

**G**

Adeguamento e potenziamento  
stadio biologico  
Progetto di massima, relazione  
tecnica  
**Versione 05.02.2016**

COMMITTENTE:	Consorzio Depurazione Acque Chiasso e Dintorni
LUOGO:	Impianto di depurazione acque a Vacallo (Pizzamiglio)
OPERA:	Rinnovo e ammodernamento trattamento acque e realizzazione trattamento microinquinanti
MANDATO:	Prestazioni per le fasi <b>Progettazione definitiva,</b> <b>Appalto e Realizzazione</b>
APPALTO:	Pubblico concorso

IDA Pizzamiglio

Adeguamento e potenziamento  
stadio biologico

## PROGETTO DI MASSIMA RELAZIONE TECNICA

Versione	1
Approvato / verificato	05.02.2016
Sostituisce	17.10.2014

Agno, 4 febbraio 2016

## Revisioni

Versione	Data	Indicazione delle modifiche	Copia a
0	17.10.2014	Prima emissione	CDACD, SPAAS
1	05.02.2016	Revisione microinquinanti	CDACD, SPAAS
2			
3			

## Indice

Riassunto	3
1. Introduzione	4
2. Posizionamento della fase 3 nel quadro di adeguamento dell'infrastruttura	5
2.1 Istoriato	5
2.2 Obiettivi ed interventi delle fasi 1 e 2	7
3. Retrospettiva attività di progettazione	9
3.1 Documentazione prodotta	9
3.2 Decisioni	10
3.3 Quadro legislativo di riferimento	12
4. Dati di base	13
4.1 Attualizzazione della banca dati di riferimento	13
4.2 Dati di dimensionamento	17
5. Filosofia di progetto e comparti di interesse	19
6. Descrizione del progetto	23
7. Trattamento biologico e filtrazione	23
7.1 Verifica ed approfondimento dimensionamento	24
8. Vasche di emergenza	26
8.1 Risultati analisi di rischio secondo OPIR	26
8.2 Soluzione finale	26
9. Stadio per la rimozione dei microinquinanti	28
9.1 Punti salienti studio di fattibilità	28
9.2 Dosaggio di carbone attivo in polvere senza bacini di sedimentazione	28
9.3 Ozonizzazione	30
9.4 Valutazione	31
10. Trattamento separato delle acque di risulta	33
10.1 Opportunità di inserimento	33
10.2 Valutazioni tecnologiche	33
10.3 Dimensionamento di massima	35
11. Diversi interventi	37
11.1 Nuovo edificio servizi	37
11.2 Edificio amministrativo	37



11.3	Impianto fotovoltaico	37
11.4	Adeguamento sedimentazione primaria	38
12.	Proposte di disposizione	39
12.1	Soluzione 1	39
12.1.1	Descrizione	39
12.1.2	Stima dei costi di investimento	41
12.2	Soluzione 2	42
12.2.1	Descrizione	42
12.2.2	Stima dei costi di investimento	43
12.3	Valutazione e scelta della variante ottimale	45
12.3.1	Criteri di valutazione	45
12.3.2	Matrice di valutazione	45
13.	Riepilogo dei costi soluzione 2	47
13.1	Costi di investimento	47
13.2	Costi di gestione	47
13.3	Costi annui	49
13.4	Valutazioni finali	50
13.4.1	Costi complessivi adeguamento IDA Chiasso	50
13.4.2	Considerazioni sui tempi di esecuzione della rimozione microinquinanti	52
14.	Conclusioni	54

## Riassunto

Il Consorzio depurazione acque Chiasso e Dintorni (CDACD), concluso l'ampliamento dei pre-trattamenti meccanici e della linea fanghi (cosiddette "fasi 1 e 2"), ha dato inizio ad una nuova fase di ottimizzazione delle proprie infrastrutture che interessa il cuore dell'impianto – il trattamento biologico – affidando agli scriventi un mandato per lo sviluppo delle prime fasi pianificatorie fino alla progettazione di massima.

Iniziata con una definizione delle basi di dimensionamento, l'attività è proseguita con lo studio di fattibilità adeguamento e potenziamento stadio biologico, che ha individuato la biofiltrazione quale tecnologia ottimale. In parallelo si sono pure portati a termine un'Indagine Preliminare (svolta in ossequio alle linee guida presenti nel "Manuale sull'EIA", UFAM 2009), così come uno studio dedicato alle acque di scarico della discarica Valle della Motta.

Il recente studio di fattibilità sull'eliminazione dei microinquinanti ha fornito le informazioni necessarie per l'introduzione di tale stadio, necessario per il CDACD a seguito della limitata diluizione dell'effluente IDA operata dalla Breggia, nel nuovo layout dell'IDA.

Il presente progetto di massima, ripresi i contenuti espressi nei precedenti stadi di progettazione, ne ha approfondito i risultati individuando due possibili varianti di disposizione, valutandole mediante un approccio multi-criteria. La seconda soluzione oggetto di studio, pur prevedendo un maggiore volume di sbancamento del pendio naturale in prossimità dell'impianto, si è rivelata la migliore, grazie alla flessibilità nel tempo che essa garantisce, alla minore complessità di cantiere, nonché alla qualità dell'effluente garantita durante la fase transitoria.

La soluzione prevede, in prima istanza, la realizzazione dei nuovi bacini biologici di denitrificazione/ossidazione del carbonio organico e di nitrificazione che, una volta messi in esercizio, assicureranno un effluente qualitativamente migliore rispetto alla situazione attuale. Si potrà quindi procedere alla dismissione dell'impianto attuale, dando avvio alla seconda fase di intervento che prevede la costruzione della filtrazione finale, dei bacini di emergenza e dello stadio di rimozione dei microinquinanti. Nell'ambito della medesima sarà pure realizzato un trattamento separato delle acque di risulta, così da ridurre il carico di azoto ammoniacale in ingresso al comparto biologico. Sarà infine edificato un nuovo manufatto dedicato all'officina e agli spogliatoi, concepiti secondo i moderni criteri della SECO, che andrà così a liberare spazi all'interno dell'attuale edificio amministrativo che sarà quindi riorganizzato.

I tempi di cantiere, viste la complessità e la mole degli interventi, si stimano in 4 anni, a cui ne devono essere sommati ulteriori 3 per le attività di progettazione definitiva, l'ottenimento delle autorizzazioni e la definizione di mandati di ingegneria e fornitura in fase esecutiva.

I costi di costruzione previsti si collocano intorno ai 32 milioni di franchi (IVA inclusa), rendendo il complesso degli investimenti per l'adeguamento dell'IDA di Chiasso del tutto in linea con i valori di rimpiazzo degli IDA in Svizzera indicati da VSA.

## 1. Introduzione

Il presente progetto di massima ha lo scopo di sviluppare i risultati ottenuti nelle precedenti fasi di progettazione.

Si sono perseguite quindi le attività di seguito elencate:

- Verifica della validità dei dati assunti per il dimensionamento, ampliando il periodo di riferimento con il biennio 2012-2013, reputando sconveniente non includere eventuali variazioni nei carichi in ingresso all'IDA.

Tutte le altre informazioni contenute nel rapporto "Basi di dimensionamento", già condiviso ed approvato dalle Autorità Cantionali, sono rimaste immutate.

- Descrizione del progetto e degli interventi previsti: nuovo stadio biologico, vasche di emergenza, stadio di rimozione dei microinquinanti, trattamento separato delle acque di risulta, interventi di riorganizzazione.

Base di lavoro sono stati i contenuti degli studi di fattibilità per l'adeguamento e potenziamento dello stadio biologico e per l'eliminazione dei microinquinanti, i cui risultati sono stati fatti confluire per l'approfondimento e l'elaborazione di proposte per il nuovo layout di impianto.

- Definizione di due proposte di disposizione, descrizione e stima dei costi di investimento ( $\pm 25\%$  secondo prescrizioni SIA).
- Valutazione multi-criteri delle due soluzioni con lo scopo di individuare la migliore secondo una serie di criteri.

La soluzione individuata quale migliore secondo la metodologia di cui sopra dovrà quindi essere sviluppata nell'ambito della prossima fase di progettazione definitiva, che si occuperà di approfondirne dimensionamento, disposizione e costi di investimento.

## **2. Posizionamento della fase 3 nel quadro di adeguamento dell'infrastruttura**

La realizzazione del nuovo trattamento biologico, denominata "fase 3", segue cronologicamente le opere realizzate nell'ambito delle "fasi 1 e 2", che hanno interessato il risanamento e potenziamento dei pre-trattamenti, dal sollevamento alla decantazione primaria, e la linea fanghi, il cui iter di realizzazione ha avuto inizio con la richiesta del credito di realizzazione nel gennaio 2005, mediante il relativo messaggio No. 1/2005 e si è concluso nel 2011.

La fase 3 si propone di adeguare e potenziare il cuore dell'impianto – il comparto biologico – in modo da ottenere il rispetto dei valori limite imposti dall'Ordinanza federale sulla protezione delle acque (OPAc), nel frattempo significativamente mutata rispetto al testo di riferimento presente al momento della progettazione dell'attuale stadio biologico, e di garantire un'infrastruttura adeguata all'evoluzione dei carichi, in linea con quanto già effettuato nelle fasi 1 e 2. La nuova biologia avrà quindi una potenzialità conseguente alle fasi di trattamento già rinnovate, conferendo così omogeneità all'intero IDA, e consentirà una protezione dell'ambiente adeguata agli attuali standard ed in grado di far fronte, con una buona riserva, ai carichi attuali e futuri in arrivo all'IDA.

Oltre all'adeguamento del comparto biologico, si prevede nel presente progetto di dotare l'IDA di adeguati volumi di emergenza, in ottemperanza all'Ordinanza per la protezione da incidenti rilevanti (OPIR), nonché di uno stadio di rimozione dei microinquinanti, come richiesto dalla nuova OPAc in fase di consultazione, e di un trattamento separato delle acque di risulta. Completeranno gli interventi il risanamento della sedimentazione primaria (genio civile e componenti elettromeccaniche), un nuovo edificio servizi (officina e spogliatoi) e la conseguente riorganizzazione dell'esistente stabile amministrativo.

### **2.1 Istoriato**

La storia del Consorzio Depurazione Acque Chiasso e Dintorni comincia negli anni '60 con la pianificazione e la realizzazione di una rete di canalizzazioni in grado di convogliare le acque luride del Basso Mendrisiotto ad un impianto di depurazione che entrerà in esercizio alla fine degli anni '70.

Negli oltre 30 anni di storia, l'IDA ha subito costanti cambiamenti, con l'obiettivo di garantire una sempre più adeguata protezione dell'ambiente. Si riportano di seguito le date chiave che hanno caratterizzato lo sviluppo dell'IDA di Pizzamiglio:

- 1978: Entrata in esercizio dell'IDA, limitato alla sola linea acque; i fanghi sono smaltiti liquidi in agricoltura.
- 1990: Entrata in esercizio della linea di trattamento fanghi.
- 2000: Eseguita valutazione dello stato dell'IDA e definite necessità di adeguamento.
- 2003: Elaborazione concetto di ampliamento, con suddivisione degli interventi previsti in opere di 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> fase.

- 2003: Esecuzione misure urgenti: la linea acque riacquisisce un'adeguata affidabilità gestionale.
- 2004: Redazione del progetto definitivo opere di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> fase: potenziamento dei pretrattamenti (dal sollevamento alla decantazione primaria) e della linea fanghi (pre-ispessimento meccanico, digestione, post-ispessimento e disidratazione mediante centrifuga).
- 2005: Ottenimento credito per la realizzazione opere di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> fase.
- 2008 – 2011: Appalti e realizzazione opere di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> fase.
- 2011: Ottenimento credito per studio di fattibilità e progettazione di massima opere di 3<sup>a</sup> fase.
- Dicembre 2012: consegna studio di fattibilità 3<sup>a</sup> fase, contenente basi di dimensionamento condivise, la valutazione di diverse varianti e la scelta di quella ottimale (biofiltrazione).
- Giugno 2013: approvazione dello studio di fattibilità da parte del CDACD.
- Gennaio 2014: approvazione dello studio di fattibilità da parte della SPAAS.
- Luglio 2014: consegna studio di fattibilità nuovo stadio di rimozione microinquinanti.

A seguito della consegna del presente incarto, si ipotizza il seguente programma di massima delle attività:

- Giugno 2015: approvazione progetto di massima.
- Dicembre 2015: termine procedura affidamento mandato progettazione definitiva.
- Settembre 2016: consegna progetto definitivo.
- Dicembre 2016: approvazione progetto definitivo.
- Marzo 2017: definizione sussidi.
- Aprile 2017: ottenimento credito di costruzione.
- Maggio 2017: termine progetto autorizzativo.
- Giugno 2017: termine procedura affidamento mandati direzione generale di progetto, progettazione esecutiva e direzione lavori.
- Dicembre 2017: appalti.
- Dicembre 2021: consegna dell'opera.

Il programma sopra riportato è stato sviluppato secondo l'ipotesi di una certa linearità decisionale da parte di tutti i soggetti in gioco, auspicata per la minimizzazione delle tempistiche.

In aggiunta ai consueti iter autorizzativi, si dovrà prevedere l'aggiornamento del Piano Regolatore, dal momento che sarà necessaria un'espansione della particella dell'IDA. L'operazione consentirà di sanare una situazione catastale al momento attuale non completamente aderente alle realtà.

## **2.2 Obiettivi ed interventi delle fasi 1 e 2**

Le fasi 1 e 2 di adeguamento ed ampliamento dell'impianto sono state progettate nel 2004 e le opere previste sono state realizzate tra il 2008 e il 2011.

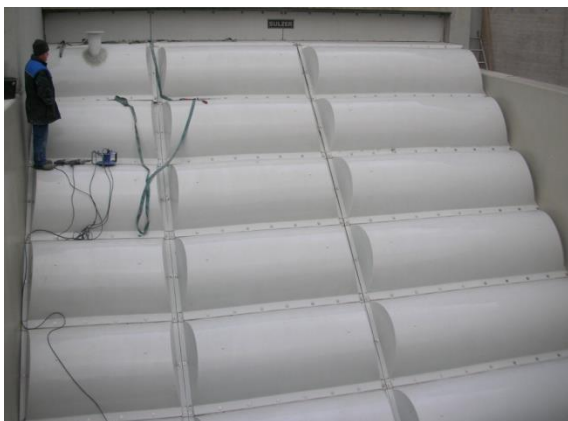
In queste prime due fasi gli interventi si sono concentrati su pretrattamenti meccanici e linea fanghi, attraverso l'esecuzione dei seguenti principali interventi:

- Copertura delle viti di sollevamento.
- Nuovo edificio a copertura della stazione di grigliatura e dissabbiatura.
- Nuova grigliatura fine.
- Creazione di nuovi volumi di accumulo dei fanghi.
- Adeguamento del sistema di trattamento dei fanghi.
- Sistemi di ventilazione e abbattimento odori tramite due biofiltri.
- Adeguamento degli impianti elettrici e del sistema di comando e automazione.

Si sono così raggiunti gli obiettivi di seguito elencati:

- Potenziamento delle fasi di pre-trattamento meccanico e dell'intera linea fanghi.
- Eliminazione delle principali esalazioni maleodoranti.
- Adeguamento trattamento scarti con diminuzione dei costi di gestione.
- Risanamento delle opere vetuste.

Nella pagina seguente sono raccolte alcune foto degli interventi sopra descritti.



*Figura 1*      *Copertura viti di sollevamento*



*Figura 4*      *Costruzione biofiltro*



*Figura 2*      *Nuovo edificio pretrattamenti*



*Figura 3*      *Grigliatura e nuovo edificio pretrattamenti*



*Figura 5*      *Linea fanghi - smontaggio cu-  
pola digestore*

### 3. Retrospettiva attività di progettazione

#### 3.1 Documentazione prodotta

Il progetto di massima per la terza fase è stato preceduto, tra il 2011 e il 2014, da numerose attività che hanno consentito di raggiungere una solida base per la corrente e le future attività di progettazione.

I documenti redatti sono di seguito elencati:

- Basi di dimensionamento adeguamento e potenziamento stadio biologico (versione 18.01.2012), approvato dalla SPAAS – dopo iter di 9 mesi – in data 18 settembre 2012.

Contenuti:

- dati di dimensionamento IDA (inclusa analisi comparativa con studio K&P), ACR VdM e industrie.
- esigenze di trattamento OPAC.
- parametri importanti per dimensionamento.

- Indagine preliminare adeguamento e potenziamento stadio biologico (versione 22.03.2012)

Contenuti: complemento del rapporto “Basi di dimensionamento”, come da richiesta SPAAS del 27.01.2012, in ossequio alle linee guida presenti nel “Manuale sull’EIA” dell’UFAM (2009).

- Studio di fattibilità adeguamento e potenziamento stadio biologico (versione 21.12.2012), approvato dal CDACD in data 27.06.2013 e dalla SPAAS in data 9 gennaio 2014.

Contenuti:

- studio di varianti (pre-dimensionamento, stima costi).
- valutazione comparativa varianti.
- scelta della variante (biofiltrazione).
- analisi di sensitività della scelta effettuata.

- Acque di scarico Valle della Motta: situazione attuale e strategia futura (versione 23.05.2013), approvato da ACR in data 23 maggio 2013 e dalla SPAAS in data 17 ottobre 2013.

Contenuti:

- dati di base.
- esigenze OPAC per immissione in canalizzazione / ricettore.
- strategia futura: in prima fase – importante per dimensionamento nuova biologia – mantenimento IPP (biologico) e dismissione ITP (chimico-fisico); in seconda fase ottimizzazione gestione flussi (mandato 21980 del febbraio 2014).



- Analisi di rischio secondo OPIR (Ordinanza per la Protezione contro Incidenti Rilevanti, Studio Widmer CEC, versione 08.11.2013), approvato dalla SPAAS in data 25 novembre 2013.

Contenuti: necessari 1'650 m<sup>3</sup> di vasca di emergenza.

- Studio di fattibilità sull'eliminazione dei microinquinanti (versione 05.02.2016). Lo studio originari – oggetto di approvazione, assieme al presente progetto, nell'ultimo trimestre 2014 da parte del CDACD e nell'autunno 2015 da parte di SPAAS – è stato aggiornato secondo le evoluzioni tecnologiche e legislative ad inizio 2016.

Contenuti:

- descrizione e valutazione comparativa dei processi.
- valutazione e confronto delle varianti processuali.

### 3.2 Decisioni

Lo studio di fattibilità per l'adeguamento ed il potenziamento dello stadio biologico è stato realizzato con lo scopo di valutare i diversi processi biologici implementabili presso l'IDA di Pizzamiglio secondo i seguenti criteri:

- costi annui
- consumi energetici
- facilità di gestione
- flessibilità nel tempo
- ridondanza
- complessità di cantiere.

Questo approccio multi-criteria ha consentito di individuare quale tecnologia ottimale per l'IDA di Pizzamiglio il processo di **biofiltrazione**.

Lo studio di fattibilità per la rimozione dei microinquinanti ha permesso di stabilire quanto di seguito riportato:

- L'IDA di Pizzamiglio è interessato dalla modifica dell'OPAc attualmente in discussione.
- I due processi di riferimento allo stato attuale delle conoscenze scientifiche – adsorbimento mediante PAC (carbone attivo in polvere) ed ozonizzazione – sono entrambi inseribili nel nuovo layout dell'IDA.
- Il processo di adsorbimento mediante PAC risulta al momento attuale sfavorito, essendo gli ingombri della configurazione classica (reattore di contatto + separazione del PAC mediante sedimentazione) in contrasto con la penuria di spazio e la ricerca di soluzioni compatte caratterizzanti il CDACD. Configurazioni alternative sono allo stato attuale meno consolidate; non da ultimo, la biofiltrazione quale configurazione per il comparto biologico non consente un ricircolo del PAC e pertanto uno sfruttamento efficiente di tale soluzione.

- Gli ingombri individuati consentono tuttavia l'implementazione sia di un processo adsorbiativo (GAC – carbone attivo granulare), sia di uno ossidativo (ozono).
- Costante attenzione dovrà essere riservata agli sviluppi della ricerca, in particolar modo per quanto riguarda la filtrazione mediante carbone attivo granulare (GAC), al momento in studio da parte di EAWAG, ed in piena sintonia con il nuovo trattamento biologico individuato (biofiltrazione), nonché alla tematica bromuro.

### 3.3 Quadro legislativo di riferimento

L'OPAc (28 ottobre 1998, stato 1° gennaio 2014) stabilisce, nell'allegato 3.1, le esigenze per l'immissione di acque di scarico comunali in ricettore naturale, riassunte nella seguente tabella.

Parametro		Valore-90%	Efficienza
		mg l <sup>-1</sup>	%
Richiesta biochimica di ossigeno	BOD <sub>5</sub>	15	90
Carbonio organico disciolto	DOC	10	85
Solidi sospesi totali	SST	5*	-
Azoto ammoniacale	N-NH <sub>4</sub>	2.0	90
Azoto nitroso	N-NO <sub>2</sub>	0.3	-
Fosforo totale	P <sub>tot</sub>	0.8	80

Tabella 1 Esigenze di scarico generali secondo l'OPAc (allegato 3.1, cifre 2 e 3).  
\* in caso di accettazione revisione OPAc (microinquinanti)

È fissato un limite sull'azoto ammoniacale nel caso che "le concentrazioni di ammonio nelle acque di scarico possono avere effetti pregiudizievoli sulla qualità di un corso d'acqua". Tale aspetto si verifica per l'IDA di Pizzamiglio: l'allegato 2 dell'OPAc infatti prevede che "qualunque sia la portata del corso d'acqua, le seguenti esigenze espresse in valori numerici devono essere rispettate dopo che le acque di scarico immesse si siano ben miscelate alle acque del ricettore naturale (...)". Per quanto riguarda l'azoto ammoniacale, devono essere rispettati i seguenti valori:

- In caso di temperatura > 10°C, 0.2 mg l<sup>-1</sup>;
- In caso di temperatura < 10°C, 0.4 mg l<sup>-1</sup>.

In considerazione delle concentrazioni media di azoto ammoniacale dell'effluente (10 mg l<sup>-1</sup>) abbinata ad una portata media di 197 l s<sup>-1</sup> e dei limitati deflussi del torrente Breggia ( $Q_{347} = 50$  l s<sup>-1</sup>;  $Q_{182} = 360$  l s<sup>-1</sup> nel periodo 1966-2010, fonte UFAM), corpo ricettore dell'effluente dell'impianto, tali valori possono essere rispettati soltanto con una nitrificazione dell'azoto ammoniacale, che è quindi richiesta (OPAc, art. 6, paragrafo 2).

Non essendoci allo stato attuale limitazioni per l'immissione di azoto nel Mare Mediterraneo, a differenza di quanto invece avviene per il Mare del Nord, non è richiesta la denitrificazione.

Per quanto riguarda il fosforo totale a livello legislativo non vi sono indicazioni per ulteriori restrizioni, come invece era stato indicato nello studio di Künzler & Partner del 2002.

In merito alla rimozione dei microinquinanti, infine, l'impianto di Pizzamiglio, in base alla modifica dell'Ordinanza proposta attualmente in consultazione, risulta interessato dagli interventi, che dovranno garantire un'efficienza depurativa dell'80 % sulle medie di 5 o più sostanze scelte dal Cantone, per ogni campionamento, rispetto alle acque di scarico non trattate. I campionamenti verranno effettuati sulle 48 ore, con una frequenza non ancora definita ma presumibilmente mensile.

#### 4. Dati di base

Il presente capitolo contiene un aggiornamento dei dati di dimensionamento proposti nel rapporto "Basi di dimensionamento", il quale contiene un'analisi e una valutazione dei dati di esercizio per il quinquennio 2007-2011.

Per maggior completezza si è ritenuto opportuno estendere questa analisi anche al biennio 2012-2013, riprendendo quanto già effettuato nello Studio di fattibilità per l'eliminazione dei microinquinanti, per individuare eventuali modifiche sostanziali alle portate e ai carichi in ingresso all'IDA.

##### 4.1 Attualizzazione della banca dati di riferimento

Si riportano di seguito i carichi in ingresso all'impianto nel periodo 2007-2013, così valutati:

- si sono considerati i dati di esercizio frutto delle analisi regolarmente effettuate dal personale IDA;
- si sono determinati la media ed il valore-90% (novantesimo percentile), elaborazione statistica che considera il valore che ha una probabilità di accadimento del 90%. Ciò significa che solo il 10% dei dati (1 su 10) è superiore al valore-90%. L'utilizzo del valore-90% è prassi adottata dai principali studi di ingegneria in Svizzera e consente di dimensionare un impianto in grado di rispettare i limiti di scarico almeno nel 90% dei casi.
- i carichi di COD, BOD,  $P_{tot}$  e  $N_{tot}$  sono stati determinati al netto dei ricircoli dalla linea fanghi, ossia applicando un fattore di 80% sul dato grezzo, campionato a valle della re-immissione dei ricircoli. Ciò è avvenuto fino alla fine di aprile 2010, quando, nell'ambito delle modifiche previste dalle opere di fasi 1 e 2, si è cominciato a campionare a monte dell'immissione delle acque di risulta.

Anno	Q	Q <sub>TS</sub> *	COD	BOD <sub>5</sub>	P <sub>tot</sub>	P-PO <sub>4</sub>	N <sub>tot</sub>	N-NH <sub>4</sub>	SS	n. cam pion.
	m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	
2007	13'990	12'537	3'767	1'600	62.0	19.5	405	271	2'210	52
2008	18'199	14'799	3'881	1'635	53.0	19.0	452	295	2'395	42
2009	16'595	14'248	3'989	1'745	54.2	18.7	457	279	2'370	51
2010	18'669	16'135	4'107	1'793	56.7	20.3	490	261	2'134	50
2011	15'412	13'556	3'895	1'748	47.4	21.9	494	287	1'626	54
2012	14'772	12'161	3'943	1'808	47.5	15.4	544	329	1'946	52
2013	17'017	13'580	3'921	1'714	51.9	19.1	480	287	2'042	51
<b>07 - 11</b>	<b>16'573</b>	<b>14'255</b>	<b>3'928</b>	<b>1'704</b>	<b>54.7</b>	<b>19.9</b>	<b>459</b>	<b>279</b>	<b>2'147</b>	<b>249</b>
<b>09 - 13</b>	<b>16'493</b>	<b>13'936</b>	<b>3'971</b>	<b>1'761</b>	<b>51.5</b>	<b>19.1</b>	<b>493</b>	<b>289</b>	<b>2'023</b>	<b>258</b>

Tabella 2 Carichi idraulico (m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>) e dei principali inquinanti (kg d<sup>-1</sup>) in ingresso all'IDA.  
Dati 2007-2013. Media.

