



*Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*  
Dipartimento per le opere pubbliche e le politiche abitative  
Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche

**CLASSI DI ATTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RITENUTA**  
**Procedura per la definizione**  
**art. 4 del D.M. 94/2024**

***Allegato Tecnico***

28/07/2025

Il direttore generale  
Ing. Angelica Catalano



Angelica Catalano  
28.07.2025  
13:27:58  
GMT+01:00

## **Procedura per la determinazione delle classi di attenzione degli impianti di ritenuta**

La classe di attenzione di una diga viene assegnata in due fasi.

Nella prima fase si stabilisce la *classe di attenzione di progetto*, determinata sulla base delle caratteristiche dell'opera e delle caratteristiche del territorio a valle. Alla fine di questa valutazione, le dighe sono suddivise in due classi: bassa e media.

Nella seconda fase, si definisce la *classe di attenzione di esercizio* che modifica la classe di attenzione di progetto, integrandola con il giudizio sul comportamento in esercizio dell'opera. Alla fine di questa fase si definisce la *classe di attenzione dell'impianto di ritenuta a diga* che può essere bassa, media o alta. Di seguito, si riportano i parametri da valutare nelle due fasi. Ai parametri è assegnato un coefficiente numerico crescente con il grado di attenzione da prestare all'opera.

L'attribuzione della classe di attenzione è oggetto di riesame per iniziativa della DG Dighe o su richiesta del Gestore, ogni volta che vi siano accadimenti che possono determinare una modifica dei valori dei parametri che la definiscono quali:

- interventi di miglioramento o di adeguamento;
- completamento di verifiche sismiche o idrauliche e idrologiche;
- significativi eventi sismici, di piena o franosi dai quali possa derivare una modifica dei valori dei parametri che definiscono le classi;
- dissesti o manifestazioni particolari rilevati nel corso dell'attività di vigilanza.

### ***Parametri caratteristici - Classi di attenzione di progetto***

I parametri che definiscono le *classi di attenzione di progetto* sono i seguenti:

- Tipologia dello sbarramento ( $F_{TIPO}$ )
- Altezza e volume di invaso dello sbarramento ( $F_{VH}$ )
- Caratteristiche del sito ( $F_{SITO}$ ), che comprendono la sismicità del sito ( $F_{PGA}$ ) e la presenza di frane attive ( $F_{FRAN}$ ) prese in considerazione nelle verifiche agli SLU delle NTD 2014, comprese quelle oggetto di interventi di stabilizzazione e quelle oggetto di monitoraggio senza interventi, o di faglie attive e capaci ( $F_{FAC}$ ) potenzialmente in grado di far raggiungere uno stato limite ultimo di cui al p.to C.6 delle NTD 2014:  $F_{SITO} = F_{PGA} + F_{FRAN} + F_{FAC}$
- Tipologia degli scarichi di superficie ( $F_{PIENA}$ )
- Età dello sbarramento ( $F_{ETÀ}$ ) che considera la norma di riferimento del progetto dello sbarramento ( $T_{NORM}$ ) e il coefficiente ( $T_{AN}$ ) di età anagrafica:  $F_{ETÀ} = T_{NORM} + T_{AN}$
- Popolazione e opere infrastrutturali di interesse strategico di cui all'elenco A del DPCM 21/10/2003 a valle diga ( $F_{VALLE}$ )

Poiché il territorio a valle è l'unico elemento che non condiziona la sicurezza dello sbarramento e che descrive gli effetti del suo potenziale collasso, la classe di attenzione di progetto è definita attraverso il prodotto tra il parametro associato al territorio di valle e la somma dei coefficienti attribuiti ai parametri dell'opera.

