



REGIONE AUTONOMA
VALLE D'AOSTA

COMUNE DI
AOSTA



COMMITTENTE

Cogne Acciai Speciali S.p.A.
Via Paravera 16 - 11100 Aosta
Tel. +39 0165 3021

email. amministrazione.cas@pec.cogne.com



Blu Energie

Corso Padre Lorenzo n.29 - 11100 (AO)
Tel. +39 0165 231220
email. info@evidro.it

MO
ALESSANDRO
engineer

PROGETTISTA

Ing. MOSSO Alessandro
loc. Grande Charrière n.72 - 11020
Saint Christophe (AO)
cell. +39 329 7652898
mail. alessandro.mosso@gmail.com

Progetto

Green Hydrogen in Cogne

Emissione

Progetto definitivo

Elaborato n°

R.01

Titolo

**RELAZIONE
GENERALE**

Oggetto e data di revisione

Ultima revisione: -

N° commessa **2307E**

Marzo 2024

Regione Autonoma Valle d'Aosta
Comune di Aosta

PROGETTO DEFINITIVO

Green Hydrogen in Cogne

Relazione generale

Commessa	Data	Autore	Verificato	Versione
2307D-RG-R01-1	Marzo 2024	AM	AM	AM.00

1	Premessa	7
2	Dati caratteristici del progetto idroelettrico	9
3	Descrizione progetto	11
3.1	Descrizione Generale Intervento “Green hydrogen in Cogne”	11
4	Descrizione impianto idroelettrico	13
4.1	Principali interventi da effettuare	13
4.2	Caratteristiche turbina, generatore e trasformatore	14
4.3	Scala di risalita per ittiofauna	18
5	Caratteristiche opera di presa	19
5.1	Parzializzazione delle portate	20
6	Caratteristiche vasca di carico	23
7	Caratteristiche dell'impianto di produzione	25
8	Cavidotto di consegna	29
9	Infrastrutture a servizio dell'impianto	31
10	Strumenti di misura	33
11	Piano di manutenzione	35
12	Destinazione dell'energia prodotta e tempi di realizzazione	37
12.1	Produzione elettrica	37
12.2	Descrizione elettrolizzatore	37

12.3 Utilizzo dell'idrogeno prodotto	39
12.4 Piano di decarbonizzazione industriale	39
12.5 Tempi di realizzazione	40
13 Producibilità dell'impianto	43
13.1 Potenze nominali, effettive e producibilità	43
13.2 Redditività dell'impianto	43

Elenco delle figure

2.1	Rappresentazione schematica dei principali dati dell'impianto idroelettrico.	10
4.1	Vista planimetrica di progetto dell'impianto idroelettrico.	14
4.2	Vista in pianta dell'impianto in progetto.	15
4.3	Sezione longitudinale dell'impianto in progetto.	15
4.4	Sezione trasversale dell'impianto in progetto.	16
4.5	Turbina Kaplan, potenza nominale 372 kW.	16
4.6	Turbina Kaplan regolante, potenza nominale 218 kW.	17
5.1	Vista da valle verso monte dell'imbocco del canale Paravera.	20
5.2	Vista da monte verso valle del canale Paravera.	21
5.3	Vista in pianta del sistema di paratoie di sicurezza all'imbocco di monte del canale Paravera.	21
5.4	Vista in sezione del sistema di paratoie di sicurezza all'imbocco di monte del canale Paravera.	22
5.5	Dettaglio della planimetria di imbocco canale Paravera con in primo piano la paratoia a libro.	22
7.1	Fase di sollevamento con gru del gruppo di produzione Kaplan.	26
7.2	Gruppo di produzione Kaplan rimosso dalla posizione immersa per manutenzione.	27
8.1	Planimetria tracciato cavidotto di alimentazione dell'elettrolizzatore. . .	30
12.1	Confronto caratteristiche tra tecnologie.	38
12.2	Schema a blocchi ANTE e POST intervento.	41

CAPITOLO 1

Premessa

Nella presente relazione generale viene illustrato il progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico all'interno del "*Canale Paravera*" ramo secondario della Dora Baltea in prossimità dell'area industriale di Aosta.

L'impianto idroelettrico presentato nei capitoli successivi fa parte di un progetto più ampio denominato "Green hydrogen in Cogne" di cui si tratterà ampiamente nella presente relazione.

Per ulteriori approfondimenti tecnici dei vari elementi che costituiscono l'impianto in progetto si rimanda agli elaborati grafici e alle relazioni specialistiche allegate.

Dati caratteristici del progetto idroelettrico

Corpo idrico: Dora Baltea

Comune: Aosta

Località: Espinettaz

Coordinate UTM ED50 Presa: E 369198 - N 5065526

Coordinate UTM ED50 Locale centrale: E 369797 - N 5065648

Coordinate UTM ED50 Restituzione: E 369797 - N 5065648

Uso della derivazione: idroelettrico

Moduli medi da derivare: 10,71

Moduli massimi da derivare: 40,00

Periodo di derivazione: 12 mesi/anno

Salto fiscale: 3,0 m

Potenza nominale media annua: 315,00 kW

Nell'immagine 2.1 vengono rappresentati in modo schematico i principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico.

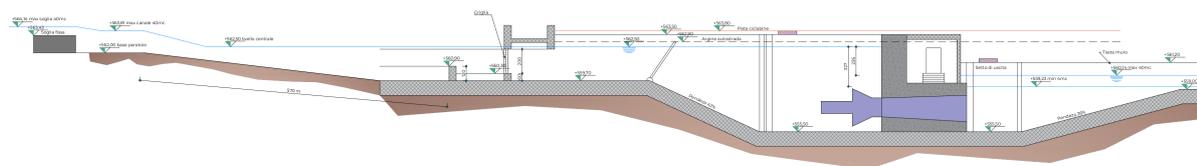


Figura 2.1: *Rappresentazione schematica dei principali dati dell'impianto idroelettrico.*

3.1 Descrizione Generale Intervento “Green hydrogen in Cogne”

La Cogne Acciai Speciali S.p.A. nel corso dell'anno 2023 ha ottenuto il finanziamento di un progetto (del valore di 7.900.000,00 €) su fondi PNRR il cui fine è la realizzazione di un sistema di produzione e di accumulo di idrogeno green prodotto da fonti di energia rinnovabile (FER).

La fonte energetica principale per l'alimentazione dell'elettrolizzatore di taglia 1 MW sarà un impianto idroelettrico che verrà costruito in corrispondenza della soglia idraulica dismessa ad uso industriale sul "Canale Paravera" nel comune di Aosta in prossimità della torre piezometrica.

Da un punto di vista autorizzativo la Cogne Acciai Speciali S.p.A. è già titolare di una domanda di concessione di derivazione d'acqua ad uso idroelettrico nel punto sopracitato finalizzato alla generazione di energia per la produzione di idrogeno rinnovabile.

La società Blu Energie S.r.l., per conto di Cogne Acciai Speciali S.p.A. è stata incaricata della progettazione, della autorizzazione e della realizzazione del progetto Green Hydrogen in Cogne.

Tale sistema dovrà essere operativo entro e non oltre metà 2026, secondo i termini previsti dal PNRR.

Il sistema pilota una volta in funzione sarà una delle prime applicazioni concrete e funzionanti a livello nazionale che potrà essere di riferimento per la produzione, l'accumulo e l'utilizzo ai fini industriali di idrogeno rinnovabile.

