

IMPIANTO IDROELETTRICO DI BUDRIESSE

Comuni di Maccastorna e Castelnuovo bocca d'Adda (LO)
Comune di Crotta d'Adda (CR)

ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Progettista: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

STRATEGIES FOR WATER

FROSIO
next 

File	rel15alt23r1				
Commessa	1419				
Note					
Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
1	Revisioni Edison	G. Frosio	F. Frosio	L. Papetti	16/12/2023

Questo documento non può essere riprodotto, né utilizzato altrove, né ceduto a terzi in tutto o in parte senza il consenso scritto degli autori

INDICE

1	Premessa	4
2	Localizzazione del progetto	4
3	Descrizione delle opere in progetto	5
3.1	Sbarramento	5
3.2	Opera di presa	6
3.3	Passaggio per i pesci	7
3.4	Canali di carico	8
3.5	Centrale e restituzione	9
3.6	Linea elettrica	11
3.7	Caratteristiche della derivazione	12
4	Analisi delle alternative localizzative	12
5	Analisi delle alternative tecniche	13
5.1	Scelta del macchinario idroelettrico	13
5.2	Scelta della tipologia di sbarramento	14
5.3	Scelta della tipologia e configurazione del sistema di sgrigliatura	15
5.4	Scelta della tipologia e configurazione del passaggio per pesci	15
5.5	Configurazione della centrale	16
5.6	Linea di allacciamento alla rete di distribuzione	16

1 PREMESSA

La presente appendice allo Studio di Impatto Ambientale (SIA) ha lo scopo d'illustrare le alternative tecniche e localizzative analizzate per il progetto dell'impianto idroelettrico sul fiume Adda denominato "Budriesse", da realizzarsi nell'omonima località sita in Comune di Castelnuovo Bocca d'Adda (LO), proposto da Edison.

2 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto in esame riguarda l'utilizzazione idroelettrica delle portate del fiume Adda, presso una briglia esistente poco a monte della sua confluenza nel fiume Po, dove funge da confine tra le Province di Lodi in sponda idrografica destra e Cremona in sponda sinistra. L'area interessata è situata sulla sponda destra (lodigiana) in località Budriesse del comune di Castelnuovo Bocca d'Adda, immediatamente a valle dello scarico del Collettore Adda-Maccastorna, localmente detto anche "Chiavicone".

Le opere in alveo saranno realizzate su aree demaniali, mentre le opere (vie d'acqua e centrale) nell'area golenale in destra idrografica interessano aree per cui saranno definiti accordi bonari di acquisizione con i proprietari.

Poiché il fiume Adda è un affluente in sponda idrografica sinistra del Po, l'asta fluviale interessata dal progetto appartiene al bacino idrografico del fiume Po.



Figura 1 – Foto aerea del sito di progetto (Google Earth ®)

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L'impianto in progetto sarà realizzato in corrispondenza di una briglia di massi esistente sul fiume Adda; la sua conformazione compatta - caratteristica di un impianto *on-flow*, ovvero a cavallo di una traversa - fa sì che le varie componenti (opere di presa e sbarramento, canali di carico, edificio di centrale e canale di restituzione) illustrate separatamente nei paragrafi seguenti costituiscano in realtà un tutt'uno funzionale.

3.1 SBARRAMENTO

Lo sbarramento in progetto sul fiume Adda, a valle dell'esistente corpo idrico (scarico a fiume di un impianto di pompaggio – sollevamento idraulico - del Consorzio di Bonifica della Muzza) denominato "Chiavicone", consiste in una traversa tracimabile costituita da una soglia fissa di calcestruzzo armato, situata a monte dell'esistente briglia di pietrame e avente la stessa quota (32,50 m s.l.m.) della briglia medesima. Su tale briglia esistente sarà ancorato un *gommone*, ovvero un elemento flessibile e completamente abbattibile, costituito da una struttura tubolare di tessuto gommato riempito d'aria e protetto a monte da scudi di acciaio, con quota massima di ritenuta pari a 35,50 m s.l.m.; tale elemento mobile, che si eleva di 2,95 m sopra la soglia fissa, è suddiviso in tre campate da 42,50 m, più una luce sghiaiatrice larga 5,00 m in destra idraulica, per una larghezza complessiva della traversa di circa 135 m.

In condizioni di normale esercizio, sopra lo scudo sarà mantenuta una lama d'acqua sfiorante di 5 cm, per mascherare a fini "scenici" la struttura dello sbarramento. La luce sghiaiatrice sopra citata sarà preceduta da un breve canale sommerso (avente la funzione di raccogliere e convogliare il materiale che si depositerebbe davanti alle luci di presa) e sarà mascherata da una paratoia piana alta 3,00 m, sormontata da ventolino abbattibile largo 4,00 e alto 1,00 m, che permetterà di far defluire il materiale spinto a valle dallo sgrigliatore. Sul ventolino sarà lasciata defluire una portata continua di circa 400 l/s, corrispondente a una lama d'acqua di 15 cm, al fine di attirare l'ittiofauna verso l'imbocco di valle della scala pesci.

In sponda sinistra, infine, sarà predisposto un approdo per le canoe sia a monte che a valle della traversa per consentire di superare lo sbarramento in entrambe le direzioni. La spalla sinistra della traversa sarà raccordata con la sponda dell'alveo mediante una scogliera di massi, analoga alle esistenti.

Di seguito si riporta uno stralcio di planimetria di progetto che mostra lo sbarramento sopra descritto.