La **classe di attenzione di progetto**  $F_P$  è, quindi, determinata mediante la seguente espressione:

$$F_P = F_{VALLE} * (F_{TIPO} + F_{VH} + F_{SITO} + F_{PIENA} + F_{ETÀ})$$

e valutata secondo la tabella riportata di seguito:

Valore del Fattore di progetto ( $F_P$ )	Classe di attenzione di progetto
$F_P \leq 9$	Bassa
$F_P > 9$	Media

### **Parametri del comportamento in esercizio - Classi di attenzione**

I parametri che definiscono il comportamento in esercizio degli sbarramenti sono i seguenti:

- Manutenzione dello sbarramento ( $F_{MAN}$ )
- Osservazione del comportamento ( $F_{COMP}$ )
- Efficienza degli scarichi ( $F_{SCAR}$ )
- Rivalutazione sismica corpo diga ( $F_{SISM}$ )
- Rivalutazione idrologica e idraulica ( $F_{IDR}$ )

Il fattore di esercizio  $F_{ES}$  è, quindi, calcolato con la seguente espressione:

$$F_{ES} = F_{MAN} + F_{COMP} + F_{SCAR} + F_{SISM} + F_{IDR}$$

A partire dal valore del fattore di esercizio, si valuta l'incremento della classe di attenzione di progetto secondo la seguente tabella:

Valore del fattore di esercizio ( $F_{ES}$ )	Incremento della classe di attenzione di progetto
$F_{ES} < 5$	Nessun incremento di classe
$5 \leq F_{ES} < 10$	Incremento di una classe
$10 \leq F_{ES}$	Attribuzione diretta della classe alta

La classe di attenzione in esercizio è definita a partire da quella di progetto e può essere confermata o incrementata a seguito dell'esame degli elementi che concorrono alla definizione del comportamento in esercizio.

Il percorso metodologico sopra delineato può essere sinteticamente riassunto, dal punto di vista grafico, mediante la seguente rappresentazione matriciale:

**CLASSE DI ATTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RITENUTA**

Fattore di progetto	>9	MEDIA	ALTA	ALTA
	≤9	BASSA	MEDIA	ALTA
		<5	5-10	≥10
		Fattore di esercizio		

Sulla base della classe di attenzione ottenuta, le attività di controllo da parte della Direzione generale e del Gestore sono graduate nella tabella che segue.

Classe di attenzione	Gestore			DG Dighe/Gestore	DG Dighe
	Guardiania Applicazione DPC	Asseverazioni	Sorveglianza	Prescrizioni di studi, indagini o ispezioni  Attività per migliorare la sicurezza	Visite di vigilanza
<b>I (bassa)</b>	Possibile guardiania non continua nel rispetto degli elementi di cui al comma 3, dell'art. 24	Una relazione asseverata dell'ingegnere responsabile all'anno (art.18)	Generalmente nessuna soglia di attenzione sugli strumenti di misura	Frequenza diradata degli accertamenti straordinari pluriennali e delle ispezioni periodiche (art.25 c.2)  Frequenza decennale per l'aggiornamento del piano di manutenzione (art.11 c.3)	Una all'anno
<b>II (media)</b>	Possibile guardiania non continua nel rispetto di tutti gli elementi di cui al comma 3, dell'art. 24	Due relazioni asseverate dell'ingegnere responsabile all'anno (art.18)	Possibili soglie di attenzione e di allarme sugli strumenti di misura	Frequenza ordinaria degli accertamenti straordinari pluriennali e delle ispezioni periodiche (art.25 c.2)  Frequenza inferiore alla decennale per l'aggiornamento del piano di manutenzione (art.11 c.3)  Studi o indagini sull'impianto di ritenuta (art. 3 c. 1 lettera m)	Una o due all'anno
<b>III (alta)</b>	Impossibile guardiania non continua, salvo approfondimenti di casi specifici (previsioni di progetto o periodi in cui l'invaso è mantenuto vuoto) nel rispetto di tutti gli elementi di cui al comma 3, dell'art. 24  Ingegnere responsabile presente in diga già in fase di vigilanza rinforzata	Due relazioni asseverate dell'ingegnere responsabile, con contenuti più approfonditi e differenziati (art.18)	Inserimento soglie attenzione e di allarme sugli strumenti più importanti  Possibile incremento di frequenza e di ridondanza delle misure di controllo.	Frequenza maggiore e specifiche modalità degli accertamenti straordinari; ispezioni periodiche (art.25 c.2)  Frequenza inferiore alla decennale per l'aggiornamento del piano di manutenzione con prescrizioni integrative e incremento della frequenza dei controlli (art.11 c.3)  Studi o indagini sull'impianto di ritenuta, con aggiornamento del modello di comportamento delle opere (art. 3 c. 1 lettera m)	Almeno due all'anno  Attività straordinaria specialistica di ispezione

## CALCOLO DEI PARAMETRI

Nel seguito si riportano nel dettaglio i valori numerici da utilizzare per la stima dei parametri che concorrono alla valutazione della classe di attenzione degli impianti di ritenuta.