Cogne Acciai Speciali S.p.A. ha come obiettivo finale la promozione e lo sviluppo dell'uso dell'idrogeno rinnovabile per la riduzione delle emissioni di CO_2 e degli inquinanti derivati dall'impiego dei combustibili fossili, con particolare riferimento ai processi produttivi dell'acciaieria.

Descrizione impianto idroelettrico

Il progetto prevede la costruzione di un impianto idroelettrico la cui potenza nominale è pari a 960 kW. La derivazione delle portate avverrà mediante l'utilizzo del ramo secondario della Dora Baltea debitamente liberato dai depositi lapidei accumulati negli anni dal trasporto solido della corrente, vedi immagini 5.1 e 5.2. Non sono previste opere di regolazione o captazione in alveo; si prevede però la realizzazione di un sistema di paratoie di sicurezza all'imbocco del canale che in caso di eventi di piena eccezionali verranno abbattute impedendo l'ingresso nel canale di elevati quantitativi di materiale solido trasportati dalla corrente, vedi immagine 5.3 e 5.4.

Il ramo secondario si biforca dal corso dell'alveo principale ad una quota di 563,43 m s.l.m. in corrispondenza di una soglia di fondo in massi ciclopici.

Seguendo il ramo secondario in prossimità della torre piezometrica, l'alveo si allarga e in questa zona è prevista la realizzazione dell'impianto idroelettrico. L'impianto è composto da n.3 gruppi di produzione *Kaplan* immersi, con al loro interno il generatore, vedi immagine 4.2. Di fatto non sono previste opere edili al di fuori dell'alveo bagnato. A lato dei gruppi di produzione è prevista la posa di una paratoia a ventola di sicurezza con il duplice scopo: mantenere il livello a monte delle macchine costante a quota 562,50 m s.l.m. e in caso di piene eccezionali della Dora di poter essere abbattuta per consentire di mettere in sicurezza l'impianto e prevenire l'interramento dell'alveo.

4.1 Principali interventi da effettuare

Si descrivono di seguito le principali attività in progetto:

- pulizia dei depositi lapidei accumulati nel tempo sul fondo del canale Paravera;
- realizzazione del locale turbine interamente sommerso ed in alveo in prossimità della torre piezometrica;

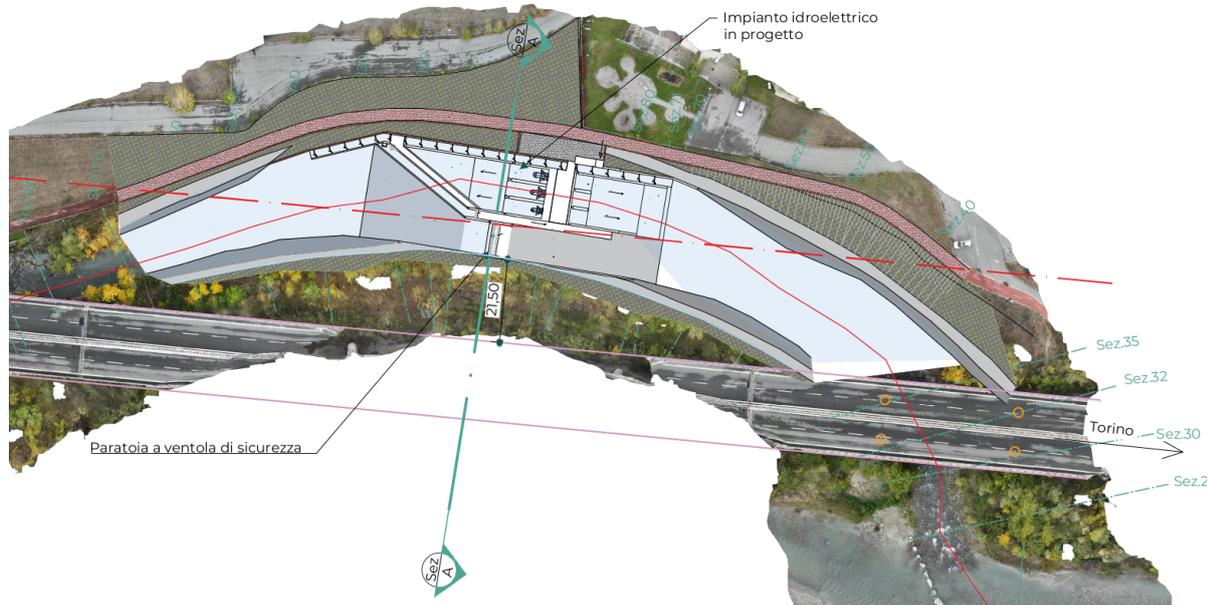


Figura 4.1: Vista planimetrica di progetto dell'impianto idroelettrico.

4.2 Caratteristiche turbina, generatore e trasformatore

L'impianto idroelettrico sarà costituito dai seguenti macchinari elettromeccanici:

- n.3 turbine Kaplan asse orizzontale immerse;
- generatori sincro trifase;
- paratoie a ventola di sicurezza;
- centralina oleodinamica per la movimentazione della paratoia a ventola di sicurezza;
- paratoia callone per consentire lo smaltimento verso valle di possibili accumuli di ghiaia in prossimità della griglia di intercettazione posta davanti alle turbine;
- sgrigliatore automatico immerse nella corrente;
- trasformatori in resina trifase;
- quadri elettrici di controllo e comando;
- celle elettriche;

Nella figura 4.2 si riporta un estratto della planimetria di progetto dell'impianto in cui sono visibili i principali componenti che lo compongono.

Nelle sezioni riportate nelle immagini 4.3 e 4.4 sono illustrate le sezioni longitudinali e trasversali dell'impianto con in primo piano le turbine Kaplan immerse.

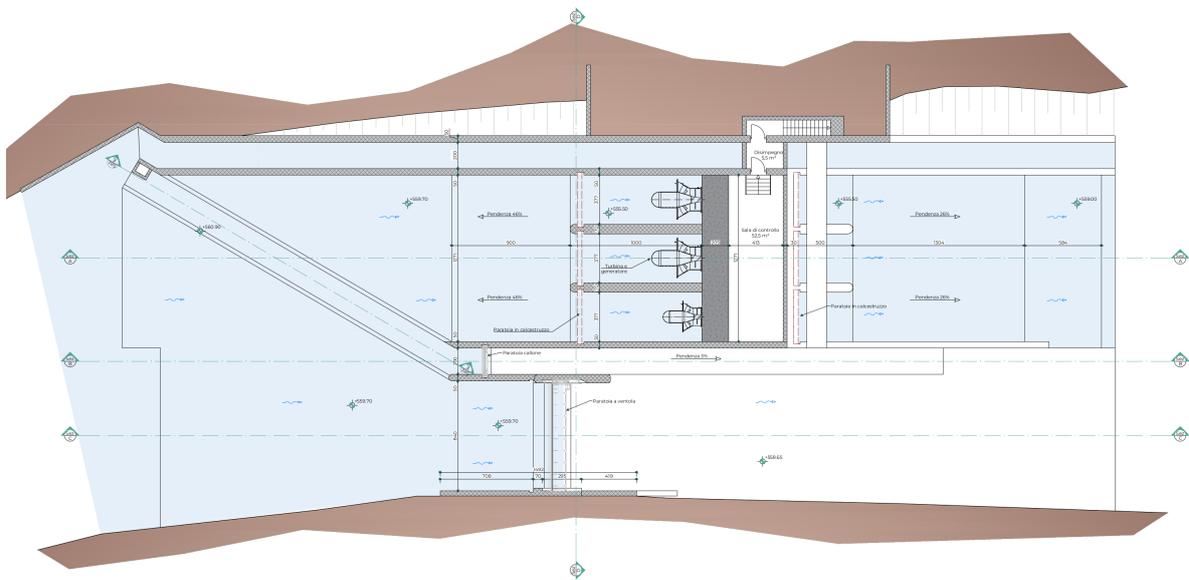


Figura 4.2: Vista in pianta dell'impianto in progetto.

