



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

Via Cagliari n. 170 – Oristano

**RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO DELL'ACQUIFERO
DELLA PIANA DI ARBOREA DA NITRATI DI ORIGINE
AGRO-ZOOTECNICA MEDIANTE TECNOLOGIE
DIFFUSE DI BIORISANAMENTO IN SITU**

C.A.T. P0722

C.U.P.: G52E22000400002

C.I.G.:

PROGETTO ESECUTIVO

Progettista
Ing. Gian Luca Zuddas

Consulente scientifico
Prof. Antonio Coppola

Collaboratori
Ing. Eleonora Trudu
Ing. Fabrizio Musiu
Geom. Matteo Casciu

Responsabile unico del progetto
Dott. Agr. Serafino Angelo Meloni

Committente
Consorzio di Bonifica dell'Oristanese
Il Presidente
Dott. Carlo Corrias

Titolo

Allegato

FASCICOLO TECNICO DELL'OPERA

I.2

Rev.	Data	Nome file	Redattore	Verificatore
00	11/07/2024	1535P0722fascicoltecET	Ing. G. Zuddas	Ing. G. Bravin

STORICO DELLE REVISIONI

0	08/07/2024	PRIMA EMISSIONE	CSP	
REV	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDAZIONE	Firma

Scheda I: Descrizione sintetica dell'opera ed individuazione dei soggetti interessati

Descrizione sintetica dell'opera

La Piana di Arborea si caratterizza per profili di suolo in prevalenza sabbioso con ritenzioni idriche basse ed elevata conducibilità idraulica. L'unità elementare di questa parte dell'area della bonifica di Arborea è un campo di circa 4 ettari (400m x 100m) spesso delimitato da dreni a superficie libera disposti longitudinalmente in corrispondenza di filari di eucalipto.

In questi suoli prevalgono flussi di percolazione di acqua e di soluti verso la falda superficiale piuttosto che deflussi superficiali verso il reticolo di drenaggio. In caso di irrigazione non efficiente nel periodo irriguo, volumi significativi di acque irrigue possono essere persi per percolazione profonda, con un conseguente trasporto di nutrienti verso la falda. Inoltre, in caso di ridotta soggiacenza della falda, sono attesi anche importanti flussi di drenaggio di acqua e di nitrati dalla falda verso il reticolo di drenaggio sia durante il periodo invernale, quando gli apporti da precipitazione superano l'evapotraspirazione e la capacità di ritenzione idrica dei suoli, sia durante la stagione irrigua in risposta a interventi irrigui in eccesso rispetto ai fabbisogni.

Con queste premesse, il presente progetto si basa sulla realizzazione di tecnologie distribuite sul territorio per il biorisanamento dell'acquifero di Arborea, con benefici per l'ambiente ma allo stesso tempo salvaguardando la competitività delle aziende agro-zootecniche. Le tecnologie proposte prevedono una riduzione progressiva (nel medio periodo) delle concentrazioni di nitrato in falda attraverso l'intercettazione parziale dei flussi di percolazione di acqua e dei nitrati disciolti attraverso un sistema di drenaggio, in parte già esistente, costituito da canali aperti, e in parte da realizzare con dreni tubolari interrati.

L'abbattimento dei nitrati viene ottenuto facendo confluire parte dei volumi drenati in un bioreattore dove avviene un processo naturale di denitrificazione completa (da nitrato ad azoto molecolare). Rispetto ad un qualsiasi altro tipo di trattamento che preveda il trattamento delle acque già inquinate (strippaggio, per esempio), l'intercettazione dei flussi di nitrato per drenaggio e il successivo passaggio attraverso bioreattore, consente di risolvere il problema a monte, quando cioè l'inquinante non si è ancora propagato in falda, riducendo notevolmente i volumi da trattare.

L'intervento verrà realizzato in quattro differenti siti messi a disposizione dalle aziende del luogo e prevederà i seguenti interventi:

1. Realizzazione della rete di drenaggio;
2. Collettamento dei dreni;
3. Realizzazione del bioreattore e dei relativi pozzetti;
4. Strumentazione di misura e impianto elettrico.

Al fine di raccogliere le acque della falda superficiale e allontanare le acque percolate ricche di nitrati si andrà a posare una rete di drenaggio orizzontale sottostante i canali di dreno già presenti lungo i lotti. I dreni saranno costituiti da tubi forati in polietilene ovvero in pvc, rivestiti in fibra di cocco o con altri materiali che permettano il filtraggio dell'acqua dal materiale solido che potrebbe essere trascinato all'interno dei tubi medesimi.

