Dams & Reservoirs DAY 2025



EurCOLD

Water and Energy security for Europe

AIPnD

Impianti asta Ovesca: un secolo di storia

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

Marco Lauro
Membro consiglio direttivo AIPnD

Ezio Tuberosa
AIPnD / CICPND / EFNDT

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

Argomento:

- Componenti di impianti idroelettrici di costruzione molto datata:

  - A) In caso di esercizio conforme alle condizioni di progetto iniziale, come si determina l'idoneità del componente?
  - B) In caso di riutilizzo di alcuni componenti in occasione di rifacimento parziale, come si controllano tali componenti per stabilire una ragionevole idoneità?

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

Sia per il caso A) che B) l'attività principale cui riferirsi sono i Controlli Non Distruttivi che si possono fare, da valutare con alcune osservazioni di principio.

Per «datati» si intende componenti prodotti prima degli anni '60 del secolo precedente.

Componenti meccanici, quali turbina (girante e parti fisse), valvole principali, sono nella maggior parte dei casi provenienti da fusioni.

Gli alberi turbina e generatore, anche se datati, sono provenienti da fucinati e quindi da fusioni di qualità poi lavorate opportunamente a caldo per ottenere le proprietà meccaniche richieste

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

In generale quindi i componenti meccanici datati, è opportuno fare riferimento a componenti provenienti dal processo di fusione.

E, come conseguenza, fare riferimento alle modalità di controllo qualità coerenti con il periodo della costruzione.

Le modalità di controllo qualità passano attraverso le modalità di controllo non distruttivo in uso al tempo, secondo le migliori conoscenze e capacità della tecnica di controllo scelta al momento.

Determinanti, ad esempio, le prove di messa in pressione di un componente per rilevare deformazioni, difetti superficiali, perdite.

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

A) Per i componenti in esercizio, è ragionevole avere una buona storia dei controlli periodici cui sono stati sottoposti nel tempo, in particolare per componenti oggetto di usura e periodica revisione.

Esistono dedicati piani di controllo periodici che derivano per la gran parte da esperienze di esercizio e manutenzione e da esiti di controlli precedenti.

Le tecniche utilizzate attualmente sono:

- Controlli Liquidi Penetranti, alla ricerca di difetti sulle superfici
- Controlli Magnetoscopici, alla ricerca di difetti superficiali e sub-superficiali
- Controlli Ultrasonori, alla ricerca di difetti interni, difettologia complessa che può essere ricercata proprio sulla base di esperienze pregresse.
- Controlli Radiografici, alla ricerca di difetti interni nelle zone critiche

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

A)

Le tecniche utilizzate fanno riferimento a normative conosciute e, in generale, si adottano le norme adeguate alla tecnologia della strumentazione di controllo utilizzata.

Relativamente alle modalità di attuazione di una tecnica di controllo, fare riferimento a norme anche recenti non porta ad risultati di complessa valutazione.

Relativamente alle classi di controllo, quindi agli esiti dei controlli, l'esperienza porta a cercare le informazioni sulle modalità di controllo usate per l'accettazione del componente e, ragionevolmente, ad escludere il riferimento a classi restrittive delle norme attuali.

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

B) Per i componenti datati ma da riutilizzare in caso di rinnovamento (e da considerare idonei all'esercizio dell'impianto rinnovato), la modalità di riutilizzo passa attraverso la verifica di idoneità, verifica che necessita di:

- 1) Conoscenza delle caratteristiche progettuali di origine
- 2) Conoscenza della storia di esercizio e manutenzione
- 3) Conoscenza dell'esercizio futuro richiesto
- 4) Definizione di un piano di controlli idoneo a stabilire la esercibilità
- 5) Modalità di valutazione degli esiti dei controlli.

Le tecniche utilizzate attualmente sono:

- Controlli Liquidi Penetranti, alla ricerca di difetti sulle superfici
- Controlli Magnetoscopici, alla ricerca di difetti superficiali e sub-superficiali
- Controlli Ultrasonori, alla ricerca di difetti interni, difettologia complessa che può essere ricercata proprio sulla base di esperienze pregresse.
- Controlli Radiografici, per difetti interni, attualmente di ridotta applicazione

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

B)

1) Conoscenza delle caratteristiche progettuali di origine:
   - Materiale, anno di costruzione e modalità realizzativa;
   - Sollecitazioni agenti sul componente;
   - Modalità di esercizio previste a progetto