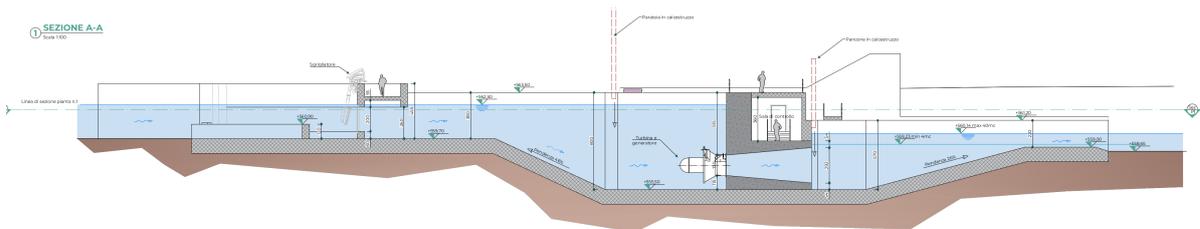


Figura 4.3: Sezione longitudinale dell'impianto in progetto.

L'impianto sarà costituito nello specifico da n.2 turbine Kaplan immerse dalla potenza nominale di 372 kW, vedi figura 4.5, e n.1 turbina Kaplan di tipo regolante dalla potenza nominale di 218 kW, vedi figura 4.6.

La potenza totale dell'impianto a portata massima di $40 \text{ m}^3/\text{s}$ è di 962 kW con un salto netto di 2,90 m.

Come si può osservare nelle immagini precedenti e più nel dettaglio negli elaborati grafici di progetto l'impianto in progetto ha la peculiarità di essere totalmente immerso nella corrente e la parte superiore delle strutture in cemento armato hanno una quota pari o inferiore alla testa delle arginature esistenti.

Tale scelta tecnica ha consentito di ridurre al minimo l'impatto visivo dell'impianto.

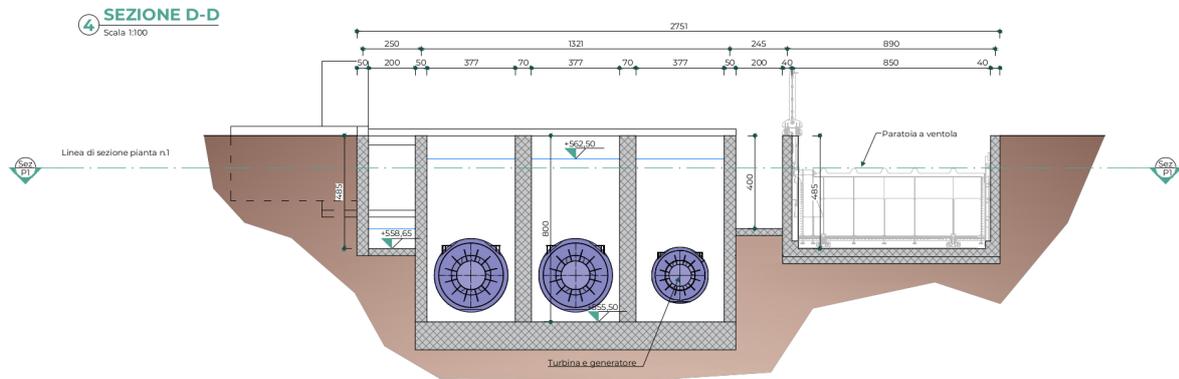


Figura 4.4: Sezione trasversale dell'impianto in progetto.

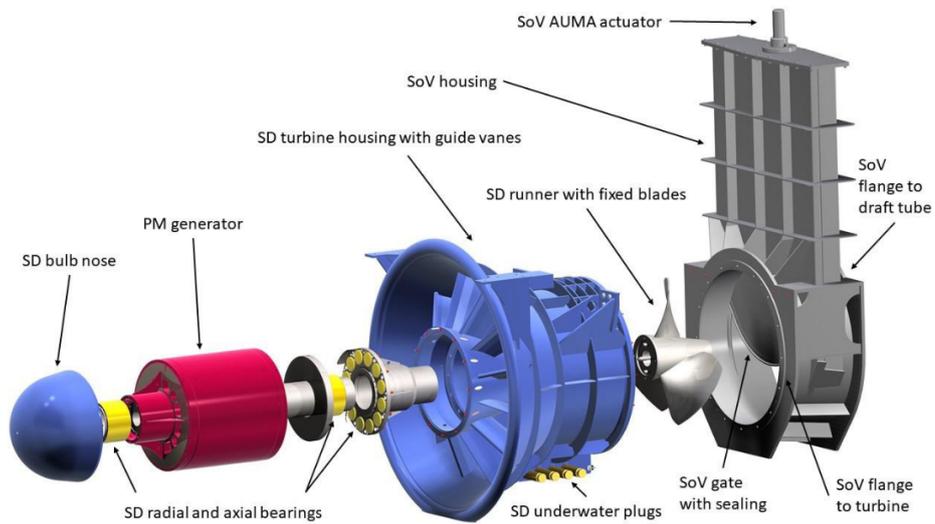


Figura 4.5: Turbina Kaplan, potenza nominale 372 kW.

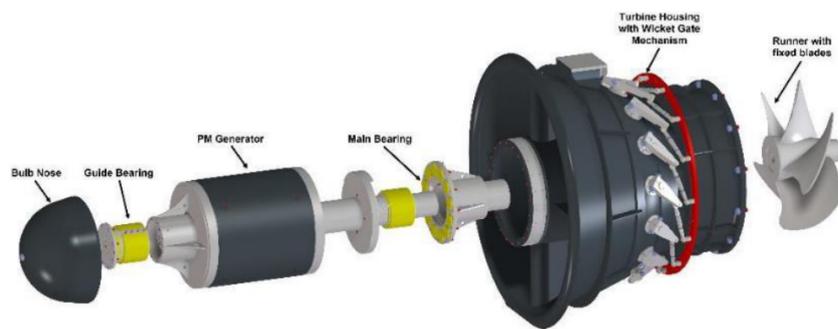


Figura 4.6: *Turbina Kaplan regolante, potenza nominale 218 kW.*

4.3 Scala di risalita per ittiofauna

Sulla sponda sinistra dell'impianto verrà realizzata una scala di risalita per l'ittiofauna, come illustrato nell'immagine 4.2. La scala di risalita sarà visibile dal percorso pedonale e ciclabile esistente posto in testa all'argine.

Lungo il percorso verranno quindi posizionati dei tabelloni in legno illustrativi dove si illustrerà le peculiarità della scala di risalita, la sua importanza nell'ecosistema della asta fluviale e il suo funzionamento.