Anno	Q	Q <sub>TS</sub> *	COD	BOD <sub>5</sub>	P <sub>tot</sub>	P-PO <sub>4</sub>	N <sub>tot</sub>	N-NH <sub>4</sub>	SS	n. cam pion.
	m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	
2007	17'476	12'537	5'334	2'127	80.0	23.3	496	334	2'878	52
2008	28'137	14'799	5'190	2'528	77.2	24.0	580	404	3'569	42
2009	23'518	14'248	5'429	2'241	71.9	22.3	538	351	2'935	51
2010	23'735	16'135	5'282	2'448	83.3	26.0	602	399	3'025	50
2011	20'616	13'556	4'957	2'311	61.7	25.3	668	375	2'373	54
2012	22'158	12'161	5'430	2'266	66.4	20.1	715	465	3'025	52
2013	27'242	13'580	4'637	2'317	52.8	22.2	734	411	2'423	51
<b>07 - 11</b>	<b>22'696</b>	<b>14'255</b>	<b>5'239</b>	<b>2'331</b>	<b>74.8</b>	<b>24.2</b>	<b>557</b>	<b>373</b>	<b>2'956</b>	<b>249</b>
<b>09 - 13</b>	<b>23'454</b>	<b>13'936</b>	<b>5'147</b>	<b>2'317</b>	<b>67.2</b>	<b>23.2</b>	<b>651</b>	<b>400</b>	<b>2'756</b>	<b>258</b>

Tabella 3 Carichi idraulico (m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>) e dei principali inquinanti (kg d<sup>-1</sup>) in ingresso all'IDA.  
Dati 2007-2013. Valore-90%.

Al fine di poter effettuare una valutazione comparativa dei differenti composti inquinanti, identificando, così, quelli di maggior peso, si sono successivamente valutati gli abitanti equivalenti corrispondenti, utilizzando i carichi specifici di seguito indicati:

- COD: 120 g AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>
- BOD<sub>5</sub>: 60 g AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>
- P<sub>tot</sub>: 1.8 g AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>
- P-PO<sub>4</sub>: 0.6 g AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>
- N<sub>tot</sub>: 12 g AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>
- N-NH<sub>4</sub>: 7.5 g AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>
- SS: 70 g AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>

Anno	COD	BOD <sub>5</sub>	P <sub>tot</sub>	P-PO <sub>4</sub>	N <sub>tot</sub>	N-NH <sub>4</sub>	SS
	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE
2007	31'391	26'671	34'444	32'434	33'764	36'138	31'578
2008	32'341	27'246	30'157	32'496	37'667	39'376	34'218
2009	35'418	30'164	30'107	31'187	38'062	37'264	33'856
2010	35'464	30'804	33'517	33'860	42'813	37'343	30'487
2011	32'459	29'126	26'342	36'581	41'147	38'455	23'222
2012	32'857	30'132	26'376	25'655	45'330	43'890	27'800
2013	30'325	30'589	24'469	28'401	46'388	43'184	29'165
<b>07 - 11</b>	<b>32'979</b>	<b>28'585</b>	<b>30'817</b>	<b>33'213</b>	<b>38'502</b>	<b>37'552</b>	<b>30'672</b>
<b>09 - 13</b>	<b>32'869</b>	<b>29'946</b>	<b>28'065</b>	<b>31'039</b>	<b>42'560</b>	<b>39'864</b>	<b>28'906</b>

Tabella 4 Carichi dei principali inquinanti (AE) in ingresso all'IDA.  
Dati 2007-2013. Media.

Anno	COD	BOD <sub>5</sub>	P <sub>tot</sub>	P-PO <sub>4</sub>	N <sub>tot</sub>	N-NH <sub>4</sub>	SS
	AE	AE	AE	AE	AE	AE	AE
2007	44'453	35'445	44'461	38'815	41'356	44'533	41'115
2008	43'251	42'132	42'979	40'114	48'326	53'873	50'992
2009	45'243	37'357	39'942	37'238	44'862	46'754	41'932
2010	43'824	40'608	48'433	41'379	51'627	53'896	43'207
2011	41'311	38'513	34'269	42'153	55'672	50'031	33'898
2012	45'246	37'722	36'891	33'568	59'592	61'977	43'220
2013	38'640	38'613	29'350	36'960	61'130	54'756	34'608
<b>07 - 11</b>	<b>43'617</b>	<b>38'811</b>	<b>42'017</b>	<b>39'940</b>	<b>48'369</b>	<b>49'817</b>	<b>42'229</b>
<b>09 - 13</b>	<b>42'853</b>	<b>38'573</b>	<b>37'777</b>	<b>38'260</b>	<b>54'577</b>	<b>53'483</b>	<b>39'373</b>

Tabella 5 Carichi dei principali inquinanti (AE) in ingresso all'IDA.  
Dati 2007-2013. Valore-90%.

Rispetto al periodo 2007-2011, nel quinquennio 2009-2013 non si notano alterazioni particolari dei carichi in ingresso, sia dal punto di vista idraulico che inquinante. Vi è stato un lieve aumento (ca. +10%) dei carichi di azoto, un'altrettanta lieve diminuzione per i carichi di fosforo totale e solidi sospesi, mentre non vi sono modifiche nei carichi idraulici (portate) e di carbonio organico.

Il carico di azoto ammoniacale in ingresso all'impianto è maggiore di circa il 20% rispetto alle altre sostanze ed è aumentato nell'ultimo biennio. Tale differenza è essenzialmente dovuta ad immissioni di origine industriale (PAMP e Valcambi) nonché alle acque di percolazione pre-trattate della discarica ACR Valle della Motta ed è egualmente ripartita tra i tre contributi citati. Differenze di questo tipo non rappresentano una eccezione a livello di impianti di depurazione, ma sono piuttosto da considerarsi nella norma.

In considerazione della rilevanza dei composti dell'azoto nei rilasci del comprensorio di Chiasso, noti i carichi di azoto nitrico (N-NO<sub>3</sub>) e nitroso (N-NO<sub>2</sub>), si è determinato il quantitativo di azoto totale Kjeldhal (TKN) in ingresso all'impianto, pari alla differenza tra azoto totale (N<sub>tot</sub>) e forme ossidate dell'azoto (N-NO<sub>x</sub>).

Per il calcolo degli abitanti equivalenti si è assunto un fattore specifico di 11 g<sub>TKN</sub> AE<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

Anno	N <sub>tot</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	TKN	
	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	AE
2007	405	63.7	10.3	331	30'102
2008	452	73.6	8.51	370	33'627
2009	457	70.5	6.07	380	34'558
2010	490	80.7	9.62	399	36'296
2011	494	79.0	9.05	406	36'881
2012	544	95.8	10.8	437	39'765
2013	480	77.1	8.76	394	35'796
07 - 11	459	73.5	8.72	377	34'293
09 - 13	493	80.6	8.86	403	36'659

Tabella 6 Determinazione del carico di TKN in ingresso all'IDA di Pizzamiglio.  
Dati 2007-2013. Media.

Anno	N <sub>tot</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	TKN	
	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	kg d <sup>-1</sup>	AE
2007	496	93.5	18.6	384	34'923
2008	580	126	11.9	442	40'178
2009	538	92.5	10.4	435	39'583
2010	602	110	16.1	477	43'320
2011	668	106	12.5	550	49'981
2012	715	143	14.2	558	50'703
2013	734	135	14.4	586	53'252
07 - 11	577	105.5	13.9	458	41'597
09 - 13	651	117.3	13.1	521	47'368

Tabella 7 Determinazione del carico di TKN in ingresso all'IDA di Pizzamiglio.  
Dati 2007-2013. Valore-90%.

Rispetto al periodo 2007-2011, nel quinquennio 2009-2013 il quantitativo di TKN in ingresso all'impianto è aumentato di circa il 12%, in linea con quanto rilevato per i quantitativi di azoto totale N<sub>tot</sub> e azoto ammoniacale N-NH<sub>4</sub>.

Il quantitativo di TKN in ingresso all'impianto, impiegato per la determinazione dei volumi necessari al trattamento biologico, è del medesimo ordine di grandezza degli altri carichi.

Si è infine valutato l'andamento storico dei carichi, con l'obiettivo di identificare un andamento caratteristico, da considerare nell'elaborazione dei dati di dimensionamento.

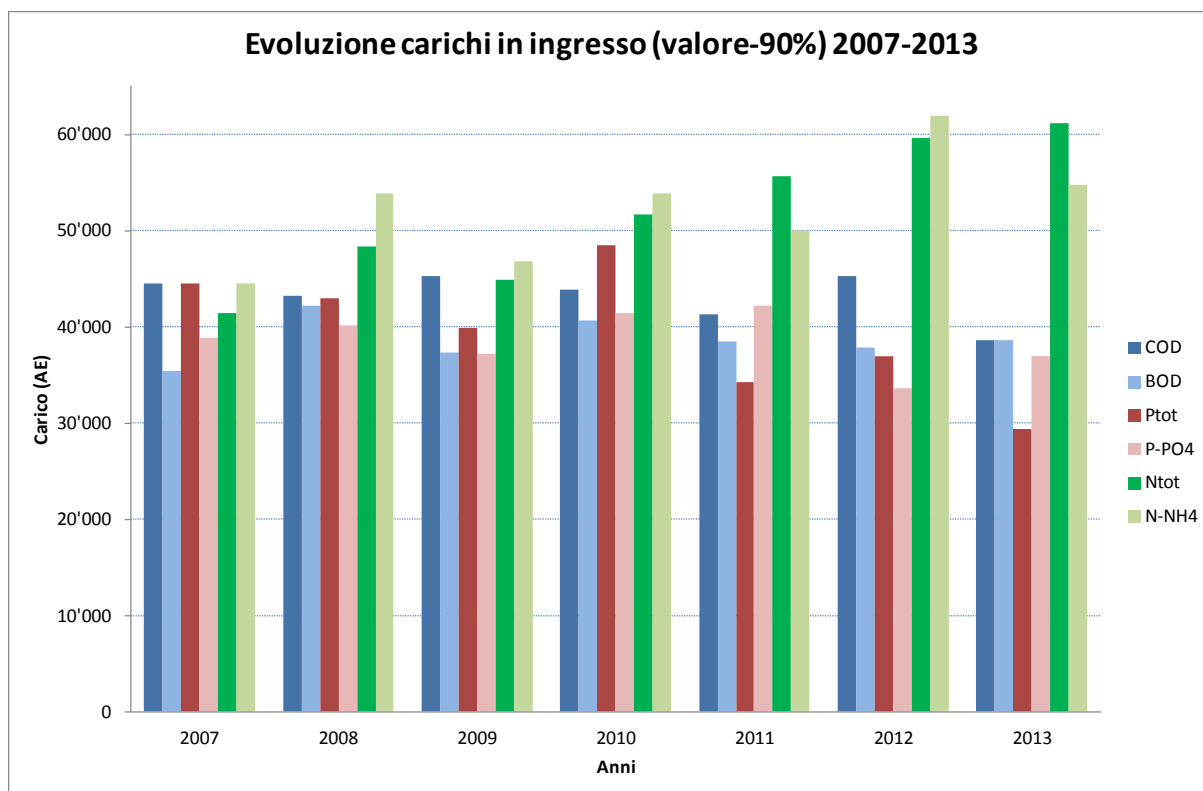


Figura 6 Evoluzione dei carichi in ingresso all'IDA (AE, valore-90%).

Come si può riscontrare dal grafico, si rileva una certa stabilità degli apporti in ingresso all'IDA negli ultimi anni, ad eccezione dei composti azotati.

#### 4.2 Dati di dimensionamento

Nel già citato rapporto "Basi di dimensionamento" si è stimata la potenzialità teorica dell'IDA allo stato attuale sulla base della media 2007-2011 del valore-90% di abitanti equivalenti biologici (valutati sul COD), risultando 44'000 AE.

Come risulta in tabella 5, questo valore medio nel quinquennio 2009-2013 non è sostanzialmente cambiato per cui non si ritiene di dover modificare la potenzialità attuale stimata.

Per la determinazione del dato di dimensionamento si è assunta quindi una riserva di trattamento pari al 20%, che allinea la capacità del nuovo comparto a quella dei pre-trattamenti e della linea fanghi, potenziati negli interventi di fase 1 e 2. Stessa assunzione è stata fatta nello studio di fattibilità per la rimozione dei microinquinanti per il dimensionamento di massima dello stadio dedicato.

Si confermano quindi i dati di dimensionamento di cui al rapporti "Basi di dimensionamento" e riassunti nella seguente tabella.



Parametro	Unità	Valore
Potenzialità attuale	AE	44'000
Riserva di progettazione	-	20%
Potenzialità	AE	52'800
Portata di tempo piovoso	l/s	528
Frazione acque parassite	-	40%

Tabella 8      Dati di dimensionamento

Per quanto riguarda l'eliminazione dei microinquinanti, nello studio di fattibilità dedicato sono stati indicati i parametri necessari al dimensionamento degli impianti tramite adsorbimento con carbone attivo in polvere (PAC) o tramite ozonizzazione.

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei parametri di dimensionamento in ingresso allo stadio di trattamento di rimozione dei microinquinanti; per maggiori dettagli si rimanda allo studio di fattibilità.

Parametro	Unità	Valore		
		1.0 Q <sub>TS</sub>	1.5 Q <sub>TS</sub>	2.0 Q <sub>TS</sub>
Portata giornaliera di tempo secco Q <sub>d,TS</sub>	m³ d <sup>-1</sup>	16'800		
Fattore di moltiplicazione	-	1.0	1.5	2.0
Portata di dimensionamento Q <sub>dim,MI</sub>	m³ d <sup>-1</sup>	16'800	25'200	33'600
Solidi sospesi totali SST	mg l <sup>-1</sup>	10.0	10.0	10.0
Azoto nitroso N-NO <sub>2</sub>	mg l <sup>-1</sup>	0.0	0.0	0.0
Carbonio organico disciolto DOC	mg l <sup>-1</sup>	8.0	8.0	8.0

Tabella 9      Microinquinanti - parametri di dimensionamento

## 5. Filosofia di progetto e comparti di interesse

Le condizioni di esercizio dell'attuale impianto, che vedono un carico in ingresso superiore all'originario valore di dimensionamento, e le esigenze di trattamento che lo stesso deve garantire – meno stringenti rispetto alle future, a seguito di un limite intrinseco dell'infrastruttura, progettata in un'epoca di in cui l'Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc) prevedeva limiti di immissione più blandi – hanno condotto le competenti Autorità Cantionali, in accordo con il Committente, a non concedere deroghe durante la fase transitoria di realizzazione del nuovo comparto biologico, al fine di evitare il rischio di un ulteriore indebolimento qualitativo dell'effluente.

Tale aspetto, apprezzabile in un'ottica di protezione dell'ambiente, implica per contro un maggiore grado di complessità della fase di cantiere, che si è riflesso, in sede di studio di fattibilità, sull'elaborazione delle differenti varianti di progetto e sulla valutazione delle stesse. La situazione è resa ulteriormente complessa dalla penuria di spazio che caratterizza l'area dell'IDA di Pizzamiglio che dovrà quindi essere sottoposta ad una minuziosa pianificazione logistica, in modo da poter garantire un'adeguata flessibilità gestionale anche in futuro.

In considerazione di quanto sopra, si è resa necessaria la ricerca di ulteriore spazio in cui poter collocare parte delle nuove infrastrutture consortili; essendo l'attuale impianto inserito tra un'arteria di comunicazione piuttosto trafficata ed un versante naturale, un'erosione di quest'ultimo è risultata l'unica soluzione concepibile, attuabile tanto da un punto di vista tecnico-economico quanto amministrativo-pianificatorio (modifica del PR) per un ampliamento della superficie di impianto.

La variante tecnologica risultata vincente nello studio di fattibilità, il processo di biofiltrazione, prevede quindi un ampliamento della superficie dell'IDA, grazie ad un parziale sbancamento del pendio naturale, in modo da poter operare con la filosofia basata sugli aspetti di seguito elencati:

- Mantenimento dell'attuale capacità di trattamento in fase transitoria (cantiere).
- Realizzazione di una soluzione ben strutturata e di potenzialità tale da garantire il rispetto di esigenze più restrittive rispetto alle attuali, in ottemperanza all'OPAc.
- Creazione di adeguati volumi di emergenza, tali da poter fronteggiare efficientemente gravi fenomeni di inquinamento, in rispetto dell'OPIR e secondo le modalità indicate nella relativa analisi.
- Predisposizione di una zona di impianto dedicata al trattamento dei microinquinanti organici, nella probabile evenienza di un aggiornamento legislativo in tale direzione.
- Riorganizzazione generale dell'area con maggiore spazio usufruibile ed una gestione più efficiente dello stesso.
- Creazione di una situazione in grado di garantire possibili ulteriori ampliamenti in un futuro remoto, in caso di mutamento delle condizioni al contorno (incremento dei carichi e/o modifica in senso restrittivo dell'OPAc).

I seguenti schemi mostrano, in rosso, i comparti interessati/introdotti nel presente progetto: il nuovo comparto biologico, costituito da biofiltrazione, la rimozione dei microinquinanti, la filtrazione, i bacini di emergenza e il trattamento separato delle acque di risulta.

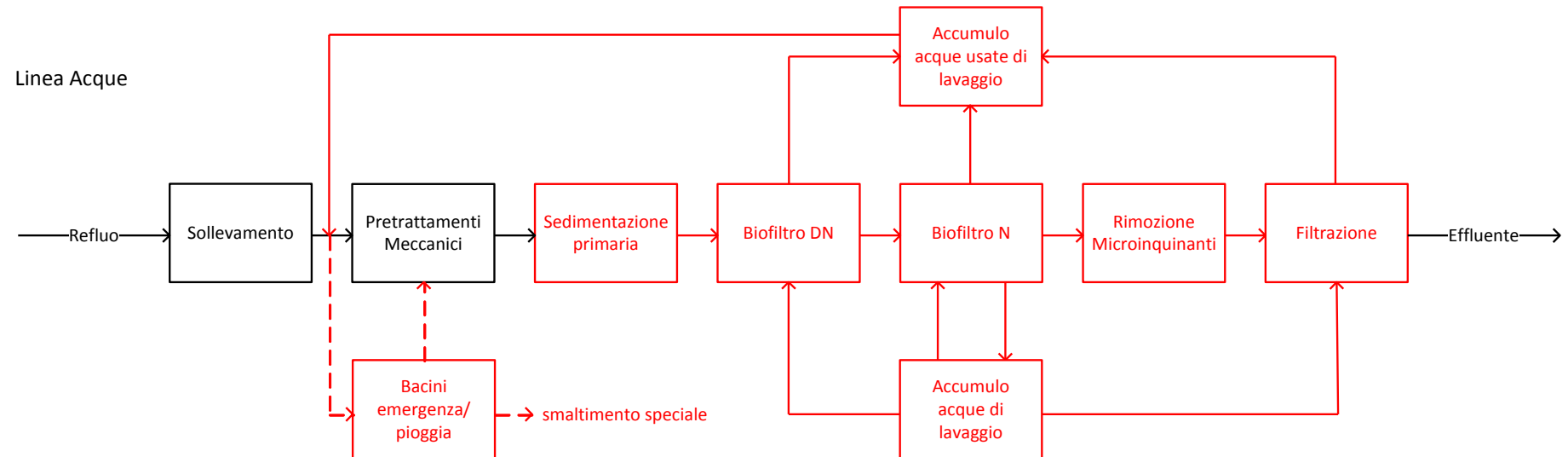


Figura 7 Linea acque IDA - Schema di principio

### Linea Fanghi

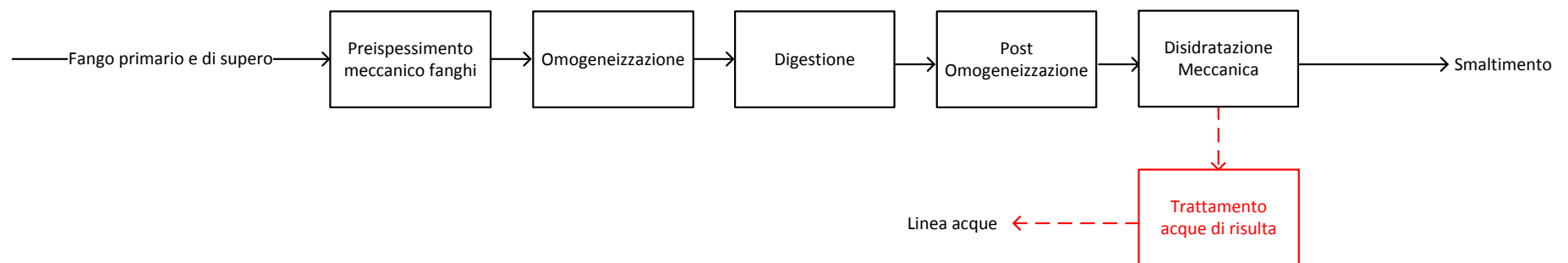


Figura 8 Linea fanghi IDA - Schema di principio

## **6. Descrizione del progetto**

I successivi capitoli contengono una descrizione degli interventi previsti nel progetto e che interessano i seguenti comparti:

- trattamento biologico e filtrazione.
- vasche di emergenza.
- stadio per la rimozione dei microinquinanti.
- trattamento separato delle acque di risulta.
- interventi di riorganizzazione e sfruttamento energetico.

Per ognuno di essi si sono approfonditi i contenuti espressi nei rapporti precedenti e si è effettuato un dimensionamento per stimare gli ingombri, base per l'elaborazione delle proposte di disposizione.

## **7. Trattamento biologico e filtrazione**

Lo Studio di fattibilità ha stabilito quale variante tecnologica ottimale per il comparto biologico il processo di biofiltrazione. Si riporta di seguito la descrizione del processo.

La biofiltrazione (o filtrazione biologica) è un processo a biomassa adesa; la biomassa cresce in forma di biofilm su dei granuli di piccola pezzatura (2-5 mm) e elevata superficie specifica (1'000-1'200 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>) che costituiscono il letto filtrante, mantenuto sempre sommerso. I granuli sono mantenuti all'interno del reattore da una griglia posta poco sopra il fondo del filtro che consente anche l'insufflazione d'aria di processo; il livello di miscelazione dei granuli rimane modesto, per cui il letto associa all'azione biologica un effetto di filtrazione meccanica.

Durante la fase di avviamento, i granuli sono progressivamente colonizzati da film biologici, aerobici o anossici a seconda delle condizioni di ossigenazione che vengono mantenute nel letto.

Le pellicole di spoglie vengono mantenute all'interno del reattore per cui non è necessaria una fase di chiarificazione secondaria; per contro, non è possibile operare il modo continuo, poiché occorre periodicamente estrarre dal filtro le pellicole di spoglio accumulate. Di norma una volta al giorno, quindi, l'alimentazione deve essere interrotta per permettere il lavaggio con aria e acqua; per il lavaggio viene utilizzato di norma del refluo trattato, per cui si prevede un bacino di stoccaggio per il suo accumulo. Le acque usate di lavaggio devono essere sottoposte a decantazione e quindi reimmesse a monte delle fasi primarie. L'intermittenza di funzionamento rende inoltre necessario suddividere il trattamento in un adeguato numero di reattori per evitare sovraccarichi durante le fasi di lavaggio. Per il lavaggio è utilizzato refluo trattato.

Per l'impianto di Pizzamiglio, si prevede di mantenere distinte, in reattori specificatamente dedicati, le fasi aerobiche di rimozione del COD e di nitrificazione, per consentire una colonizzazione selettiva dei supporti e lo sviluppo di biofilm arricchiti di biomasse autotrofe nel reattore di nitrificazione.

Nel seguente schema sono rappresentati i due biofiltri in serie.

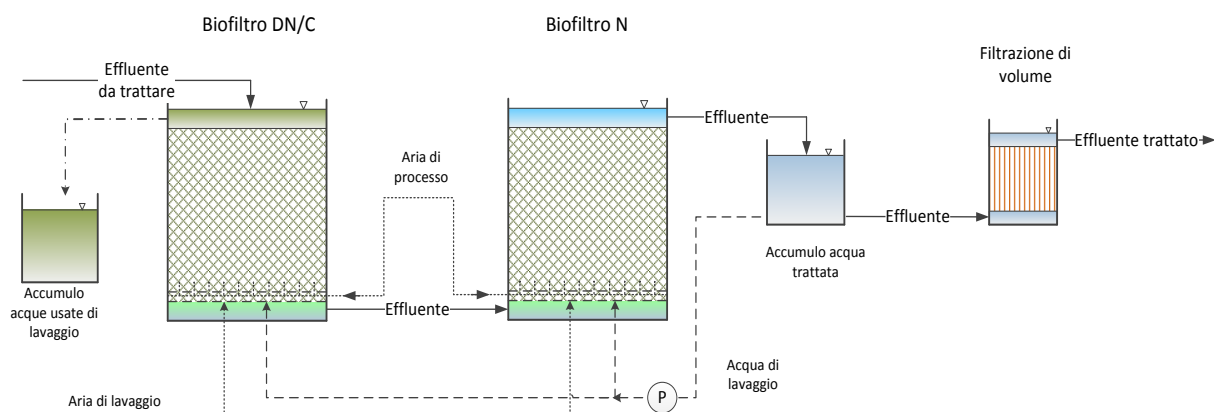


Figura 9 Biofiltrazione - schema di funzionamento

L'effluente in uscita dalla biofiltrazione, in base alle esigenze di trattamento in termini di solidi sospesi, può essere sottoposto ad un processo di filtrazione di volume, realizzata normalmente con un processo a ciclo discontinuo. Il filtro è mantenuto in esercizio fino a quando si raggiungono perdite di carico eccessive per il progressivo intasamento del letto. L'alimentazione viene interrotta e si procede al lavaggio del filtro immettendo in controcorrente un energico flusso d'acqua per asportare i solidi trattenuti e ripristinare le condizioni iniziali.

Nel caso in esame, con riferimento al quadro legislativo di cui al paragrafo 3.3, la necessità di una filtrazione è subordinata alla presenza di un trattamento dei microinquinanti, che sarà introdotto salvo improbabili stravolgimenti sul piano legislativo / pianificatorio.

Lo stesso si inserirà sull'effluente del biofiltro N, in modo che la filtrazione di volume possa assumere funzione retentiva dei sottoprodotti di ozonizzazione. Per maggiori dettagli in merito al nuovo stadio di rimozione di microinquinanti si rimanda al capitolo 9.

## 7.1 Verifica ed approfondimento dimensionamento

Il dimensionamento è stato basato sull'esperienza maturata nel campo dagli scriventi e su indicazioni di fornitori specializzati appositamente contattati.

La soluzione prevede due processi biologici in serie, costituiti ciascuno da 6 biofiltri operanti in parallelo; nella prima sezione i biofiltri rimuovono il carbonio organico, mentre nella seconda avviene la nitrificazione.

La superficie filtrante per ciascun biofiltro preposto alla rimozione del COD è di circa 20 m<sup>2</sup> mentre quella per ciascun biofiltro preposto alla nitrificazione è di circa 30 m<sup>2</sup>.

Tutti i biofiltri hanno un'altezza del letto filtrante di circa 7 metri. Il volume complessivo utile per la rimozione del carbonio organico risulta, quindi, essere di circa 840 m<sup>3</sup>, mentre per la nitrificazione di 1'300 m<sup>3</sup>.

Parametro	Unità	Valore
Numero biofiltri rimozione COD	n.	6
Superficie filtrante complessiva, cad.	m <sup>2</sup>	20.0
Numero biofiltri nitrificazione	n.	6
Superficie filtrante complessiva, cad.	m <sup>2</sup>	31.0
Altezza biofiltri	m	7.0
Volume complessivo biofiltrazione	m <sup>3</sup>	2'140

Tabella 10 Riepilogo dati di dimensionamento biofiltrazione

La filtrazione è costituita da 6 filtri a sabbia operanti in parallelo. La superficie filtrante per ciascun filtro è di circa 27 m<sup>2</sup>, con un'altezza utile di circa 3 metri.