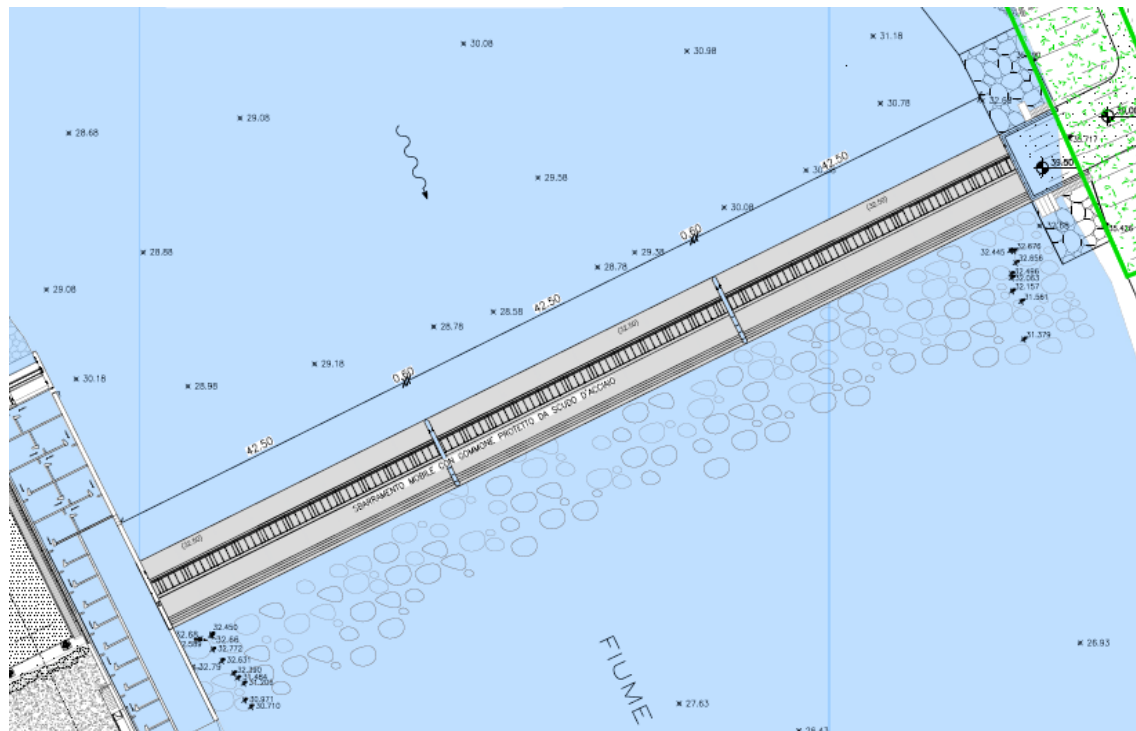


Figura 2 – Planimetria di progetto con lo sbarramento sul fiume Adda in evidenza

3.2 OPERA DI PRESA

Sul fianco destro dello sbarramento è prevista la nuova opera di presa, costituita da sei luci larghe 7,00 m con soglia a 32,00 m s.l.m.; queste saranno protette da altrettante griglie a barre orizzontali d'acciaio, con luce libera adeguata alle indicazioni dei costruttori delle turbine, e da altrettante paratoie piane di presa.

Appena a valle delle griglie, tra esse e le paratoie, saranno predisposti i gargami per l'inserimento di panconi provvisori che consentano d'effettuare le manutenzioni alle paratoie di presa e ai gruppi di generazione.

La pulizia delle griglie, che proteggeranno i gruppi idroelettrici dal materiale grossolano trasportato in sospensione dalla corrente, sarà assicurata da uno sgrigliatore mobile, il cui pettine agirà sempre in direzione orizzontale e spingerà il materiale in sospensione verso la sopraccitata paratoia con ventolino di scarico.

La parte inferiore della griglia potrà essere chiusa grazie a una lamiera che, scorrendo negli appositi gargami posti appena a valle della griglia, scende in aderenza alla stessa chiudendola per i primi 1,50 m di altezza; in questo modo si ridurrà notevolmente l'ingresso di sabbia e di altri materiali grossolani.

Come ulteriore protezione delle griglie e in generale della presa, si prevede di installare una barriera paratronchi – costituita da tubolari d'acciaio $\Phi 200$ con interesse di 1 m – per trattenere eventuali tronchi trasportati dalla corrente, evitando così che raggiungano l'opera di presa.