Per la scelta della tipologia di scala tecnica da installare, si è deciso di optare per una tipologia di scala a **fenditura verticale**, in quanto presenta le seguenti caratteristiche:

- tipologia di passaggio tecnico che, in questo caso, meglio si adatta alla variazione del livello idrico tra monte presa e valle presa,
- più funzionale dei passaggi a bacini successivi,
- adatta sia per piccoli che per grandi corsi d'acqua,
- minor rischio intasamento fenditure, in quanto il deflusso attraverso la fenditura verticale le rende sostanzialmente autopulenti,
- adatta a variazioni del livello d'alveo,
- utilizzabile anche da invertrebatisti se il fondo viene naturalizzato con pietrame misto,
- attualmente rappresenta il miglior tipo di passaggio tecnico.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione *R09-Relazione scala risalita ittiofauna*.

CAPITOLO 5

Caratteristiche opera di presa

Come anticipato nel capitolo §4 nel presente progetto non è prevista la realizzazione di alcuna opera di presa o di regolazione delle portate derivate in quanto il ramo secondario della Dora è collegato naturalmente al ramo principale in corrispondenza della soglia di monte posta alla quota di 563,43 m s.l.m..

E' prevista esclusivamente la rimozione del materiale lapideo depositato sul fondo del ramo secondario per ripristinare le sezioni idrauliche originali e l'installazione di un sistema di paratoie di sicurezza che consentiranno in caso di eventi di piena eccezionali di sezionare il canale Paravera impedendo che elevati quantitativi di materiale solido trasportato dalla corrente da monte si possano depositare all'interno del canale stesso.

Tuttavia per ragioni di sicurezza e di gestione dei sedimenti trasportati dalla corrente, si è previsto di installare in testa al canale Paravera a monte, un sistema di paratoie di sicurezza a sganciamento rapido.

Le paratoie di sicurezza in caso di eventi di piena eccezionali verranno abbattute impedendo l'ingresso nel canale di elevati quantitativi di materiale solido trasportato dalla corrente, garantendo così una corretta funzionalità del canale nel tempo senza la necessità di interventi di pulizia con mezzi meccanici per i sedimenti.

Nell'immagine 5.3 si riporta la vista in pianta del sistema di sicurezza con paratoie a sgancio rapido all'imbocco del canale Paravera a monte, mentre nell'immagine 5.4 sono rappresentate in sezione le paratoie in esame.



Figura 5.1: Vista da valle verso monte dell'imbocco del canale Paravera.

5.1 Parzializzazione delle portate

L'impianto idroelettrico in esame risulta puntuale e pertanto non verrà effettuata la sottensione di un tratto di corso d'acqua, per questo motivo si farà riferimento alla parzializzazione delle portate tra ramo principale e ramo secondario e non ad un DMV.

Il ramo secondario interessato dall'opera infatti è parte dell'alveo naturale ed è stato riqualificato come passaggio principale per l'ittiofauna all'interno del progetto LIFE GREYMARBLE.

La parzializzazione delle portate, principalmente nel periodo invernale, verrà eseguita mediante una paratoia di tipo *a libro*, vedi immagine 5.5, realizzata in uno scasso nella soglia presente nel ramo principale in sponda sinistra.

La paratoia non avrà organi di manovra che fuori escono dall'alveo. Durante il periodo di morbida rimarrà totalmente aperta in posizione protetta all'interno di una nicchia ricavata alla base dell'argine intermedio in sinistra idrografica. Con questa soluzione non si creano ostruzioni al deflusso della corrente non essendoci parti o organi all'interno del flusso della corrente.

Per maggiori approfondimenti ai valori di parzializzazione della corrente tra il ramo principale e il canale Paravera si rimanda alla relazione *R04_1-Relazione idrologica*, mentre per le verifiche idrauliche del nodo idraulico dell'imbocco canale si rimanda alla relazione *R04_2-Relazione idraulica*.



Figura 5.2: Vista da monte verso valle del canale Paravera.

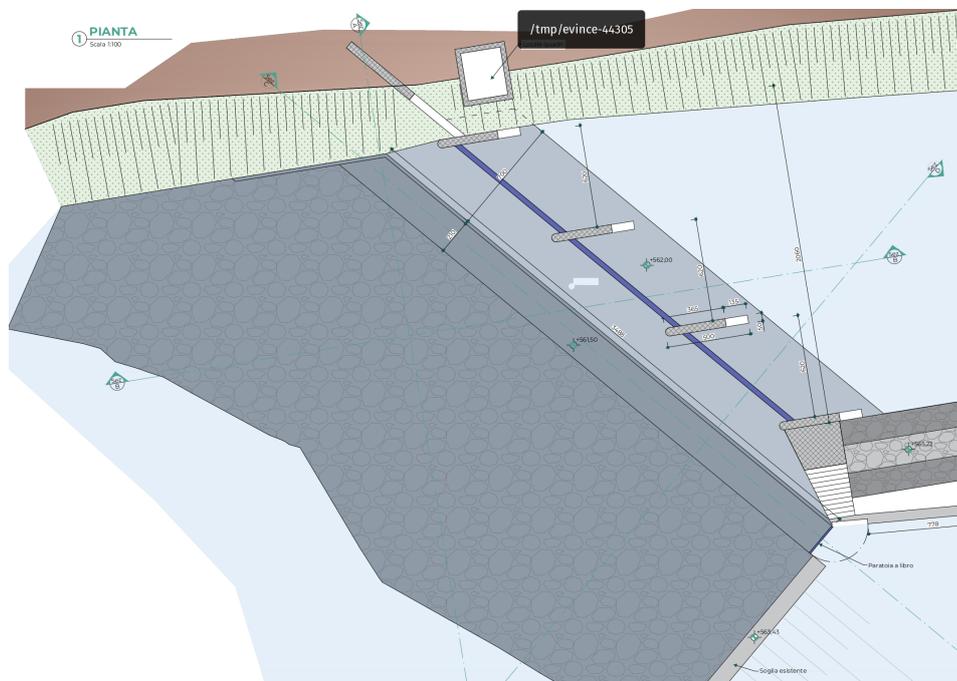


Figura 5.3: Vista in pianta del sistema di paratoie di sicurezza all'imbocco di monte del canale Paravera.

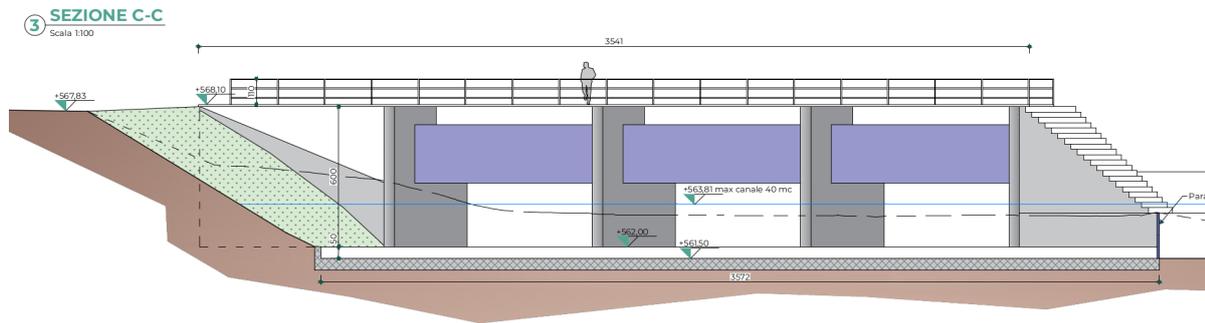


Figura 5.4: Vista in sezione del sistema di paratoie di sicurezza all'imbocco di monte del canale Paravera.