Parametro	Unità	Valore
Numero filtri	n.	6
Superficie filtrante complessiva, cad.	m <sup>2</sup>	27.0
Superficie filtrante complessiva	m <sup>2</sup>	162

Tabella 11 Riepilogo dati di dimensionamento filtrazione



## **8. Vasche di emergenza**

Nello studio di fattibilità si era introdotta la creazione di volumi di emergenza tali da poter fronteggiare efficientemente gravi fenomeni di inquinamento.

Anticipando i risultati dell'analisi di rischio secondo OPIR, basandosi sull'esperienza, si era ipotizzato un volume complessivo di 1'200 m<sup>3</sup>, concepito su due vasche ciascuna da 600 m<sup>3</sup>, una con unica funzione di accumulo delle acque inquinate e l'altra con doppia funzione di accumulo delle acque inquinate e bacino acque di pioggia.

Le nuove vasche andavano ad aggiungersi all'attuale bacino di emergenza (440 m<sup>3</sup>), interrato tra il parcheggio e l'edificio amministrativo, generando così un volume complessivo di 1'640 m<sup>3</sup>.

### **8.1 Risultati analisi di rischio secondo OPIR**

Secondo l'analisi di rischio secondo OPIR, "un volume di 1'640 m<sup>3</sup> permette una riduzione del livello del rischio, facendo uscire le curve calcolate dalla zona di rischio non sopportabile. Un volume di ritenzione di 1'900 m<sup>3</sup> consentirebbe uno stoccaggio superiore di liquidi inquinati e ridurrebbe ulteriormente il rischio senza però farlo uscire completamente dalla zona di transizione".

Inoltre, "da una stima eseguita, un aumento del volume di ritenzione da 1'200 m<sup>3</sup> a 1'900 m<sup>3</sup>, causerebbe un incremento dei costi di investimento totale del 5%, aumentando i costi previsti unicamente per la realizzazione delle vasche di ritenzione di 750'000 CHF. Una soluzione economicamente meglio sostenibile è rappresentata dal riutilizzo della vasca di emergenza esistente di 440 m<sup>3</sup>".

### **8.2 Soluzione finale**

In ossequio ai contenuti dell'analisi di rischio secondo OPIR, si sono mantenuti i volumi individuati in sede di studio di fattibilità. Verificata la possibilità di riutilizzare le esistenti vasche di chiarificazione finale, interrate, un'adeguata capacità complessiva potrà essere garantito anche senza l'utilizzo dell'attuale vasca di emergenza semplificando così la configurazione. La stessa potrà essere impiegata per incrementare la capacità di stoccaggio di prodotti chimici.

Le nuove vasche saranno collegate tra di loro e riceveranno, in caso di allarme inquinamento o portata elevata in tempo di pioggia, i reflui in arrivo all'impianto previo sollevamento, grazie a paratoie motorizzate in ingresso che, aprendosi automaticamente, permetteranno alle acque in arrivo di confluire direttamente nei bacini.

Le vasche potranno essere vuotate in modo manuale con pompe mobili (in caso di inquinamento non trattabile presso l'impianto) o in modo automatico tramite delle pompe sommerse, rilanciando le acque in testa all'IDA. Agitatori consentiranno di mantenere in sospensione il materiale grossolano evitando la formazione di depositi.

L'alimentazione dei nuovi bacini sarà assicurata da opportuni canali. In fase di progettazione definitiva sarà necessario approfondire e validare il concetto di gestione, valutando se sia preferibile un collegamento diretto subito a valle delle viti di sollevamento o possibile un passaggio delle acque nei pre-trattamenti meccanici o, addirittura, nella sedimentazione primaria prima della separazione. Quest'ultimo scenario incrementerebbe il livello di rischio, minacciando il trattamento fanghi, e con esso, l'IDA nella sua interezza in considerazione dei riciccoli.

## **9. Stadio per la rimozione dei microinquinanti**

Il presente paragrafo contiene un riassunto dei punti salienti dello studio di fattibilità per l'eliminazione dei microinquinanti, nel quale si sono analizzate le diverse possibilità di implementazione di uno stadio di rimozione dei microinquinanti presso l'IDA di Pizzamiglio. Secondo i criteri contenuti dell'OPAc, e in linea con lo scritto della SPAAS del 25 settembre 2015 in cui si è delineata la strategia cantonale per la rimozione dei microinquinanti organici dagli IDA, il CDACD sarà infatti chiamato a realizzare le relative misure.

Nonostante i termini di esecuzione da parte della Confederazione siano stati ammorbiditi rispetto alle prima versione delle proposte, si è ritenuto opportuno "anticipare" la tematica e inserirla nell'ambito della progettazione del nuovo comparto biologico, tenendo conto degli ingombri stimati e individuando delle disposizioni idonee.

### **9.1 Punti salienti studio di fattibilità**

Nello studio di fattibilità si sono analizzati i diversi processi tecnologici che permettono una rimozione più o meno spinta dei microinquinanti dalle acque reflue.

A seguito di una valutazione comparativa, alcuni processi sono stati esclusi, portando all'approfondimento delle seguenti varianti:

- dosaggio di carbone attivo in polvere (PAC) con bacini di sedimentazione.
- dosaggio di carbone attivo in polvere (PAC) senza bacini di sedimentazione.
- ozonizzazione seguita da filtrazione di volume.

La prima variante, benché possibile, risulta di difficile realizzazione, comportando un fabbisogno di spazio non indifferente, aspetto particolarmente sensibile nel contesto di Chiasso, nonché costi di investimento ed oneri gestionali importanti.

La seconda e la terza variante richiedono un ingombro complessivamente paragonabile e compatibile con lo spazio disponibile.

In considerazione di quanto sopra, in linea con gli scopi del presente studio, si è deciso di escludere, nel presente progetto di massima, la configurazione a PAC con sedimentazione e di assumere gli ingombri della seconda e terza configurazione.

Di seguito si riassumono gli aspetti principali delle due configurazioni.

### **9.2 Dosaggio di carbone attivo in polvere senza bacini di sedimentazione**

La configurazione prevede la filtrazione finale come stadio di separazione refluo/PAC, come mostrato schematicamente nella figura 10.

Non vi è un ricircolo del PAC all'interno del reattore di contatto, bensì le acque di lavaggio della filtrazione cariche di adsorbente sono re-immesse in testa all'impianto, dove la dissabbiatura e la sedimentazione primaria garantiranno una separazione dello stesso.

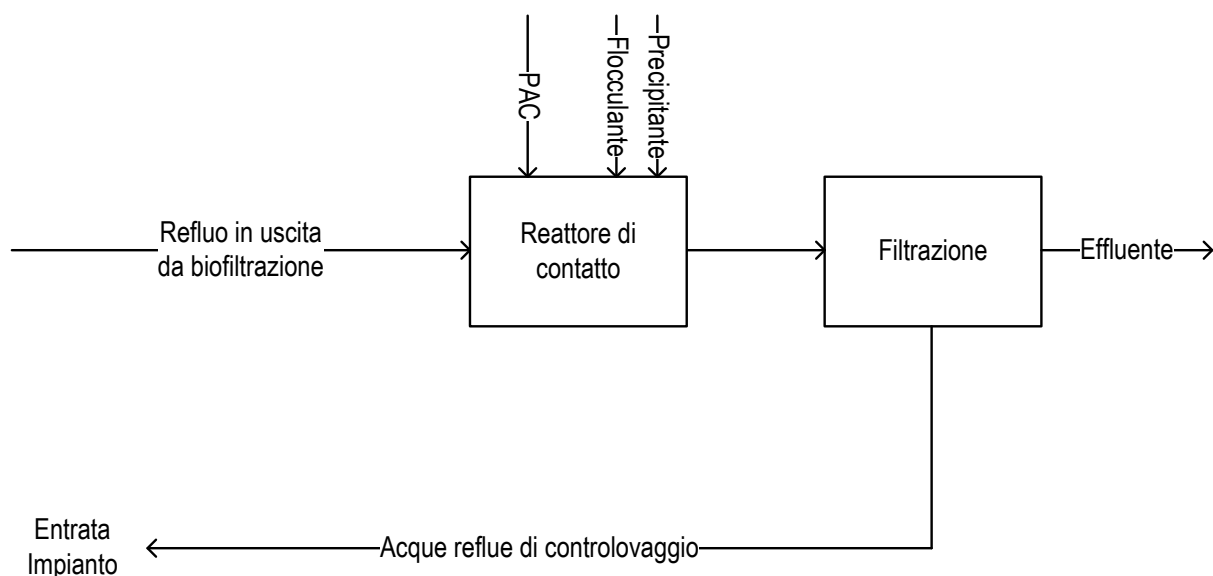


Figura 10 Schema di configurazione dosaggio PAC senza sedimentazione

In questo caso, in considerazione del ruolo "attivo" e non di sicurezza (Polizeistufe) della filtrazione, non vi è però la possibilità di prevedere una soluzione compatta a tela.

Il dimensionamento del reattore di contatto è riportato nella seguente tabella.

Parametro	Unità	Valore
Tempo di contatto	min	30.0
<b>Volume utile reattore di contatto</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>475</b>
Profondità (h)	m	5.00
<b>Superficie utile reattore di contatto</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>95.0</b>
Larghezza (l)	m	7.50
Lunghezza (L)	m	12.7

Tabella 12 Dimensionamento reattore di contatto PAC

Per quanto riguarda il consumo di prodotti chimici, PAC in primis, c'è da attendersi un incremento attorno al 25% rispetto alla soluzione con sedimentazione. Nella seguente tabella si riassume i principali parametri di dimensionamento del processo di dosaggio di carbone attivo in polvere.

Gli impianti elettromeccanici necessari comprendono principalmente:

- serbatoio di accumulo del PAC e sistema di dosaggio;
- serbatoio e sistema di dosaggio per precipitanti e flocculanti;
- dispositivi di miscelazione nel reattore di contatto;
- raschiatori e pompe di ricircolo dei fanghi nel reattore di sedimentazione.

### 9.3 Ozonizzazione

La configurazione impiantistica per il processo di ozonizzazione, rappresentata schematicamente nella figura seguente, prevede gli elementi di seguito elencati:

- reattore di ozonizzazione (reattore di contatto): la miscela ozono-ossigeno viene iniettata nel reattore, possibilmente tramite bolle fini come in una vasca a fanghi attivi. L'ozono reagisce con i microinquinanti e li trasforma in sottoprodotti di reazione, innocui secondo lo stato attuale di conoscenza. Il reattore deve essere ermetico per evitare fughe di gas;
- filtrazione finale: durante il processo di ozonizzazione si creano dei sottoprodotti di reazione e una parte di materiale organico facilmente biodegradabile ( $BOD_5$ ), per l'eliminazione dei quali si prevede uno stadio di filtrazione biologicamente attivo (filtrazione di volume). Una filtrazione di superficie non sarebbe sufficiente.

Si rende attenti come, nel caso in cui non vi siano restrizioni rispetto alle esigenze minime OPAC in termine di solidi sospesi, un comparto biologico compatto a biomassa adesa (MBBR) potrebbe essere invece sufficiente. Nel presente studio si ipotizza tuttavia la realizzazione di una filtrazione in volume, come indicato nelle attività di progettazione relative al nuovo comparto biologico.

- serbatoio di ossigeno / impianto di preparazione dell'aria: l'ozono gassoso è molto instabile e deve essere generato in loco. Base per la produzione di azoto sono l'ossigeno, che può essere fornito e stoccato in un serbatoio o l'aria ambiente che deve essere trattata (rimozione di solidi, umidità...);
- generatore di ozono: l'ozono è generato con notevole dispendio di energia. Circa il 90% dell'energia fornita è ottenuta sotto forma di calore che deve essere dissipata con gruppo di raffreddamento;
- trattamento gas di scarico: il gas di scarico (off-gas) proveniente dal reattore di ozonizzazione deve essere condotto a un distruttore dell'ozono residuo, che viene convertito in ossigeno molecolare e liberato in atmosfera;
- misure di sicurezza: gli spazi in cui dell'ozono può fuoriuscire devono essere forniti di rivelatori di gas.

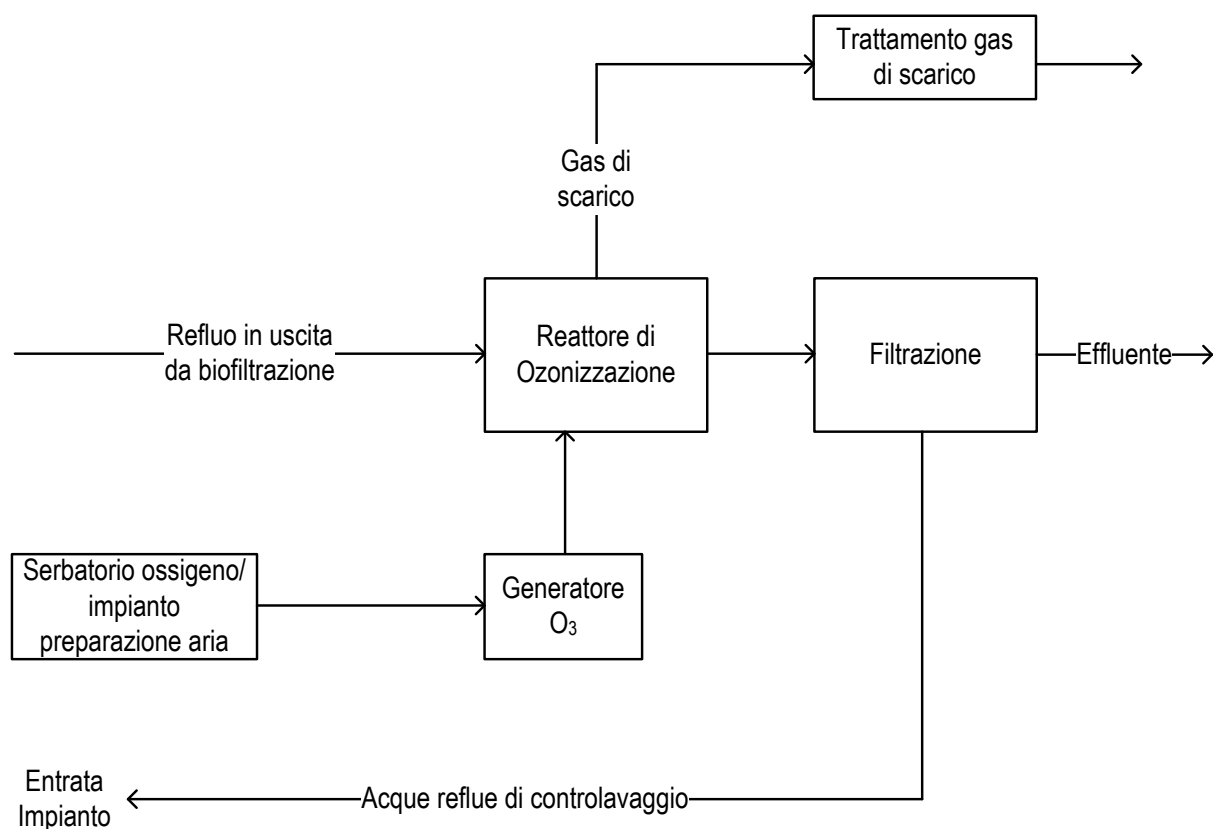


Figura 11 Schema di configurazione ozonizzazione

Il dimensionamento del reattore di contatto è riportato nella seguente tabella.

Parametro	Unità	Valore
Tempo di contatto	min	20
<b>Volume utile reattore di contatto</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>317</b>
Profondità (h)	m	5
<b>Superficie utile reattore di contatto</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>63.4</b>
Larghezza (l)	m	7.5
Lunghezza (L)	m	8.4

Tabella 13 Dimensionamento reattore di contatto O<sub>3</sub>

Come si nota, l'ingombro superficiale è analogo a quello della configurazione con dosaggio di PAC senza sedimentazione.

## 9.4 Valutazione

Nello studio di fattibilità si è quindi effettuata una valutazione multi-criteria secondo i diversi criteri di seguito elencati:

- ingombro superficiale, valutato applicando un fattore di 1.5 alla superficie necessaria all'espletamento delle reazioni, così da considerare pure gli ingombri delle infrastrutture tecniche accessorie
- rispetto dei requisiti di scarico, con riferimento alle esigenze della nuova OPAC (stato attuale delle conoscenze, paragrafo 2.2)
- effetto su trattamento fanghi, in termini sia di quantitativi da smaltire, sia effetti sui processi attivi a livello di linea fanghi
- effetto su rendimenti di depurazione linea acque, a seguito di eventuali ricircoli di materiale
- rischio di corrosione e/o abrasione da parte dei reagenti utilizzati
- sicurezza nello stoccaggio e dosaggio del materiale, eventuali rischi per la salute umana e per l'ambiente
- costi di investimento e gestione valutati mediante le curve di costo del rapporto "Kosten der Elimination von Mikroverunreinigungen im Abwasser" del rapporto BG 2012 su mandato dell'UFAM.

In questa sede si riporta la tabella riepilogativa del risultato delle valutazioni per ogni singolo criterio considerato.

Configurazione	Ingombro	Rispetto requisiti	Effetto linea fanghi	Effetto linea acque	Corrosione	Sicurezza	Costi di investimento	Costi di esercizio
PAC senza sedimentazione	☺	☹/R	☹	☹/R	☹/R	☺	☺	☹
Ozonizzazione	☺	☺	☺	☺	☺/R	☹	☺	☺

Tabella 14 Microinquinanti – valutazione delle alternative. R: necessaria ulteriore ricerca.

Si può desumere dalla tabella che, allo stato attuale delle conoscenze scientifiche, la configurazione che prevede l'ozonizzazione risulti essere la più idonea ad essere implementata presso l'IDA; appare altresì evidente che numerosi aspetti necessitano ulteriori studi, ricerche e applicazioni in scala reale.

Nell'ambito del progetto di massima, comunque, si è deciso di non escludere un processo a favore dell'altro, considerando che gli ingombri superficiali delle due configurazioni sono comparabili.

Particolare importanza rivestiranno tanto le evoluzioni tecnologiche per entrambe le famiglie dei processi, così come la caratterizzazione dei reflui IDA in termini di presenza del bromuro. Maggiori dettagli a riguardo sono contenuti nello studio di fattibilità per l'eliminazione dei microinquinanti.

## **10. Trattamento separato delle acque di risulta**

### **10.1 Opportunità di inserimento**

In considerazione dei carichi di azoto in entrata all'impianto (paragrafo 4.1), maggiori in termini di AE rispetto agli altri carichi inquinanti e in aumento nell'ultimo biennio, un trattamento separato delle acque di risulta provenienti dalla disidratazione dei fanghi, il cui apporto di azoto ammoniacale ( $N-NH_4$ ) è importante, potrebbe risultare positivo per i rendimenti depurativi dell'IDA nella sua interezza. Esso consentirebbe di equilibrare maggiormente il rapporto di inquinanti in ingresso al comparto biologico, riducendo gli oneri gestionali della stessa e garantendo nel contempo un'adeguata riserva di capacità nell'orizzonte di vita della nuova biofiltrazione.

Riprendendo i contenuti del rapporto "Basi di dimensionamento", si è quindi deciso di inserire un trattamento separato delle acque di risulta, effettuando un dimensionamento di massima degli ingombri richiesti così da inserirli nel nuovo layout dell'IDA.

Un approfondimento del tema sarà comunque necessario nell'ambito delle successive pianificatorie.

### **10.2 Valutazioni tecnologiche**

Lo stato attuale delle conoscenze scientifiche porta ad individuare il processo biologico Anammox (Anaerobic ammonium oxidation) quale migliore da un profilo tecnico-economico.

Lo stesso sfrutta una biomassa differente dalla convenzionale (nitrificante e denitrificante), rendendo quindi possibile un "taglio" del ciclo dell'azoto, con conseguenti risparmi in termini di energia e volumi di trattamento.

L'innovazione essenziale rispetto ad una nitrificazione convenzionale è costituita dal percorso di trasformazione dall'azoto ammoniacale ( $N-NH_4$ ) ad azoto gassoso ( $N_2$ ), che non avviene più attraverso un'ossidazione completa ad azoto nitrico ( $N-NO_3$ ), bensì via una parziale ad azoto nitroso ( $N-NO_2$ ) o nitrito, da cui il nome di nitrificazione. In seguito, l'azoto ammoniacale non reagito e l'azoto nitrico sono ossidati, in condizione anaerobiche (da cui il nome Anammox, Anaerobic Oxidation) generando, principalmente, azoto gassoso ( $N_2$ ) e, in piccola parte, azoto nitrico ( $N-NO_3$ ), come evincibile dalla figura sottostante.



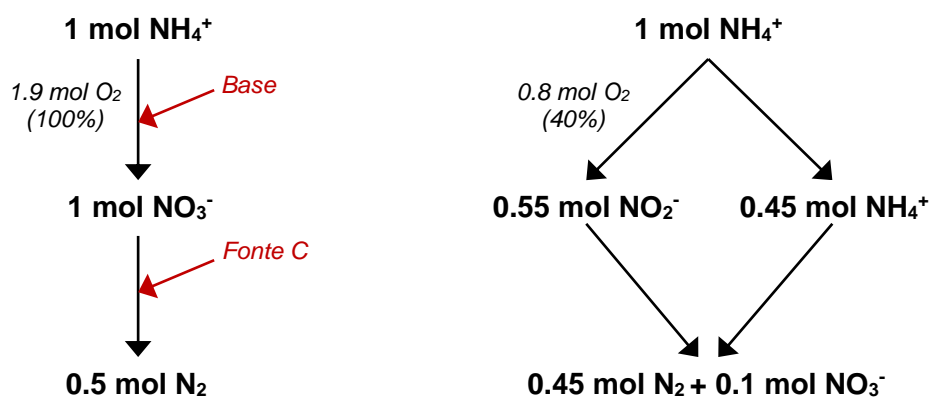


Figura 12 Processo di nitrificazione/denitrificazione convenzionale (sinistra) e Anammox (destra).

È evidente il minore fabbisogno di ossigeno. Non sono inoltre necessari i dosaggi di sostanze basiche, al fine di incrementare l'alcalinità dell'acqua e permettere una nitrificazione completa; e di fonte esterna di carbonio per consentire lo svolgimento della denitrificazione. I costi di gestione risultanti, incluso l'ammortamento, sono, pertanto, inferiori, stimabili, per un impianto di circa 100'000 AE, a 3÷4 Fr/kg<sub>N</sub> rimosso.

La tecnologia è stata studiata e sviluppata presso numerose università europee, tra cui ETH Zürich, che ha realizzato, tramite EAWAG, diversi impianti pilota ed ha fornito assistenza ai progetti pionieri a scala reale (p.e. impianto Zurigo Werdhölzli). Numerose sono ormai le realizzazioni a scala reale in Svizzera. In tutti i casi l'esercizio degli impianti si è dimostrato stabile e facilmente gestibile dal personale.

Il processo Anammox può essere implementato secondo differenti configurazioni presenti sul mercato. Allo stato attuale le più comuni risultano:

- DEMON®, fornita in Svizzera dalla società Demon GmbH. Si tratta di una configurazione SBR (Sequencing Batch Reactor) che prevede lo svolgimento, in serie, delle reazioni chimiche di nitrificazione parziale e ossidazione in condizioni anaerobiche. Tra le soluzioni basate sul processo Anammox, è la più longeva e conta il maggior numero di applicazioni, sia in Svizzera, sia in altri paesi europei e negli USA
- Anita™Mox, fornita in Svizzera dalla società Alpha Wassertechnik AG. È una soluzione sviluppata recentemente grazie alla collaborazione tra due soggetti di primo rilievo nel mondo del trattamento delle acque, Veolia e AnoxKaldnes. Il contributo di quest'ultima ha consentito di introdurre l'impiego di corpi plastici galleggianti per la crescita della biomassa Anammox.

Si tratta quindi di una soluzione MBBR (Moving Bed Bioreactors), alimentata in continuo. La simultaneità delle reazioni di nitrificazione parziale ed ossidazione in condizioni anaerobiche è quindi possibile grazie alle duplici condizioni che si creano sui corpi galleggianti.

Nel paragrafo successivo si individueranno gli ingombri necessari per la realizzazione di un trattamento separato delle acque di risulta – indipendenti dalla configurazione scelta – così che possa essere anch'esso integrato nel layout di impianto. Uno studio dettagliato sarà ne-

cessario nell'ambito della progettazione definitiva, qualora la realizzazione di tale stadio aggiuntivo rientri negli obiettivi condivisi.

### 10.3 Dimensionamento di massima

La configurazione relativamente semplice di impianto prevede il dimensionamento di due soli volumi:

- Stoccaggio: bacino che abbia una capacità tampone sufficiente per laminare le contenute fluttuazioni giornaliere degli attuali flussi, dal volume stimato di 150 m<sup>3</sup>, che corrisponde a poco più di un giorno di accumulo.
- Bacino di reazione: il volume minimo di cui disporre è stimato secondo la seguente relazione:

$$V_{MIN} = \frac{N_{IN} \cdot \eta}{\mu} \cdot 1000 \quad (m^3)$$

dove:

- $N_{IN}$ : il carico giornaliero di azoto ammoniacale in ingresso all'impianto, (kg d<sup>-1</sup>);
- $\eta$ : rendimento di rimozione, assunto, secondo l'esperienza maturata con numerosi studi di pilota e su applicazioni reali, pari al 90% (-);
- $\mu$ : attività dei batteri, indicante la quantità giornaliera di azoto ammoniacale. Per una temperatura d'esercizio cautelativa di 25 °C corrisponde un'attività batterica di 600 g<sub>N</sub> m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>.

Il carico di azoto in ingresso all'impianto è stato stimato secondo le seguenti assunzioni:

- portata giornaliera acque di risulta in uscita dalla disidratazione: 130 m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>.
- concentrazione di azoto ammoniacale: 1 g<sub>N-NH4</sub> l<sup>-1</sup>.

che portano ad un carico giornaliero di azoto ammoniacale  $N_{IN}$  di 130 kg d<sup>-1</sup>.

Il volume minimo necessario risulta essere di 195 m<sup>3</sup>.

Il volume effettivo di trattamento è stato determinato secondo la seguente relazione:

$$V_{EF} = V_M \cdot F_S \quad (m^3)$$

dove  $F_S$  è un fattore di sicurezza, assunto, prudenzialmente, pari a 1.3. Sebbene il numero di applicazioni a scala reale cominci ad essere significativo, non esistono ancora procedure standard di dimensionamento come avviene per i processi biologici convenzionali ed è quindi preferibile un approccio prudenziale.

Il volume necessario risulta pertanto pari a 250 m<sup>3</sup>. Il dato è in linea con quanto realizzato presso alcuni impianti, in cui il processo è efficientemente in esercizio.

Parametro		Unità	Valore
Portata acque di risulta		$\text{m}^3 \text{d}^{-1}$	130
Concentrazione di azoto ammoniacale		$\text{g}_\text{N} \text{l}^{-1}$	1.0
Carico giornaliero di azoto ammoniacale	$N_{\text{IN}}$	$\text{kg}_\text{N} \text{d}^{-1}$	130
Rendimento di rimozione	$\eta$	-	90%
Attività batteria a 25°C	$\mu$	$\text{g}_\text{N} \text{m}^3 \text{d}^{-1}$	600
Volume del reattore, minimo	$V_{\text{MIN}}$	$\text{m}^3$	195
Fattore di sicurezza	$F_s$	-	1.3
Volume reattore	$V_{\text{EFF}}$	$\text{m}^3$	250
Altezza		m	7.0
Ingombro superficiale		m	40
Volume bacino di stoccaggio		$\text{m}^3$	150

Tabella d      *Trattamento acque di risulta - dimensionamento*

## **11. Diversi interventi**

Il presente capitolo contiene una breve descrizione degli interventi attualmente previsti che permettano una riorganizzazione degli spazi funzionali, così come la possibilità di sfruttamento energetico presso l'IDA ed un adeguamento della sedimentazione primaria

### **11.1 Nuovo edificio servizi**

È prevista la costruzione di un nuovo edificio che permetta l'alloggiamento dell'officina e degli spogliatoi. Esso sarà costruito in una zona centrale dell'intero impianto e che permetta un facile accesso anche con automezzi.