### Parametri caratteristici dello sbarramento

#### Tipologia dello sbarramento ( $F_{TIPO}$ )

In funzione della tipologia di sbarramento sono definiti i valori del coefficiente  $F_{TIPO}$  indicati in tabella:

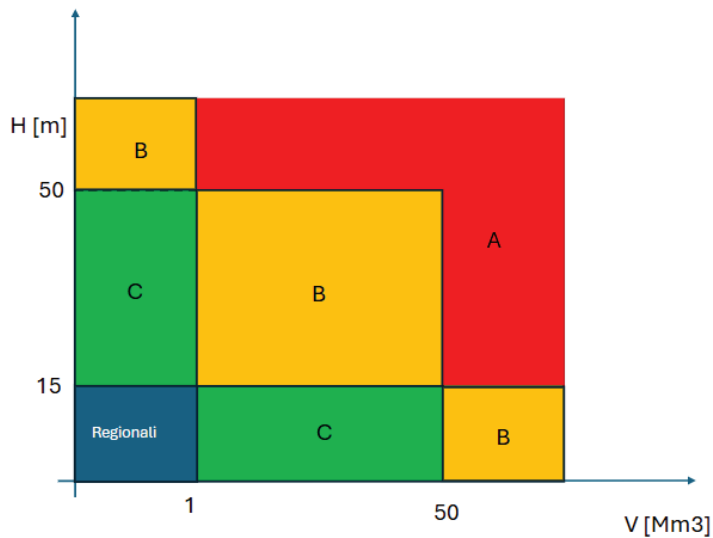
Tipologia	Coefficiente $F_{TIPO}$
Traverse, dighe di sola laminazione	0 [*]
Gravità in calcestruzzo	1
Arco-gravità, terra	1,5
A volta	2
Speroni, contrafforti, muratura di pietrame a gravità	2,5

Nel caso di strutture miste sarà considerato il coefficiente più alto relativo alle diverse parti che compongono lo sbarramento.

[\*] Nel caso in cui le dighe di sola laminazione non siano oggetto di accordi tra amministrazioni di cui all'art.29 del Regolamento dighe D.M. n.94 del 14/05/2024, con la definizione di specifici obblighi e attività di vigilanza (in occasione del raggiungimento di specifiche quote di invaso e in occasione di afflussi al serbatoio di piene con tempo di ritorno duecentenari e del raggiungimento della quota massima di regolazione), il coefficiente  $F_{TIPO}$  deve essere assunto pari a 1.

**Altezza diga – Volume di invaso** ( $F_{VH}$ ), (calcolati ai sensi della L. n.584/94)

Le dighe di competenza della Direzione generale dighe sono suddivise in tre gruppi secondo lo schema indicato in figura:



cui corrisponde la seguente tabella con associati tre diversi valori del coefficiente  $F_{VH}$

zona	Caratteristiche	Coefficiente $F_{VH}$
A	$H > 50\text{m}$ e $V > 1\text{Mm}^3$ <i>oppure</i> $V > 50\text{Mm}^3$ e $H > 15\text{m}$	3
B	$15\text{m} < H \leq 50\text{m}$ e $1\text{Mm}^3 < V \leq 50\text{Mm}^3$ <i>oppure</i> $H \leq 15\text{m}$ e $V > 50\text{Mm}^3$ <i>oppure</i> $H > 50\text{m}$ e $V \leq 1\text{Mm}^3$	2
C	$H \leq 15\text{m}$ e $1\text{Mm}^3 \leq V \leq 50\text{Mm}^3$ <i>oppure</i> $V \leq 1\text{Mm}^3$ e $15\text{m} \leq H \leq 50\text{m}$	1

In presenza di interrimento del serbatoio superiore all'80% della capacità di progetto, si può fare riferimento al volume di invaso effettivo e non a quello di progetto, tenendo conto dei potenziali effetti del collasso.