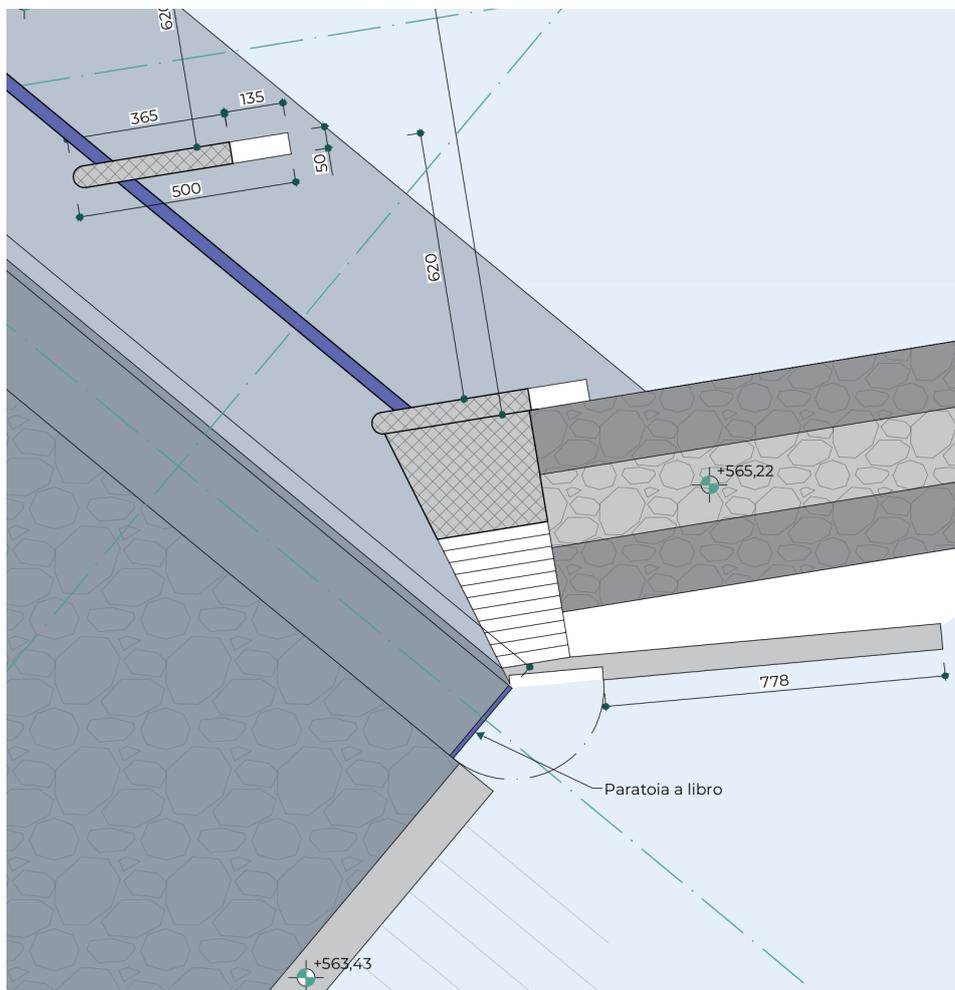


Figura 5.5: Dettaglio della planimetria di imbocco canale Paravera con in primo piano la paratoia a libro.

CAPITOLO 6

Caratteristiche vasca di carico

Il presente progetto ha la peculiarità di non necessitare di una vasca di carico. Infatti i gruppi di produzione sono direttamente installati all'interno dell'alveo. I gruppi di produzione, accoppiati alla paratoia di sicurezza a ventola saranno in grado di mantenere costante il livello idraulico di monte impostato alla quota di 563,40 m s.l.m..

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Caratteristiche dell'impianto di produzione

Il progetto anche in questo specifico dettaglio ha una peculiarità unica nel suo genere, infatti essendo i gruppi di produzione immersi nella corrente, compreso il generatore, l'impianto non necessita di un locale centrale in cui installare le apparecchiature generalmente fuori terra con dimensioni spesso generose e la presenza di carriponte per la movimentazione delle apparecchiature durante le fasi di montaggio o manutenzione.

Nel caso in esame, il progetto non prevede alcun locale tecnico, sarà presente un vano tecnico ricavato all'interno del blocco di inghisaggio dei macchinari in cui verranno posizionate alcune apparecchiature elettriche. Tale vano non ha aperture e lo si può raggiungere tramite un cunicolo tecnico con accesso direttamente dalla pista ciclabile.

L'impianto di produzione nelle sue limitate strutture che emergono dal pelo dell'acqua (ma comunque ad una quota uguale o inferiore alla testa dell'argine esistente) è totalmente piatto. Sarà inoltre ricavato in testa all'argine uno slargo raggiungibile dal parcheggio esistente che avrà lo scopo di poter posizionare l'autogru per le attività di montaggio e manutenzione dei n.3 gruppi di produzione Kaplan.

Infatti i n.3 gruppi di produzione tramite un sistema di sgancio possono essere facilmente sfilati dall'alto con una gru per consentire la revisione e manutenzione presso le officine del produttore, vedi immagini 7.1 e 7.2.

Questo sistema innovativo ha permesso l'eliminazione di elementi strutturali emergenti, apparecchiature di sollevamento fisse riducendo in modo significativo e funzionale l'impatto visivo globale dell'impianto.