2) Conoscenza della storia di esercizio e manutenzione:
   - Aderenza ai dati di progetto
   - Ore di esercizio, avviamenti, eventi eccezionali
   - Riparazioni e storia della manutenzione

3) Conoscenza dell'esercizio futuro richiesto:
   - Sollecitazioni agenti sul componente
   - Ore di esercizio, avviamenti, stima di eventi eccezionali

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

B)

4) Definizione di un piano di controlli idoneo a stabilire la esercibilità:

- in base al materiale e modalità realizzativa
- in base alla storia di esercizio e manutenzione
- in base alla esperienza di controlli su componenti analoghi
- riferimento anche a tecniche utilizzate al tempo della realizzazione

5) Modalità di valutazione degli esiti dei controlli:

- Riferimento a difettologia da ricercare: se difetti di origine allora considerare classi di accettabilità del tempo
- Calcoli FEM del componente considerando i difetti peggiori in relazione alle modalità di esercizio

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

B)

Le tecniche utilizzate attualmente sono:

- Controlli Liquidi Penetranti, alla ricerca di difetti sulle superfici
- Controlli Magnetoscopici, alla ricerca di difetti superficiali e sub-superficiali
- Controlli Ultrasonori, alla ricerca di difetti interni, difettologia complessa che può essere ricercata proprio sulla base di esperienze pregresse.
- Controlli Radiografici, per difetti interni, attualmente di ridotta applicazione

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

B)

Per tutte le tecniche occorre considerare che la strumentazione in uso e le normative di riferimento attuali sono molto più sofisticate e restrittive.

Proprio per tali tecniche, le modalità di progettazione e di costruzione attuali consentono di ridurre il materiale, di utilizzare materiali più prestazionali e quindi avere la necessità di un livello di qualità elevato (difettologia ridotta).

Ecco un esempio, relativo a macchina uguale ma con 70 anni di differenza:

COMPONENTE	VECCHIO	NUOVO	DELTA
• Statore	26,3 t	22,0 t	- 16,4 %
• Rotore	33 t	7,0 t	- 18,2%