L'edificio, con dimensioni superficiali stimate di 18 x 7.5 m e altezza 4.5 m, conterrà l'officina e il magazzino; parte dell'equipaggiamento necessario per una corretta funzione sarà recuperato dall'officina esistente, mentre altre apparecchiature dovranno presumibilmente essere fornite nuove. Gli spogliatoi e i servizi sanitari ed igienici (docce, bagni...) per il personale, previsti anch'essi nel nuovo stabile, così come tutti i nuovi spazi lavorativi saranno realizzati in linea con le direttive SECO (Segreteria di Stato dell'Economia), in particolare secondo le "Indicazioni relative alle ordinanze 3 e 4 concernenti la legge sul lavoro" (Berna 1995, aggiornamento 2010).

### **11.2 Edificio amministrativo**

Con la realizzazione di nuovi officina e spogliatoi, nell'attuale edificio di servizio verrà a liberarsi dello spazio che potrà essere sfruttato per la creazione di nuovi spazi quali uffici, sala riunioni, sala pause / mensa ed archivi. Il laboratorio sarà mantenuto invece nell'attuale posizione.

La riorganizzazione dell'attuale edificio amministrativo sarà approfonditamente studiata nell'ambito delle successive fasi pianificatorie e terrà strettamente in considerazione le esigenze del CDACD.

### **11.3 Impianto fotovoltaico**

La quasi interezza dei nuovi manufatti fornisce una notevole superficie per l'installazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica; l'efficienza energetica è infatti tema di crescente attualità, comportando benefici di natura economica, ambientale e di immagine pubblica dell'IDA.

Un impianto fotovoltaico produce elettricità a partire dall'energia solare, sfruttando fenomeni che si sviluppano a livello di elettroni dei materiali conduttori, secondo il cosiddetto "effetto fotovoltaico". Esistono due tipologie di impianti:

- Ad isola (stand alone): non connessi alla rete elettrica in AC

- Connessi alla rete (grid connect), utenze già servite dalla rete AC, ma che immettono in essa la produzione elettrica risultante dal loro impianto fotovoltaico.

L'ingombro planimetrico di un impianto è generalmente di poco superiore a quello del campo fotovoltaico: si tratta infatti di aggiungere ad esso un locale tecnico in cui siano alloggiati regolatore, inverter e batterie.

I principali limiti degli impianti fotovoltaici sono legati agli alti costi di realizzazione che si traducono in una limitata concorrenzialità dell'energia elettrica prodotta.

La valutazione dell'applicabilità presso l'IDA di Pizzamiglio dovrebbe essere affrontata in uno studio in cui si affronti a tutto tondo il tema recupero / sfruttamento energetico dell'IDA, andando quindi a considerare tutte le possibilità tecnologiche che il mercato, al momento attuale piuttosto effervescente, offre in un settore che rivestirà un'importanza strategica sempre migliore (p.e. utilizzo del refluo quale fonte di calore).

#### **11.4 Adeguamento sedimentazione primaria**

L'attuale stadio di sedimentazione primaria, risalente al "primo" IDA e sottoposto solo a parziale rinnovo nell'ambito delle fasi 1 e 2 (pompe fango fresco / flottante ed integrazione nel sistema di supervisione), è in condizioni tali da poter rimanere in esercizio in maniera efficiente fino al termine della costruzione della biofiltrazione.

Nell'ottica di un adeguamento generale dell'infrastruttura è tuttavia necessario che lo stesso, non interessato da corposi interventi nelle precedenti fasi in considerazione del buono stato di conservazione e delle incertezze legate all'effettivo mantenimento con la nuova configurazione del trattamento biologico, sia interessato dagli interventi conservativi / migliorativi di seguito elencati:

- ripristino / risnamento del beton
- sostituzione carroponi
- copertura con struttura leggera.

L'ultimo, in particolar modo, consentirà di ridurre ulteriormente il rischio di emissioni maleodoranti in linea con la filosofia adottata sull'interesse dell'impianto, senza però andare ad appesantire il manufatto, che si trova in prossimità dello stabile amministrativo, e comportando un onere del tutto sostenibile.

Le arie esauste potranno essere trattate dall'attuale biofiltro pre-trattamenti, la cui capacità residua è notevole, come dimostrato dalle relative analisi effettuate dall'UMTEC nel settembre 2012.

## **12. Proposte di disposizione**

Il presente capitolo si occupa di introdurre e descrivere le due diverse proposte di disposizione, per ognuna delle quali sono stati effettuati degli elaborati grafici (planimetrie e sezioni) in allegato al presente progetto e una stima dei costi di investimento. In riferimento a quest'ultimo aspetto, si tiene a sottolineare come si sia adottato un approccio conservativo, andando a considerare un'esecuzione molto completa, eventualmente semplificabile in alcuni aspetti nelle prossime fasi pianificatorie.

Fornito un quadro completo di informazioni, le soluzioni proposte sono oggetto di una valutazione multicriteria che consentirà la scelta della variante ottimale. I costi di gestione, ritenuti identici tra le due soluzioni e quindi non interessanti in sede di confronto, saranno approfonditi nel capitolo successivo.

Entrambe le soluzioni prevedono l'esecuzione delle opere in due fasi di realizzazione distinte, al fine di poter permettere il corretto funzionamento dell'impianto esistente durante la fase transitoria, così come richiesto dalle competenti Autorità Cantonali. Al termine della prima fase di realizzazione, l'impianto esistente potrà essere dismesso per permettere l'inizio della seconda fase di realizzazione.

### **12.1 Soluzione 1**

#### **12.1.1 Descrizione**

La prima soluzione prevede di operare, nella prima fase, secondo i seguenti passi:

- Sbancamento di parte del pendio naturale, il cui volume di scavo è stato stimato in 3'850 m<sup>3</sup>, demolendo parte dell'attuale muro di contenimento con la creazione di uno nuovo che contenga le nuove opere e contrasti la spinta del terreno. Sarà pure ricostruita la canaletta di raccolta delle acque, allo stato attuale talvolta inadeguata.
- Realizzazione dei nuovi 6 bacini di nitrificazione (N) e dell'edificio per il sollevamento a valle della biofiltrazione, in cui alloggeranno anche l'impiantistica elettrica e le soffianti a servizio della biologia. La realizzazione avverrà senza intaccare la corretta funzionalità dell'IDA nella sua configurazione attuale, garantendo così esigenze qualitative di trattamento medesime alle odierne. Per motivi di sicurezza cantieristica e di buona riuscita della costruzione, i nuovi bacini di nitrificazione saranno costruiti mantenendo una distanza di 2.50 metri dal bordo delle vasche esistenti.
- Messa in esercizio della nuova linea di trattamento, che per suo carattere sarà in grado di generare un effluente di caratteristiche analoghe all'attuale che verrà scaricato nel torrente Breggia.

La seconda fase di realizzazione consiste nei seguenti passi:

- Dismissione dell'impianto biologico attuale, ovvero delle due linee di biologia e di chiarificazione finale.

- Riorganizzazione dell'area dell'attuale impianto biologico, con la realizzazione di: 6 bacini di denitrificazione/ossidazione del carbonio (DN/C), 6 filtri (F), 2 bacini di pioggia con funzionalità di vasca di emergenza, secondo le indicazioni emerse nell'ambito dell'analisi secondo OPIR, trattamento di rimozione dei microinquinanti, trattamento separato delle acque di risulta e nuovo edificio officina-spogliatoi.
- Messa in esercizio dei nuovi impianti.

I bacini di nitrificazione saranno costruiti durante la prima fase. Ai lati di essi saranno realizzati il canale di uscita dell'effluente e quello di scarico delle acque di pulizia dei filtri.

Sia i bacini di denitrificazione che quelli di filtrazione saranno realizzati durante la seconda fase, sfruttando una parte dei bacini esistenti. Ai lati di essi troveranno posto il canale di ripartizione in ingresso e il bacino di accumulo delle acque di pulizia dei filtri.

Si riportano nella seguente tabella il volume di scavo e le dimensioni principali dei bacini del comparto biologico.

Parametro	Unità	Valore
Volume di sbancamento	m <sup>3</sup>	3'850
Numero bacini DN/C	-	6
Dimensioni interne (ciascuno)	m x m	4.50 x 6.75
Altezza utile, cad	m	7
Numero bacini N	-	6
Dimensioni interne (ciascuno)	m x m	4.50 x 4.50
Altezza utile, cad	m	7
Numero bacini F	-	6
Dimensioni interne (ciascuno)	m x m	3.75 x 7.25
Altezza utile, cad	m	3

Tabella 15      Soluzione 1 - dimensioni biologia e volume di scavo

Lo stadio di rimozione dei microinquinanti sorgerà ad Est del comparto biologico, in modo da poter interporvi ottimamente tra quest'ultimo e la filtrazione finale.

Le parti finali dei bacini esistenti di chiarificazione finale saranno utilizzati, dopo opportune modifiche, come vasche di emergenza e di pioggia, ciascuna con un volume pari a 800 m<sup>3</sup>. La rimanente parte del chiarificatore sarà mantenuta quale riserva. Tutti i citati volumi saranno dotati di una copertura, così da ottenere una superficie carrabile ed edificabile, impiegata in parte per la costruzione dello stadio per la rimozione dei microinquinanti, dell'edificio servizi e del trattamento separato delle acque di risulta.

La totalità dei trattamenti descritti saranno coperti, accorgimento che implica i vantaggi di seguito elencati:

- riduzione di emissione di odori molesti

- facilità di supervisione e di accesso alle vasche
- possibilità di installazione sul tetto di un impianto fotovoltaico.

Al termine della seconda fase di realizzazione si potrà inoltre procedere all'adeguamento della sedimentazione primaria, alla riorganizzazione dell'edificio amministrativo esistente ed alle sistemazioni esterne. Si prevede di garantire l'accesso all'impianto, oltre che dal cancello esistente, anche dall'ingresso posto in prossimità dell'edificio fanghi, costruendo una strada che porti al nuovo edificio servizi.

### 12.1.2 Stima dei costi di investimento

L'investimento necessario per la realizzazione delle opere è stato suddiviso nelle seguenti 3 voci di costo di seguito elencate:

- opere civili: interventi di preparazione ed ampliamento dell'area di impianto; risanamenti, adattamenti e nuova costruzione vasche/edifici.
- opere elettromeccaniche: le diverse apparecchiature necessarie per l'implementazione dei diversi processi tecnologici.
- impianti elettrici ed automazione: al presente grado di approfondimento del progetto stimato quale 30% delle componenti elettromeccaniche, al quale si aggiungono 500'000 franchi per gli impianti civili.
- costi tecnici, legati alla progettazione e alle diverse procedure necessarie durante l'iter progettuale, stimati quali il 20% dell'investimento totale.

L'investimento per la realizzazione di un impianto fotovoltaico è escluso dalla presente stima.

Pos.	Descrizione	Trattamento biologico	Filtrazione	Vasche di emergenza	Microinquinanti	Trattamento acque risulta	Edificio servizi	Sedimentazione primaria	Totale
1	Opere civili	6'930'000	1'430'000	440'000	990'000	550'000	660'000	280'000	11'300'000
1.01	Installazione di cantiere e lavori preparatori	500'000							500'000
1.02	Scavi e movimenti di terra	1'700'000							1'700'000
1.03	Opere di sostegno	600'000							600'000
1.04	Opere di prosciugamento	400'000							400'000
1.05	Nuove Edificazioni	3'100'000	1'300'000	400'000	900'000	500'000	600'000		6'800'000
1.06	Risanamenti							250'000	300'000
1.06	Riserve e imprevisti	630'000	130'000	40'000	90'000	50'000	60'000	30'000	1'000'000
2	Opere elettromeccaniche	4'400'000	1'650'000	90'000	1'650'000	660'000	550'000	270'000	9'300'000
2.01	Biofiltrazione + Filtrazione	4'000'000	1'500'000	80'000	1'500'000	600'000	500'000	250'000	8'430'000
2.05	Riserve e imprevisti	400'000	150'000	10'000	150'000	60'000	50'000	20'000	840'000
3	Impianti elettrici e automazione	1'380'000	620'000	20'000	610'000	290'000	240'000	50'000	3'200'000
	<b>Totale (IVA esclusa)</b>	<b>12'710'000</b>	<b>3'700'000</b>	<b>550'000</b>	<b>3'250'000</b>	<b>1'500'000</b>	<b>1'450'000</b>	<b>600'000</b>	<b>23'800'000</b>
	Costi tecnici (progettazione e procedure varie)	2'540'000	740'000	110'000	650'000	300'000	290'000	120'000	4'800'000
	IVA 8%	1'020'000	300'000	40'000	260'000	120'000	120'000	50'000	1'900'000
	<b>Totale (IVA inclusa)</b>	<b>16'270'000</b>	<b>4'740'000</b>	<b>700'000</b>	<b>4'160'000</b>	<b>1'920'000</b>	<b>1'860'000</b>	<b>770'000</b>	<b>30'500'000</b>

Tabella 16 Soluzione 1 - costi di investimento. Valori in franchi CHF.



Si rende attenti come gli oneri legati all'ampliamento della superficie di impianto (posizioni 1.01 → 1.04) ripartite per comodità unicamente sul trattamento biologico – di fatto l'intervento cuore della presente fase progettuale – siano in realtà a pieno vantaggio di tutte le altre opere che non sarebbero altrimenti possibili, o almeno non con i costi di cui sopra.

## **12.2 Soluzione 2**

### **12.2.1 Descrizione**

Come evincibile dalle planimetrie in allegato, la soluzione 2 si distingue dalla 1 principalmente per la diversa disposizione dei bacini di nitrificazione e denitrificazione. Essi infatti sono disposti "a zebra", e non "faccia a faccia" come nella prima soluzione.

Questa soluzione, a fronte di un maggior volume di sbancamento, permette la realizzazione nella prima fase sia dei bacini di denitrificazione che dei bacini di nitrificazione e di ottenere una maggiore riserva di spazio.

I passi necessari durante la prima fase di realizzazione sono quindi:

- Sbancamento di parte del pendio naturale, il cui volume di scavo è stato stimato in 5'650 m<sup>3</sup>, demolendo parte dell'attuale muro di contenimento con la creazione di uno nuovo che contenga le nuove opere e contrasti la spinta del terreno. Sarà pure ricostruita la canaletta di raccolta delle acque, allo stato attuale talvolta inadeguata.
- Realizzazione dei nuovi 6 bacini di nitrificazione (N), dei 6 bacini di denitrificazione/ossidazione del carbonio (DN/C) e dell'edificio per il sollevamento a valle della biofiltrazione, in cui alloggeranno anche l'impiantistica elettrica e le soffianti a servizio della biologia. La realizzazione avverrà senza intaccare la corretta funzionalità dell'IDA nella sua configurazione attuale, garantendo così esigenze qualitative di trattamento medesime alle odierne. Per motivi di sicurezza cantieristica e di buona riuscita della costruzione, i nuovi bacini di nitrificazione verranno costruiti mantenendo una distanza di 2.50 metri dal bordo delle vasche esistenti.
- Messa in esercizio della nuova linea di trattamento, che per suo carattere sarà in grado di generare un effluente di caratteristiche migliori dell'attuale e che verrà scaricato nel torrente Breggia.

La seconda fase di realizzazione consiste nei seguenti passi:

- Dismissione dell'impianto biologico attuale, ovvero delle due linee di biologia e di sedimentazione secondaria.
- Riorganizzazione dell'area dell'attuale impianto biologico, con la realizzazione di: 6 filtri (F), 2 bacini di pioggia con funzionalità di vasca di emergenza, secondo le indicazioni emerse nell'ambito dell'analisi secondo OPIR, trattamento di rimozione dei microinquinanti, trattamento separato delle acque di risulta e nuovo edificio officina-spogliatoi.
- Messa in esercizio dei nuovi impianti.

I bacini di nitrificazione saranno realizzati durante la prima fase, così come i bacini di denitrificazione. Ai lati di essi saranno realizzati il canale di ripartizione in ingresso, sia per nitrificazione che per denitrificazione e di scarico delle acque di lavaggio luride.

I 6 bacini di filtrazione saranno realizzati durante la seconda fase, sfruttando una parte dei bacini esistenti.

Parametro	Unità	Valore
Volume di sbancamento	m <sup>3</sup>	5'650
Numero bacini DN/C	-	6
Dimensioni interne (ciascuno)	m x m	4.50 x 6.75
Altezza utile, cad	m	7
Numero bacini N	-	6
Dimensioni interne (ciascuno)	m x m	3.00 x 6.75
Altezza utile, cad	m	7
Numero bacini F	-	6
Dimensioni interne (ciascuno)	m x m	4.50 x 6.00
Altezza utile, cad	m	3

Tabella 17 Soluzione 2 - dimensioni biologia e volume di scavo

Lo stadio di rimozione dei microinquinanti e il nuovo edificio servizi saranno costruiti sulla parte finale dei bacini di chiarificazione finale esistenti, coperti con soletta di adeguata capacità di carico. Il volume interrato risultante sarà disponibile quale riserva (p.e. stoccaggio aggiuntivo di precipitante).

I bacini di emergenza e di pioggia saranno realizzati sfruttando sia una vasca biologica esistente che parte di un bacino di chiarificazione finale. Anche in questa soluzione essi saranno completamente coperti, per ottenere una superficie carrabile ed edificabile ed ulteriore spazio sfruttabile interrato.

Analogamente a quanto indicato per la soluzione 1, la totalità dei trattamenti descritti saranno coperti, sulla base delle medesime considerazioni di cui al paragrafo 11.3.

Al termine della seconda fase di realizzazione si potrà inoltre procedere all'adeguamento della sedimentazione primaria, alla riorganizzazione dell'edificio amministrativo esistente ed alle sistemazioni esterne. Si prevede di garantire l'accesso all'impianto, oltre che dal cancello anche dall'ingresso posto in prossimità dell'edificio fanghi.

### 12.2.2 Stima dei costi di investimento

In maniera del tutto analoga all'approccio adottato per la soluzione 1, l'investimento necessario per la realizzazione delle opere è stato suddiviso nelle seguenti 3 voci di costo di seguito elencate:

- opere civili

- opere elettromeccaniche
- impianti elettrici ed automazione
- costi tecnici.
- L'investimento per la realizzazione di un impianto fotovoltaico è escluso dalla presente stima.

Nella seguente tabella sono riepilogati i costi di investimento necessari.

Pos.	Descrizione	Trattamento biologico	Filtrazione	Vasche di emergenza	Microinquinanti	Trattamento acque risulta	Edificio servizi	Sedimentazione primaria	Totale
1	<i>Opere civili</i>	7'920'000	1'430'000	440'000	990'000	550'000	660'000	280'000	12'300'000
1.01	Installazione di cantiere e lavori preparatori	500'000							500'000
1.02	Scavi e movimenti di terra	2'100'000							2'100'000
1.03	Opere di sostegno	900'000							900'000
1.04	Opere di prosciugamento	400'000							400'000
1.05	Nuove Edificazioni	3'300'000	1'300'000	400'000	900'000	500'000	600'000		7'000'000
1.06	Risanamenti							250'000	250'000
1.07	Riserve e imprevisti	720'000	130'000	40'000	90'000	50'000	60'000	30'000	1'100'000
2	<i>Opere elettromeccaniche</i>	4'400'000	1'650'000	90'000	1'650'000	660'000	550'000	270'000	9'300'000
2.01	Componenti varie	4'000'000	1'500'000	80'000	1'500'000	600'000	500'000	250'000	8'430'000
2.05	Riserve e imprevisti	400'000	150'000	10'000	150'000	60'000	50'000	20'000	840'000
3	<i>Impianti elettrici e automazione</i>	1'380'000	620'000	20'000	610'000	290'000	240'000	50'000	3'200'000
	<b>Totale (IVA esclusa)</b>	<b>13'700'000</b>	<b>3'700'000</b>	<b>550'000</b>	<b>3'250'000</b>	<b>1'500'000</b>	<b>1'450'000</b>	<b>600'000</b>	<b>24'800'000</b>
	Costi tecnici (progettazione e procedure varie)	2'740'000	740'000	110'000	650'000	300'000	290'000	120'000	5'000'000
	IVA 8%	1'100'000	300'000	40'000	260'000	120'000	120'000	50'000	2'000'000
	<b>Totale (IVA inclusa)</b>	<b>17'540'000</b>	<b>4'740'000</b>	<b>700'000</b>	<b>4'160'000</b>	<b>1'920'000</b>	<b>1'860'000</b>	<b>770'000</b>	<b>31'800'000</b>

Tabella 18 Soluzione 2 - costi di investimento. Valori in franchi CHF.

Si rende attenti come gli oneri legati all'ampliamento della superficie di impianto (posizioni 1.01 → 1.04) ripartite per comodità unicamente sul trattamento biologico – di fatto l'intervento cuore della presente fase progettuale – siano in realtà a pieno vantaggio di tutte le altre opere che non sarebbero altrimenti possibili, o almeno non con i costi di cui sopra.

### 12.3 Valutazione e scelta della variante ottimale

Il presente capitolo si occupa di sottoporre le due soluzioni ad una valutazione qualitativa multi-criteri, con lo scopo di individuare quella ottimale. I cinque criteri alla base della valutazione sono dettagliatamente descritti nel successivo paragrafo 12.3.1. Il giudizio dato ad ogni soluzione per ogni singolo criterio ha quindi definito la scelta della soluzione ottimale.

#### 12.3.1 Criteri di valutazione

In linea con l'esperienza degli scriventi nel campo, si è deciso di impiegare i criteri, a cui applicare i pesi, di seguito descritti:

- Costi di investimento: la soluzione con costi di investimento più bassi ha giudizio migliore. I costi di gestione non sono stati presi in considerazione in quanto considerati identici per le due soluzioni.
- Flessibilità nel tempo, criterio che considera la facilità di ampliamento dell'IDA in futuro (riserva di spazio), nel caso di mutamento delle condizioni al contorno, siano i carichi in ingresso o le esigenze di trattamento richieste dall'OPAc.
- Organizzazione area impianto, criterio che considera l'ottimizzazione delle diverse aree d'impianto, sia da un punto di vista processuale che logistico.
- Complessità cantiere, somma di due sottocriteri:
  - tempistiche di costruzione: durata del cantiere e delle fasi transitorie in cui il rispetto dei limiti di legge risulta più laborioso
  - necessità di provvisori per il rispetto delle esigenze imposte durante la fase di cantiere.
- Qualità effluente in fase transitoria, valutando il rispetto dei limiti di legge imposti o eventuali situazioni migliorative le esigenze minime richiesta.

#### 12.3.2 Matrice di valutazione

Si riporta la matrice impiegata ai fini della valutazione multi-criteri.

Criterio	Soluzione 1	Soluzione 2
Costi di investimento	++	+(+)
Flessibilità nel tempo	+	++
Organizzazione area impianto	+	++
Complessità cantiere	+	++
Effluente in transitorio	+	++

Tabella 19      Matrice di valutazione: ++ molto buono, + buono

La soluzione 2 risulta essere la migliore.

Di seguito si riporta un'analisi dei giudizi, criterio per criterio:

- Costi di investimento: la soluzione 1 risulta la più vantaggiosa, poiché prevede un volume di scavo inferiore rispetto alla soluzione 2 (3'840 m<sup>3</sup> rispetto a 5'650 m<sup>3</sup>). La soluzione 2 prevede infatti un volume di scavo superiore rispetto alla soluzione 1 (5'650 m<sup>3</sup> rispetto a 3'840 m<sup>3</sup>). La differenza risulta comunque contenuta.

In considerazione dei volumi di investimento previsti, la differenza tra le due soluzioni assume una rilevanza limitata, da cui il secondo “+” tra parentesi per la soluzione 2.

- Flessibilità del tempo: la soluzione 2 risulta migliore, grazie al maggior volume di sbanca-mento che conferisce alla soluzione una maggiore riserva di spazio per ampliamenti futuri.
- Organizzazione area impianto: la soluzione 2 risulta migliore, grazie alla disposizione ot-timale dei bacini di biologia (DN/C e N). Inoltre il maggior spazio disponibile permette una migliore disposizione degli edifici.
- Complessità cantiere: la soluzione 1 risulta più sconveniente, poiché prevede la messa in esercizio dei bacini di nitrificazione in una fase precedente ai bacini di denitrificazione e quindi una fase transitoria in più rispetto alla soluzione 2.
- Qualità effluente in fase transitoria: la soluzione 2 permette una migliore qualità dell'effluente al termine della prima fase di realizzazione, in quanto entreranno in esercizio sia i bacini di nitrificazione che quelli di denitrificazione. La soluzione 1, nella quale al ter-mine della prima fase di realizzazione entreranno in esercizio solo i bacini di nitrificazione, permette comunque il rispetto dei limiti imposti dal Cantone.

La soluzione 2 riporta il giudizio migliore in quattro criteri su cinque. Alla luce di questi risul-tati, e in considerazione del fatto che la differenza nei costi di investimento non è marcata, la soluzione 2 è da ritenersi ottimale.

### 13. Riepilogo dei costi soluzione 2

Il presente capitolo si occupa di approfondire i costi della soluzione 2, sia per quanto riguarda l'investimento iniziale che i costi di gestione annuali.

Il livello di affidabilità dei costi del presente progetto è, in linea con le indicazioni SIA, dell'ordine del  $\pm 25\%$ .

Le indicazioni economiche sono state ottenute mediante contatti dedicati con i fornitori delle tecnologie ed elaborate sulla base dell'esperienza nel campo degli scriventi.

Riguardo lo stadio di rimozione dei microinquinanti, sono stati considerati i costi, sia di investimento che di gestione, del processo di ozonizzazione, in linea con i risultati dello Studio di fattibilità dedicato, che indicava questo processo attualmente più idoneo per l'IDA di Pizzamiglio. Comunque, come già evidenziato nel capitolo dedicato, nel presente progetto si è deciso di non escludere un processo a favore dell'altro.

I costi del trattamento separato dalle acque di risulta derivano sia da esperienza diretta degli scriventi in altri progetti simili sia dalla tesi di Dottorato "Biological Nitrogen Elimination of Ammonium-rich Sludge Digester Liquids" (C.Fux et al.).

#### 13.1 Costi di investimento

I costi di investimento della soluzione 2 sono dettagliati al paragrafo 12.2.2. Si propone di seguito un riepilogo degli stessi.

Oggetto	CHF
Opere civili	12'300'000
Opere elettromeccaniche	9'300'000
Impianti elettrici ed automazione	3'200'000
<b>Totale (IVA esclusa)</b>	<b>24'800'000</b>
<b>Costi tecnici e di progettazione</b>	<b>5'000'000</b>
<b>IVA (8%)</b>	<b>2'000'000</b>
<b>Totale (IVA inclusa)</b>	<b>31'800'000</b>

Tabella 20 Soluzione 2 - riepilogo costi di investimento

#### 13.2 Costi di gestione

I costi di gestione si riferiscono agli oneri di esercizio, comprendendo le voci di seguito elencate:

- Manutenzione, stimata allo 0.5% dell'investimento relativo alle opere edili ed al 2% dell'investimento relativo alle componenti elettromeccaniche ed elettriche

- Consumi energetici, costituiti, in maniera preponderante, dall'aerazione dei bacini di ossidazione e comprendenti pompaggi / sollevamenti
- Consumi di prodotti chimici
- Costo del personale aggiuntivo rispetto alla situazione attuale.

