



# REGIONE TOSCANA

## Giunta Regionale

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE  
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

### DIGA DI LEVANE

### PROGETTO DI SOPRALZO AI FINI DI LAMINAZIONE

### PROGETTO DEFINITIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO

Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marianna Bigiarini

#### GdL VIA

##### Coordinamento VIA

**ENKI**  
INGEGNERIA

Ing. Andrea Mazzetti  
Ing. Stefano Perilli

##### Componente suolo e sottosuolo

**SINERGIA**

progettazione e consulenza ambientale srls  
Geol. Luca Gardone  
Geol. Emanuele Montini

##### Componente paesaggio

**FRANCHI+ASSOCIATI**

Landscape and urban design

Arch. Gianfranco Franchi  
Arch. Chiara Tesi

##### Componente ambiente

**AMBIENTA**

##### Monitoraggi Ambientali

**erse**  
environment

Dott. Filippo Ferrantini

##### Componente acustica

**Studio Poliedro**  
INGEGNERI ASSOCIATI

Ing. Massimiliano Galletti

##### Componente Flora, Fauna ed Ecosistemi

Biologo Marco Lucchesi

##### Studio Idraulico e idrologico

Settore Genio Civile Valdarno Superiore  
Ing. Michele Catella

##### Archeologia

Dott. Hermann Salvadori

CUP PROGETTO

D97B15000170003

OGGETTO ELABORATO

PUA\_I.09 ENEL CONTRIBUTO

redatto	controllato	approvato	scala	emissione/revisione
MA	MA	MA	-	01
----	----	----	----	----
----	----	----	----	----
----	----	----	----	----

ELABORATO

PUA\_I.09

 EGP & TGX Italy - O&M Hydro Italy Maintenance & Technical Services D&CIS - Firenze TS Civil	Impianto: <b>Impianto idroelettrico di Levane (Ar)</b>	CODICE <b>GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.010.00</b>
	Titolo: <b>Risposta richiesta integrazioni VIA</b> <b>Diga di Levane: Progetto di sovrizzo ai fini di laminazione</b>	Data <b>05/10/2023</b>
		Pagina <b>1</b> di <b>5</b>



ENEL GREEN POWER ITALIA S.R.L.

ENEL GREEN POWER AND THERMAL GENERATION ITALY

OPERATION & MAINTENANCE HYDRO ITALY

NORTHERN CENTRAL AREA

UT LUCCA

UE LEVANE

## DIGA DI LEVANE PROGETTO DI SOPRALZO AI FINI DI LAMINAZIONE

Istruttoria VIA -PUA - “Diga di Levane. progetto di sovrizzo ai fini di laminazione”, Proponente Regione Toscana, Richiesta di integrazioni ai sensi dell’art. 24 comma 4 del D.Lgs.n.152/2006 e s.m.i, da parte del Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica Commissione Tecnica Di Verifica Dell’impatto Ambientale – Via E Vas Il Presidente

Risposta al Punto 3. Geologia e acque sotterranee (punti da b a d)

Nome file: Levane risposte Mate geologia

00	06/10/2023	PRIMA EMISSIONE	Gabrielli S. Staff STC	Zappa Giulio Ismes	Gabrielli S. Staff STC	Frezza A. Responsabile STC															
REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	COLLABORAZIONE	CONTROLLATO	VALIDATO															
<b>PROGETTO / IMPIANTO</b> <b>PROJECT / PLANT</b> <b>Progetto sovrizzo</b> <b>Levane: Risposta</b> <b>chiarimenti</b>			<b>CODICE – CODE</b>																		
<b>GRUPPO</b> <b>GROUP</b>			<b>FUNZIONE</b> <b>FUNCION</b>	<b>TIPO</b> <b>TYPE</b>	<b>EMITT.</b> <b>ISSUER</b>	<b>PAESE</b> <b>COUNTRY</b>	<b>TEC.</b> <b>TEC.</b>	<b>IMPIANTO</b> <b>PLANT</b>			<b>SISTEMA</b> <b>SYSTEM</b>	<b>PROGRESSIVO</b> <b>PROGRESSIVE</b>	<b>REV.</b> <b>REV.</b>								
<b>GRE</b>			<b>OEM</b>	<b>R</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>H</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>CLASSIFICAZIONE</b> <input checked="" type="checkbox"/> PUBBLICO <input type="checkbox"/> AZIENDALE <input type="checkbox"/> RISERVATO <input type="checkbox"/> RISTRETTO				<b>UTILIZZO:</b> Regione Toscana vs Mate																	
<b>CLASSIFICATION</b> PUBLIC                 COMPANY                 CONFIDENTIAL                 RESTRICTED																					
Questo documento contiene informazioni di proprietà di Enel e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Enel.																					
This document is property of Enel. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel.																					