**Tipologia degli scarichi di superficie** ( $F_{PIENA}$ )

In funzione della tipologia di scarico di superficie sono definiti i seguenti valori del coefficiente  $F_{PIENA}$ :

<b>Tipologia di scarichi di superficie</b>	<b>Coefficiente <math>F_{PIENA}</math></b>
Soglia libera che smaltisce almeno l'85% della portata di progetto	1
Soglia libera soggetta a potenziale ingolfamento	1,5
Misti	2
Solo paratoie	3

**Età della diga** ( $F_{ET\grave{a}}$ )

Il coefficiente relativo all' "età della diga" è dato dalla somma dei seguenti coefficienti:

$$F_{ET\grave{a}} = T_{NORM} + T_{AN}$$

dove:

- $T_{NORM}$  (età normativa) è assegnato in base alla normativa adottata nel progetto dell'opera o nell'ultima variante significativa per la sicurezza dello sbarramento
- $T_{AN}$  (età effettiva) è calcolato in funzione della reale età dell'opera.

$T_{NORM}$  si riduce in caso in cui tutte le verifiche idrologiche e idrauliche e sismiche soddisfatte ai sensi delle NTD 2014 cap. H.

Nel caso di interventi di adeguamento o miglioramento sullo sbarramento, l'aggiornamento del coefficiente ( $T_{NORM}$ ) avverrà una volta che questi saranno eseguiti e collaudati, ai sensi dell'art. 22 D.M. 94/2024.

Il coefficiente  $T_{NORM}$  è definito secondo la tabella riportata di seguito.

<b>Normativa adottata in progetto</b>	<b>Coefficiente <math>T_{NORM}</math></b>
Progetto redatto ai sensi delle NTD 2014, incluso adeguamento delle dighe esistenti alle azioni previste per le dighe nuove	1
Progetto redatto ( <i>miglioramento</i> ) o verifiche idrologiche e idrauliche e sismiche soddisfatte ai sensi delle NTD 2014 cap. H (dighe esistenti)	1,2
Progetto redatto ai sensi del DM 1982 (DM 24/03/1982)	1,5
Progetto redatto ai sensi del DPR 1363/59	2
Progetto redatto ai sensi del D. Min. LL. PP. 2 aprile 1921/ R.D. 31 dicembre 1925 n.2540/ R.D. 1° ottobre 1931 n. 1370	2,5
Progetto redatto secondo norme previgenti al D.Min. LL. PP. 2 aprile 1921	3,0

L'invecchiamento dei materiali nel tempo trascorso dalla loro effettiva posa in opera è considerato attraverso un coefficiente aggiuntivo ( $T_{AN}$ ), assunto pari a 0,1 per ogni periodo completo di 10 anni trascorso dalla data di ultimazione dei lavori dello sbarramento.

## Parametri caratteristici del sito

### Sismicità e altre caratteristiche del sito ( $F_{SITO}$ )

Nella valutazione del coefficiente associato al sito di imposta dello sbarramento si considerano sia la sismicità del sito ( $F_{PGA}$ ), che la presenza di faglie ( $F_{FAC}$ ) attive e capaci o di frane ( $F_{FRAN}$ ), che possono comportare il raggiungimento di uno degli stati limite ultimi di cui al p.to C.6 delle NTD 2014. Il coefficiente è così definito:

$$F_{SITO} = F_{PGA} + F_{FAC} + F_{FRAN}$$

La sismicità del sito è definita dai valori del coefficiente  $F_{PGA}$  indicati nella seguente tabella:

Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Coefficiente $F_{PGA}$
$\geq 0,15$	1
$< 0,15$	0