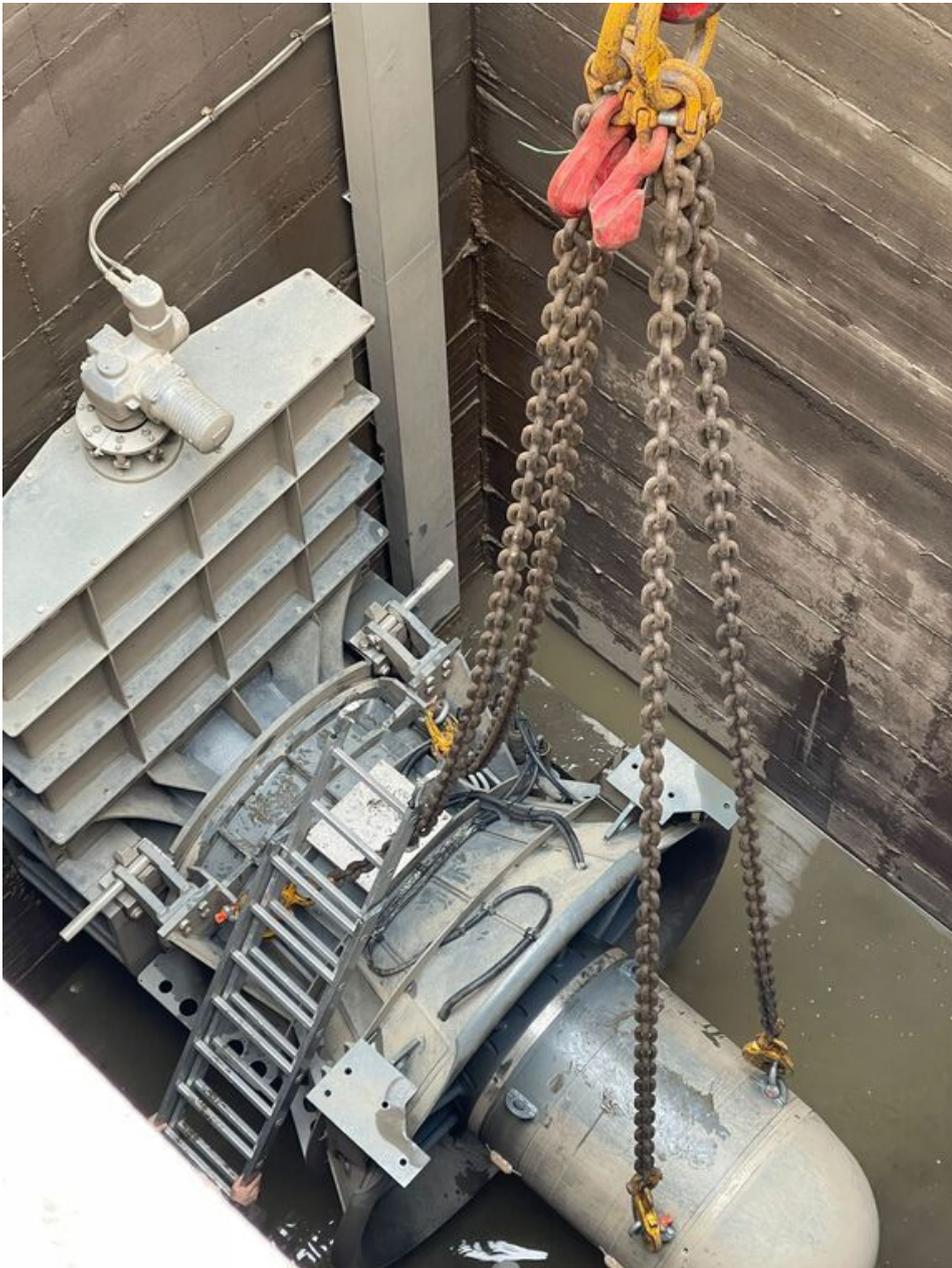


Figura 7.1: Fase di sollevamento con gru del gruppo di produzione Kaplan.



Figura 7.2: Gruppo di produzione Kaplan rimosso dalla posizione immersa per manutenzione.

CAPITOLO 8

Cavidotto di consegna

L'impianto di progetto per natura stessa del progetto come descritto nel paragrafo non potrà cedere alla rete nazionale l'energia elettrica prodotta, ma dovrà esclusivamente alimentare l'elettrolizzatore che sarà realizzato all'interno dello stabilimento CAS in prossimità delle palazzine denominate *ex scuole Cogne*.

Si prevede quindi la realizzazione di un cavidotto interrato che dall'impianto idroelettrico collega l'elettrolizzatore tramite il percorso riportato in figura 8.1. Il tracciato sfrutta cunicoli, canali e aree dello stabilimento CAS.

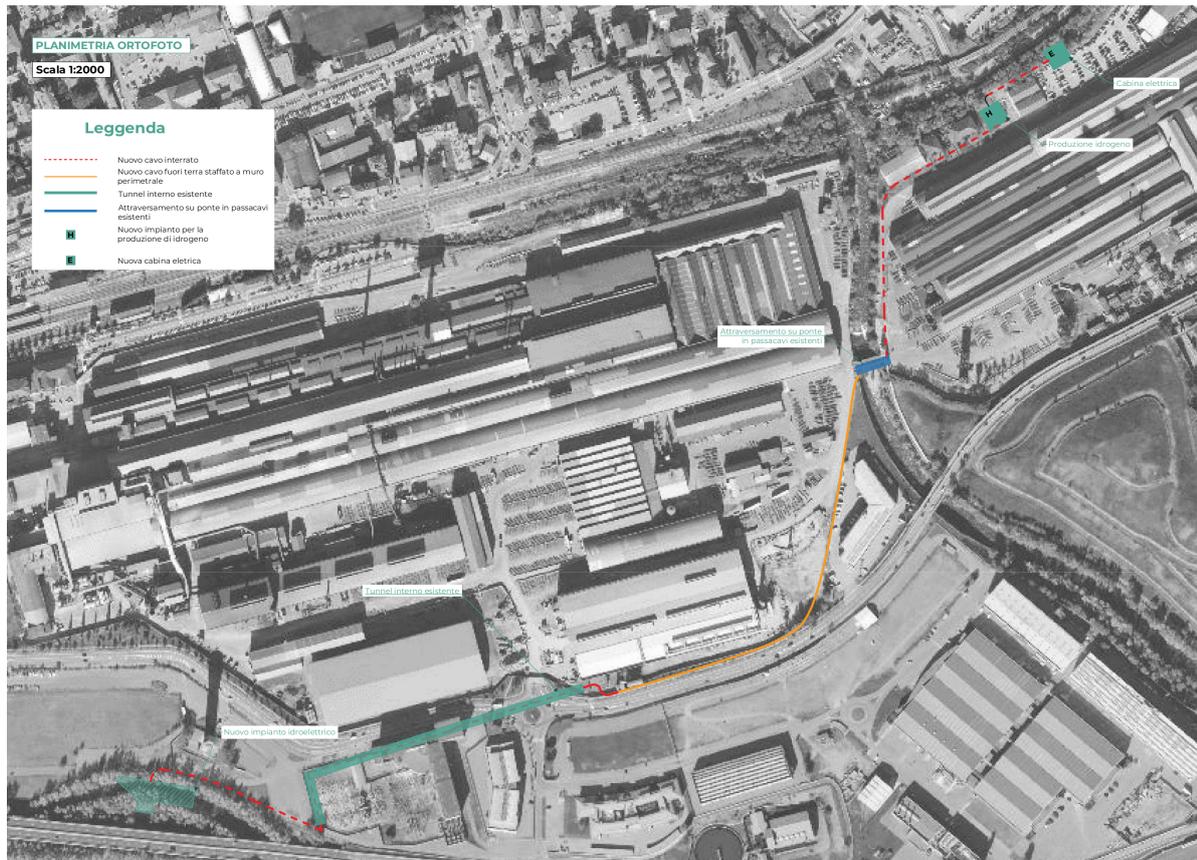


Figura 8.1: Planimetria tracciato cavidotto di alimentazione dell'elettrolizzatore.

CAPITOLO 9

Infrastrutture a servizio dell'impianto

Per accedere ai siti delle opere in progetto si utilizzerà la viabilità esistente all'interno dei piazzali asfaltati che circondano la torre piezometrica.

Ad esecuzione avvenuta delle opere in progetto, lungo la pista ciclabile che costeggia l'impianto verranno installati dei pannelli illustrativi in cui sarà illustrato lo scopo del progetto relativo alla produzione di idrogeno green e il funzionamento della scala per la risalita della ittiofauna.

CAPITOLO 10

Strumenti di misura

L'impianto idroelettrico sarà munito di un trasduttore per la lettura del livello del pelo libero. Un controllore a logica programmabile gestirà le letture della sonda e piloterà i sistemi di regolazione dei gruppi di produzione.

Sarà presente inoltre un galleggiante in prossimità dello sgrigliatore che in caso di eventi di piena o situazioni di emergenza consentirà la messa fuori servizio dell'impianto mediante l'abbattimento della paratoia a ventola.

CAPITOLO 11

Piano di manutenzione

L'impianto sarà oggetto di manutenzione ordinaria periodica. Si stima un fermo macchine complessivo di circa 15 giorni ogni anno. I fermi serviranno per la verifica di efficienza meccanica ed elettronica delle componenti costituenti l'impianto, oltre all'attuazione delle operazioni di regolazione programmate.