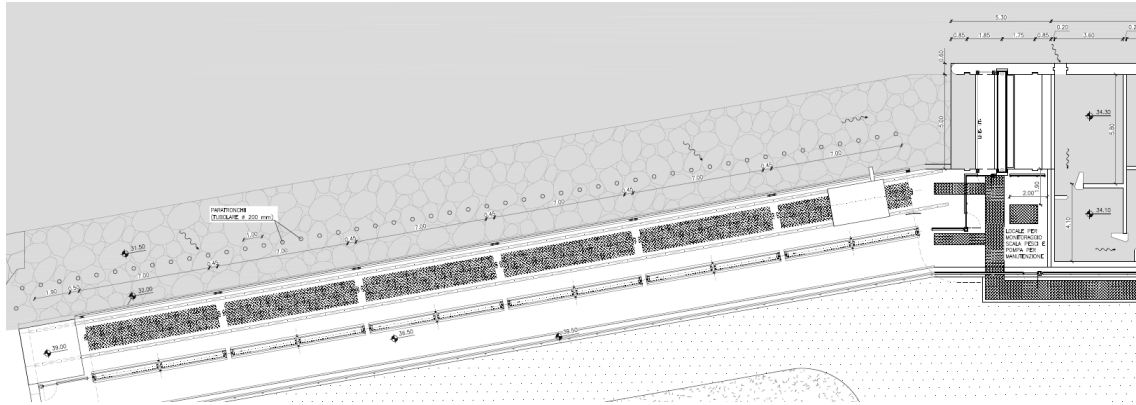


Figura 3 – Planimetria delle opere di presa

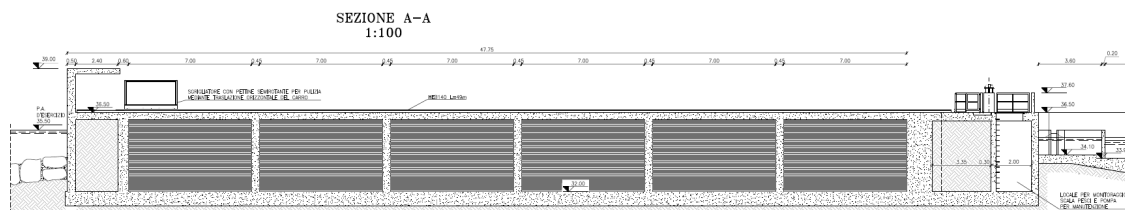


Figura 4 – Sezione delle opere di presa

3.3 PASSAGGIO PER I PESCI

Nella zona compresa fra lo sghiaiatore e la struttura della centrale, sarà inserito un passaggio per pesci del tipo *vertical slots*, cioè costituito da bacini separati da setti in calcestruzzo, con fessure verticali estese su tutta la loro altezza per consentire un agevole passaggio delle varie specie ittiche presenti.

Tale soluzione tecnica è in generale la migliore per la sua capacità di adattarsi alle variazioni di livello (sia di monte che di valle) e di portata senza ridurre significativamente la propria efficienza e attrattività per la fauna ittica.

A tutto vantaggio della continuità fluviale, si è scelto di adottare un primo tratto (a monte) con andamento planimetrico serpeggiante, con bacini realizzati in parte al di sopra del canale di sghiaiamiento, mentre il tratto di valle sarà rettilineo, con pendenza di fondo costante e pari al 7%. Riguardo al dimensionamento del passaggio, il dislivello idraulico di progetto è pari a 5,00 m, risultante dalla differenza tra il livello di normale ritenuta di 35,50 m s.l.m. a monte e il livello di magra di 30,50 m s.l.m. a valle; in questo modo si assicura che la potenza dissipata dalla corrente idraulica nei bacini sia adeguatamente bassa anche con il massimo dislivello tra il livello idrico di monte e valle.

Le grandezze da controllare ed i relativi criteri di buona progettazione per la tipologia di manufatto in esame sono di seguito riportate:

- velocità massima (torricelliana) nelle fessure $v_{\max} = \sqrt{2g \cdot \Delta h}$, che non deve superare i 2 m/s; tale condizione si può esprimere anche imponendo che il dislivello Δh tra due bacini successivi sia minore di 20 cm;
- dissipazione energetica, espressa dalla potenza P_v dissipata per unità di volume idrico di un bacino, che deve essere minore di 200 W/m³ per garantire una limitazione adeguata della turbolenza;

- profondità dell'acqua, il cui valore minimo (appena a valle del setto separatore, quindi all'estremità di monte del bacino) è indicativamente $h_{\min} = 0,50$ m;
- portata Q_{pesci} , che può variare da 140-150 l/s a molti m^3/s .

Nel caso in esame sono previsti 24 bacini (25 setti); pertanto, il dislivello a cavallo di ogni setto sarà $\Delta h = 5,00/25 = 0,20$ m, pari al valore limite sopra citato.

Le quote di fondo dei bacini sono state previste in modo tale da assicurare sempre una profondità d'acqua minima di 1,00 m. Nel caso in esame i battenti a valle e monte di ciascun setto sono rispettivamente $h_v = h_{\min} = 1,00$ m e $h_m = h_v + \Delta h = 1,20$ m.

I calcoli illustrati in maggiore dettaglio nella *Relazione idrologica e idraulica* del progetto consentono di definire la portata di alimentazione del passaggio $Q_p = 927$ l/s e la potenza unitaria dissipata nei bacini $P_v = 134$ W/ m^3 , inferiore anche al valore di 150 m^3/s consigliato per le specie con minori capacità natatorie e quindi pienamente adeguata.

Per quanto riguarda il richiamo dell'ittiofauna all'imbocco di valle del passaggio, tale importante funzione sarà assolta primariamente dalla restituzione a fiume della portata turbinata, fino a 180 m^3/s , in adiacenza al suddetto imbocco di valle.

Oltre a ciò, come già accennato, sarà rilasciata in continuo una lama d'acqua sfiorante di 15 cm sul ventolino, di larghezza $b = 4,00$ m, per attenuare l'effetto di disorientamento della fauna ittica causato dallo sfioro diffuso dal ciglio dello sbarramento; in questo modo sarà sempre garantita una portata di richiamo pari a $Q_{\text{ric}} = 396$ l/s.

Infine, per monitorare l'efficacia del manufatto, si prevede un alloggiamento dotato di oblò per l'osservazione diretta e di sistema d'acquisizione e trasmissione dei dati in un pozzetto da realizzarsi in corrispondenza del bacino più a monte, cioè l'ultimo che sarà attraversato dall'ittiofauna in risalita.