La tabella seguente riassume una stima degli oneri gestionali.

Pos.	Descrizione		Trattamento biologico	Filtrazione	Vasche di emergenza	Microinquinanti	Trattamento acque risulta	Edificio servizi	Sedimentazione primaria	Totale
1	Manutenzione		128'000	40'200	4'000	38'000	16'000	14'300	6'800	250'000
1.01	Opere civili	0.5%	40'000	7'200	2'200	5'000	2'800	3'300	1'400	60'000
1.02	Opere elettromeccaniche	2%	88'000	33'000	1'800	33'000	13'200	11'000	5'400	185'400
2	Consumi energetici		200'000	40'000	-	50'000	10'000	-	-	300'000
3	Prodotti chimici		250'000	-	-	55'000	5'000	-	-	310'000
4	Personale		25'000	-	-	25'000	-	-	-	50'000
	<b>Totale</b>		<b>603'000</b>	<b>80'200</b>	<b>4'000</b>	<b>168'000</b>	<b>31'000</b>	<b>14'300</b>	<b>6'800</b>	<b>910'000</b>

Tabella 21 Soluzione 2 - costi gestionali. Valori in franchi CHF.

Si rende attenti come tutte le voci siano in termini assoluti, ad eccezione del personale, indicato quale onere incrementale rispetto alla situazione attuale. Un confronto qualitativo con la stessa prevede quanto segue:

- Manutenzione: tendenzialmente inferiore, in considerazione dell'attuale età delle componenti installate
- Consumi energetici: circa doppi, in considerazione della tipologia di trattamento e delle accresciute esigenze di trattamento (nitrificazione)
- Prodotti chimici: tendenzialmente costanti. L'importo risulta superiore all'attuale essendo stato stimato sulla piena potenzialità di ampliamento dell'IDA
- Personale: si stima un ulteriore 50% di carico di lavoro in considerazione della maggiore complessità. Un collaboratore a tempo pieno potrebbe essere preso in considerazione in caso di impiego pure in altri ambiti (p.e. supervisione della rete).

### 13.3 Costi annui

Il presente paragrafo si occupa di stimare i costi annui, intesi quali somma di:

- Costi di capitale: investimento ammortizzato su 30 anni, per quanto riguarda le opere civili, e 15 anni, per quanto riguarda le componenti elettromeccaniche, ed assumendo un tasso di interesse del 4% per le opere civili e del 3% per le opere elettromeccaniche.
- Costi di gestione, dettagliatamente descritti al precedente paragrafo 13.2.

La tabella seguente riassume i costi annui.

Pos.	Descrizione				Trattamento biologico	Filtrazione	Vasche di emergenza	Microinquinanti	Trattamento acque risulta	Edificio servizi	Sedimentazione primaria	Totale
1	Costi di capitale				940'000	270'000	40'000	250'000	110'000	110'000	50'000	1'770'000
1.01	Opere civili	30	4%	5.78%	460'000	80'000	30'000	60'000	30'000	40'000	20'000	720'000
1.02	Opere elettromeccaniche	15	3%	8.38%	480'000	190'000	10'000	190'000	80'000	70'000	30'000	1'050'000
2	Costi di gestione				603'000	80'200	4'000	168'000	31'000	14'300	6'800	910'000
	Totale				1'543'000	350'200	44'000	418'000	141'000	124'300	56'800	2'680'000

Tabella 22 Soluzione 2 - costi annui. Valori in franchi CHF.



## 13.4 Valutazioni finali

Il presente paragrafo contiene alcune riflessioni volte a posizionare gli oneri previsti dal presente progetto nel panorama degli investimenti complessivi per l'adeguamento dell'IDA di Chiasso, nonché a valutare il momento ottimo di realizzazione dello stadio per la rimozione dei microinquinanti.

### 13.4.1 Costi complessivi adeguamento IDA Chiasso

I costi di costruzione si situano attorno a 32 milioni di franchi (IVA inclusa); gli interventi previsti permetteranno di concludere la fase di ammodernamento e potenziamento dell'infrastruttura, intrapresa, con i primi studi, ad inizio degli anni 2000.

Sommate a quanto già eseguito finora, le opere previste porteranno gli investimenti complessivi a circa 47 milioni di franchi (IVA inclusa).

Oggetto	CHF
Fasi 1 e 2	14'900'000
Totale opere	12'000'000
Costi tecnici	1'850'000
IVA	1'050'000
Fase 3	31'800'000
Totale opere	24'800'000
Costi tecnici	5'000'000
IVA	2'000'000
<b>Totale Investimento</b>	<b>46'700'000</b>

Tabella 23 Riassunto costi di investimento adeguamento e ampliamento IDA

Considerando la capacità di dimensionamento, 52'800 AE, risulta un investimento complessivo specifico per abitante equivalente di poco inferiore ai 900 CHF, del tutto in linea con i valori di rimpiazzo tipici della situazione in Svizzera ("Kosten und Leistungen der Abwassertsorgung", VSA 2011), una cui rappresentazione grafica è riportata di seguito.

Se si considera la specificità dell'IDA di Chiasso in termini di logistica ed inserimento di nuovi manufatti, così come la complessità dell'intervento di cui al presente progetto che include pure un nuovo stadio di trattamento per i microinquinanti, il volume di investimenti complessivo è più che sostenibile.

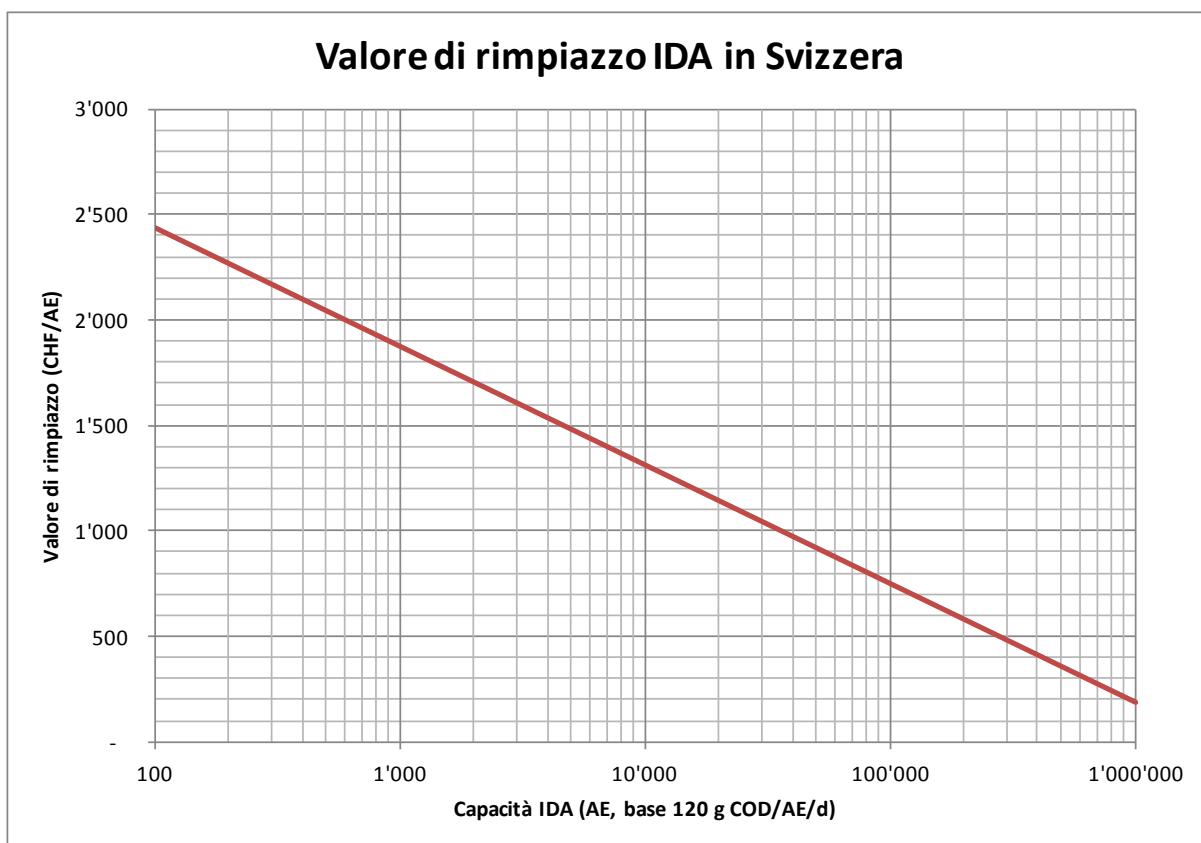


Figura 13 Valori di rimpiazzo specifici IDA. Fonte dati: VSA (2010), elaborazione: TBF

La necessità di un rinnovo del comparto biologico era emersa sin dalle prime attività di progettazione, sfociando in un Messaggio al Consiglio Consortile (NO.1/2005), in cui si era stimato, in maniera del tutto informativa, un volume di opere di circa 12 milioni di franchi.

Il dato si fondava sulle informazioni contenute nello studio effettuato da Künzler & Partner nel 2002, una base differente in maniera sostanziale in considerazione di quanto di seguito elencato:

- la capacità di trattamento prevista era inferiore, basandosi sui carichi di inquinanti di fine anni '90 nel '900, più contenuti rispetto agli attuali, come ampiamente dettagliato nei rapporti “Basi di dimensionamento” ed “Indagine Preliminare”
- il quadro legislativo era differente, non contemplando l'eliminazione dei microinquinanti e con essa un effluente di qualità superiore (p.e. solidi sospesi inferiori a 5 mg l<sup>-1</sup>)
- l'intervento previsto era più contenuto, in considerazione dei due punti precedenti e limitandosi unicamente al comparto biologico. Allo stato attuale si è allargato l'ambito pure agli elementi di seguito elencati, reputati parte integrante per un'efficace riorganizzazione dell'infrastruttura secondo le esigenze richieste ed al passo coi tempi. In dettaglio:
  - stadio di filtrazione finale.
  - vasche di emergenza.
  - stadio di rimozione dei microinquinanti.

- nuovo edificio servizi.
- l'intervento previsto, in considerazione della minore complessità, era confinabile nello spazio disponibile, senza quindi la necessità di incrementare la superficie dell'IDA con lo sbancamento lato montagna
- l'organizzazione di cantiere prevedeva metà dell'attuale IDA in esercizio nella fase transitoria, aspetto oggi in evidente contraddizione con le chiare esigenze palesate dalle competenti Autorità Cantonali e del tutto condivise dal CDACD.

Questi interventi, non prevedibili né preventivabili circa 15 anni fa, hanno portato de facto ad un raddoppio dei costi di costruzione, dimostrando peraltro l'oculatazza del CDACD nel voler suddividere in tappe ("fasi") l'ammodernamento della propria infrastruttura. Se si fosse provveduto a condensare tutte le opere ad inizio anni 2000, infatti, il CDACD si troverebbe allo stato attuale con un comparto biologico già al limite delle proprie capacità e la necessità di aprire un nuovo cantiere per la realizzazione dello stadio per la rimozione dei microinquinanti. Va inoltre considerato che l'attuale configurazione dell'IDA, malgrado alcuni punti deboli e grazie ad una gestione accurata, ha consentito (e consentirà fino alla costruzione del nuovo comparto biologico) un effluente qualitativamente discreto.

Gli importi sono invece del tutto in linea con quanto previsto a livello di studio di fattibilità, in cui erano stati unicamente considerati gli oneri per biofiltrazione (inclusa filtrazione finale) e vasche di emergenza, in una configurazione simile alla soluzione 1 del presente progetto.

#### **13.4.2 Considerazioni sui tempi di esecuzione della rimozione microinquinanti**

L'imminente fase di consultazione della nuova OPAC, che dovrebbe culminare con l'approvazione finale della stessa – in analogia a quanto avvenuto per la LPAC nella primavera del 2014 – fisserà definitivamente i principi del finanziamento delle nuove opere previste per la riduzione dei microinquinanti.

Allo stato attuale delle conoscenze, la Confederazione intende coprire il 75% degli investimenti attingendo ad un fondo speciale che sarà alimentato grazie al prelievo di una tassa massima di 9 CHF/ab/anno, dove per "ab" si intende l'abitante allacciato residente nel comprensorio IDA. Lo stesso sarà attivato in concomitanza dell'entrata in vigore di LPAC ed OPAC, che avverrà presumibilmente il 1° gennaio 2016. Saranno chiamati a contribuire tutti i cittadini elvetici allacciati ad un sistema di smaltimento delle acque reflue (la quasi totalità della popolazione), in ottemperanza al principio di causalità ("chi inquina, paga"), sull'assunto che il contributo in termini di immissioni di microinquinanti sia uguale per tutti, così come i vantaggi che le misure comporteranno siano a beneficio di tutti. La riscossione della tassa sarà limitata nel tempo, concludendosi presumibilmente entro il 2040, quando tutti gli IDA interessati avranno dovuto portare a termine gli interventi.

Non appena in esercizio il nuovo stadio per la rimozione dei microinquinanti, anche se prima del 2040, il CDACD cesserà di alimentare il fondo: tale elemento costituisce di fatto un incremento per una rapida realizzazione degli interventi, aspetto che risulta tanto più interessante, quanto è grande l'IDA.

Nel caso specifico del CDACD, con riferimento alle stime di cui al capitolo 12.2.2, si prevedono investimenti per quasi 9 milioni di CHF (IVA e costi tecnici compresi) connessi alla tematica microinquinanti, considerando quanto di seguito elencato:

- nuovo stadio rimozione microinquinanti, 4'160'000 CHF
- nuova filtrazione, non necessaria in assenza del nuovo stadio per la rimozione dei microinquinanti, 4'740'000 CHF.

Qualora la proposta di finanziamento attualmente nota dovesse mantenersi tale, il CDACD riceverebbe un contributo attorno ai 6'500'000 CHF, riducendo così il proprio investimento a circa 25 milioni di CHF (IVA e costi tecnici compresi), di cui solo circa il 10% per il nuovo stadio di rimozione dei microinquinanti. I costi sarebbero invece notevolmente maggiori, in caso di una realizzazione a posteriori, non andando ad inserirsi in un grande cantiere in corso d'opera.

Comparando i costi gestionali del nuovo stadio per la rimozione dei microinquinanti (ca. 250'000 CHF) con la tariffa annua a carico del CDACD per l'alimentazione del fondo (ca. 270'000 CHF; ipotizzando 9 CHF/abitante/anno ed una popolazione di 30'000 abitanti), non si ottiene invece alcuna chiara indicazione sull'opportunità di una realizzazione rapida.

Un'analisi più dettagliata in questa direzione potrà comunque essere eseguita unicamente a valle della definitiva entrata in vigore dell'OPAc e dell'identificazione della strategia cantonale sul tema microinquinanti, una cui anticipazione si auspica sia integrata nell'ambito della presa di posizione in merito al presente incarto da parte delle competenti Autorità Cantionali.

## 14. Conclusioni

Il presente progetto di massima per l'adeguamento e il potenziamento dello stadio biologico dell'IDA di Pizzamiglio è stato redatto sulla base dei rapporti elaborati nelle attività precedenti, con lo scopo di definire una valida soluzione di disposizione.

Gli interventi descritti nel progetto interessano i seguenti comparti:

- Stadio biologico: nello Studio di fattibilità la variante tecnologia migliore è risultata essere la biofiltrazione; essa prevede anche uno stadio di filtrazione di volume finale.
- Vasche di emergenza, concepite al fine di mitigare i rischi in caso di inquinamento grave e secondo le indicazioni dell'analisi di rischio OPIR.
- Stadio di rimozione dei microinquinanti, secondo i risultati ottenuti nello Studio di fattibilità dedicato.
- Trattamento separato delle acque di risulta, per ridurre il carico di azoto in ingresso all'impianto.
- Interventi di riorganizzazione.

Tra le due soluzioni studiate, la seconda risulta essere ottimale. Essa prevede la costruzione dei nuovi bacini biologici, sia di denitrificazione/ossidazione del carbonio, che di nitrificazione, durante la prima fase di intervento. Una volta in esercizio i nuovi bacini, si procederà alla dismissione dell'impianto attuale e alla seconda fase di intervento che prevede la costruzione dei bacini di filtrazione finale, dei bacini di emergenza, dello stadio di rimozione dei microinquinanti e del trattamento separato delle acque di risulta.

Rientrano nella presente fase di adeguamento pure alcuni interventi di riorganizzazione, quali la costruzione di un nuovo edificio servizi che contenga l'officina e gli spogliatoi e la conseguente ottimizzazione dell'edificio amministrativo esistente.

Tutti i nuovi manufatti sono previsti coperti, sia per garantire una migliore facilità di accesso e supervisione delle vasche sia per mitigare l'emissione di odori molesti. Inoltre così facendo si fornisce notevole superficie per l'eventuale installazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica.

I costi di costruzione complessivi si collocano intorno ai 32 milioni di franchi (IVA inclusa), il 20% dei quali potrebbero essere coperti dal nuovo fondo per i microinquinanti. Sommandoli agli investimenti legati alle precedenti fasi di adeguamento dell'IDA, gli oneri risultano del tutto in linea con i valori di rimpiazzo indicati da VSA malgrado la singolare situazione logistica caratterizzante l'area di impianto e la complessità tecnologica degli interventi.

TBF + Partner AG  
Ingegneri consulenti

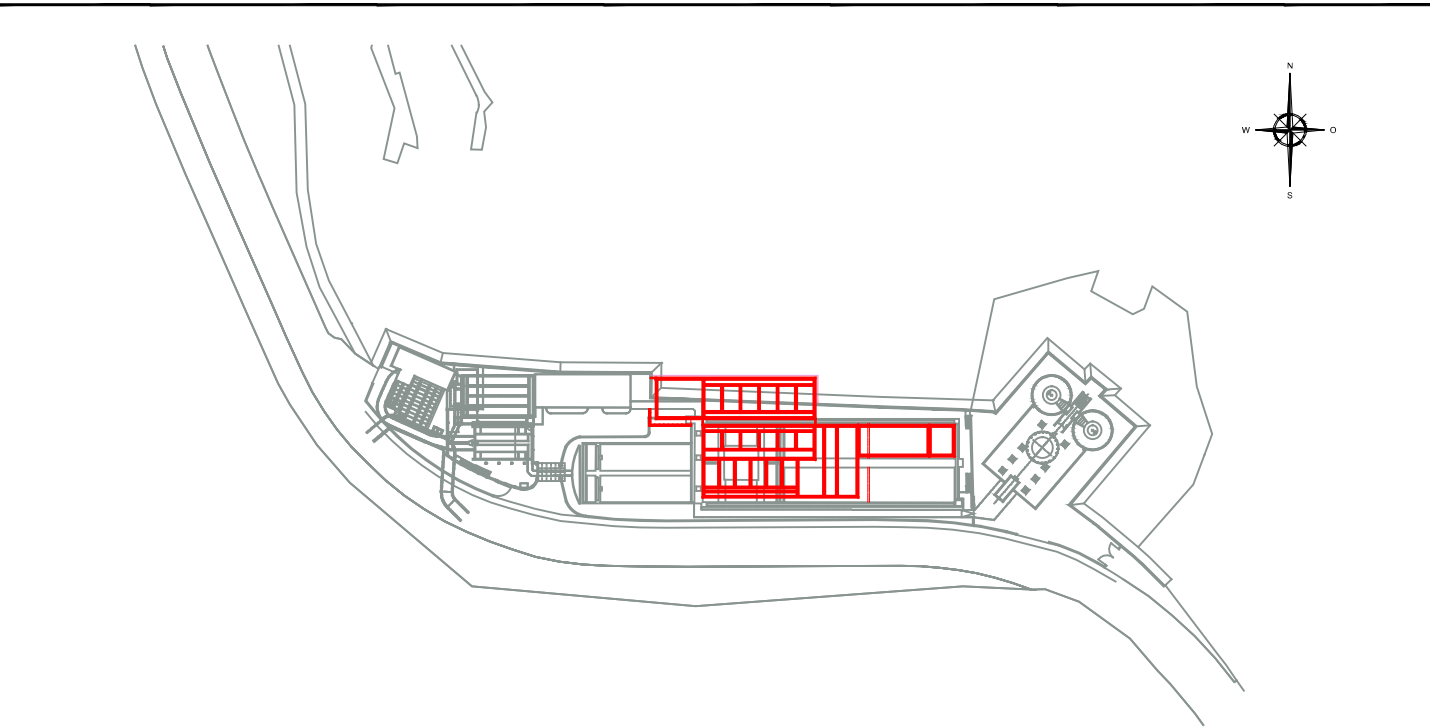
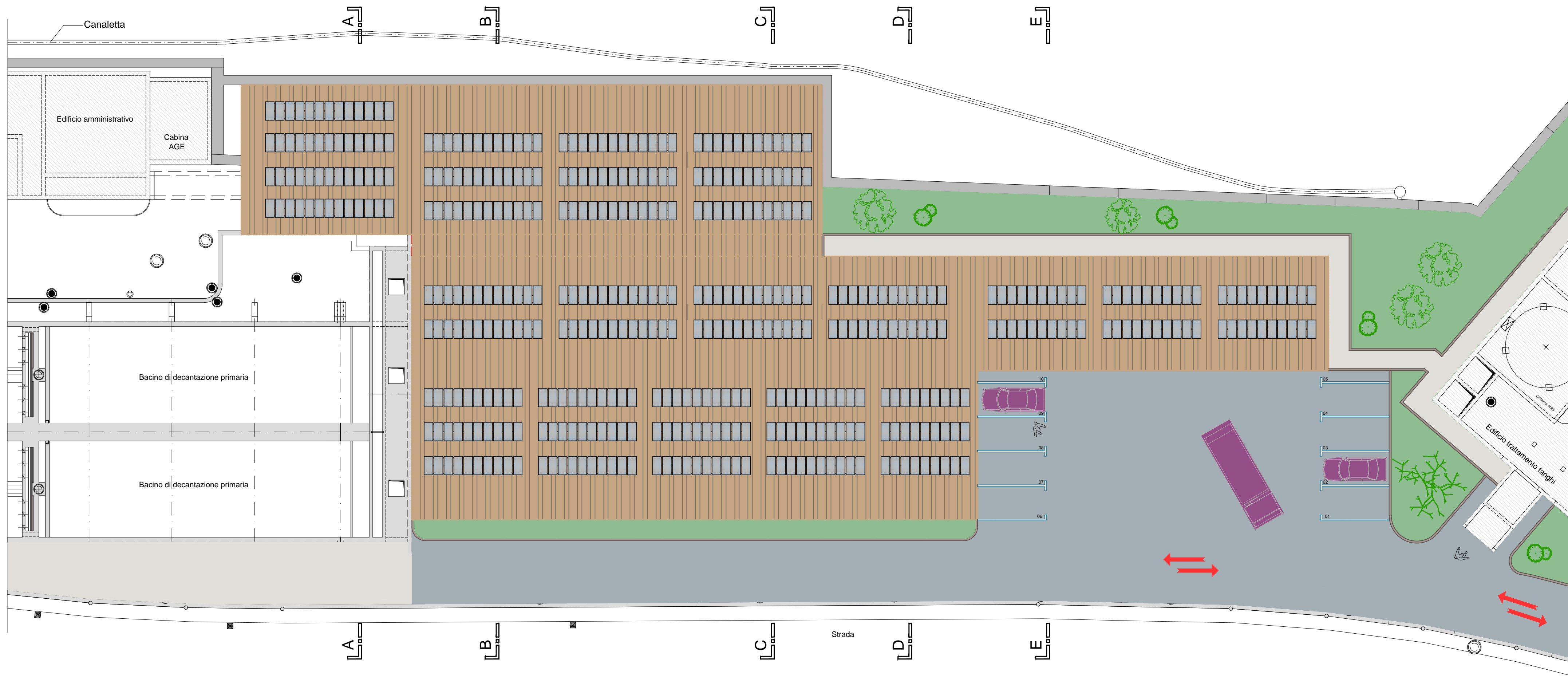
**Indice tabelle**

Tabella 1	Esigenze di scarico generali secondo l'OPAc (allegato 3.1, cifre 2 e 3). * in caso di accettazione revisione OPAc (microinquinanti)	12
Tabella 2	Carichi idraulico (m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup> ) e dei principali inquinanti (kg d <sup>-1</sup> ) in ingresso all'IDA. Dati 2007-2013. Media.	13
Tabella 3	Carichi idraulico (m <sup>3</sup> d <sup>-1</sup> ) e dei principali inquinanti (kg d <sup>-1</sup> ) in ingresso all'IDA. Dati 2007-2013. Valore-90%.	14
Tabella 4	Carichi dei principali inquinanti (AE) in ingresso all'IDA. Dati 2007-2013. Media.	14
Tabella 5	Carichi dei principali inquinanti (AE) in ingresso all'IDA. Dati 2007-2013. Valore-90%.	15
Tabella 6	Determinazione del carico di TKN in ingresso all'IDA di Pizzamiglio. Dati 2007-2013. Media.	16
Tabella 7	Determinazione del carico di TKN in ingresso all'IDA di Pizzamiglio. Dati 2007-2013. Valore-90%.	16
Tabella 8	Dati di dimensionamento	18
Tabella 9	Microinquinanti - parametri di dimensionamento	18
Tabella 10	Riepilogo dati di dimensionamento biofiltrazione	25
Tabella 11	Riepilogo dati di dimensionamento filtrazione	25
Tabella 12	Dimensionamento reattore di contatto PAC	29
Tabella 13	Dimensionamento reattore di contatto O <sub>3</sub>	31
Tabella 14	Microinquinanti – valutazione delle alternative. R: necessaria ulteriore ricerca.	32
Tabella 15	Soluzione 1 - dimensioni biologia e volume di scavo	40
Tabella 16	Soluzione 1 - costi di investimento. Valori in franchi CHF.	41
Tabella 17	Soluzione 2 - dimensioni biologia e volume di scavo	43
Tabella 18	Soluzione 2 - costi di investimento. Valori in franchi CHF.	44
Tabella 19	Matrice di valutazione: ++ molto buono, + buono	45
Tabella 20	Soluzione 2 - riepilogo costi di investimento	47
Tabella 21	Soluzione 2 - costi gestionali. Valori in franchi CHF.	48
Tabella 22	Soluzione 2 - costi annui. Valori in franchi CHF.	49
Tabella 23	Riassunto costi di investimento adeguamento e ampliamento IDA	50

## Indice figure

Figura 1	Copertura viti di sollevamento	8
Figura 2	Nuovo edificio pretrattamenti	8
Figura 3	Grigliatura e nuovo edificio pretrattamenti	8
Figura 4	Costruzione biofiltro	8
Figura 5	Linea fanghi - smontaggio cupola digestore	8
Figura 6	Evoluzione dei carichi in ingresso all'IDA (AE, valore-90%).	17
Figura 7	Linea acque IDA - Schema di principio	21
Figura 8	Linea fanghi IDA - Schema di principio	22
Figura 9	Biofiltrazione - schema di funzionamento	24
Figura 10	Schema di configurazione dosaggio PAC senza sedimentazione	29
Figura 11	Schema di configurazione ozonizzazione	31
Figura 12	Processo di nitrificazione/denitrificazione convenzionale (sinistra) e Anammox (destra).	34
Figura 13	Valori di rimpiazzo specifici IDA. Fonte dati: VSA (2010), elaborazione: TBF 51	





## PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 1  
Planimetria sistemazioni esterne  
1:200

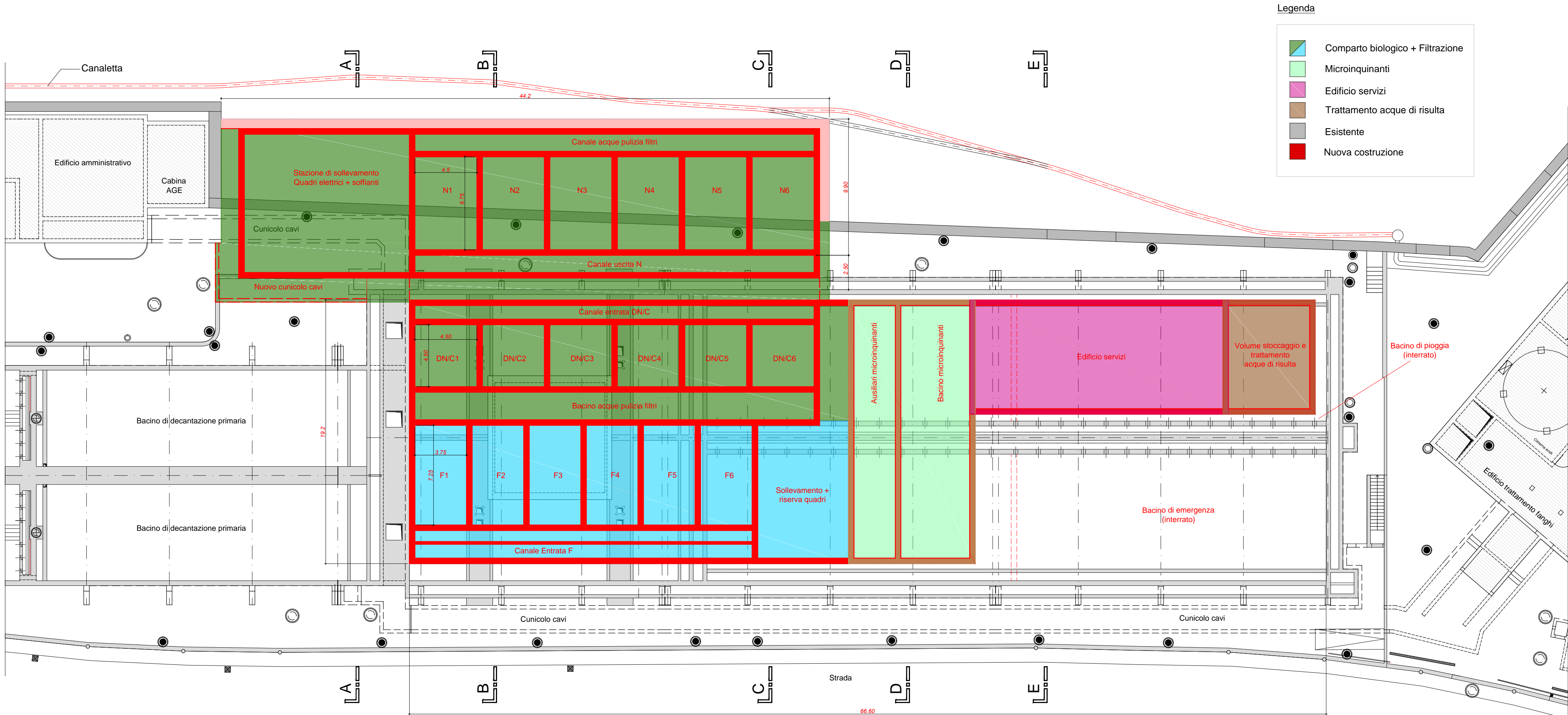
Progetto tol  
Disegno pef/tom  
Controllato  
Formato 30/84  
Data 17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1001**

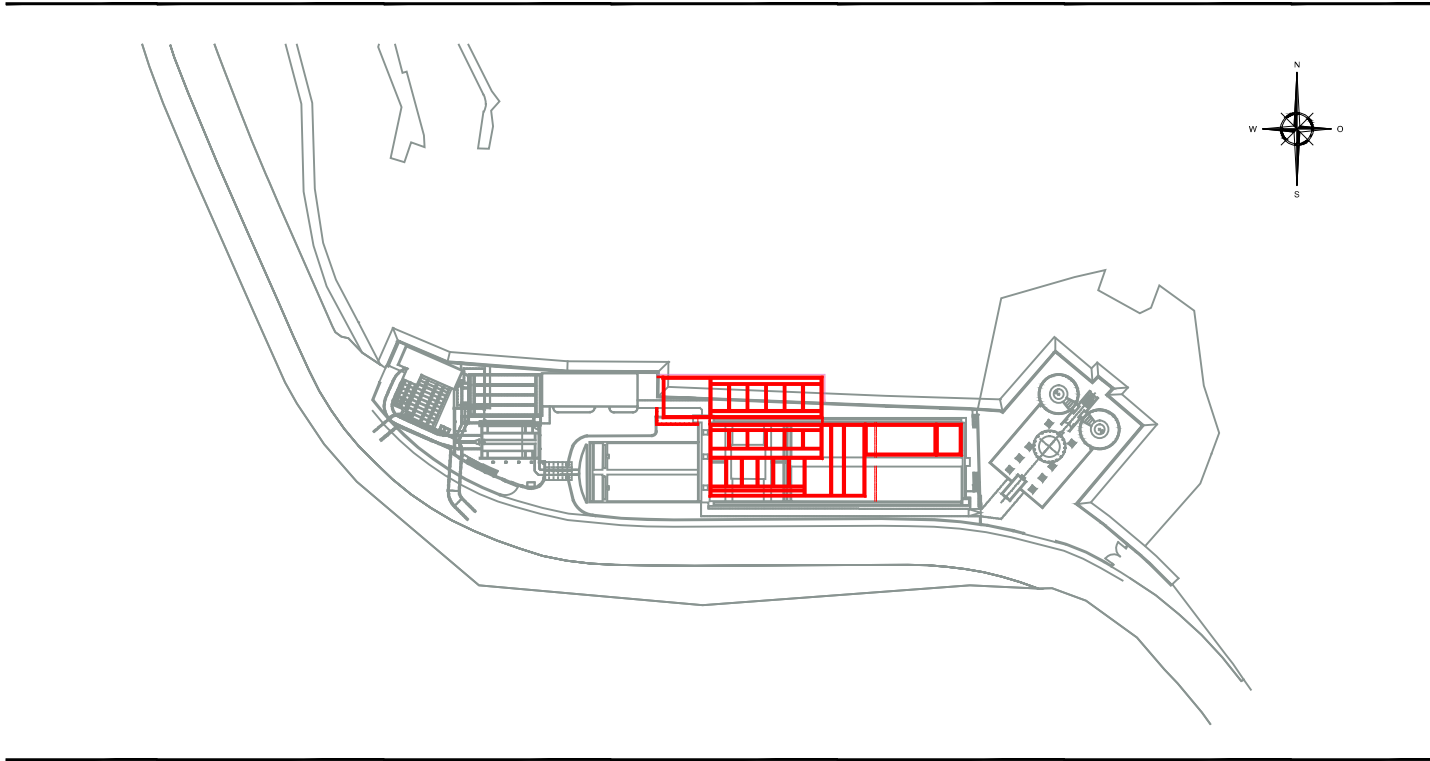
Progettista generale  
**tbf** **TBF+Partner AG**  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch





Nota: tutti i nuovi manufatti sono coperti



## PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

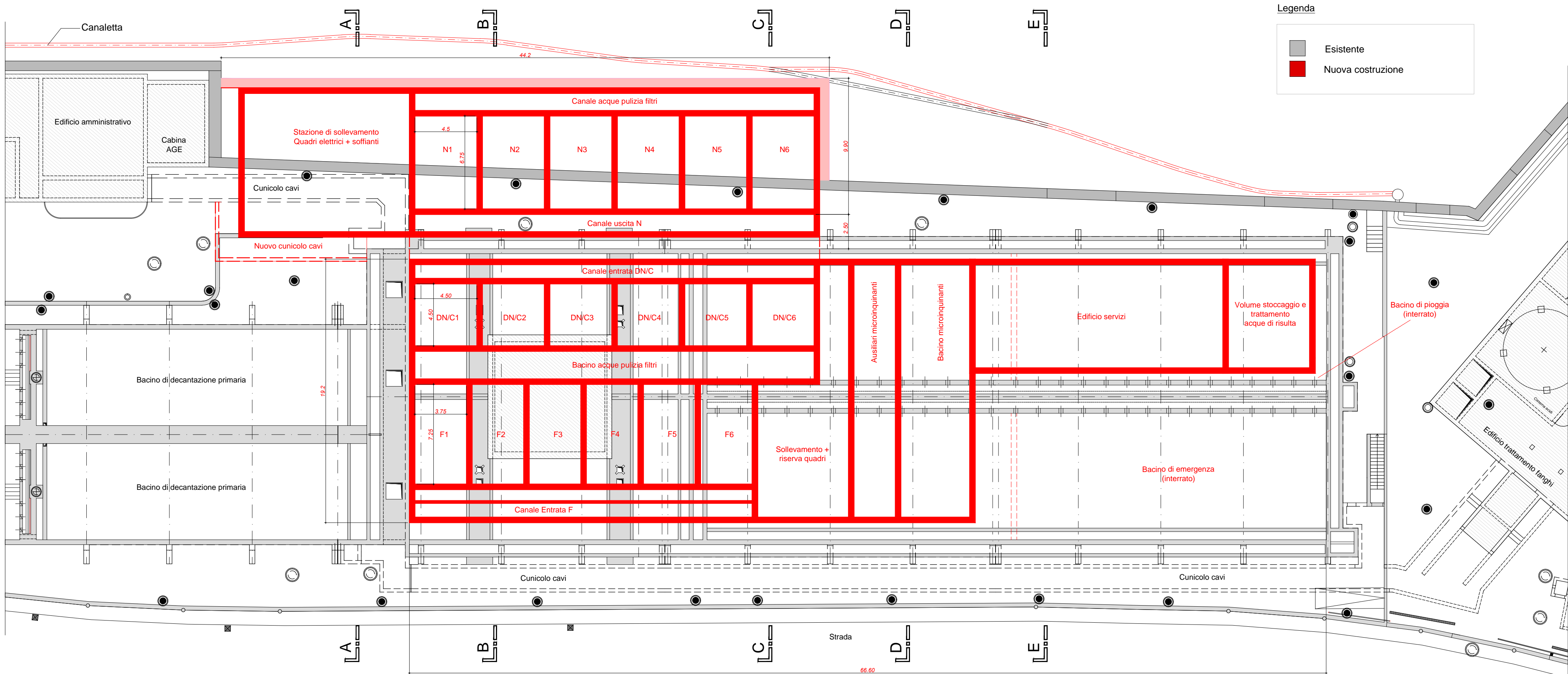
Soluzione 1  
Planimetria degli interventi  
1:200

Progetto tol  
Disegno pef/tom  
Controllato 30/84  
Formato  
Data 17.10.2014

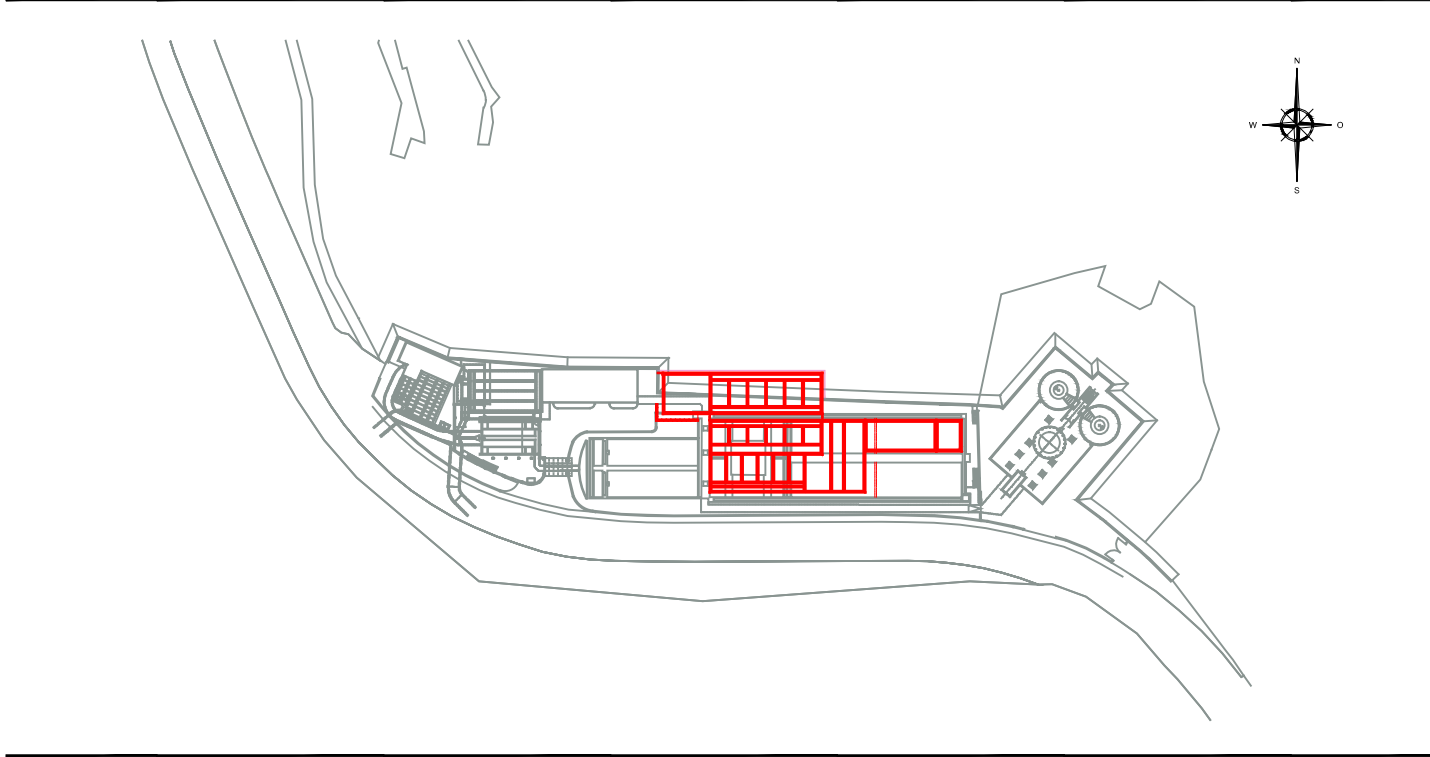
Piano No.:  
**10.00.1002**

Progettista generale  
**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch



Nota: tutti i nuovi manufatti sono coperti



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 1  
Planimetria generale  
1:200

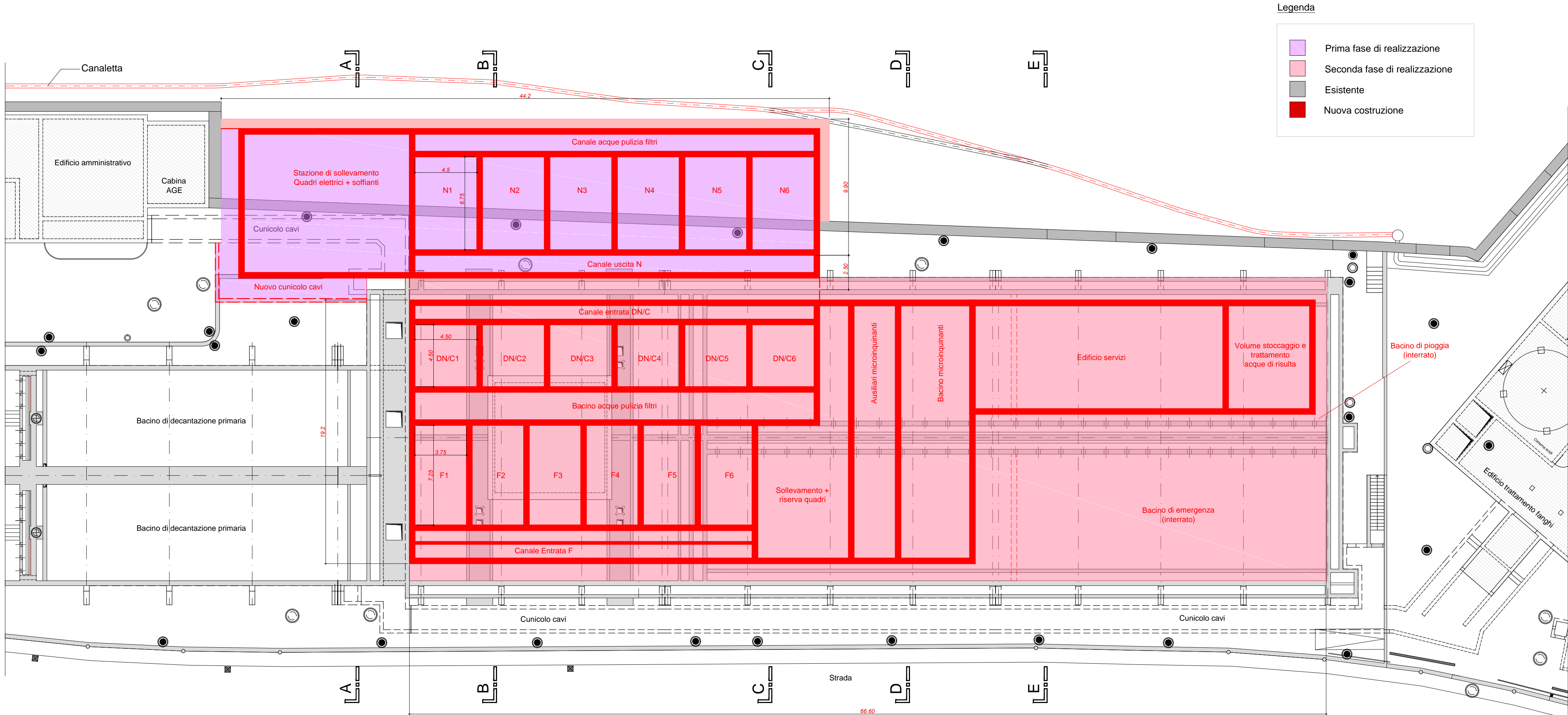
Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/84
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1003**

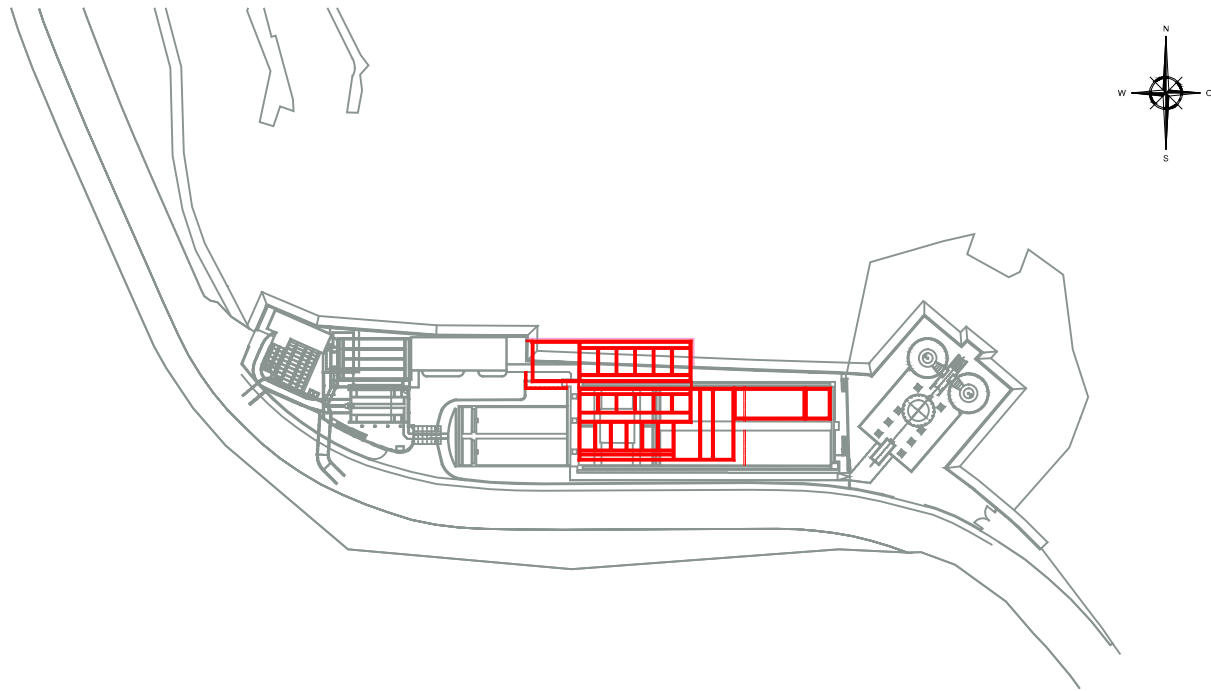
Progettista generale  
**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch





Nota: tutti i nuovi manufatti sono coperti



## PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 1  
Planimetria fasi di realizzazione  
1:200

Progetto tol  
Disegno pef/tom  
Controllato 30/84  
Formato  
Data 17.10.2014

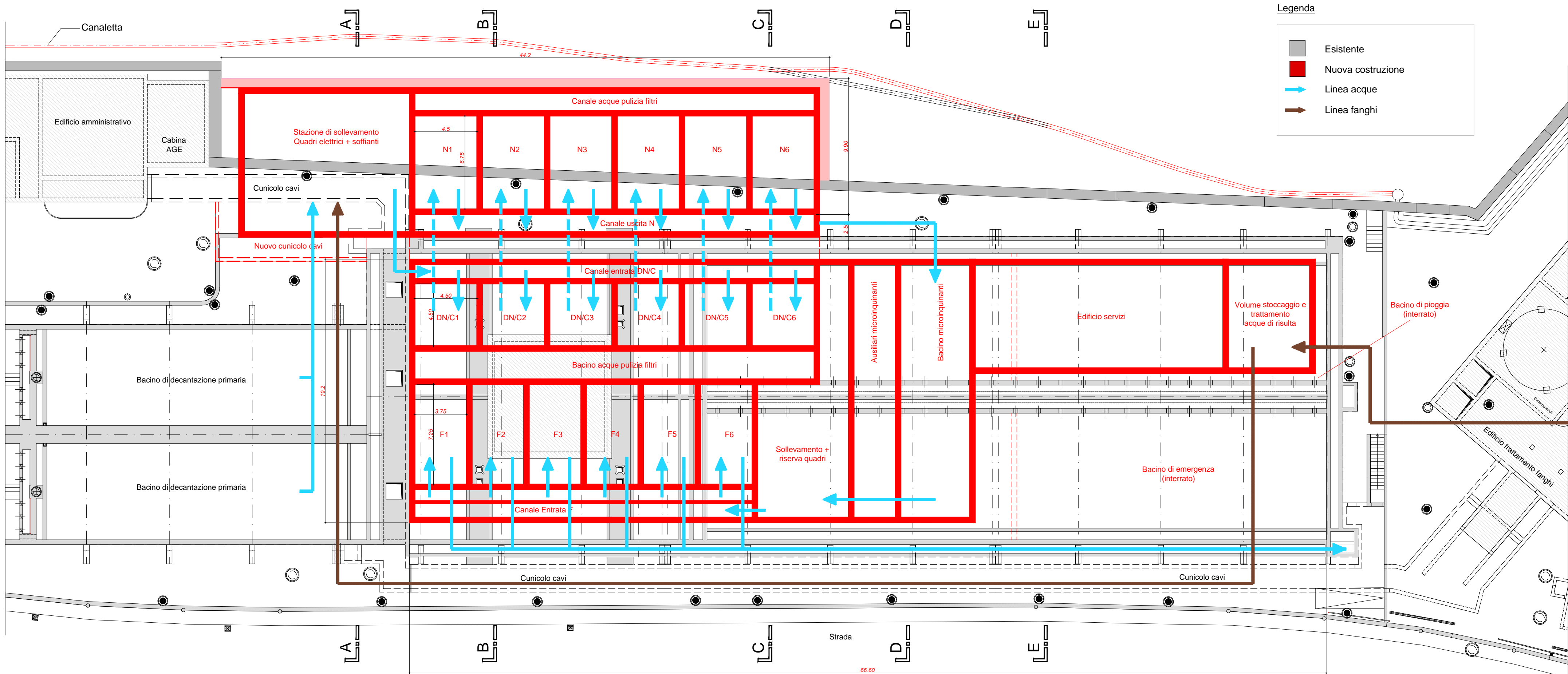
Piano No.:  
**10.00.1004**

Progettista generale

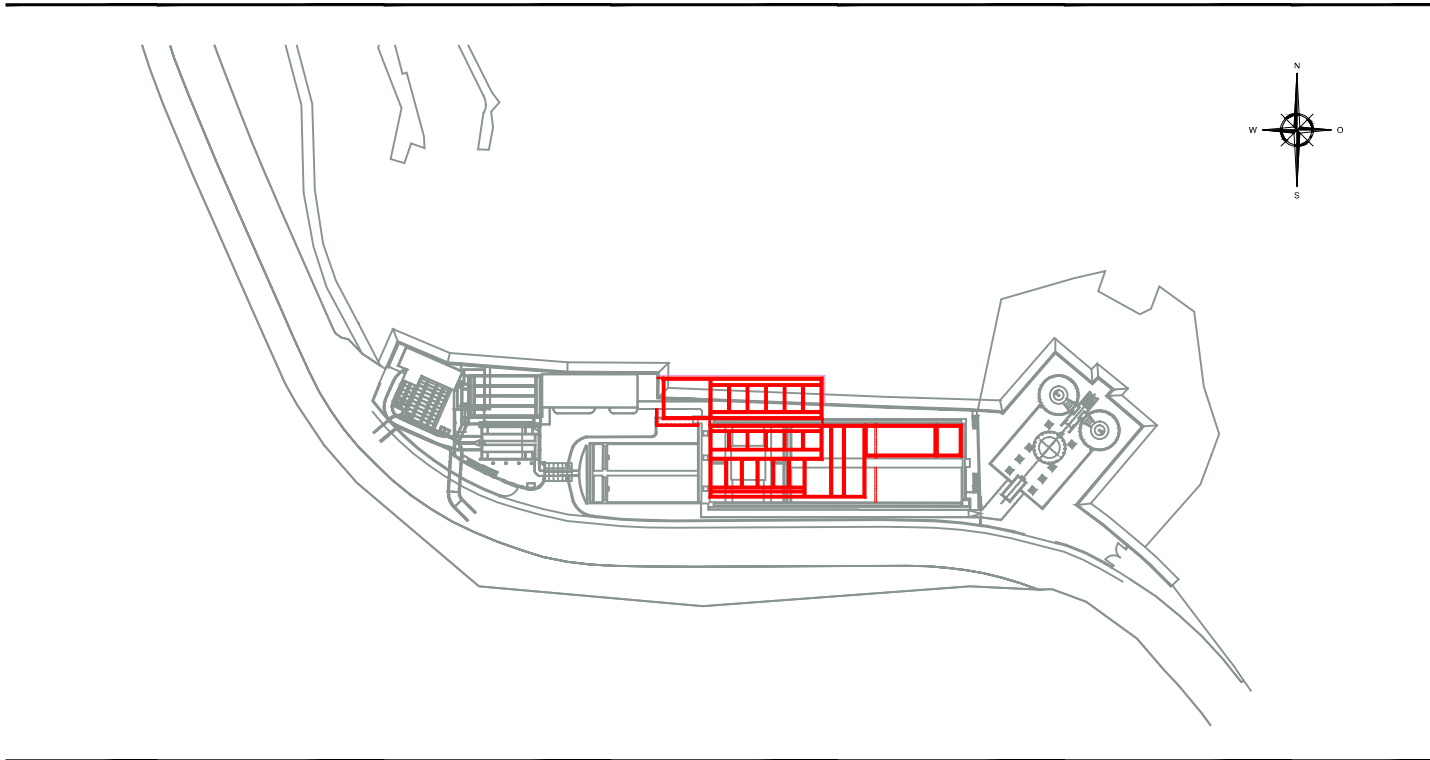
**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno

T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch



Nota: tutti i nuovi manufatti sono coperti



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 1  
Planimetria generale - Flussi  
1:200

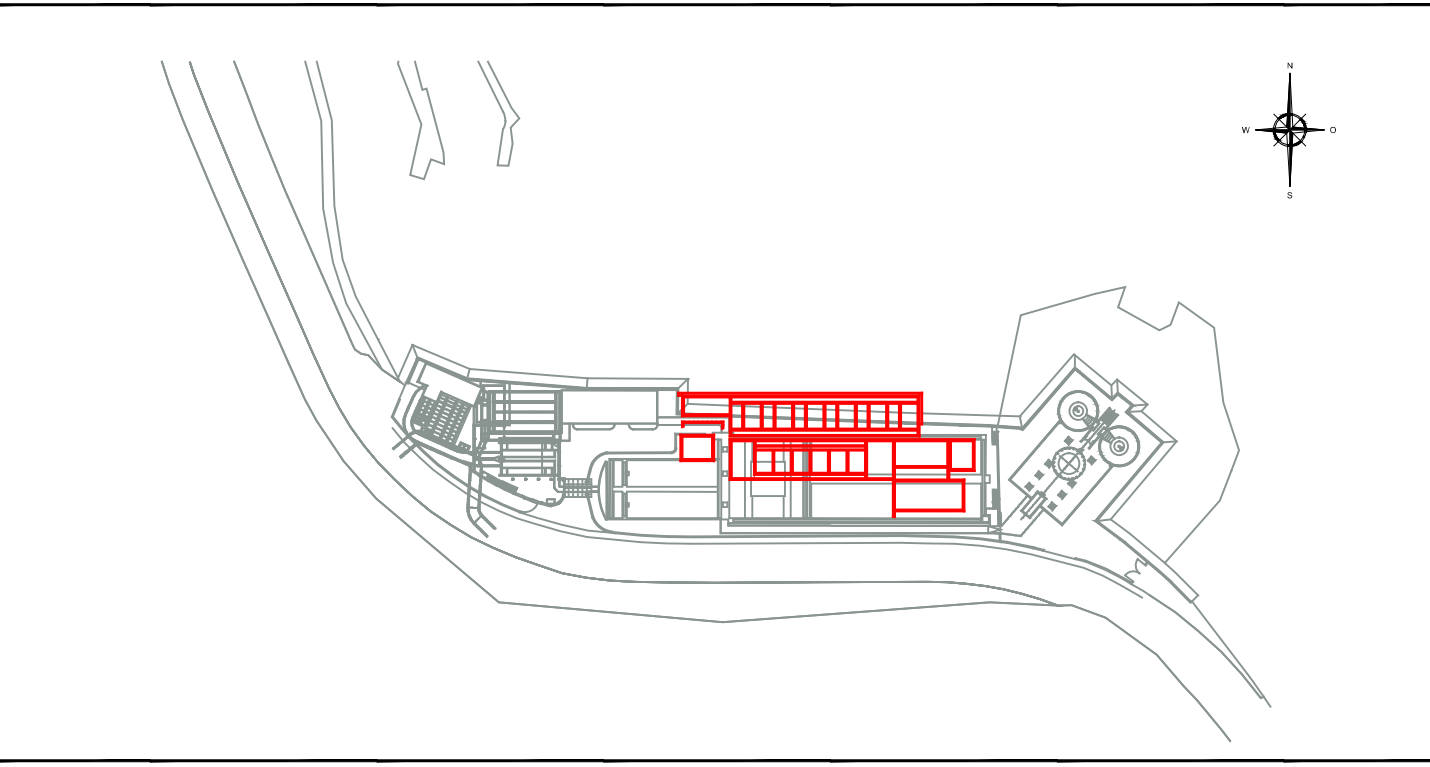
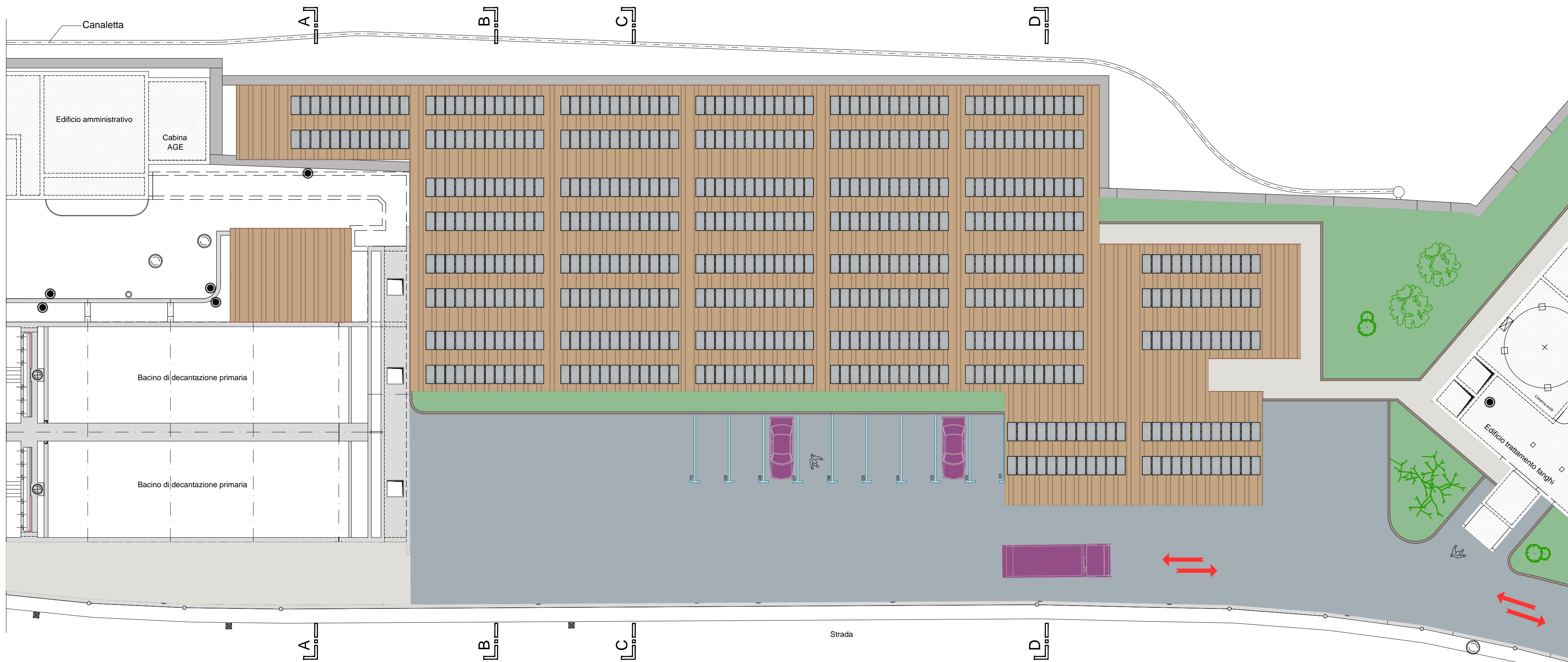
Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/84
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1005**

Progettista generale  
**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch





**PROGETTO DI MASSIMA**  
Adeguamento e potenziamento stadio biologico

**Soluzione 2**  
**Planimetria sistemazioni esterne**  
**1:200**

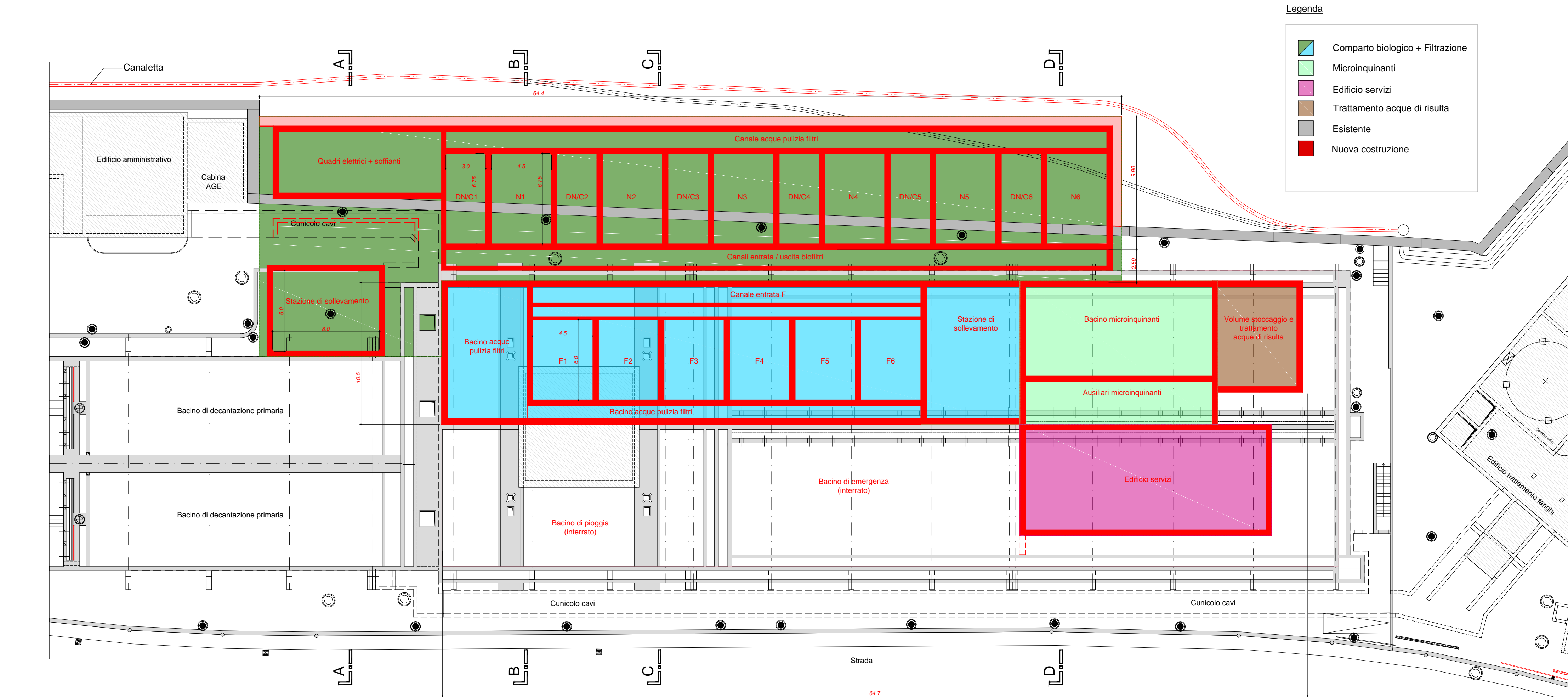
Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/84
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1101**

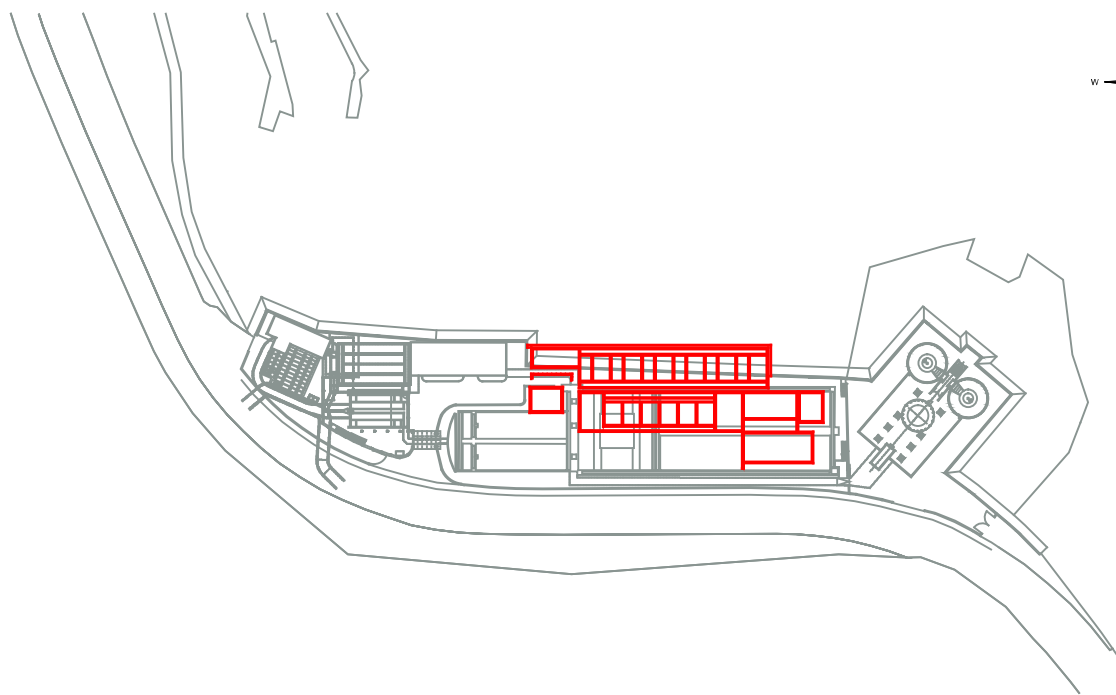
Progettista generale  
**tbf** **TBF+Partner AG**  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno

T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch



Nota: tutti i nuovi manufatti sono coperti



## PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 2  
Planimetria degli interventi  
1:200

Progetto tol  
Disegno pef/tom  
Controllato 30/84  
Formato  
Data 17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1102**

Progettista generale  
**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

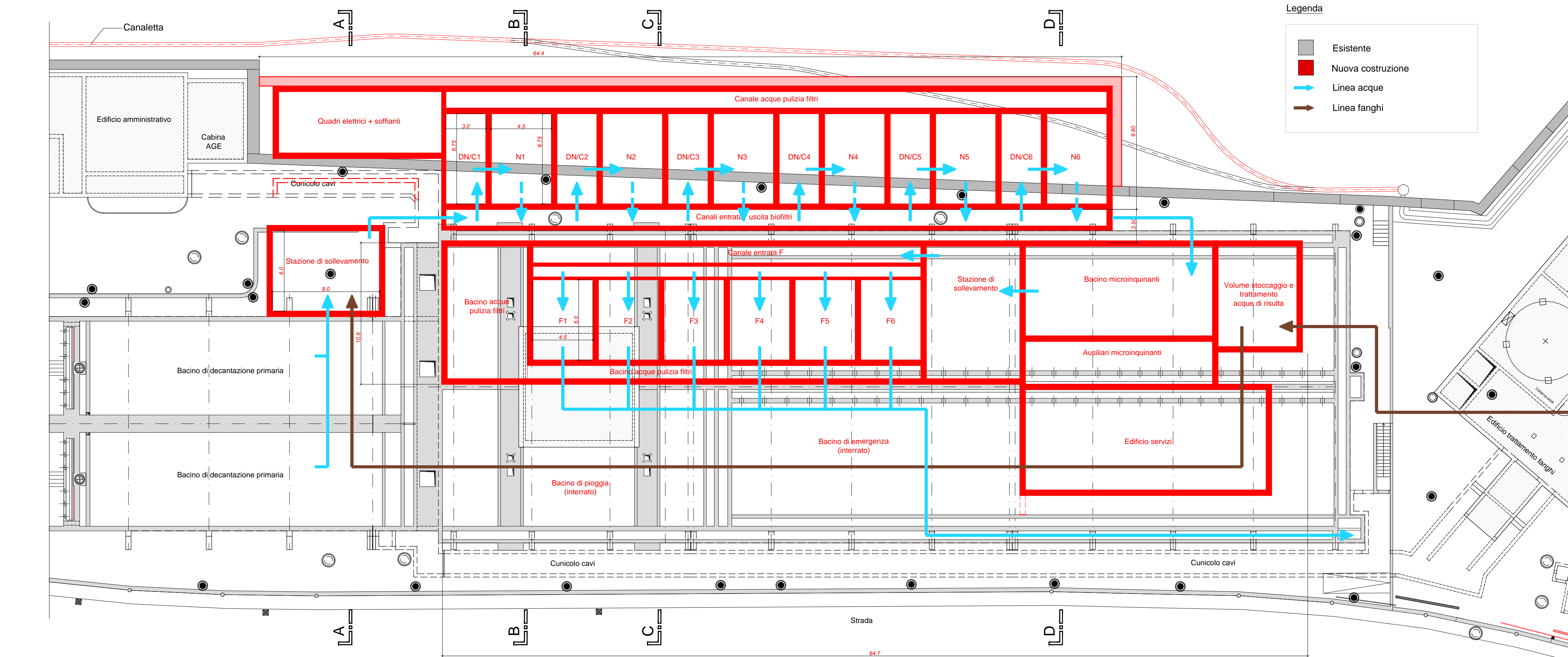
Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch



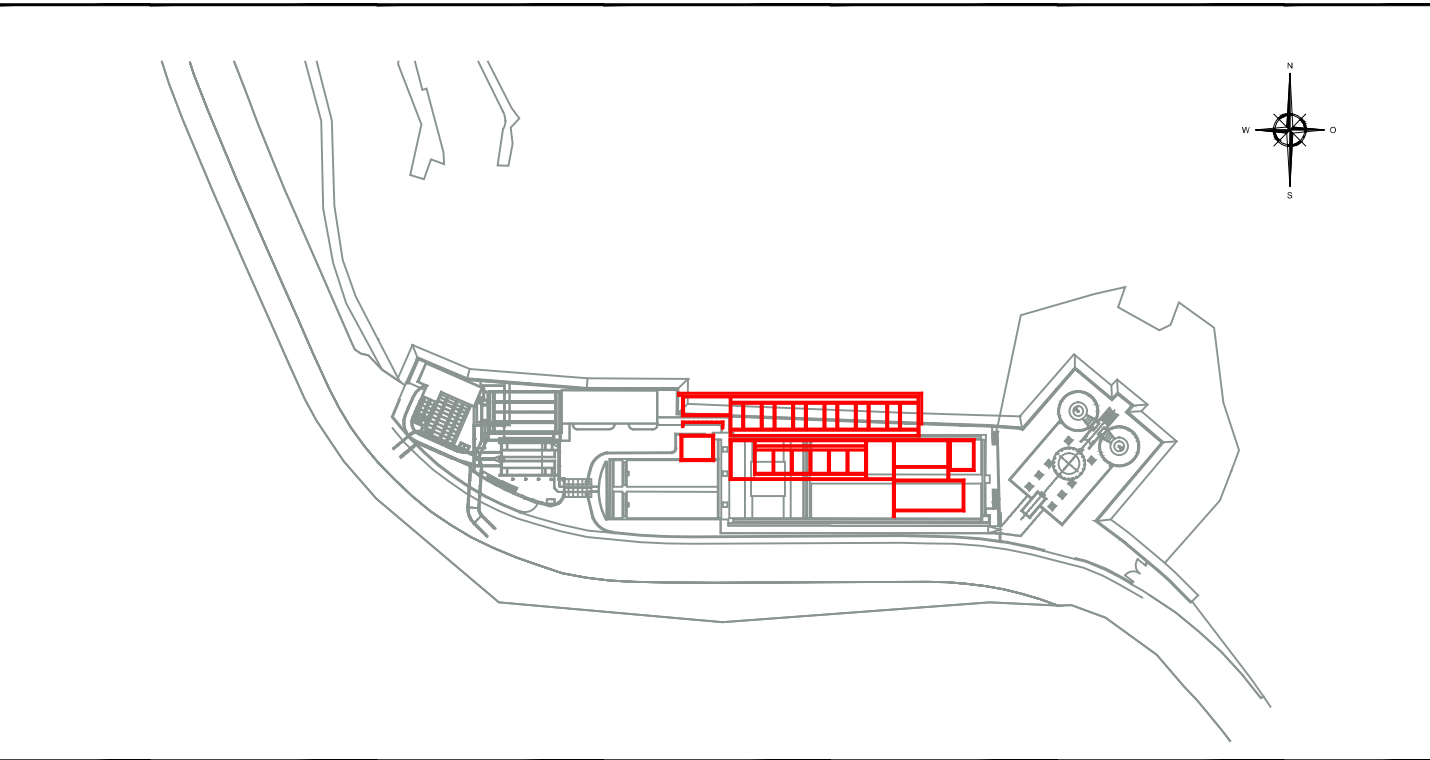








Nota: tutti i nuovi manufatti sono coperti



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 2  
Planimetria generale - Flussi  
1:200

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/84
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1105**

Progettista generale

**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch

Legenda

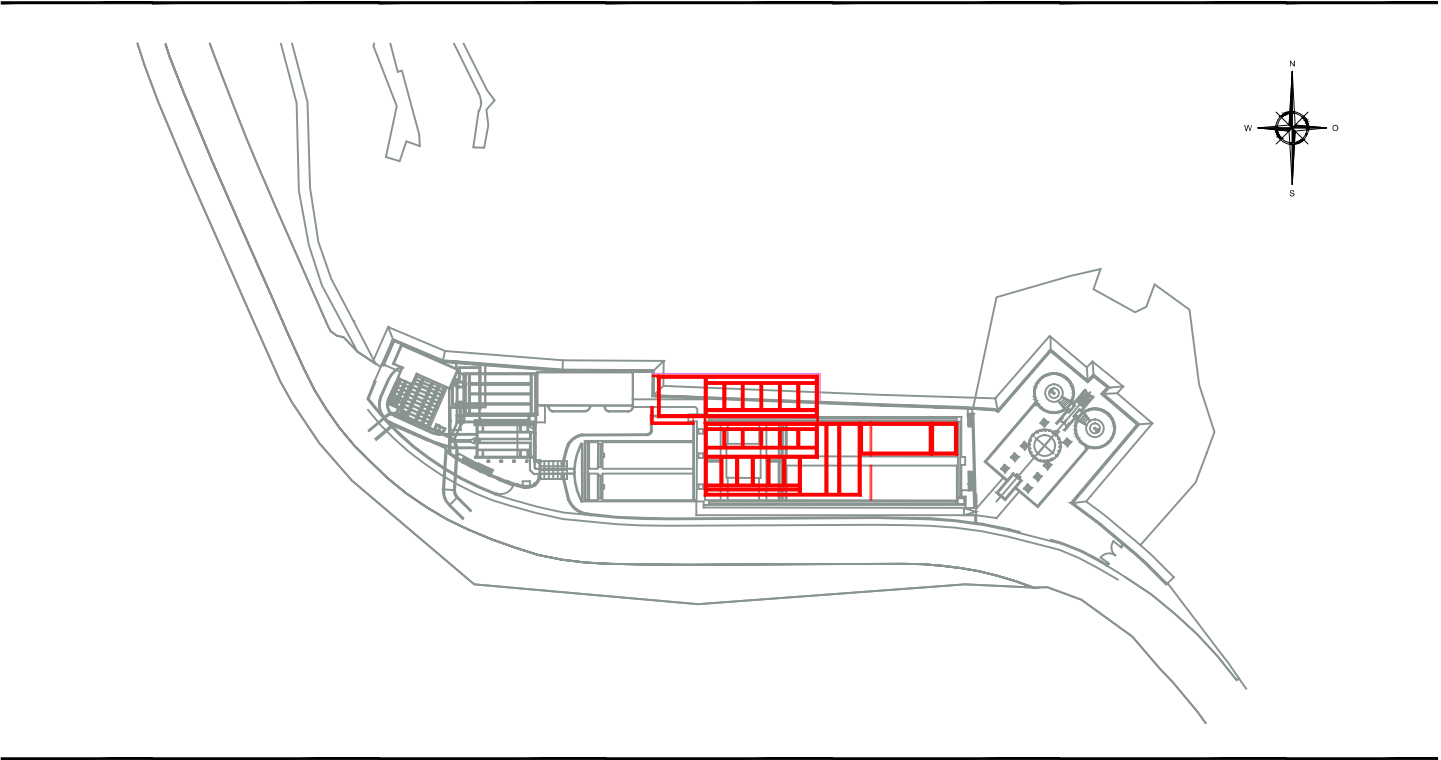
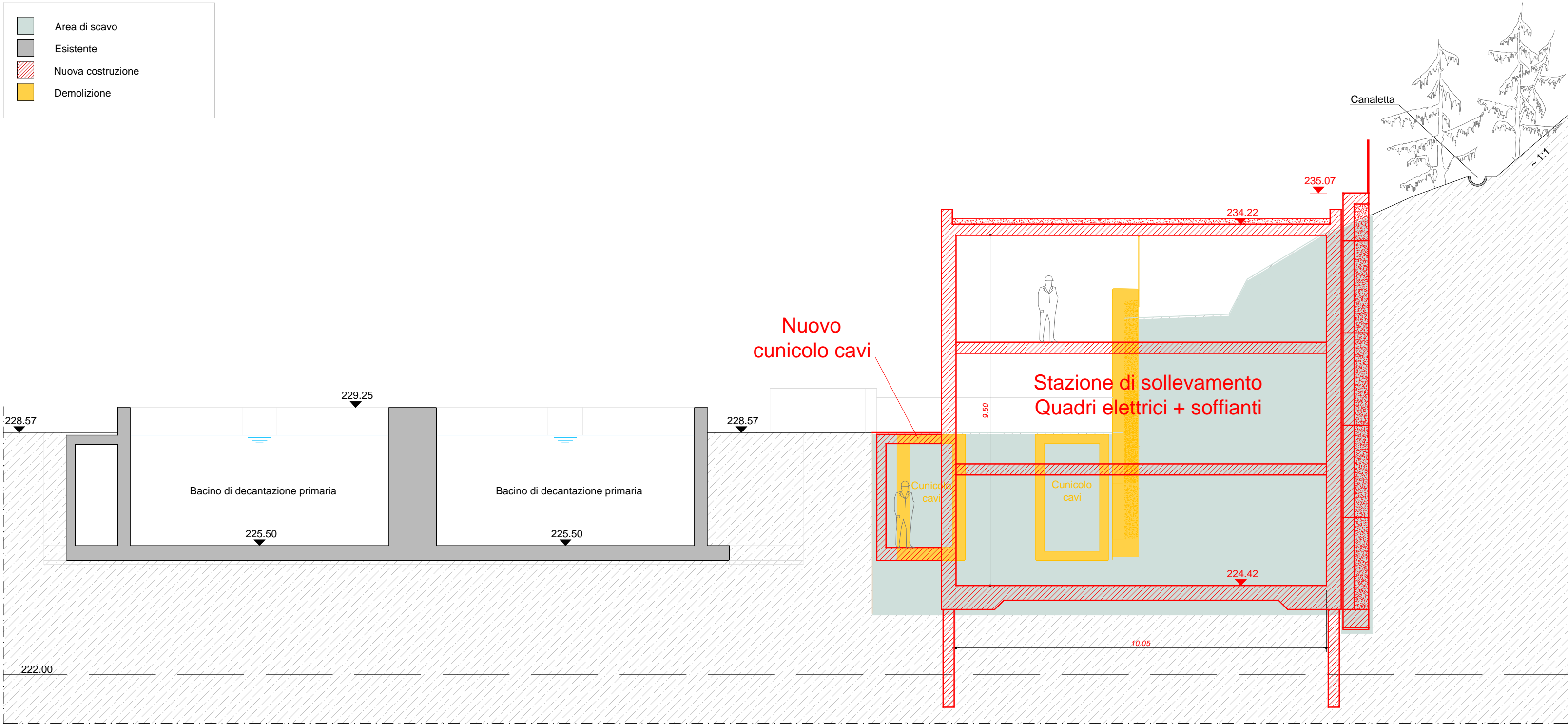
Area di scavo