I tubi-dreno saranno posati parallelamente al lato lungo dei singoli lotti, con interasse di circa 20 m e ad una profondità media di 120 cm al fine di non intralciare con le lavorazioni dei mezzi agricoli e con l'apparto radicale delle colture. Il diametro sarà compreso tra gli 80 e i 90 mm.

La posa sarà eseguita tramite specifica macchine posadreni a "talpa", la quale è in grado di mettere in opera tubi in materiale plastico flessibile a profondità variabili tra i 50 cm e i 200 cm e a garantire il funzionamento per gravità grazie al controllo automatico e continuo della pendenza.

A valle dei tubi-dreno verrà posato una condotta in PE o PVC atta a collettare le acque dei lotti costituenti le aree da bonificare e convogliarle verso il bioreattore. Poiché la posadreni è in grado di lavorare fino ad un diametro di circa 200 mm, si è scelto di posizionare i bioreattori in maniera tale da suddividere il collettore in due rami, confluenti nel pozzetto di immissioni. I collettori si svilupperanno lungo i bordi dei lotti fino ad arrivare al pozzetto di immissione del bioreattore.

Questi ultimi sono sistemi di trattamento passivo che possono essere utilizzati per rimuovere nitrati sia da acque di deflusso superficiale che da falde superficiali. Inoltre, si caratterizzano per costi di realizzazione relativamente bassi, garantendo elevati livelli di abbattimento dei nitrati contenuti nelle acque trattate.

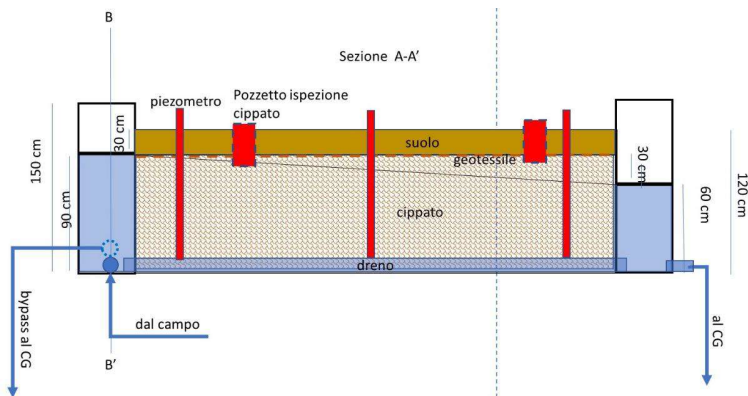
Fra i materiali utilizzabili per il riempimento dei bioreattori, negli ultimi anni si è poi sviluppato un diffuso interesse verso il riuso in applicazioni ambientali di materiali di scarto a matrice legnosa (cippato, trinciato o pellettato di Eucaliptus, Pino, Quercia, per esempio), possibilmente a basso contenuto di tannino (che svolgerebbe azione antisettica) in alternativa al loro conferimento in discarica. Nel presente progetto si è scelto di utilizzare il cippato sebbene la tipologia di legno dovrà essere ulteriormente indagata mediante prove empiriche al fine di capirne esattamente le caratteristiche, la permeabilità e la deperibilità.

Come detto, il progetto intende intervenire sulla proprietà di quattro aziende diverse, per ognuna delle quali si realizzerà un bioreattore. Questo è costituito da uno scavo a sezione trapezia di lunghezza pari a 25 m, larghezza media di 4 m e altezza di 120 cm. Il fondo dello scavo dovrà essere protetto da uno strato formato da tessuto non tessuto e da polietilene ad alta densità (HDPE), così da impedire la percolazione delle acque nel sottosuolo. Quindi, si procede con la posa del cippato prescelto all'interno del vano creato fino al raggiungimento di un'altezza di 0.90 m, sopra il quale si dovrà posare uno strato di geotessile come elemento di separazione rispetto allo spessore di ricoprimento in terra sovrastante.

Il bioreattore è dotato inoltre di due pozzetti: uno in ingresso e uno in uscita.

Il funzionamento prevede che il collettore convogli le acque nel pozzetto in ingresso, collegato idraulicamente con il bioreattore e dotato di uno scarico di troppo pieno utile per scaricare sulla rete di bonifica esterna le portate in ingresso eccedenti. Il bioreattore, quindi, funziona come un mezzo poroso e l'acqua si muove all'interno per filtrazione fino al pozzetto di uscita, in cui è presente lo scarico verso i canali della bonifica.