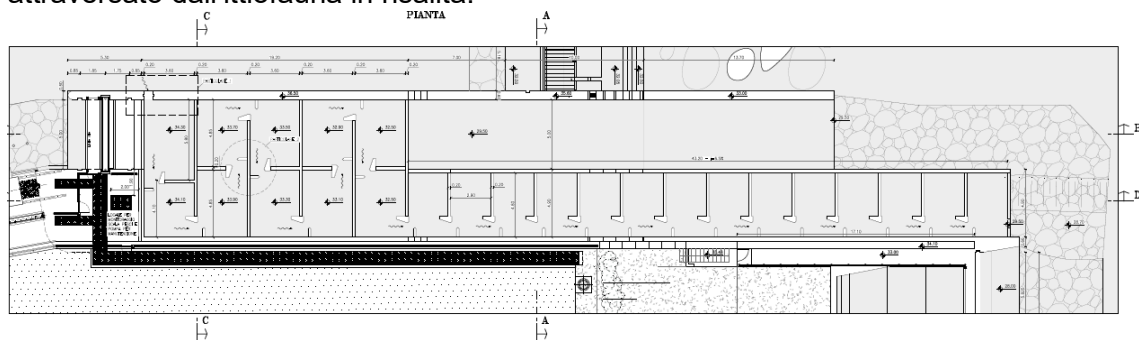


Figura 5 – Pianta del passaggio per pesci

3.4 CANALI DI CARICO

In destra idraulica della traversa, appena a valle dell'opera di presa, iniziano i tre canali di carico, che si è scelto di mantenere separati per consentire di intervenire in caso di necessità su un singolo gruppo idroelettrico. I canali sono larghi 12 m ed intervallati da pile da 40 cm, per una larghezza totale di circa 38 m. La canalizzazione è lunga all'incirca 55 m lungo l'asse centrale; il fondo è posto a quota 32,00 m s.l.m. per i primi 35 m - sempre lungo l'asse centrale - di lunghezza. Inizia quindi il tratto rettilineo che porta ai gruppi idroelettrici. A questo punto il fondo dei canali inizialmente resta a 32,00 m s.l.m., poi si approfondisce fino alla quota minima di 24,34 m s.l.m., tale geometria è dettata

principalmente dalle esigenze d'installazione delle turbine che in questa fase progettuale si è ipotizzato d'installare. Quindi, in fase di appalto dell'opera, quando il costruttore delle turbine fornirà i disegni costruttivi, tali quote potrebbero subire lievi variazioni, senza però che ciò modifichi l'ingombro complessivo e la sagoma fuori terra dell'impianto.

L'intera canalizzazione di carico sarà coperta con una soletta di calcestruzzo armato, posta a quota inferiore al piano di campagna, al fine di permettere la posa di terreno vegetale inerbito, che fungerà da mascheramento morfologico dell'opera. Tuttavia, sono state previste n.4 botole metalliche (a tenuta stagna) necessarie per eventuali manutenzioni. Pertanto, non sono necessarie altre griglie a valle di quelle poste a protezione della presa, proprio perché la camera è completamente tombata e quindi non v'è alcun rischio d'ingresso di materiale a valle delle griglie di presa.

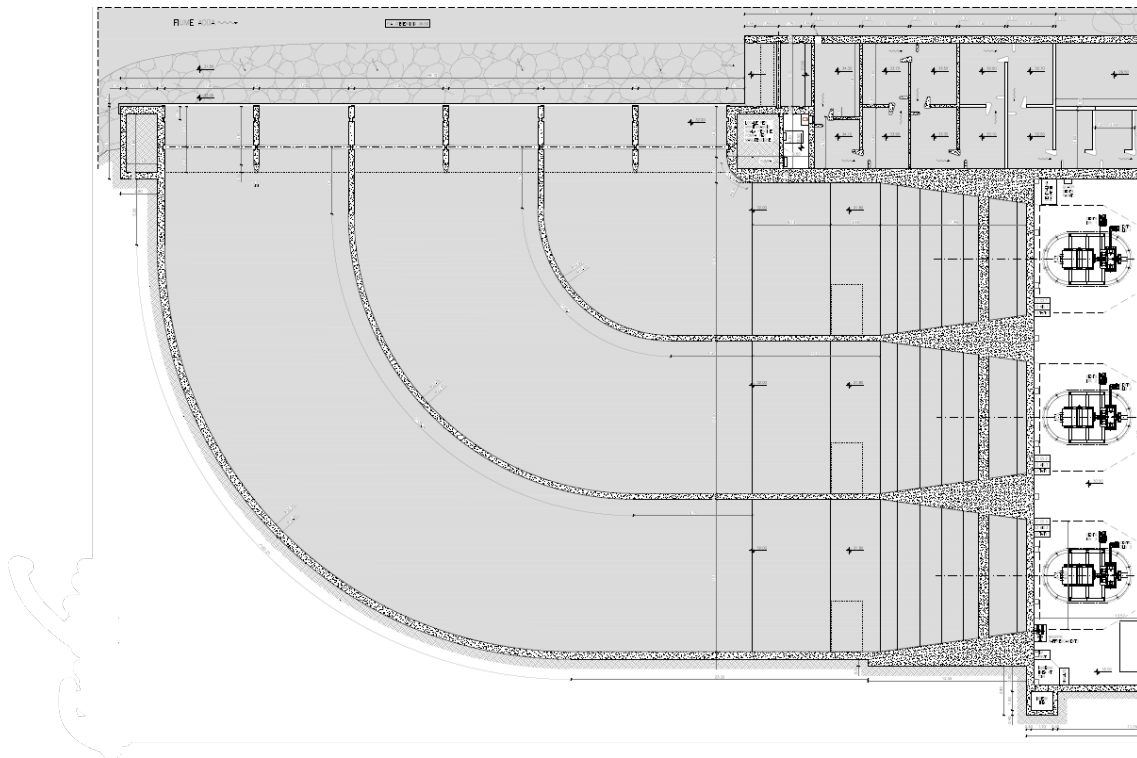


Figura 6 – Pianta dei canali di carico

3.5 CENTRALE E RESTITUZIONE

La centrale idroelettrica è ubicata in adiacenza all'opera di presa, in sponda destra idrografica del fiume Adda: l'accesso avviene tramite la strada sterrata arginale.