Maggiore utilizzo del materiale, a pari funzionalità dell'intero sistema

Verifiche eseguite su macchine e apparecchiature

Trasformatori

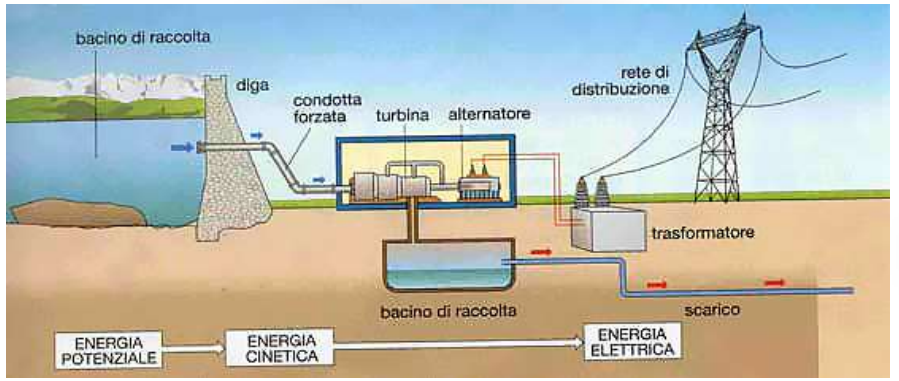


Generatori

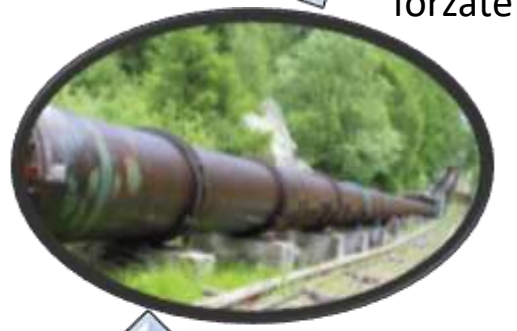


Giranti





Condotte forzate



Stazioni elettriche

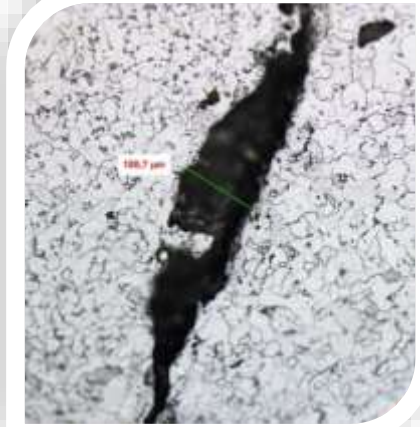


Carri ponte





Controlli magnetici



Repliche metallografiche



Controlli dimensionali



Esame visivo



Anamnesi storica



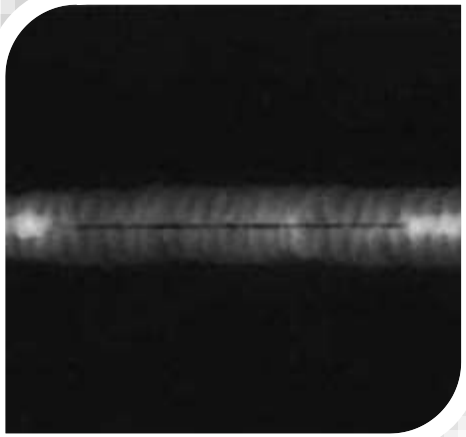