 EGP & TGX Italy - O&M Hydro Italy Maintenance & Technical Services D&CIS - Firenze TS Civil	Impianto: <b>Impianto idroelettrico di Levane (Ar)</b>	CODICE <b>GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.010.00</b>
	Titolo: <b>Risposta richiesta integrazioni VIA</b> <b>Diga di Levane: Progetto di soprizzo ai fini di laminazione</b>	Data <b>05/10/2023</b>
		Pagina <b>2</b> di <b>5</b>

## Premessa

La presente relazione riporta le risposte alle richieste di integrazioni e chiarimenti contenute nell' Istruttoria VIA -PUA - "Diga di Levane. progetto di soprizzo ai fini di laminazione", Proponente Regione Toscana, Richiesta di integrazioni ai sensi dell'art. 24 comma 4 del D.Lgs.n.152/2006 e s.m.i, da parte del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica Commissione Tecnica Di Verifica Dell'impatto Ambientale – Via E Vas Il Presidente, relativamente agli aspetti geologici in particolare ai punti 3b, c, d.

La relazione è stata prodotta con riferimento agli elaborati del progetto definitivo, 2020, a cura ENEL e a firma del consulente di Enel Ing. Alberto Masera di CESI Spa, coinvolgendo le figure tecniche che hanno sviluppato il progetto definito negli aspetti geologici riguardanti la diga e le su spalle, R03-R04-R05 a cura Cesi, e le sponde dell'invaso, R 21, CGT ENGINEERING s.r.l .

## Risposte

Relativamente al punto b la richiesta è:

*b) fornire una sintesi esaustiva dei risultati di monitoraggio e delle osservazioni morfologiche che hanno portato a formulare il giudizio di stabilità del versante;*

Nella relazione R21 viene trattato il tema delle sponde e della loro stabilità. Ai fini della redazione delle verifiche di stabilità di tre area/corpi di frana, individuate come le più critiche per interferenza con l'invaso e le infrastrutture e in termini di possibili volumi movimentabili, è stata eseguita negli anni precedenti alla progettazione (2018-19) una campagna di indagini che ha previsto anche l'installazione di una rete di monitoraggio (clinometri e piezometri) sulle tre citate aree.

Il monitoraggio risulta ancora installato ed è in corso l'acquisizione delle misure a cura Enel.

Sul tema della stabilità delle sponde, opera accessoria alla diga, si è già espresso il competente Ministero delle infrastrutture e Trasporti in materia di grandi dighe (DGD Direzione Generale Dighe) nel parere della Divisione 7 – Idraulica - Geologia Applicata, allegato all'approvazione del progetto definitivo di soprizzo ai fini della laminazione (Nota DGD pro.0000353 del 8/01/2021).

Nelle conclusioni di tale parere positivo si fa esplicita richiesta di redazione in fase di progettazione esecutiva di nuove verifiche di stabilità delle tre sezioni esaminate con parametri di resistenza maggiormente cautelativi.

Pertanto si ritiene che a questo specifico punto potrà essere dato pieno riscontro in fase di progettazione esecutiva fermo restando che al momento non ci sono elementi che portino a ipotizzare l'introduzione di nuove opere in progetto.

 EGP & TGX Italy - O&M Hydro Italy Maintenance & Technical Services D&CIS - Firenze TS Civil	Impianto: <b>Impianto idroelettrico di Levane (Ar)</b>	CODICE <b>GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.010.00</b>
	Titolo: <b>Risposta richiesta integrazioni VIA</b> <b>Diga di Levane: Progetto di sovralzo ai fini di laminazione</b>	Data <b>05/10/2023</b>
		Pagina <b>3</b> di <b>5</b>