L'edificio di centrale ha dimensioni indicative di 20 x 41 m in pianta, è totalmente interrato e ospita i gruppi di produzione.

In questa fase progettuale si è ipotizzato di installare tre gruppi generatori, ciascuno costituito da una turbina Kaplan (biregolante) ad asse orizzontale accoppiata tramite moltiplicatore ad assi paralleli a un generatore sincrono trifase.

In fase di appalto e trattativa con i fornitori potranno essere scelte altre tipologie di gruppo adatte alle caratteristiche (salto e portata) e al layout dell'impianto, ma in ogni caso ciò non influenzerà l'ingombro della centrale né la sua configurazione visibile fuori terra.

In centrale saranno alloggiati i quadri di controllo e comando dei gruppi generatori e dell'intero impianto, i trasformatori e le centraline di comando. Sarà inoltre installato un carroponete indicativamente da 60 t per la movimentazione dei gruppi e degli accessori suddetti, che saranno calati in centrale tramite un'unica botola ricavata sulla copertura. L'accesso all'edificio della centrale è garantito attraverso un piccolo corpo superiore d'acciaio CORTEN, unica struttura sporgente dal piano campagna, costituito da una torretta profilata idraulicamente per offrire il minimo ostacolo al flusso delle piene, la quale integra anche i camini di ingresso ed espulsione dell'aria. Poiché l'intero impianto funzionerà automaticamente, controllato a distanza, non sono previsti locali per la permanenza continua del personale, riducendo al minimo la volumetria e l'impatto dell'edificio sul paesaggio, che in definitiva si limitano all'anzidetta torretta di accesso.

I deflussi derivati dall'impianto saranno restituiti al fiume Adda immediatamente a valle della traversa tramite un brevissimo canale di restituzione di calcestruzzo, lungo solo una decina di metri; il canale partirà dalla quota di circa 24,80 m s.l.m. al termine del diffusore della turbina e risalirà - con un allargamento planimetrico per compensare la riduzione della sezione bagnata - fino alla quota di fondo di 28,00 m s.l.m. allo sbocco. In corrispondenza dello sbocco del canale di restituzione sarà realizzata una scogliera di massi a secco, intasati con terreno vegetale e calcestruzzo in fondazione.

Sono previste scogliere di massi a secco in sponda destra, per prevenire l'erosione delle sponde. Saranno altresì realizzati rilevati di terra, con materiale di risulta proveniente dagli scavi, per il raccordo tra il terreno, la strada sterrata esistente e il piazzale di progetto. Infine, nel terreno circostante la centrale è previsto il rimboschimento mediante impianto di essenze autoctone miste arboree e arbustive.

