quindi abbiamo a che fare soprattutto con strutture già esistenti nelle quali si tende a migliorare le condizioni di sicurezza in base alle nuove conoscenze tecnologiche.

Nelle dighe, le acque di uno o più corsi d'acqua sono opportunamente accumulate in bacini artificiali per ottenere una riserva da utilizzare per uso irriguo e potabile

Questa attività che trasforma l'energia cinetica dell'acqua in energia meccanica e poi in energia elettrica deve però essere controllata.

Prima di arrivare a contatto con le turbine l'acqua ha già naturalmente depositato sul fondo del bacino il suo carico di sedimenti più grossolani ma deve essere ulteriormente filtrata per evitare l'effetto abrasivo di eventuali particelle sulle pale delle turbine.

Il flusso dell'acqua viene regolato da saracinesche comandate da sistemi idraulici e la rotazione delle turbine viene controllato da un sistema di cuscinetti e da regolatori e freni anch'essi comandati idraulicamente. Il surriscaldamento delle parti in movimento e di quelle sotto tensione deve essere evitato anche grazie a sistemi di raffreddamento ad aria forzata.

Lo schema più generale di una centrale idroelettrica prevede quindi un bacino di accumulo, uno sbarramento una condotta forzata, una centrale di produzione dell'energia e una stazione di trasformazione dell'energia.

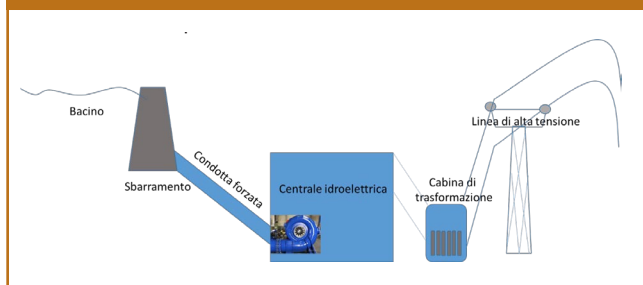
Nel bacino vengono continuamente monitorati il bilancio idrogeologico del bacino imbrifero e le condizioni geomorfologiche a monte, l'eventuale accumulo di sedimenti e per i bacini montani la presenza di ghiaccio. A seconda della tipologia costruttiva nello sbarramento è necessario controllare la stabilità del manufatto, il mantenimento delle condizioni di impermeabilità attraverso una rete di sensori ed in alcuni casi attraversando appositi cunicoli di ispezione.

La condotta forzata viene ispezionata per prevenire danni dovuti all'invecchiamento, alla stabilità del versante ed anche agli effetti delle variazioni di portata (colpi d'ariete).

Nella stazione di trasformazione la corrente elettrica prodotta viene trasformata, aumentandone il voltaggio, rendendola idonea al trasferimento mediante gli elettrodotti.

Nelle dighe di recente costruzione o in quelle che sono state successivamente ristrutturare esiste una rete di sensori in grado di monitorare tutte le parti ed una rete di dispositivi di regolazione e sicurezza in grado di agire prevalentemente sulle portate d'acqua o di azionare in emergenza uno svuotamento rapido del bacino.

**Figura 1** Schema tipo di una centrale idroelettrica



### LA VALUTAZIONE DEI RISCHI

La storia ci ha insegnato che le dighe possono costituire un rischio per l'incolumità delle popolazioni che abitano nei territori a valle ma in questo studio verranno approfonditi, soprattutto, i rischi a cui sono esposti

i lavoratori addetti alla gestione ed alla manutenzione. La centrale elettrica presenta rischi per i lavoratori simili a quelli di grosse attività industriali ed altri specificamente legati all'attività.

Questi impianti sono ubicati prevalentemente in zone impervie e più raramente in zone abitate quando sfruttano direttamente il flusso di corsi d'acqua. È importante quindi evidenziare i rischi tipici di attività all'aperto ed in particolare l'esposizione alle basse temperature nella stagione invernale, ed a causa dei cambiamenti climatici, anche di temperature elevate nella stagione estiva.

Le attività lungo il bacino e la condotta forzata espongono anche a rischi legati alla praticabilità dei luoghi. Negli ambienti al chiuso sono pur presenti i rischi termici e sono anche da verificare la stabilità delle strutture, la presenza di luoghi idonei per permanenza dei lavoratori (refettori, dormitori, servizi igienici ecc.) e di idonee vie di fuga in caso di emergenza.

I livelli di rumore, in prossimità delle turbine, sono normalmente superiori a 70 dB di livello equivalente ma possono variare a causa della geometria degli ambienti e soprattutto dello stato di usura delle parti in movimento. Durante le fasi di manutenzione i lavoratori sono esposti a rischi specifici:

- caduta dall'alto nell'uso di scale o di trabattelli o piattaforme o comunque da zone in quota con presenza o meno di parapetti;
- scivolamento per superfici sconnesse o con presenza di liquidi scivolosi;
- caduta di oggetti più o meno voluminosi durante le operazioni di sollevamento di parti delle attrezzature.
- traumi legati all'uso di utensili manuali.
- rischio chimico connesso all'utilizzo di lubrificanti, vernici ecc. e all'inalazione di polveri;
- rischi connessi all'uso di attrezzature a pressione;
- rischio elettrico.