*c) in riferimento alle informazioni fornite dal Proponente, il documento SIA\_01.04 riporta alcuni aspetti relativi all'impatto dell'opera nel contesto geologico/geotecnico. Tra questi, non si accenna alle eventuali ripercussioni in fondazione per effetto dell'incremento dei carichi dovuto al sopralzo della diga e dei muri d'ala. Nello stesso documento SIA\_01.04 (pag.31) il Proponente dichiara che "la porzione più superficiale dell'ammasso roccioso in sponda sinistra presenta valori di permeabilità alti, probabilmente correlati alla presenza di numerose fratture aperte e/o con riempimento non cementato e/o comunicanti". Da quanto si evince, tale zona di alta permeabilità sarebbe interessata dall'innalzamento del muro d'ala e, quindi, anche dall'innalzamento del livello idrico. Non è chiaro se la nuova configurazione del massimo livello idrico sia compatibile con le caratteristiche di permeabilità in fondazione dei muri d'ala in sponda sx e, quindi, possa ritenersi trascurabile l'eventuale innesco di moti di filtrazione al di sotto dei muri di ala. [...]*

La zona ad alta permeabilità è identificata sulla base delle prove di Lugeon eseguite nei sondaggi SS1/19 (tratto 14,5-16,2 m da p.c.) e SS2/19 (tratto 9,6-11,2 m da p.c.), non prossimi al muro d'ala in sinistra, in cui la permeabilità è risultata di poco inferiore a  $10^{-5}$  m/s [R05].

Nel caso di SS1, il sondaggio è ubicato nel settore in cui verrà eseguita la "chiusura idraulica" per mezzo di micropali [Tav D55 Sovralzo spalla sinistra] finalizzata appunto ad impedire eventuali fenomeni di filtrazione. Inoltre la diga è dotata di nuove canne drenanti (2009-10) che penetrano nel substrato roccioso ben al di sotto del piano di fondazione [R13, fig. 2], abbattendo eventuali infiltrazioni [originariamente in fase di costruzione erano stati eseguiti anche lavori d'impermeabilizzazione a mezzo iniezioni].

Il sondaggio SS2 è ubicato probabilmente nell'area in cui verrà eseguita la cortina jet grouting. Questa è stata prevista per stabilizzare il terreno a valle della porzione sinistra della diga e consentire i lavori di scavo e sbancamento per la conformazione del piano di fondazione dell'ispessimento della porzione sinistra della diga.

Si può quindi affermare che le canne drenanti in roccia e gli interventi previsti dal progetto contribuiscono a ridurre al minimo eventuali moti di filtrazione al di sotto della diga.

Il sopralzo dei muri d'ala in progetto è risultato necessario perché aumentata la portata di riferimento rispetto all'attuale: in particolare ai sensi delle NTD 2014 nel progetto di sovralzo è richiesto di considerare la portata di picco della piena con Tempo di ritorno di 1000 anni.

In questo scenario, a bassa probabilità di accadimento, i risultati della modellazione fisica degli scarichi della diga hanno determinato il sovralzo dei muri d'ala rispetto all'attuale.

Nelle condizioni di esercizio normale, con gli scarichi della diga chiusi, la vasca di smorzamento delimitata dai muri d'ala è sostanzialmente vuota.

Durante le piene invece con l'apertura degli scarichi e il riempimento della vasca si innesca un gradiente di pressioni da monte (destra) verso valle (sinistra) per il muro di sinistra: condizione verificata con regolarità nei circa 70 anni di esercizio della diga senza problematiche di stabilità e sifonamenti.

Nella condizione di piena millenaria, evento eccezionale corrispondente a uno stato limite ultimo, presumibilmente di breve durata, l'instaurarsi di un maggior gradiente di pressioni con conseguente innesco di fenomeni di filtrazione al di sotto del muro d'ala qualora interessato da terreni e rocce ad alta permeabilità appare un rischio minimissimo essendo l'evento a bassa probabilità di accadimento e restando garantiti la stabilità della diga e il controllo nel rilascio d'acqua.

Ciò premesso, vista la posizione e profondità dei sondaggi SS1 e SS2 già eseguiti, non è possibile con certezza chiarire se i valori di alta permeabilità registrati in essi rappresentano una condizione locale o di tutta la

 EGP & TGX Italy - O&M Hydro Italy Maintenance & Technical Services D&CIS - Firenze TS Civil	Impianto: <b>Impianto idroelettrico di Levane (Ar)</b>	CODICE <b>GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.010.00</b>
	Titolo: <b>Risposta richiesta integrazioni VIA</b> <b>Diga di Levane: Progetto di sovrizzo ai fini di laminazione</b>	Data <b>05/10/2023</b>
		Pagina <b>4</b> di <b>5</b>

porzione superficiale del substrato roccioso nell'area interessata dal cantiere ed in prossimità del muro d'ala in sinistra.