È previsto l'impiego di una elettropompa monogirante sommergibile per il drenaggio con girante aperta da posizionare sulla prima camera del pozzetto di ingresso.



L'alimentazione elettrica sarà effettuata posando un cavo di tipo multipolare armato a treccia d'acciaio posato direttamente nel terreno e ad una profondità di posa minima di 120 cm, a 60 cm dal piano di campagna e su tutta la lunghezza dello scavo dovrà essere posato un nastro segnaletico in polietilene.

Il prelievo dell'energia elettrica dovrà essere effettuato sulla fornitura elettrica esistente dell'azienda agricola preferibilmente in prossimità del punto di consegna, qualora questo fosse sconveniente o non possibile si dovrà individuare un quadro elettrico dal quale derivarsi previo averne verificato la sua idoneità e ottenuto l'accordo della proprietà. In prossimità del biorettore è prevista l'installazione di un quadro elettrico contenuto da un armadio in resina per posa a pavimento con chiusura a chiave con al suo interno un dispositivo di tipo magnetotermico differenziale a protezione della elettropompa ed un dispositivo per la contabilizzazione dei consumi della stessa.

Durata effettiva dei lavori

Inizio lavori:	05/09/2024	Fine lavori:	04/10/2024
----------------	------------	--------------	------------

Indirizzo del cantiere

Indirizzo:	Tra strade 19 e 15 ovest				
CAP:		Città:	Arborea	Provincia:	OR

Committente	
ragione sociale:	Consorzio di Bonifica dell'Oristanese
indirizzo:	Via Cagliari 170 09170 Oristano
telefono:	0783 3150
<i>nella Persona di:</i>	
cognome e nome:	Dott. Agr. Meloni Serafino Angelo
indirizzo:	via Cagliari 170 09170 Oristano [OR]
tel.:	0783 3150239

Progettista	
cognome e nome:	Ing. Zuddas Gian Luca
indirizzo:	Via Cagliari n.170 09170 Oristano [OR]
tel.:	0783 3150237

Direttore dei Lavori	
cognome e nome:	Ing. Zuddas Gian Luca
indirizzo:	Via Cagliari n.170 09170 Oristano [OR]
tel.:	0783 3150237

Responsabile dei Lavori	
cognome e nome:	Dott. Agr. Meloni Serafino Angelo
indirizzo:	via Cagliari 170 09170 Oristano [OR]
tel.:	0783 3150239

Coordinatore Sicurezza in fase di progettazione	
cognome e nome:	Ing. Zuddas Gian Luca
indirizzo:	via Cagliari 170 09170 Oristano [OR]
tel.:	0783 3150237
mail.:	zuddasg@bonificaoristanese.it

Coordinatore Sicurezza in fase di esecuzione	
cognome e nome:	Ing. Zuddas Gian Luca
indirizzo:	via Cagliari 170 09170 Oristano [OR]
tel.:	0783 3150237

mail.:

zuddasg@bonificaoristanese.it

Scheda II-1: Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie

Il presente progetto si basa sulla realizzazione di tecnologie distribuite sul territorio per il biorisanamento dell'acquifero di Arborea, con benefici per l'ambiente ma allo stesso tempo salvaguardando la competitività delle aziende agro-zootecniche. Le tecnologie proposte prevedono una riduzione progressiva (nel medio periodo) delle concentrazioni di nitrato in falda attraverso l'intercettazione parziale dei flussi di percolazione di acqua e dei nitrati disciolti attraverso un sistema di drenaggio, in parte già esistente, costituito da canali aperti, e in parte da realizzare con dreni tubolari interrati.

L'abbattimento dei nitrati viene ottenuto facendo confluire parte dei volumi drenati in un bioreattore dove avviene un processo (naturale) di denitrificazione completa (da nitrato ad azoto molecolare). Rispetto ad un qualsiasi altro tipo di trattamento che preveda il trattamento delle acque già inquinate (strippaggio, per esempio), l'intercettazione dei flussi di nitrato per drenaggio e il successivo passaggio attraverso bioreattore, consente di risolvere il problema a monte, quando cioè l'inquinante non si è ancora propagato in falda, riducendo notevolmente i volumi da trattare.