Il fermo macchina, in periodi con limitati apporti idrici, sarà anche utilizzato per verificare la funzionalità dei dispositivi di controllo degli organi mobili, e.g. saracinesche motorizzate, e la manutenzione del ramo secondario della Dora.

Destinazione dell'energia prodotta e tempi di realizzazione

12.1 Produzione elettrica

L'intera produzione elettrica sarà destinata per l'alimentazione di un elettrolizzatore situato all'interno dello stabilimento CAS in prossimità delle palazzine denominate *ex scuole Cogne*..

L'idrogeno verde, ovvero quello prodotto da fonti rinnovabili, è considerato non solo una valida alternativa ai combustibili fossili, ma anche un elemento chiave del cambiamento nella produzione di energia, al centro delle strategie energetiche di numerosi Paesi e della stessa Commissione europea.

Attualmente il processo più consolidato per produrre idrogeno verde è l'elettrolisi dell'acqua alimentata con energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili. Con questo progetto si vuole proporre la produzione di idrogeno verde tramite l'utilizzo del potenziale idroelettrico disponibile nei fiumi della Valle d'Aosta.

12.2 Descrizione elettrolizzatore

Nell'ambito del progetto di ricerca sviluppato in collaborazione con il Politecnico di Torino sono state valutate le diverse tecnologie disponibili attualmente sul mercato relativamente alla produzione di idrogeno attraverso elettrolisi. Le due tecnologie principali presenti all'interno della cella elettrolitica sono l'elettrolisi alcalina e la tecnologia PEM. Negli ultimi anni alcune aziende hanno ricercato soluzioni tecnologiche in grado di raggruppare i pregi delle due principali tecnologie al fine di

ottimizzare il processo produttivo e ridurre i costi. Tra le tecnologie più promettenti troviamo sicuramente i moduli AEM, questa tecnologia si basa sul principio del processo PEM ma sostituendo la base del processo di elettrolisi con gli ioni OH- permette di lavorare in un ambiente meno aggressivo rispetto alle celle PEM in cui la base della reazione sui protoni H⁺ genera un ambiente fortemente acido che richiede l'utilizzo di metalli preziosi, rari e costosi. Poiché gli elettrolizzatori PEM utilizzano un elettrolita altamente acido, le piastre bipolari richiedono un materiale costoso, il titanio, per proteggere lo stack ed evitare la corrosione. La macchina AEM, tuttavia, utilizza una soluzione alcalina all'1% di idrossido di potassio (cioè acqua al 99%), quindi è possibile utilizzare al posto di un metallo raro come il titanio l'acciaio, materiale molto più economico e facilmente reperibile.

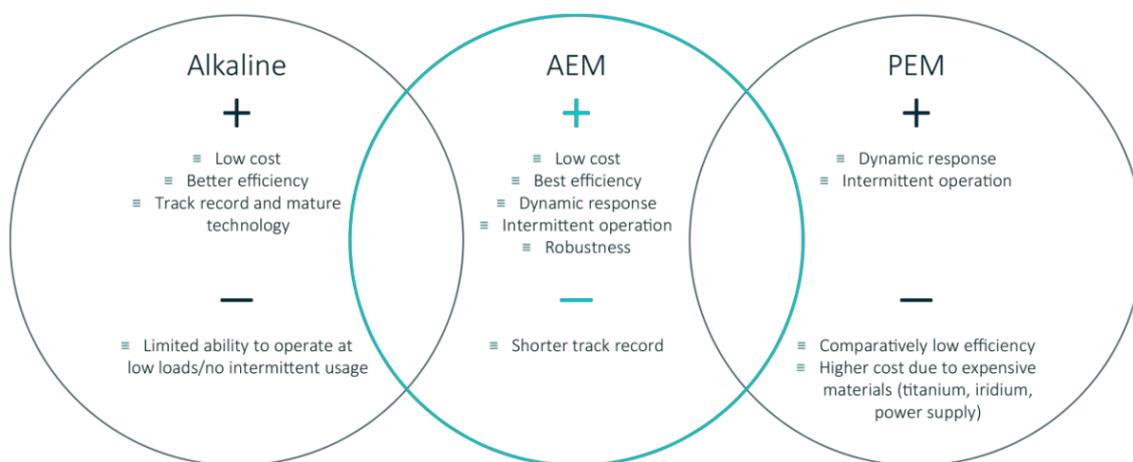


Figura 12.1: Confronto caratteristiche tra tecnologie.

Per quanto riguarda la taglia dell'elettrolizzatore si è deciso di considerare una potenza comparabile con quanto generato dagli impianti FER a servizio dell'elettrolizzatore stesso, pertanto si è deciso di considerare una macchina da 1,008 MW di potenza.

L'efficienza della macchina considerata è di 53,6 MWh/tH₂ (53,6 kWh/kgH₂).

La producibilità massima attesa dall'impianto è pari a 165 tH₂/anno, di questa quantità 58,22 tH₂/anno saranno prodotte grazie all'energia generata dagli impianti addizionali da fonti rinnovabili, i restanti 106,8 tH₂/anno saranno eventualmente prodotti, in base alle esigenze di consumo, con energia prelevata dalla rete con garanzie di origine rinnovabile ai sensi dell'art. 46 del decreto legislativo n. 199 del 2021, il cui fattore emissivo è considerato nullo.

La scelta tecnica per la soluzione progettuale relativa allo stoccaggio dell'idrogeno è stata basata su una pressione di esercizio di circa 30 bar. Tale soluzione comporta un maggior volume dei serbatoi ma allo stesso tempo consente di risparmiare il costo di acquisto di un compressore e i costi stessi dei serbatoi sono notevolmente inferiori. Lo stoccaggio a basse pressioni consente infatti un notevole risparmio sui

materiali usati per la costruzione delle bombole, lo spessore delle pareti è infatti notevolmente inferiore per serbatoi che operano a “basse pressioni”.

Come configurazione si è ipotizzato di realizzare il sistema di stoccaggio con dei serbatoi orizzontali collaudati PED dimensionati per contenere una massa di idrogeno di 300 kg. Tale massa è stata calcolata sulla base di uno stoccaggio di idrogeno relativo ad un fermo macchina dell'elettrolizzatore pari a 16 ore, tale intervallo temporale consente di effettuare eventuali lavori di riparazione/manutenzione garantendo una continuità di fornitura alle utenze attraverso lo stoccaggio. Un elettrolizzatore da 1,008 MW produce circa 18 kg/h di idrogeno. Uno storage da 300 kg consente quindi un fermo dell'elettrolizzatore di oltre 16 ore (considerando la portata nominale dell'elettrolizzatore).

Il sistema pilota una volta in funzione sarà una delle prime applicazioni concrete e funzionanti a livello nazionale che potrà essere di riferimento per la produzione, l'accumulo e l'utilizzo ai fini industriali di idrogeno rinnovabile.

12.3 Utilizzo dell'idrogeno prodotto

Il carico termico totale dell'acciaieria (CAS) (relativo ai 70 forni presenti in stabilimento) è pari a circa 370 TWh all'anno. L'idrogeno risulta essere una scelta ottimale per la decarbonizzazione del calore ad alta temperatura, per il quale l'elettrificazione richiede spesso un redesign completo degli impianti, difficoltoso a livello tecnico ed economico.