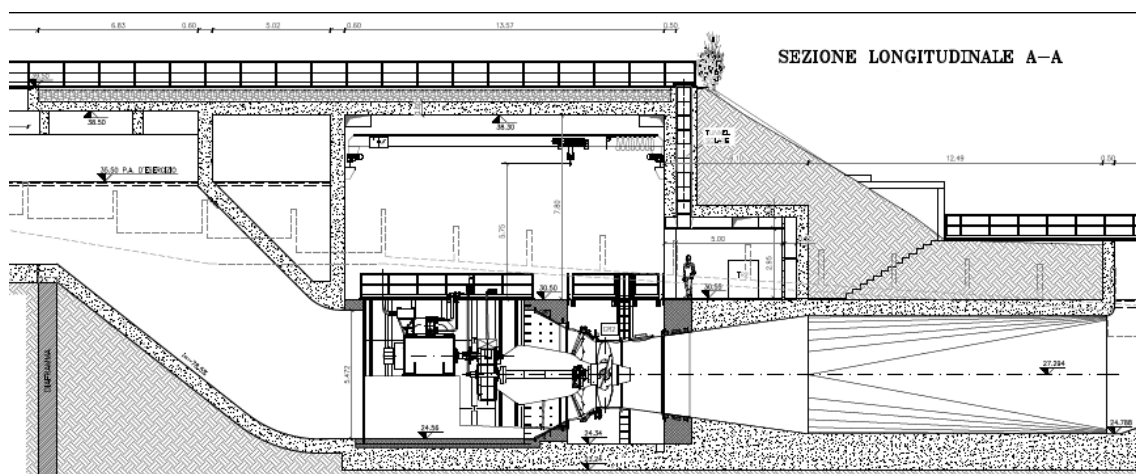


Figura 7 – Sezione longitudinale della centrale

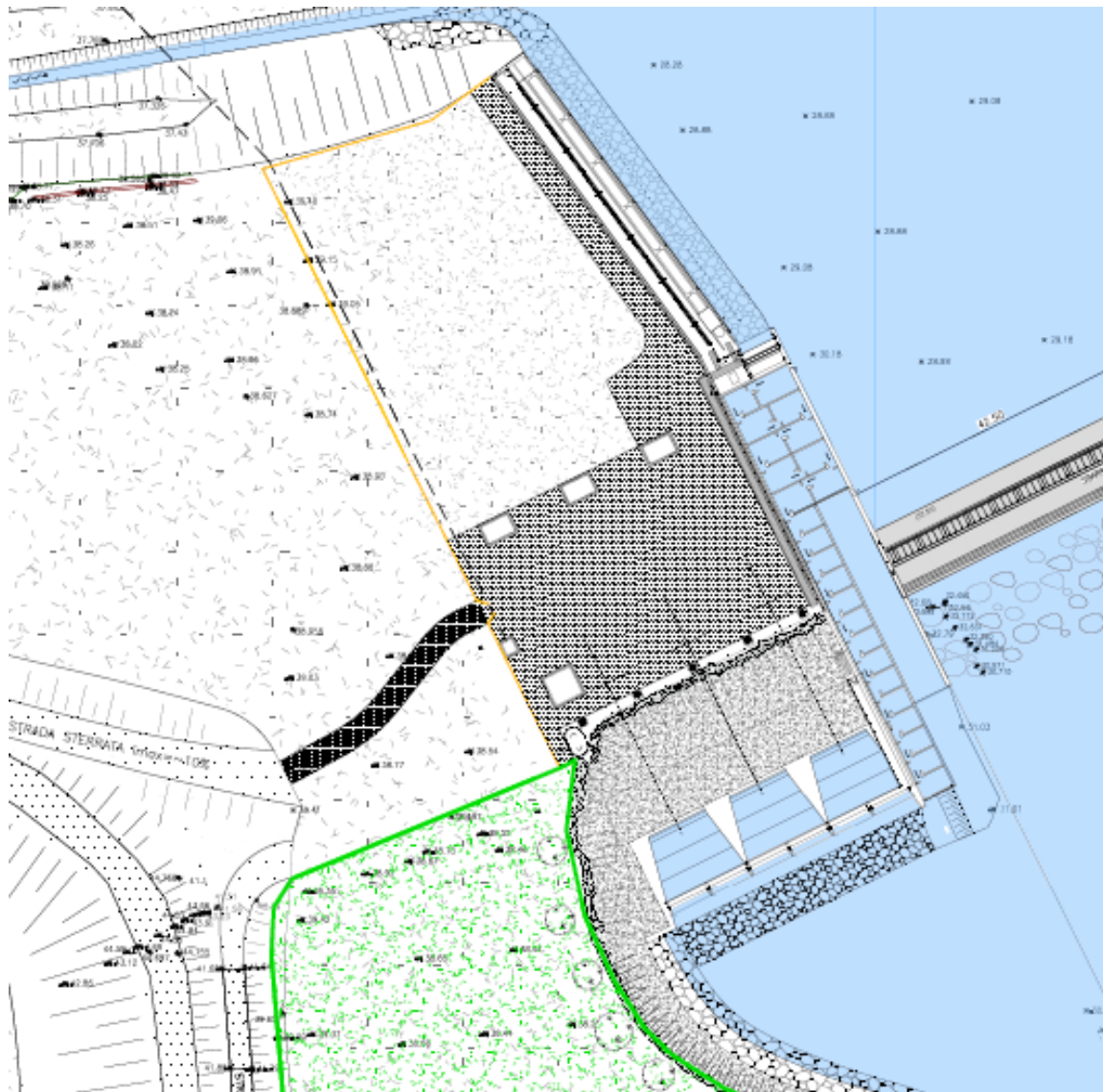


Figura 8 – Planimetrica di progetto con la centrale interrata e l'area verde di mitigazione

3.6 LINEA ELETTRICA

L'energia prodotta sarà immessa nella rete di distribuzione a 15 kV, a cui la centrale sarà collegata tramite un cavidotto interrato.

La linea di collegamento con la rete di elettrica, lunga poco più di 2 km, uscirà da un pozzetto situato all'estremità nord-ovest della centrale, da cui avrà origine la tubazione interrata (costituita da un tubo corrugato di plastica di diametro 160 mm) che sottopasserà il "Chiavicone" e sovrappasserà l'argine; al fine di evitare il benché minimo scavo nel corpo arginale, sarà eseguito un rinfianco su entrambe le scarpate, sia lato fiume sia lato campagna, con il materiale di risulta degli scavi.

La tubazione passacavi sarà coperta con un rinterro compattato di spessore minimo di 1,0 m sulle scarpate dell'argine e con un tubo d'acciaio imballato nel calcestruzzo sulla sommità dell'argine, per consentire il transito anche di carichi pesanti senza danni al manufatto; proseguirà quindi fino all'area dove sarà realizzata la nuova cabina di consegna, in località Cascina Risi nel comune di Maccastorna.

3.7 CARATTERISTICHE DELLA DERIVAZIONE

Le caratteristiche idrologiche, idrauliche ed energetiche del progetto sono le seguenti.

• Portata massima di concessione	180,00 m ³ /s
• Portata media di concessione	133,68 m ³ /s
• Salto nominale di concessione	4,29 m
• Potenza nominale di concessione	5.622,42 kW
• Potenza elettrica massima	6,8 MW
• Potenza totale installata	7,8 MVA
• Producibilità media annua (energia immessa in rete)	31.927 MWh

4 ANALISI DELLE ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE

Nel caso in esame, non vi erano localizzazioni alternative accettabili nelle vicinanze.

In primo luogo, infatti, era indispensabile sfruttare un salto di fondo esistente, così da evitare il sopralzo permanente del fondo e quindi la modifica della morfologia dell'alveo, che non sarebbe stata compatibile con il regolamento del Parco Adda Sud.

Immediatamente a valle vi è la confluenza in Po, mentre a monte il salto esistente più vicino e quello determinato dalla briglia di Pizzighettone, dove insistono due impianti esistenti, gestiti sempre da Edison. Pertanto, l'impianto in progetto, oltre a consentire uno sfruttamento in cascata e quindi una gestione ottimale dell'asta, si colloca quindi nel solco della secolare presenza di Edison sull'Adda, fiume sul quale la Società realizzò, sul finire dell'800, le prime centrali idroelettriche del Paese, tutt'ora in attività (Energia idroelettrica | Edison) .