01 Reti di dreno

I tubi-dreno sono tubazioni in PVC microfessurato, corrugato e flessibile, di diametro nominale pari a 80 mm. Rivestiti con fibra di cocco o altro materiale, tipo polipropilene, atto ad evitare che il materiale solido possa andare ad occludere i pori.

Mentre i tubi-dreno corrono nella direzione del lato lungo, i collettori (in rosso nelle figure precedenti) hanno un diametro nominale pari a 200 mm e si sviluppano lungo il lato corto dei lotti.

Al fine di mantenere costante il flusso delle acque tra dreni e collettore, si dovranno usare selle di diramazione, eventualmente con curva. Si pratica un foro sul tubo di 8 cm e si pone la sella di diramazione che abbraccia il collettore per l'80% del diametro. Qualora la quota del dreno e del collettore siano coincidenti, quanto descritto sopra verrà eseguito lateralmente e si potrà evitare l'utilizzo della curva.



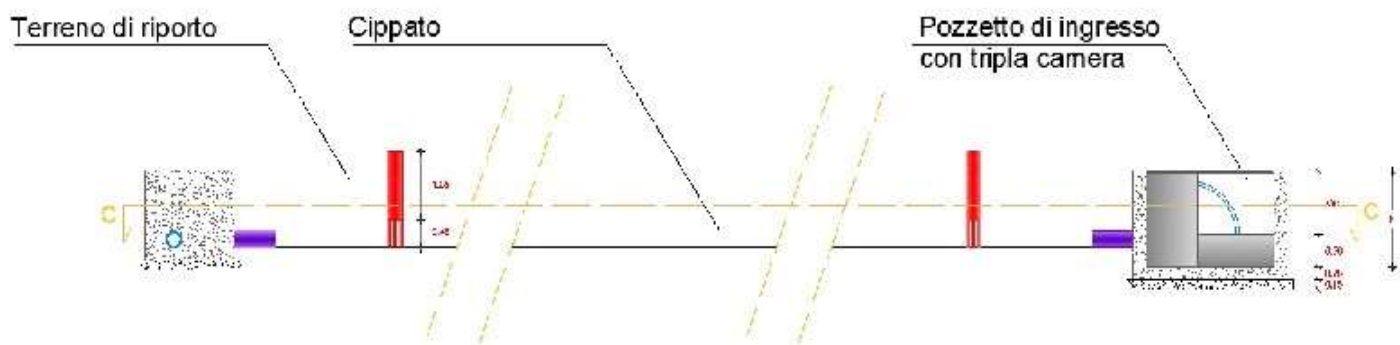
02 Bioreattori

Il bioreattore ha una lunghezza di 25 m e una larghezza media di 4 m (sezione trapezia).

Per la formazione si procede con uno scavo a larga sezione, rivestito con tessuto non tessuto e uno strato di geomembrana in HDPE da 2mm, riempito con cippato. All'interno della biomassa devono essere posizionati dei piezometri che permetteranno il monitoraggio del processo di depurazione e dei tubi di collegamento con i pozzetti di ingresso e di uscita.

Il pozzetto di ingresso viene alimentato dalle acque provenienti dal collettore, ed è costituito da tre camere separate: nella prima arriva l'acqua dal collettore ed è presente una pompa sommersa che rilancia le acque nella seconda; la seconda è quella che immette le acque nel bioreattore grazie al carico idraulico; la terza camera, collegata alla prima tramite uno sfioratore a parete sottile, funge da scarico ed è direttamente collegato al recettore finale mediante una condotta bypass.

Il pozzetto in uscita è costituito da due camere: la prima riceve le acque depurate; la seconda è collegata alla prima tramite uno sfioratore ad altezza variabile e funge da scarico verso il recettore finale.