Tale conferma o meno può derivare solo da ulteriori indagini e prove di permeabilità, demandabili alla fase realizzativa.

Infatti l'intervento conseguente all'eventuale conferma di permeabilità elevata anche al disotto della fondazione del muro d'ala è l'esecuzione di iniezioni cementizie lungo il paramento di monte del muro d'ala e sotto le sue fondazioni, in corrispondenza della roccia, senza modifiche alle opere in progetto.

In fase di realizzazione dei lavori, una volta allestite le vie di accesso e l'area di cantiere, è quindi opportuno realizzare alcuni sondaggi per l'esecuzione di prove di permeabilità per lo meno nei primi 5-10 m di substrato roccioso: sono ipotizzabili tre sondaggi da eseguire lungo il bordo del muro d'ala per l'esecuzione di prove tipo Lugeon in ciascun foro.

In base ai risultati delle prove potranno essere eseguite iniezioni cementizie da inserire come voci opzionali nei documenti della gara d'Appalto.

*c)[...] Per quanto concerne i risultati delle verifiche di stabilità della sezione 2, riportati nella "Relazione finale Geologia sponde", il Proponente ritiene accettabile la condizione di incipiente collasso/instabilità ( $FS < 1$ ) risultante dal rapido svaso commentando lo scenario di un eventuale impatto dato da una completa mobilitazione del corpo di frana e il conseguente innalzamento del livello dell'invaso. Tuttavia, tale assunzione si ritiene essere poco cautelativa considerato il livello di incertezza derivante dalla condizione di pendio naturale. Per quanto sopra si chiede di integrare il SIA fornendo i chiarimenti necessari; inoltre, per quanto riguarda la precaria condizione di stabilità delle sponde (in particolare nella zona dove ricade la sezione 2) evidenziata dai risultati delle verifiche di stabilità, si ritiene necessario quanto meno prevedere un sistema di monitoraggio geotecnico durante il riempimento, lo svuotamento e l'esercizio dell'opera;*

Come per il punto b) si ribadisce che:

- nello sviluppo della progettazione esecutiva verranno eseguite nuove verifiche di stabilità con parametri di resistenza maggiormente cautelativi nelle tre sezioni individuate come maggiormente critiche come richiesto da DGD in fase di approvazione del progetto definitivo;
- un sistema di monitoraggio è già installato e funzionante anche per la sezione 2 e rimarrà attivo anche nelle fasi di riempimento esercizio e svuotamento dell'invaso a diga rialzata.

*d) oltre a prevedere un monitoraggio geotecnico volto alla valutazione della stabilità delle sponde, si ritiene necessario, in quanto la principale criticità riguarda la movimentazione e le operazioni di scavo della pista di cantiere che giace su una zona potenzialmente instabile, di prevedere il monitoraggio geotecnico durante la realizzazione della pista di cantiere e, comunque, per tutte quelle sezioni ritenute più critiche per le operazioni di scavo.*

Come per il punto b) si chiarisce che un sistema di monitoraggio della stabilità delle sponde è già installato, funzionante e attivo.

Pe quanto riguarda il monitoraggio geotecnico relativo alla pista di cantiere, Regione Toscana nel mese di settembre e Ottobre 2023 ha già eseguito indagini integrative e provveduto all'installazione di inclinometri in corrispondenza dell'area in cui sarà realizzata la pista, vedi immagine seguente. I risultati di indagini e monitoraggio verranno utilizzati in sede di progettazione esecutiva per le verifiche di stabilità necessarie definire a livello di dettaglio la pista in progetto.

 EGP & TGX Italy - O&M Hydro Italy Maintenance & Technical Services D&CIS - Firenze TS Civil	Impianto: <b>Impianto idroelettrico di Levane (Ar)</b>	CODICE <b>GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.010.00</b>
	Titolo: <b>Risposta richiesta integrazioni VIA</b> <b>Diga di Levane: Progetto di sovralzo ai fini di laminazione</b>	Data <b>05/10/2023</b>
		Pagina 5 di 5