Gli spostamenti per raggiungere gli involucri e le centrali idroelettriche possono essere occasione d'infortunio perché le vie di comunicazione sono spesso difficili da percorrere ed in alcuni casi è addirittura necessario l'utilizzo di mezzi speciali come l'elicottero. Le condizioni di percorribilità possono inoltre risentire fortemente delle condizioni climatiche: nebbia, pioggia, gelo, neve.

**Figura 2** Interno della centrale idroelettrica



## AZIONI DI PREVENZIONE

Come sempre la migliore azione di prevenzione è rappresentata da una costante attività di formazione ed informazione dei lavoratori. Questa deve essere specifica, deve cioè essere calata sulla particolare attività perché solo un lavoratore consapevole può riconoscere i rischi ed evitarli. Le maggiori criticità si registrano nelle fasi di costruzione dell'invaso e della centrale o comunque nelle modifiche che riguardano sempre strutture complesse, e nelle attività di manutenzione che garantiscono la funzionalità della centrale ma anche l'efficienza dei sistemi di prevenzione automatici.

In particolare, tutti i sistemi di regolazione delle portate, il controllo delle sovrappressioni ecc. sono azionate da sistemi idraulici e quindi da apparecchi a pressione di cui deve essere garantita l'efficienza e su cui è necessario effettuare le verifiche di prima installazione e periodiche.

Gli impianti elettrici sono anch'essi da mantenere e verificare costantemente, per garantire l'efficacia dei sistemi di protezione attivi e passivi sia per la gestione dello sbarramento e della centrale di produzione e sia per la centrale di trasformazione collegata alla rete elettrica nazionale.

Tra i rischi ambientali è necessario apporre la massima attenzione agli effetti del rumore che è sempre presente nelle varie parti del sito. Anche in questo caso la

manutenzione delle attrezzature contribuisce alla riduzione delle emissioni sonore ma anche possibile studiare dei sistemi di bonifica oppure una organizzazione del lavoro che riduca l'esposizione dei lavoratori. Se è ben chiaro che per livelli superiori a 80 dB occorre agire riducendo il livello con azioni di bonifica o in estrema ratio con l'utilizzo di DPI, per livelli superiori a 60 dB è spesso sottovalutato l'effetto extra uditivo che può comportare stress ed effetti sulla salute quali insonnia, gastriti ecc.

Quando non è possibile ridurre l'esposizione ai rischi, anche fornendo attrezzature specifiche, può essere necessario fornire ai lavoratori dei dispositivi personali di protezione. In particolare, oltre ad elmetti di protezione dagli urti, all'abbigliamento di protezione dagli agenti atmosferici, alle tute da lavoro e ai guanti di protezione saranno necessarie scarpe con rinforzi in acciaio e soles antiscivolo, otoprotettori e occhiali o schermi protettivi per gli occhi.

Concordemente con i rischi potenziali esposti l'analisi dei dati statistici nel quinquennio 2017-2021, nel settore di produzione dell'energia, evidenzia la prevalenza di eventi infortunistici conseguenti ad impatti che provocano lussazioni, fratture ed altri traumi agli arti ed alla colonna vertebrale e per le malattie professionali una prevalenza di patologie a carico del sistema osteoarticolare, di malattie oncologiche e del sistema uditivo e del sistema respiratorio.

## PAROLE CHIAVE

*Centrale idroelettrica, rischi, prevenzione*

## RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

- [https://www.dighe.eu/dati/grandi\\_dighe\\_italiane.htm](https://www.dighe.eu/dati/grandi_dighe_italiane.htm)
- [https://indicatoriambientali.isprambiente.it/sys\\_ind/81](https://indicatoriambientali.isprambiente.it/sys_ind/81)
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (G.U. n. 101 del 30 aprile 2008)
- Decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi. (GU Serie Generale n.6 del 8 gennaio 2002)
- Decreto Ministero delle attività produttive 1 dicembre 2004, n. 329. Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93. (GU Serie Generale n.22 del 28 gennaio 2005 - Suppl. Ordinario n. 10)
- Decreto Ministero del Lavoro e Della Previdenza Sociale 1 dicembre 1975. Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione (GU Serie Generale del 06 febbraio 1976 (Suppl. Ordinario alla gazzetta n. 33 del 06 febbraio 1976)
- AA VV Atti del seminario "L'Energia verde e il ruolo dell'Inail" Green Symposium Napoli 4 maggio 2023.
- P. Castellano et al. Gli apparecchi a pressione nelle centrali idroelettriche. Atti del convegno SAFAP 2018 Sicurezza ed affidabilità delle attrezzature a pressione Bologna 28-29 novembre 2018. Inail.
- E. Bemporad et al. Attrezzature con parti a pressione che presentano anche rischi trattati da altre direttive di prodotto. SAFAP 2018 Sicurezza ed affidabilità delle attrezzature a pressione Bologna 28-29 novembre 2018. Inail.
- Inail Dati - Andamento degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali, nr 12 dicembre 2022 ISSN 2035-5645