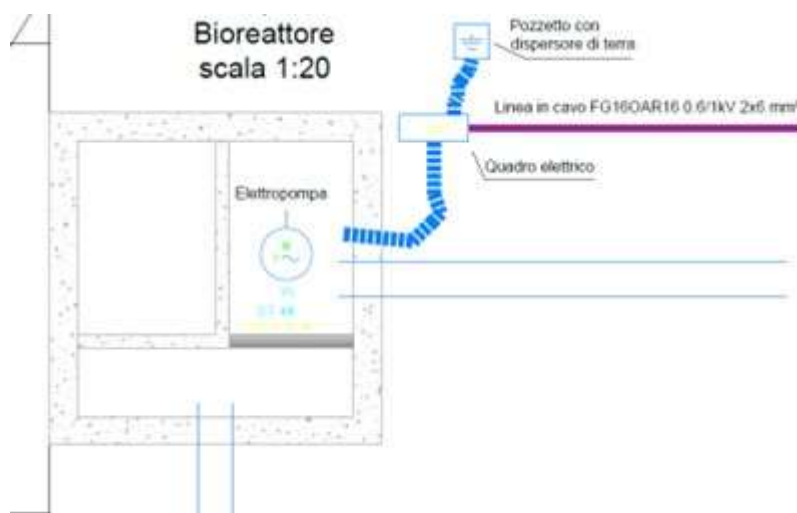


03 Impianto elettrico e telecontrollo

L'impianto elettrico a servizio dei bioreattori dirama dal punto individuato nelle planimetrie delle utenze private, quindi a bassa tensione, mediante un sottoquadro da cui parte un cavo FG16OR16 0.6/1kV 2x6 mmq armato con nastro segnalatore posto a circa 20 cm sopra l'estradosso.

Questo arriva all'interno di un armadio stradale in cui verrà inserito un quadro apposito per il bioreattore con il relativo pozzetto di terra con dispersore a picchetto in acciaio zincato di lunghezza pari a 1 m.

Al quadro elettrico sarà associato anche un contatore così da poter misurare l'energia effettivamente utilizzata dal sistema costituito dalle sonde multiparametriche, dalla pompa sommersa e dal RTU (Remot Terminal Unit).



Scheda II-3: Informazioni sulle misure preventive e protettive in dotazione dell'opera necessarie per pianificare la realizzazione in condizioni di sicurezza e modalità di utilizzo e di controllo dell'efficienza delle stesse

Scheda II-3

Codice scheda	MP001						
Interventi di manutenzione da effettuare	Periodicità interventi	Informazioni necessarie per pianificarne la realizzazione in sicurezza	Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera previste	Verifiche e controlli da effettuare	Periodicità controlli	Modalità di utilizzo in condizioni di sicurezza	Rif. scheda II:
1) Tubazioni rete di dreno	1) a guasto		Reti di dreno	1) Tubazioni rete di dreno	1) a guasto	Le operazioni di fresatura, aratura, semina e quant'altro occorre nella prassi agricola dovranno essere eseguite con macchinari le cui appendici non interessino i tubi, ossia che operino sulla porzione superficiale del suolo. È assolutamente vietate scavare, costruire o piantare alberi lungo le aree sovrastanti i dreni e i collettori.	
1) Sostituzione del cippato 2) Pulizia dalla vegetazione	1) 10 anni 2) quando occorre		Bioreattori	1) Stato della vegetazione 2) Livello idrico all'interno dei pozzetti 3) Parametri fisico-chimici tramite controllo da remoto	1) 1 anni 2) 365 giorni 3) 365 giorni	I bioreattori, con annessi i pozzetti, hanno l'estradosso circa pari a quello del terreno circostante per cui si dovranno assolutamente evitare in queste aree qualsivoglia attività agricole. Lo strato di tessuto non tessuto che viene interposto tra la quota superiore della biomassa e il terreno di riporto è fondamentale per evitare che il materiale sottile penetri nel cippato e ne occluda i pori, impedendo così che possa avvenire la denitrificazione in maniera corretta ed esaustiva. La pompa sommersa dovrà essere lasciata in loco e movimentata solo da personale autorizzato ad accedere al pozzetto.	
1) Verifica corretta alimentazione delle sorgenti di energia e degli impianti di sicurezza 2) Riarmo degli interruttori 3) Pulizia 4)	1) 1000 giorni 2) a guasto 3) quando occorre 4) quando occorre		Impianto elettrico e telecontrollo	1) Corretta messa a terra delle apparecchiature e di tutte le masse metalliche 2) Controllo integrità dei conduttori, serraggio morsetti 3) Controllo corretta taratura degli apparecchi di protezione e indicatori e funzionamento	1) 1 anni 2) 1 anni 3) 365 giorni 4) 1 anni 5) 1 anni	Le chiusure delle cassette di derivazione e dei pozzetti non dovranno essere rimosse se non da personale specializzato, in occasione di verifiche, pulizia o nel caso di ampliamenti impiantistici. I quadri e le apparecchiature saranno accessibili solo a personale	