5 ANALISI DELLE ALTERNATIVE TECNICHE

Nella fase di progettazione definitiva sono state analizzate varie alternative progettuali, di seguito descritte, suddividendole per maggiore chiarezza d'esposizione in base alla problematica o alla componente dell'impianto interessata.

In generale le scelte progettuali sono basate su considerazioni tecniche ed economiche, mirate a ridurre gli impatti complessivi del progetto, cioè essenzialmente gli ingombri globali, le opere civili richieste, gli scavi ed i costi di realizzazione e gestione.

5.1 SCELTA DEL MACCHINARIO IDROELETTRICO

La decisione in argomento è prioritaria per l'intera progettazione dell'impianto, poiché influenza gli scavi, le dimensioni e il layout della centrale, oltre che alcuni aspetti legati al funzionamento idraulico dei vari tipi di macchinari.

Le considerazioni tecnico-economiche, in base alle quali è stata scelta il tipo di gruppo di generazione, sono a loro volta basate sulla documentazione tecnica fornita dai potenziali costruttori interpellati e sulle nostre esperienze di progettisti maturate nel corso degli anni su installazioni simili.

A tal proposito si fa presente che il tipo d'impianto in esame, per le sue caratteristiche di salto e portata, si presta potenzialmente a un'ampia gamma di installazioni, che sono dunque state esaminate e selezionate, con gli esiti di seguito riassunti.

1. Gruppo Kaplan "tradizionale" ad asse verticale: scartato per gli scavi eccessivi sotto falda necessari per l'installazione del diffusore a gomito
2. Gruppo assiale: sono possibili due tipi di configurazioni
 - Configurazione a bulbo con generatore sommerso: macchina compatta e affidabile, ma di costo elevato. Soluzione che comunque sarà riconsiderata in fase di trattativa finale con i costruttori, in quanto lo sviluppo tecnologico in corso potrebbe abbassarne i costi a livelli compatibili con la redditività del progetto
 - Configurazione *pit*, cioè a pozzo, che a sua volta può distinguersi in:
 - ✓ accoppiamento diretto con PMG: tipologia compatta e affidabile, quindi potenzialmente d'interesse; è stata scartata per il costo eccessivo e per il maggiore ingombro longitudinale rispetto ad altre tipologie esaminate;
 - ✓ accoppiamento tramite moltiplicatore ad assi paralleli: tecnologia consolidata e affidabile, con il possibile inconveniente del notevole sviluppo longitudinale del gruppo e della conseguente estensione degli scavi profondi;
 - ✓ accoppiamento tramite moltiplicatore a cinghia: questa tipologia è meno ingombrante della precedente e offre soluzioni di buona affidabilità meccanica, con costi contenuti e buoni rendimenti globali, ma con un campo di applicazione - in termini di portata e potenza - che richiederebbe l'adozione di numerose turbine per coprire la portata massima richiesta in concessione.
3. Gruppo con rinvio d'angolo: è una soluzione molto compatta, che consentirebbe una riduzione delle opere civili; però, in base alla nostra esperienza pluridecennale con

questo tipo di macchine, l'affidabilità meccanica della coppia conica è dubbia per macchinari della taglia necessaria all'impianto in oggetto.

4. Turbine VLH™ (Very Low Head): il salto dell'impianto in oggetto si colloca al limite del campo di applicazione di questa tecnologia, che arriva al massimo a 4 m; per di più il livello di valle (soggetto anche al rigurgito del fiume Po) è assai variabile, quindi è possibile che il salto netto in alcune condizioni arrivi fino a 4,50 m. Di conseguenza questa tipologia di gruppo, che avrebbe potuto offrire il vantaggio di richiedere opere civili modeste e scavi ridotti, non è adatta al caso in esame.
5. Gruppo sommerso in cassone → possibile soluzione, che però non garantisce una produzione soddisfacente nella taglia adatta all'impianto in esame.

In definitiva si è previsto di installare n. 3 turbine pit assiali, ciascuna accoppiata con moltiplicatore ad assi paralleli a un generatore sincrono trifase. Sulla base delle offerte preliminari ricevute e degli approfondimenti effettuati, infatti, questa tipologia consente di installare un generatore di dimensioni ridotte (riducendo quindi l'ingombro in altezza della centrale) senza richiedere scavi profondi di lunghezza eccessiva.

Si fa presente che, come segnalato al § 3.5, in fase di appalto e trattativa con i fornitori potranno essere scelte altre tipologie di gruppo adatte alle caratteristiche (salto e portata) e al layout dell'impianto, ma in ogni caso ciò non influenzerà l'ingombro della centrale né la sua configurazione visibile fuori terra.

5.2 SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI SBARRAMENTO

Fine dalle prime fasi progettuali si è deciso di impiegare uno sbarramento mobile, che rispetto a uno fisso ha il vantaggio di non indurre modifiche permanenti al fondo e quindi alla morfologia dell'alveo. Lo sbarramento mobile, infatti, è in grado di abbassarsi, fino all'abbattimento totale, all'aumentare delle portata e quindi del livello a monte; in questo modo, l'interferenza con i livelli naturali (*ante operam*) del fiume diminuisce all'aumentare della portata, fino ad annullarsi in condizioni di morbida.

Sono quindi stati valutati essenzialmente due tipi di soluzioni tecniche:

- i) paratoie a ventola tradizionali, cioè comandate da pistoni oleodinamici
- ii) paratoie sostenute da cuscini (detti anche gommoni) gonfiati ad aria.