Nel caso in cui l'acciaieria volesse decarbonizzare completamente la produzione di calore ad alta temperatura, sarebbe necessaria una portata di idrogeno pari a circa 11'320 $tH_2/anno$ (ottenuta considerando l'interno carico termico riportato precedentemente ed una efficienza dei bruciatori pari al 98%). La produzione di tale portata di idrogeno richiederebbe una disponibilità di energia elettrica pari a circa 608 TWh/anno. Tale valore è ottenuto considerando una curva di efficienza dell'elettrolizzatore, il quale presenta un'efficienza media di circa 60%. Un elettrolizzatore AEM è stato considerato per la produzione di idrogeno grazie alla buona flessibilità (adatto quindi ad essere accoppiato con fonti rinnovabili intermittenti).

12.4 Piano di decarbonizzazione industriale

L'acciaieria utilizza acciaio secondario riconvertito in un forno ad arco elettrico, consta di centinaia di forni, per un consumo annuale di gas naturale pari a 370 GWh/anno, un carico medio di 42.2 MW e picchi superiori ai 70 MW. Sebbene l'elettrificazione sia la scelta da preferire per la decarbonizzazione del processo di produzione di energia termica a bassa-media temperatura, questa risulta spesso non fattibile per forni ad alta temperatura, a causa di difficoltà tecniche e di elevati

costi di revamping dell'intero processo. In questi casi, la decarbonizzazione può avvenire attraverso l'uso di idrogeno verde, utilizzato in sostituzione completa al gas naturale. Le potenzialità di decarbonizzazione dell'acciaieria CAS attraverso l'uso dell'idrogeno sono state anche valutate attraverso studi e pubblicazioni.

L'idrogeno verde prodotto verrà utilizzato all'interno una linea di trattamento termico vergelle per acciai Austenitici e Martensitici. I forni sono a riscaldamento indiretto per mezzo di bruciatori inseriti in tubi radianti. Attualmente, il forno in oggetto è alimentato con gas naturale da rete. Il progetto riguarda la sostituzione dei bruciatori di 1 forno attualmente alimentato con 100% gas naturale (di origine fossile) con un nuovo forno in grado di operare con 100% idrogeno.

La realizzazione del progetto porterà a un'effettiva sostituzione del 100% del fabbisogno termico del macchinario oggetto di intervento.

Il piano di decarbonizzazione proposto consentirà altresì di ridurre del 100% le emissioni dirette di gas a effetto serra di quella linea produttiva.

Tale progetto non è finalizzato a un aumento della capacità produttiva complessiva della linea produttiva.

Gli schemi a blocchi delle configurazioni ante e post intervento sono riportati di seguito:

- La situazione ante-intervento prevede la fornitura di potenza termica ("Thermal load" in figura) attraverso bruciatori tradizionali alimentati a gas naturale da rete. Questo scenario consiste quindi nella produzione di energia termica di origine 100% fossile (gas naturale da rete).
- La situazione post-intervento consiste invece nella totale decarbonizzazione dell'energia termica inviata al processo, attraverso l'uso di idrogeno verde prodotto in loco ed utilizzando dei nuovi bruciatori (oggetto del presente progetto).

12.5 Tempi di realizzazione

Si prevede che l'esecuzione della costruzione dei manufatti trattati nel presente studio debba eseguirsi in un lasso di tempo di circa due anni.

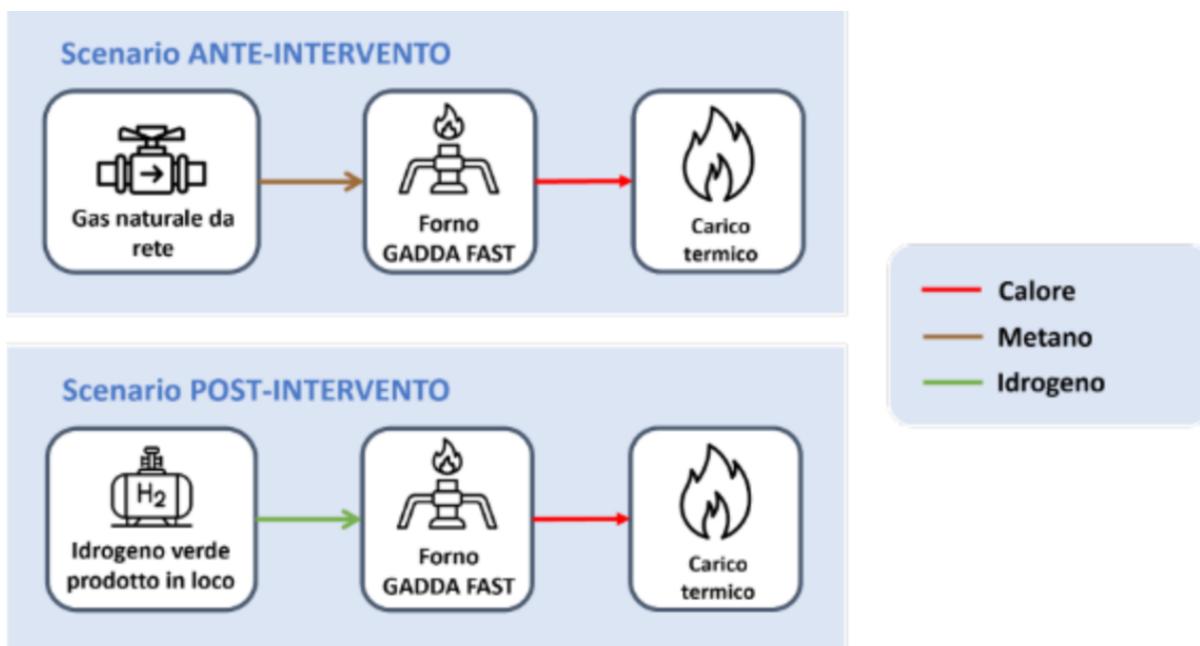


Figura 12.2: Schema a blocchi ANTE e POST intervento.

13.1 Potenze nominali, effettive e producibilità

Considerando una portata media annuale di 10'710,00 l/s ed un salto lordo di 3,0 m, attraverso la nota relazione $P = \frac{Q \cdot H}{102}$, si può facilmente determinare la potenza media dell'impianto pari a 315,00 kW.

L'energia producibile si attesta intorno a 4'533'000 kWh/anno al netto dei rendimenti.

Tale valore di produzione, sulla base del rendimento medio attuale degli impianti di produzione di idrogeno, riporta una producibilità annua di circa 50 ton/anno di H₂.

13.2 Redditività dell'impianto

La valutazione della redditività è stata effettuata sulla base delle proiezioni del mercato dell'idrogeno verde. Poiché il settore di tale prodotto appare attualmente in pieno sviluppo ed espansione, risulta complesso effettuare una valutazione economica a lungo termine relativa al prezzo di vendita. Pertanto si riporta una proiezione mediata sul prezzo attuale dell'idrogeno verde rispetto al prezzo attuale di mercato dell'idrogeno grigio. Tale valutazione è basata sul preconcetto che la produzione di idrogeno verde dovrà con il tempo diventare strutturale e pertanto adeguare il valore di mercato di tale prodotto.

Attualmente però la vendita dell'idrogeno non è prevista perché il progetto è finanziato da fondi PNRR il cui fine è la realizzazione di un sistema di produzione e di accumulo di idrogeno green prodotto da fonti di energia rinnovabile (FER).