				remoto 4) Rumorosità 5) Funzionamento bobina di sgancio interruttori		addestrato ed istruito, essendo tutte le carpenterie chiuse a chiave.	
1) Taglio vegetazione 2) Risanamento punti di distacco di cls 3) Manutenzione pompa sommersa 4) Monitoraggio periodico	1) quando occorre 2) quando occorre 3) a guasto 4) quando occorre		Pozzetti	1) Verifica eventuali fessurazioni del cls e messa a vista dell'acciaio 2) Interruzioni e anomalie sul funzionamento della pompa sommersa 3) Crescita vegetazione nei pressi dei pozzetti 4) Verifica occlusione pozzetti a causa di materiale al loro interno	1) 10 anni 2) 365 giorni 3) 6 mesi 4) 6 mesi	I bioreattori, con annessi i pozzetti, hanno l'estradosso circa pari a quello del terreno circostante per cui si dovranno assolutamente evitare in queste aree qualsivoglia attività agricole. Lo strato di tessuto non tessuto che viene interposto tra la quota superiore della biomassa e il terreno di riporto è fondamentale per evitare che il materiale sottile penetri nel cippato e ne occluda i pori, impedendo così che possa avvenire la denitrificazione in maniera corretta ed esaustiva. La pompa sommersa dovrà essere lasciata in loco e movimentata solo da personale autorizzato ad accedere al pozzetto.	

Scheda III-1: Elenco e collocazione degli elaborati tecnici relativi all'opera nel proprio contesto

Elaborati tecnici per i lavori di:	Riduzione dell'inquinamento dell'acquifero della piana di Arborea da nitrati di origine agro-zootecnica mediante tecnologie diffuse di biorisanamento in situ	Codice scheda	DA001
---	---	----------------------	-------

Elenco e collocazione degli elaborati tecnici relativi all'opera nel proprio contesto	Nominativo e recapito dei soggetti che hanno predisposto gli elaborati tecnici	Data del documento	Collocazione degli elaborati tecnici	Note
Aziende coinvolte nell'intervento	Nominativo: Indirizzo: Telefono:		allegato	Vedi Grafico 01

Tabella grafici documenti allegati

	Grafico: 01 Documento allegato: Aziende coinvolte nell'intervento
--	---

ELENCO ALLEGATI

- Aziende coinvolte nell'intervento

QUADRO RIEPILOGATIVO INERENTE GLI OBBLIGHI DI TRASMISSIONE

Il presente documento è composto da n. 11 pagine.

1. Il C.S.P. trasmette al Committente _____ il presente FO per la sua presa in considerazione.

Data _____

Firma del C.S.P. _____

2. Il committente, dopo aver preso in considerazione il fascicolo dell'opera, lo trasmette al C.S.E. al fine della sua modificazione in corso d'opera

Data _____

Firma del committente _____

3. Il C.S.E., dopo aver modificato il fascicolo dell'opera durante l'esecuzione, lo trasmette al Committente al fine della sua presa in considerazione all'atto di eventuali lavori successivi all'opera.

Data _____

Firma del C.S.E. _____

4. Il Committente per ricevimento del fascicolo dell'opera

Data _____

Firma del committente _____

INDICE

STORICO DELLE REVISIONI	pag.	<u>2</u>
Scheda I: Descrizione sintetica dell'opera ed individuazione dei soggetti interessati	pag.	<u>3</u>
Scheda II-1: Misure preventive e protettive in dotazione dell'opera ed ausiliarie	pag.	<u>6</u>
01 Reti di dreno	pag.	<u>6</u>
02 Bioreattori	pag.	<u>6</u>
03 Impianto elettrico e telecontrollo	pag.	<u>7</u>
Scheda II-3: Informazioni sulle misure preventive e protettive in dotazione dell'opera necessarie per pianificare la realizzazione in condizioni di sicurezza e modalità di utilizzo e di controllo dell'efficienza delle stesse	pag.	<u>8</u>
Scheda III-1: Elenco e collocazione degli elaborati tecnici relativi all'opera nel proprio contesto	pag.	<u>10</u>
Tabella grafici documenti allegati	pag.	<u>10</u>
ELENCO ALLEGATI	pag.	<u>11</u>
QUADRO RIEPILOGATIVO INERENTE GLI OBBLIGHI DI TRASMISSIONE	pag.	<u>11</u>

Arborea, 08/07/2024

Firma