Alcune caratteristiche di quest'ultima tipologia, però, hanno subito reso evidente come essa sia più adatta rispetto alle ventole tradizionali per un'installazione di grandi dimensioni come quella in esame.

In sintesi, i vantaggi della soluzione prescelta sono i seguenti:

- distribuzione degli sforzi lungo tutta la soglia fissa sulla quale è incernierato il gommone e conseguente riduzione delle opere civili necessarie;
- opere civili di geometria semplificata dall'assenza dei pozzetti di alloggiamento dei pistoni e degli ampi cunicoli per il passaggio dei tubi dell'olio, necessari per la movimentazione delle paratoie a ventola;
- nessuna limitazione alla dimensione delle campate dello sbarramento, se non per eventuali questioni di precisione della regolazione del livello a monte;

- nessun pericolo d'inquinamento per il rilascio d'olio.

In virtù di tali considerazioni, dunque, è stato prescelto lo sbarramento abbattibile con cuscini d'aria, tecnologia descritta in dettaglio nella *Relazione tecnica particolareggiata*, facente parte degli elaborati di progetto allegati al SIA.

5.3 SCELTA DELLA TIPOLOGIA E CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA DI SGRIGLIATURA

In un impianto come quello di Budriesse, le cui componenti si fondono in un tutt'uno funzionale, le decisioni sulla configurazione e la modalità di funzionamento di una parte influiscono su molte altre e devono quindi tenerne adeguatamente conto.

In particolare, il sistema di sgrigliatura è stato accuratamente progettato per garantire la semplicità, economicità e affidabilità di servizio dell'impianto, oltre che per limitarne l'impatto ambientale globale, secondo i seguenti principi:

- efficienza e affidabilità → macchina stagna predisposta per l'installazione di una pompa per la rimozione del materiale depositato tra le griglie e i panconi e in particolare negli alloggiamenti dei panconi;
- sicurezza → la possibilità di chiudere la griglia per i primi 1,50 m di altezza dal fondo, tramite la lamiera che scende scorrendo nei gargami, riduce sostanzialmente l'ingresso di sabbia e di altri materiali grossolani nell'opera di presa, garantendo comunque l'equilibrio a cavallo della griglia della pressione dell'acqua, che può sempre entrare attraverso le barre della griglia a quote superiori;
- riduzione degli ingombri e dei costi dell'installazione → l'estrema sicurezza del sistema consente di installare un solo sgrigliatore;
- minimizzazione dei costi di gestione e manutenzione → la sicurezza del sistema garantisce anche la riduzione delle manutenzioni e dei relativi costi.

Con riferimento a quanto esposto all'inizio del presente paragrafo, riguardo alle connessioni tra le varie componenti dell'impianto, si fa presente che anche la configurazione del sistema "canale - paratoia - ventolino" per lo sghiaimento, nonché la particolare tipologia e conformazione del passaggio per i pesci, sono componenti studiate appositamente per garantire una sgrigliatura e uno sghiaimento efficace e affidabile.

5.4 SCELTA DELLA TIPOLOGIA E CONFIGURAZIONE DEL PASSAGGIO PER PESCI

Come accennato al § 3.3, si è cercato di minimizzare l'ingombro longitudinale e quindi la sottensione d'alveo fluviale; in quest'ottica è stata inizialmente studiata una soluzione "mista" con il primo tratto a monte serpeggiante, con bacini separati da setti con fessure verticali (*vertical slots*) ma con il tratto rettilineo a valle realizzato analogamente a una "rampa rustica" di massi, per conferire maggiore naturalità e attrattività all'imbocco e in generale al primo tratto a valle.

Questa configurazione però, pur essendo l'unione di due tipologie consolidate, non dava garanzie sull'efficacia complessiva del manufatto risultante dall'unione delle stesse; si è deciso pertanto di mantenere l'idea del tratto a monte serpeggiante integrato con il canale di sghiaimento, realizzando però il tratto rettilineo a valle della medesima tipologia.

5.5 CONFIGURAZIONE DELLA CENTRALE

L'edificio di centrale è stato progettato anzitutto per ridurre gli ingombri fuori terra, sia per questioni paesaggistiche - ricadendo la zona nel Parco Adda Sud - sia per ragioni di sicurezza idraulica, per cui è fondamentale minimizzare l'occupazione dell'alveo.

Di conseguenza, dopo aver valutato l'alternativa di realizzare una centrale fuori terra o una struttura interrata e completamente sommergibile, è stata scelta quest'ultima opzione, con l'accesso garantito da una torretta che integra anche la funzione di camino d'aerazione.

5.6 LINEA DI ALLACCIAMENTO ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE

Una volta definito il punto di connessione alla rete ENEL, sono state valutate alcune soluzioni alternative per la linea di consegna. Dovendosi attraversare l'argine maestro in sponda destra, sono state scartate tutte le ipotesi che rischiavano di intaccare in qualche modo la sua integrità e continuità, compreso il sottopasso mediante scavo teleguidato.

Una soluzione accettabile per i tecnici AIPO era la realizzazione di una linea aerea, ma anche questa ipotesi è stata scartata per motivi di sicurezza (trovandosi in un'area di golenale) e paesaggistici, ricadendo all'interno del Parco Adda Sud.

In conclusione, è stata scelta la soluzione con sovrappasso dell'argine e rinfianco delle scarpate a monte e valle.



Tel: +39 030 3702371 – Mail: info@frosionext.com - Sito: www.frosionext.com
Via Corfù 71 - Brescia (BS), CAP 25124
P.Iva e Codice fiscale: 03228960179