Prove meccaniche

Prove su macchinario e condotte forzate



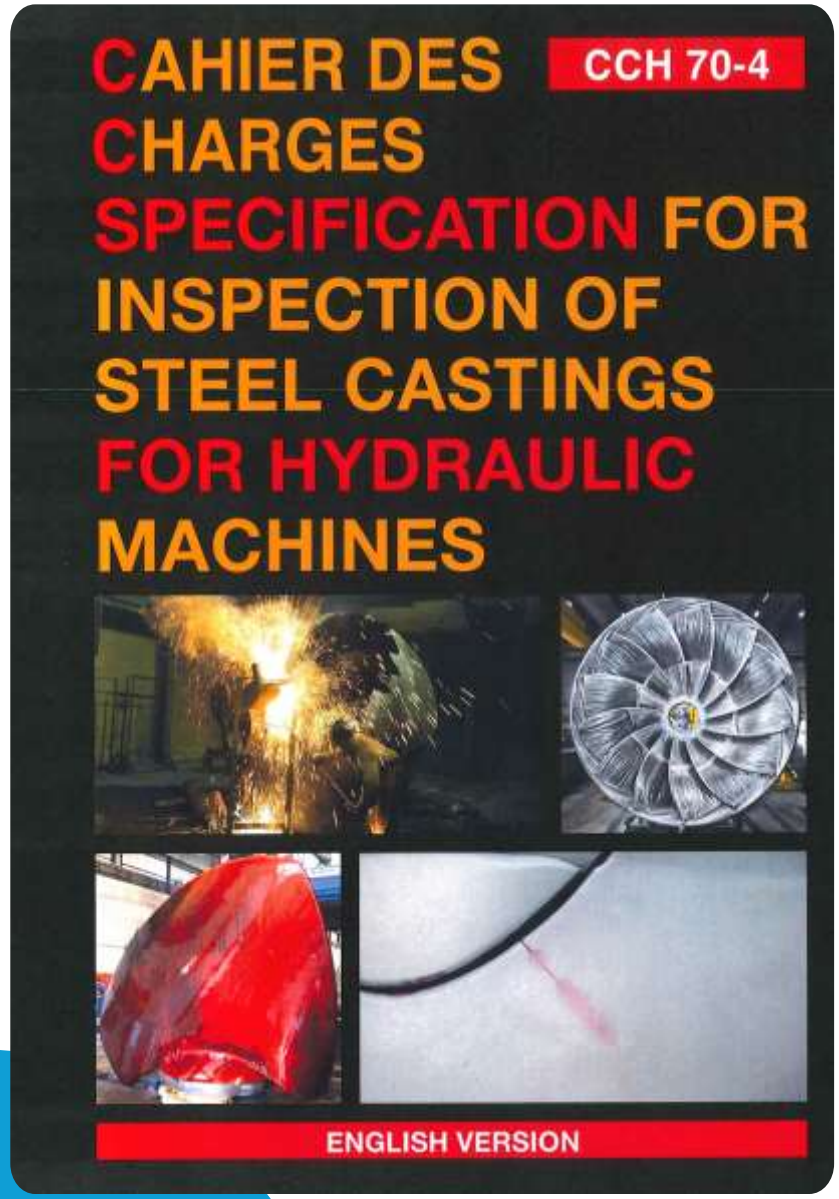
Liquidi penetranti

Esame radiografico





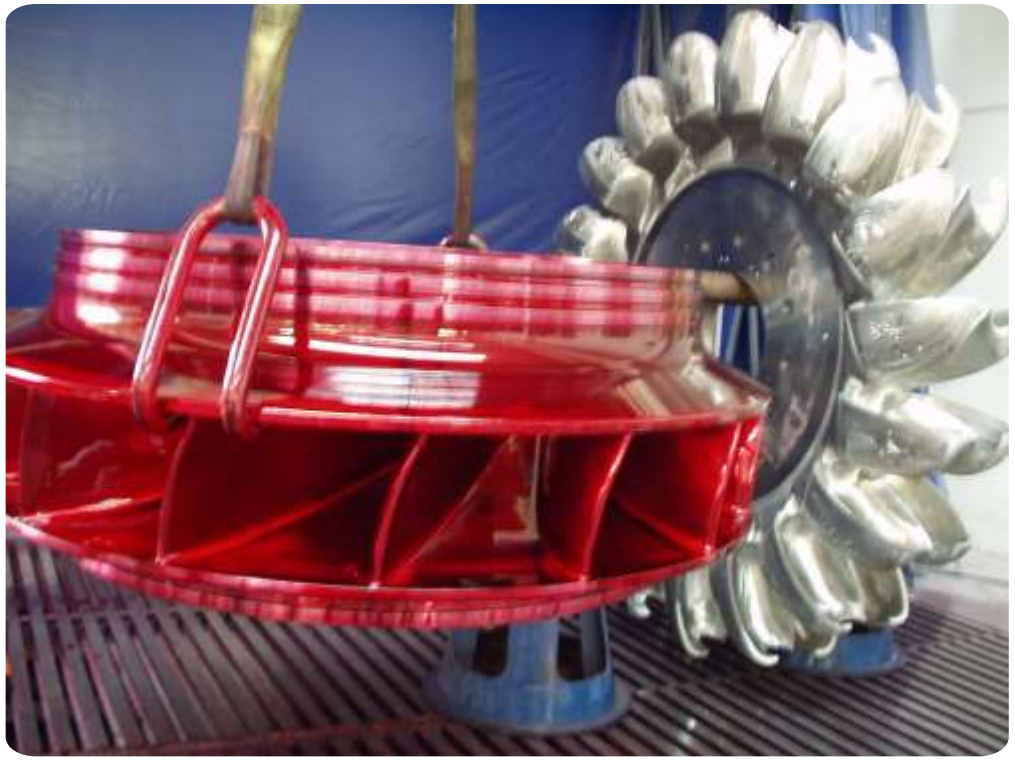
Esame con ultrasuoni



Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

Standard **CCH**: «**C**ahier des **CH**arges de reception des pieces en acier moule pour machines

- CCH 70-1 Novembre 1971.
- CCH 70-2 Giugno 1979.
- CCH 70-3 Giugno 1996.
- CCH 70-4 Ottobre 2014



Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

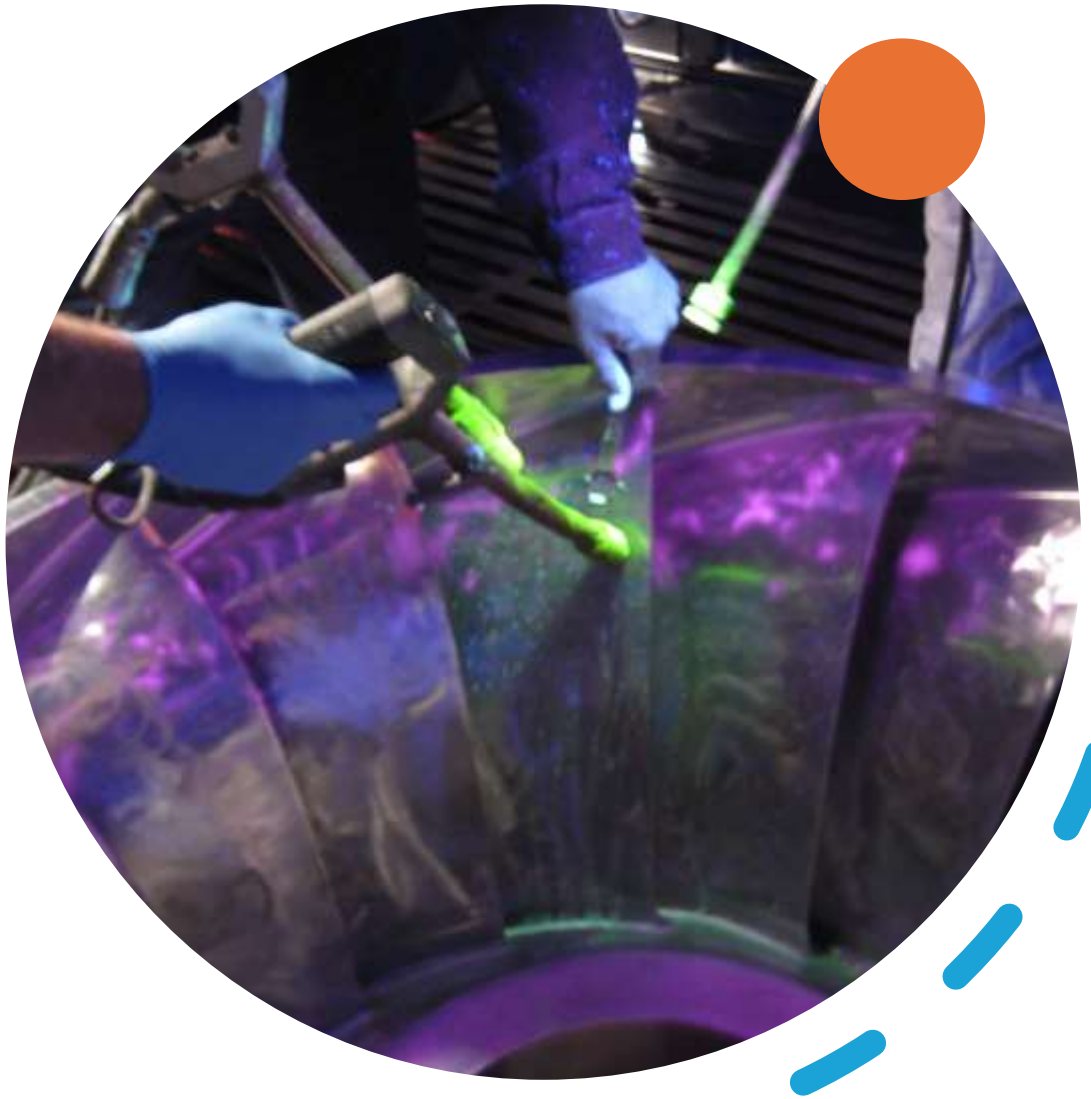
Standard **CCH**

- Controllo PT
  - CCH 70-2: classi di accettabilità da 1 a 5: Classe 3: Criteri di accettazione
    - 1} Nessuna indicazione circolare di dimensione a > 5 mm.
    - 2} Nessuna indicazione lineare.
    - 3) Nessuna indicazione allineate.
    - 4) Superficie Totale delle indicazioni inferiore o uguale a 50 mm^2/dm^2.
  - CCH 70-4: classi di accettabilità da 1 a 5: Classe 3 criteri di accettazione
    - 1) Indicazione minima rilevabile a= 1,5 mm
    - 2) Nessuna indicazione circolare di dimensione a > 4 mm.
    - 3) Nessuna indicazione lineare a >3 mm
    - 4) Nessuna indicazione allineate con L > 4 mm
    - 5) Superficie Totale delle indicazioni inferiore o uguale a 40 mm^2/dm^2

Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

Standard **CCH**

- Controllo MT
  - CCH 70-2: classi di accettabilità da 1 a 5: Classe 3: Criteri di accettazione difetti lineari:
    - 1} Lunghezza massima delle indicazioni L: 10 mm.
    - 2} Somma massima della lunghezza indicazioni nella S riferimento: 60 mm
    - 3) Distanza minima estremità indicazioni allineate a indicazione allineate 5L (L= lungh max)
    - 4) S riferimento: 100 x 160 mm.
  - CCH 70-4: classi di accettabilità da 1 a 5: Classe 3: criteri di accettazione difetti lineari
    - 1) } Lunghezza massima delle indicazioni L: 5 mm.
    - 2} Somma massima della lunghezza indicazioni nella S riferimento: 30 mm
    - 3) Distanza minima estremità indicazioni allineate a indicazione allineate 8L (L= lungh max)
    - 4) S riferimento: 100 x 160 mm.



Influenza dei criteri di progettazione di origine di un componente elettromeccanico sulla adozione di modalità di controllo non distruttivo e relativa valutazione delle indicazioni

Standard **CCH**

Da una analisi preliminare emerge come le normative abbiano adottato criteri di accettabilità sempre più restrittivi al procedere dell'evoluzione tecnologica.

Conclusione

Per i componenti «datati» che sono stati accettati con normative adeguate al tempo della fabbricazione, non è ragionevole applicare normative più restrittive rispetto a quelle dell'epoca.