Alla presenza di faglie attive e capaci, potenzialmente in grado di comportare il raggiungimento di uno degli stati limite ultimi di cui al p.to C.6 delle NTD, sono associati i seguenti valori del coefficiente  $F_{FAC}$ :

Faglia	Coefficiente $F_{FAC}$
Presenza di faglia attiva e capace	1
Nessuna faglia attiva e capace	0

La presenza di frane attive, prese in considerazione nelle verifiche agli SLU delle NTD, comprese quelle oggetto di interventi di stabilizzazione e quelle oggetto di monitoraggio senza interventi, si associa ai seguenti valori del coefficiente  $F_{FRAN}$ :

Frana	Coefficiente $F_{FRAN}$
Presenza di frana attiva	1
Nessuna frana attiva	0

In assenza di studi specifici aggiornati sulle faglie e sulle frane si farà riferimento in prima approssimazione ai database e alle cartografie disponibili.

**Territorio a valle - popolazione e infrastrutture significative** ( $F_{VALLE}$ )

Il territorio a valle è classificato in tre categorie, in funzione della popolazione presente nelle aree interessate dall'onda di piena (di cui all'art. 9 del regolamento), secondo la seguente tabella:

<b>Popolazione a valle opera</b>	<b>Coefficiente <math>F_{VALLE}</math></b>
Dighe senza necessità di redazione DPC o studi onde di piena	0,90
< 100	1
100 - 1000	1,1
> 1000	1,2

Qualora nell'area a valle dello sbarramento, interessata dall'onda di piena per collasso, siano presenti opere infrastrutturali di interesse strategico, il coefficiente va assunto pari al massimo (1,2).

In prima approssimazione, la stima della popolazione a rischio per la definizione del coefficiente  $F_{VALLE}$  può essere ottenuta incrociando gli shapefile ISTAT più recenti, reperibili in rete, con quelli delle onde di piena per collasso degli sbarramenti. In GIS, dall'intersezione tra il layer delle onde di piena e quello dell'ISTAT, si ottiene l'impronta dei territori interessati dall'ipotetico collasso, cui è associata la relativa popolazione. Quindi, i valori della popolazione interessata possono essere stimati moltiplicando l'indicatore Istat della popolazione relativa al poligono interessato dall'onda di piena per un indice pari a "area bagnata/area totale".

In una seconda fase, sarà possibile procedere a valutazioni di maggiore dettaglio e più aderenti alla particolarità delle aree interessate dall'onda di piena, anche su iniziativa del Gestore.

## Definizione del comportamento in esercizio

### Osservazione del comportamento ( $F_{COMP}$ )

Il coefficiente  $F_{COMP}$  deve essere stimato in base alla coerenza del comportamento in esercizio con i modelli teorici, e all'assenza di derive o problematiche evidenziate dai dati strumentali, secondo la tabella di seguito riportata.

In tale aspetto deve essere valutata anche la conoscenza del comportamento di frane lungo le sponde del serbatoio, ritenute significative per la gestione in sicurezza dell'impianto.

CONDIZIONE		Coefficiente $F_{COMP}$
assenza di fenomeni critici	Esercizio normale	0
	Esercizio sperimentale	2
Presenza di anomalie comportamentali o comportamento non compiutamente definito		5

Il comportamento è considerato non compiutamente definito ogni volta che il sistema di monitoraggio risulta inadeguato (per sopraggiunti malfunzionamenti), ovvero per carenze di adeguata interpretazione da parte del Gestore.

***Efficienza degli scarichi*** ( $F_{SCAR}$ )

Il coefficiente  $F_{SCAR}$  tiene conto dello stato di conservazione degli scarichi e dei loro organi di manovra, con particolare riguardo al fenomeno dello stato di conservazione dei materiali e alla loro regolare manovrabilità con le fonti di alimentazione previste. Il giudizio sul funzionamento degli scarichi richiede di valutare anche la presenza di interrimento, nei casi in cui la manovra sia da esso preclusa o significativamente condizionata.

Nella valutazione non si fa riferimento ad un malfunzionamento occasionale, cui viene posto rimedio in tempi rapidi, ma ad una perdurante presenza di problemi nelle manovre riscontrata nel corso delle visite di vigilanza.

Di seguito si riporta la tabella con i valori proposti.

<b>Efficienza degli scarichi</b>	<b>Coefficiente <math>F_{SCAR}</math></b>
Funzionamento corretto degli organi di scarico profondi e superficiali (se esistenti) con almeno due fonti di alimentazione, salvo che lo scarico ne abbia una sola prevista.	0
Organi di intercettazione degli scarichi che presentano generiche carenze manutentive, cui è possibile porre rimedio da parte di personale non specializzato	1
Organi di intercettazione degli scarichi che presentano perdite dalle tenute e difetti che ne influenzano parzialmente l'efficienza, pur potendo assolvere alla loro funzione	3
Funzionamento non corretto degli scarichi, con difetti o problemi di manovrabilità	5

**Stato di manutenzione** ( $F_{MAN}$ )

Questo coefficiente tiene conto dello stato di manutenzione dello sbarramento, per la cui definizione concorrono le condizioni dell'opera riscontrate durante l'attività ispettiva della Direzione generale dighe (ad eccezione dello stato degli scarichi, valutato in un differente coefficiente). Il riferimento è alla media di quanto riscontrato negli ultimi cinque anni.

I valori che determinano questo coefficiente fanno riferimento ai seguenti 3 intervalli:

<b>Manutenzione dello sbarramento</b> (rif. agli ultimi 5 anni)	<b>Coefficiente</b> <b><math>F_{MAN}</math></b>
Manutenzione buona/discreta	0
Manutenzione sufficiente	1
Manutenzione scarsa	3

**Rivalutazione sismica nei confronti di entrambi gli Stati limite SLD e SLC ( $F_{SISM}$ )**

Il contributo della rivalutazione sismica del corpo diga deve essere considerato sulla base degli esiti degli studi presentati dagli estensori delle verifiche, a meno di considerazioni diverse espresse al riguardo dalla Direzione generale dighe. Si specifica che per considerare una verifica "positiva" devono risultare soddisfatte per il corpo diga entrambe le verifiche allo SLD e allo SLC.

Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Coefficiente $F_{SISM}$ per verifica sismica DM2014 positiva o conclusa con richieste di integrazioni non condizionanti il giudizio positivo espresso	Coefficiente $F_{SISM}$ per verifica sismica DM2014 negativa	Coefficiente $F_{SISM}$ per verifica sismica DM2014 assente, ma in presenza di una verifica o dimensionamento sismico ai sensi di una precedente normativa e traverse	Coefficiente $F_{SISM}$ per verifica sismica ai sensi del DM2014 assente, senza precedente dimensionamento sismico
$a_g/g > 0,25$	0	5	3*	5
$0,15 < a_g/g \leq 0,25$	0	5	3*	5
$0,05 < a_g/g \leq 0,15$	0	4	3*	4
$a_g/g \leq 0,05$	0	1	1	1

\*In presenza di strumentazione di monitoraggio ritenuta adeguata per il controllo del comportamento dello sbarramento anche in condizioni post-sismiche il coefficiente può essere ridotto di una unità.

**Rivalutazione idrologica e idraulica** (F<sub>IDR</sub>)

Il contributo della rivalutazione idrologica e idraulica dello sbarramento deve essere considerato sulla base degli esiti degli studi presentati dagli estensori delle verifiche, a meno di considerazioni diverse espresse al riguardo dalla Direzione generale dighe.

Coefficiente F <sub>IDR</sub> per verifica positiva	Coefficiente F <sub>IDR</sub> per verifica negativa		Coefficiente F <sub>IDR</sub> per verifica assente	Coefficiente F <sub>IDR</sub> per verifica assente per vasche fuori alveo
0	Franco netto inferiore a quello di norma, con deficit inferiori al 20%	2	5	2
	Franco netto inferiore a quello di norma, con deficit compresi tra il 20% e l'80%	3		
	Franco netto inferiore a quello di norma, con deficit superiori all'80%	4		
	Franco netto nullo o negativo	5		