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE A-A



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Soluzione 1  
Sezione A-A  
1:100

Piano No.:  
**10.00.1006**

Progettista generale

TBF

TBF+Partner AG

Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno

T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbfti.ch



Legenda

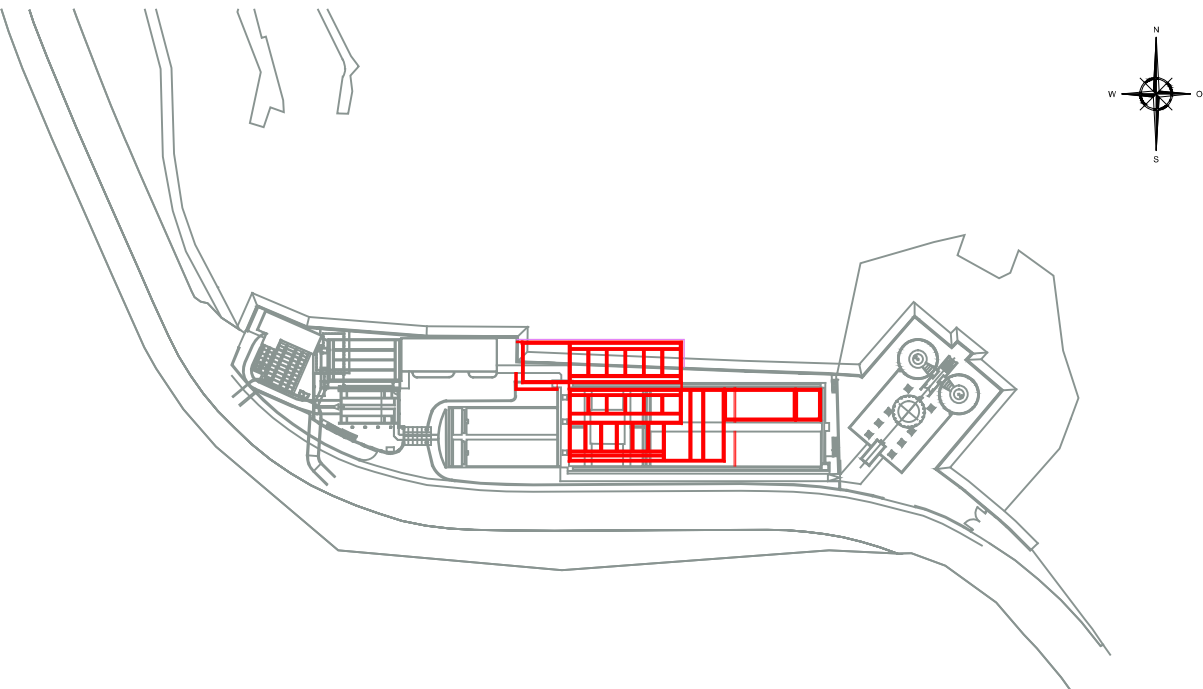
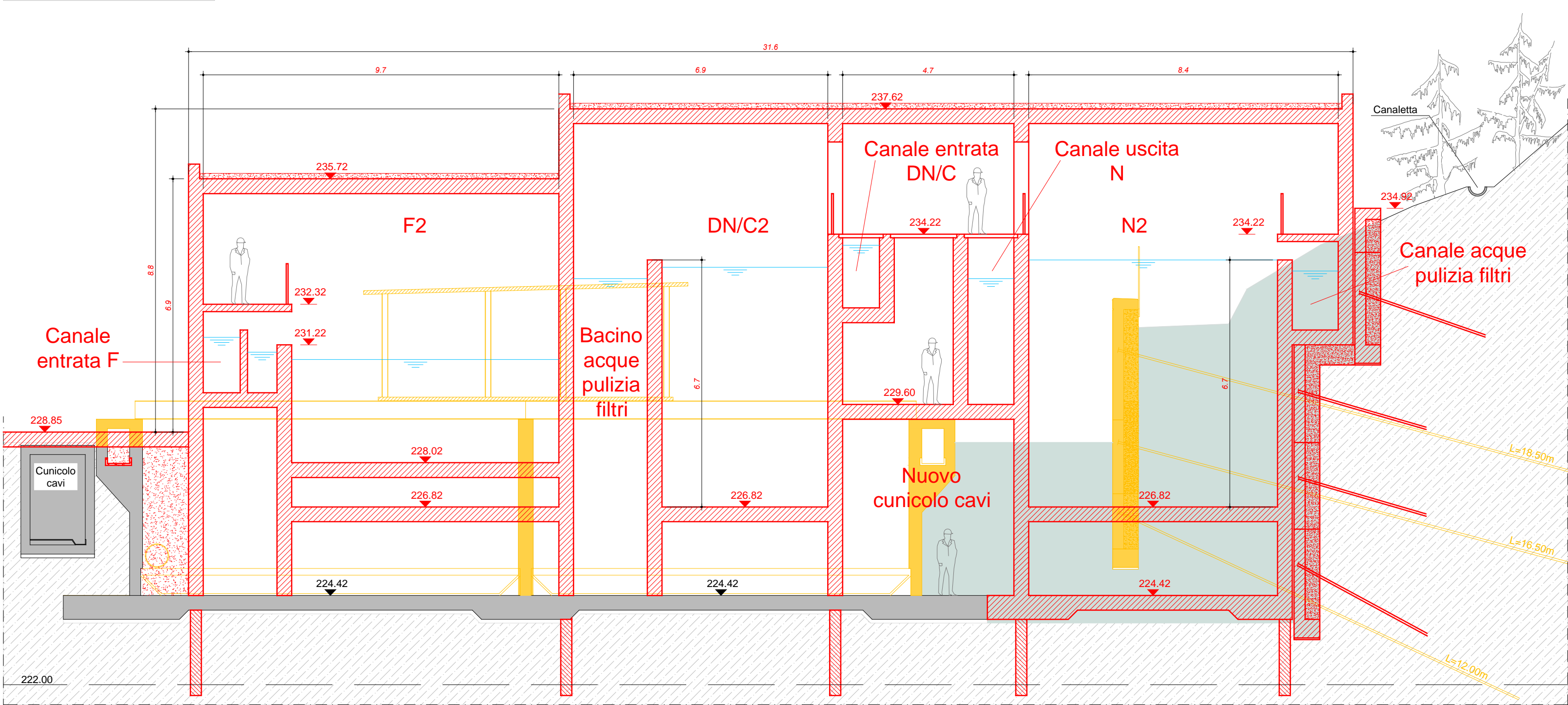
Area di scavo

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE B-B



PROGETTO DI MASSIMA

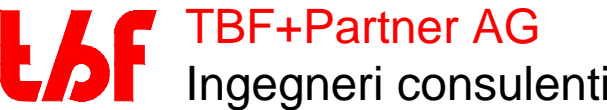
Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 1  
Sezione B-B  
1:100

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1007**

Progettista generale



Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbfti.ch

Legenda

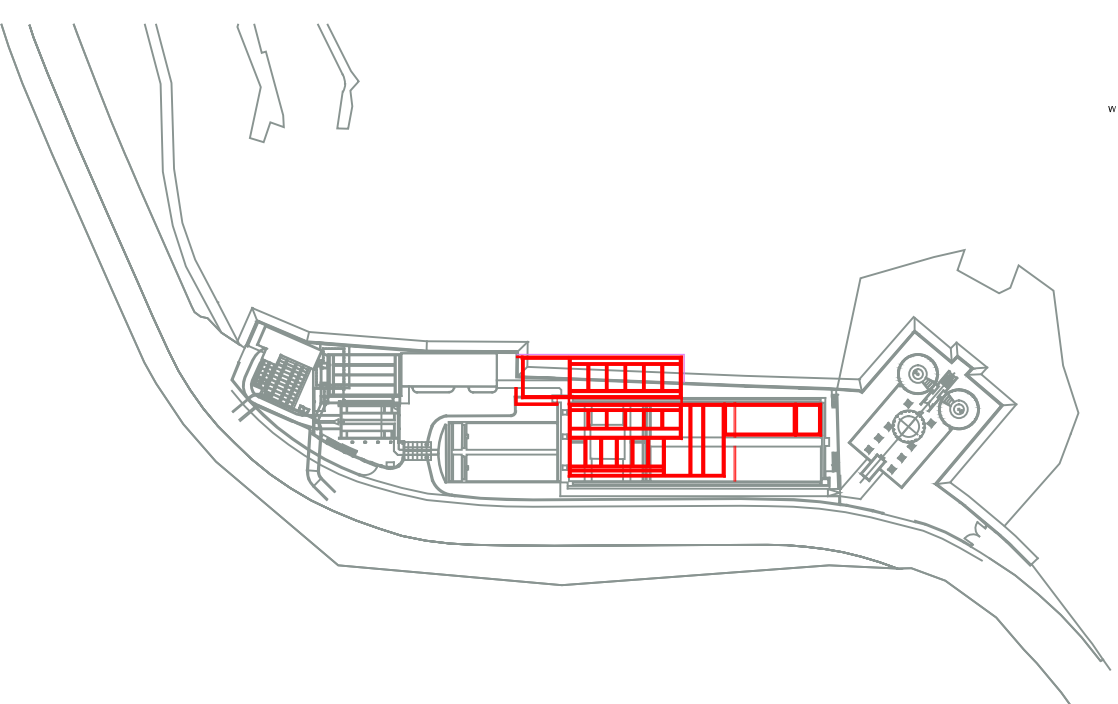
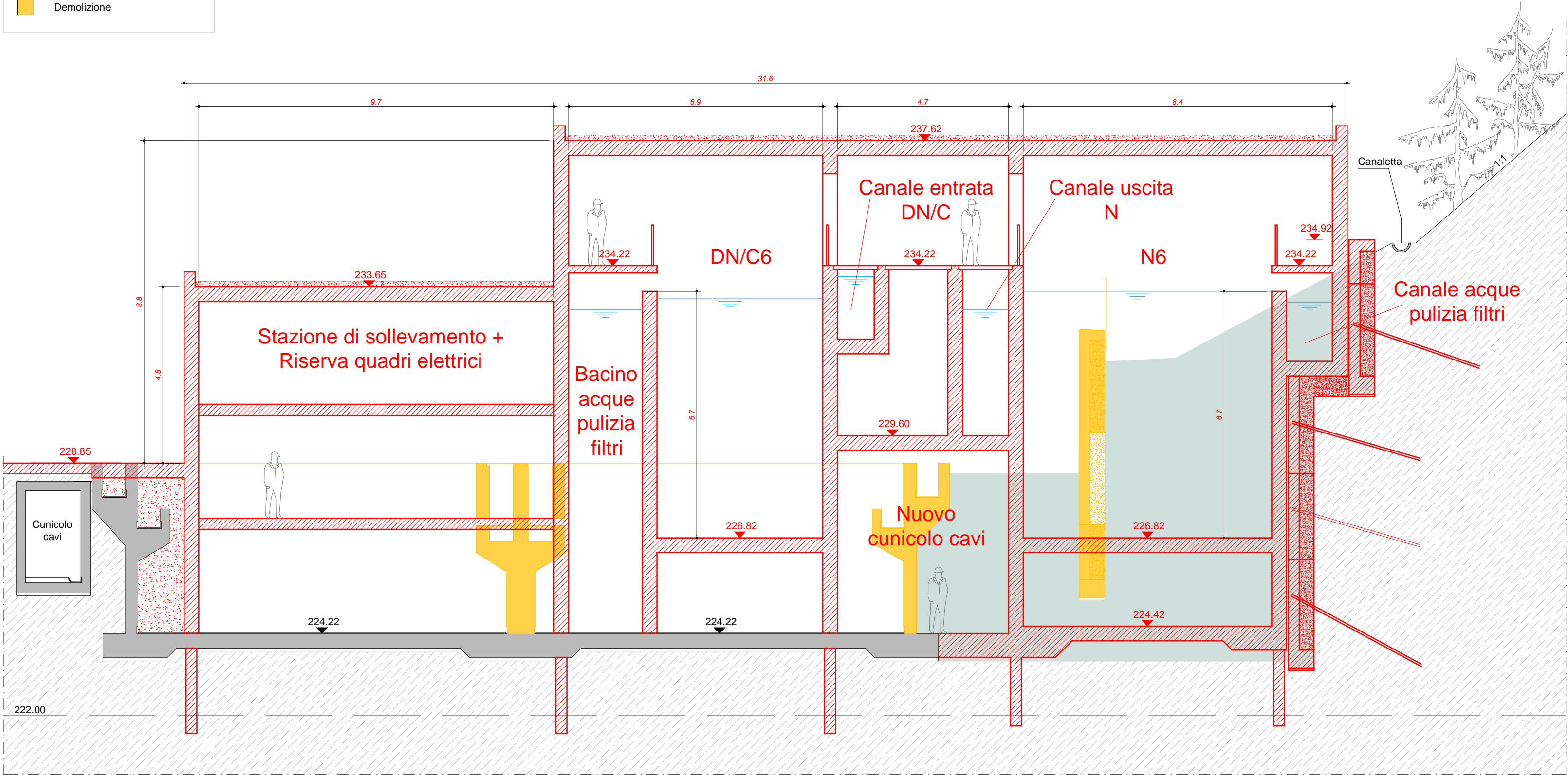
Area di scavo

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE C-C



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 1  
Sezione C-C  
1:100

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1008**

Progettista generale

**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch

T:\13000 - 13999\13495\200 EMT\231 Vorprojekt\Plan\Elaborazione\13495-231-P-10.00.1000\_Planimetria e Sezioni Soluzione\_1.dwg



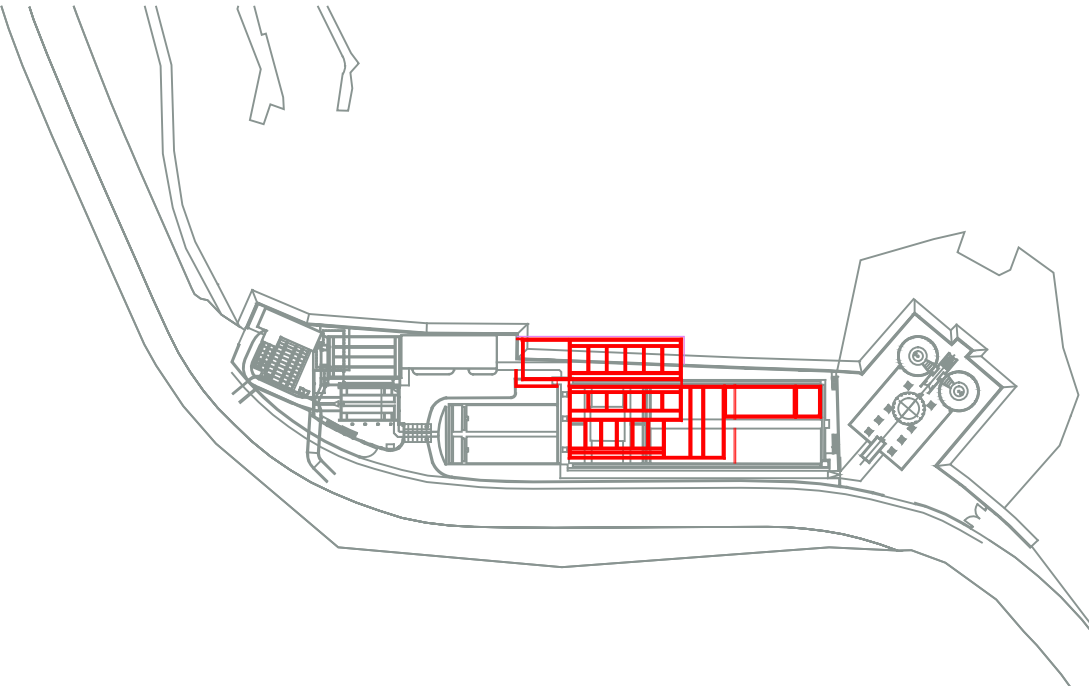
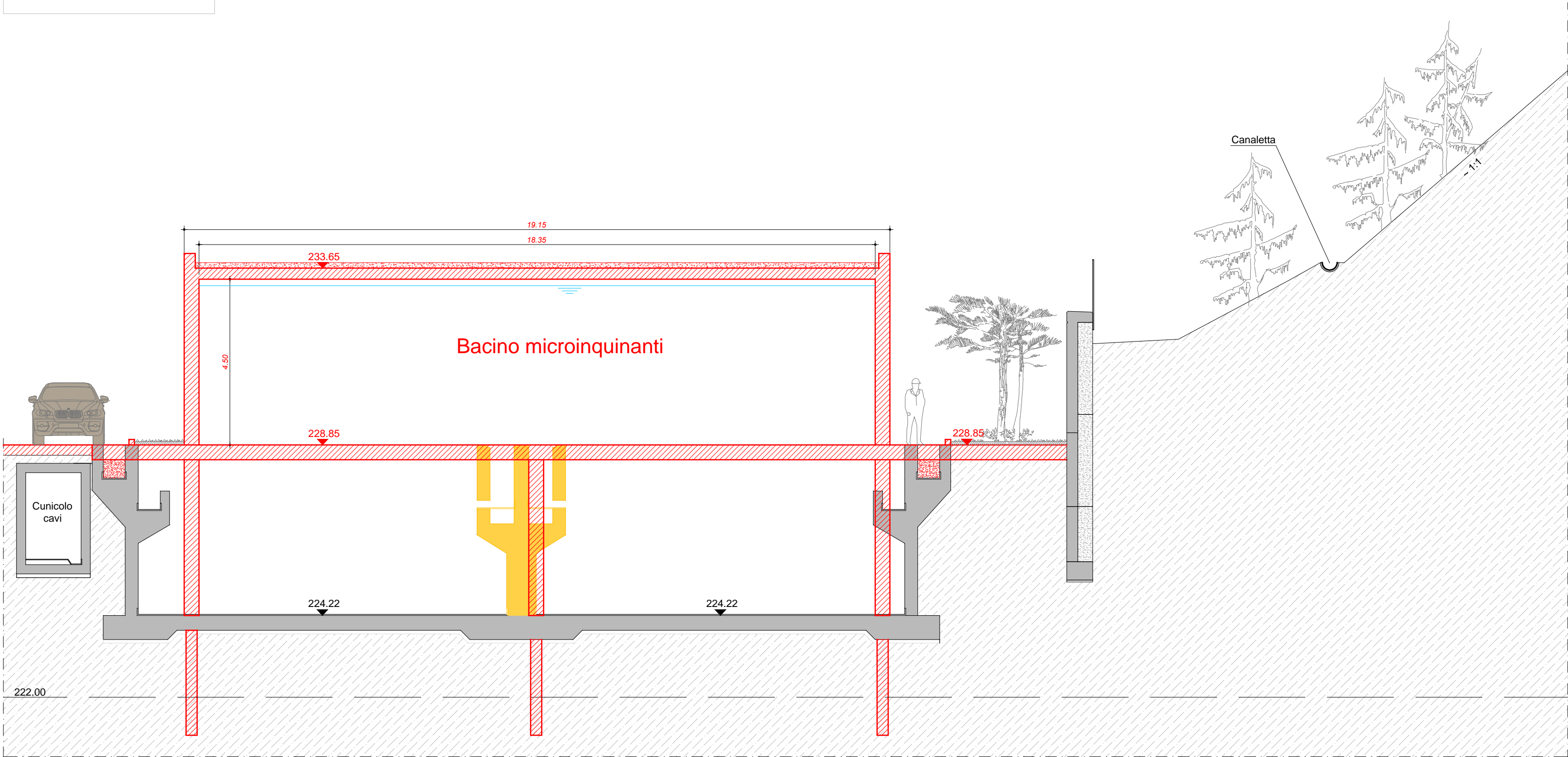
Legenda

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE D-D



PROGETTO DI MASSIMA

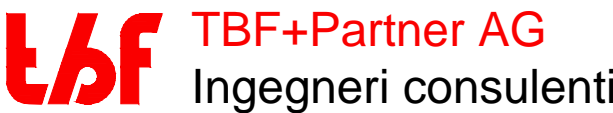
Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Soluzione 1  
Sezione D-D  
1:100

Piano No.:  
**10.00.1009**

Progettista generale



Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno

T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbfti.ch

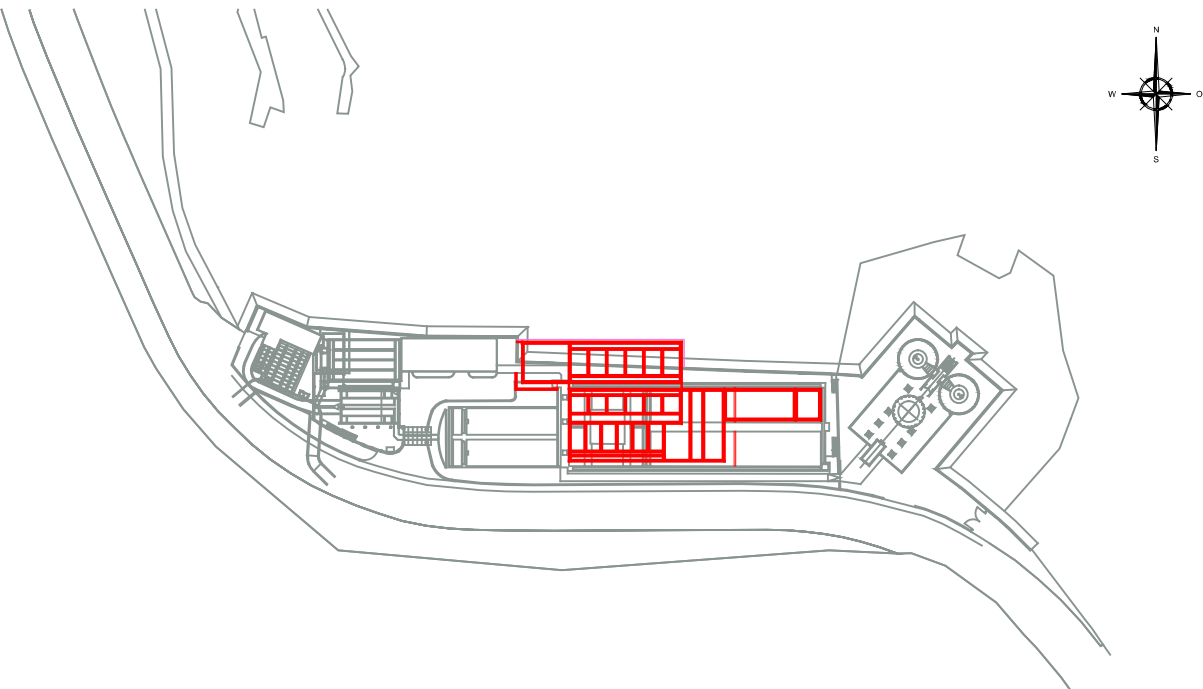
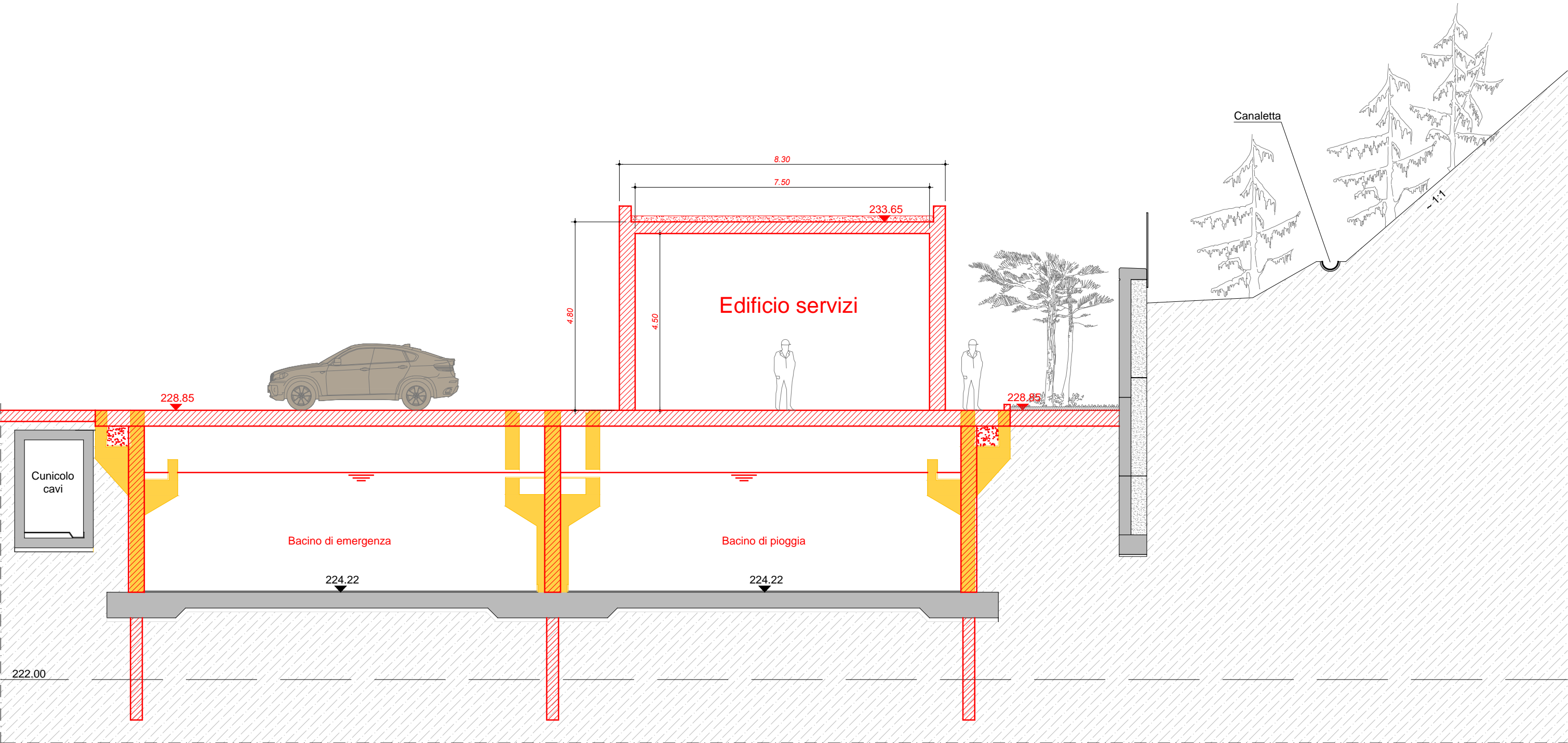
Legenda

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE E-E



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 1  
Sezione E-E  
1:100

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1010**

Progettista generale

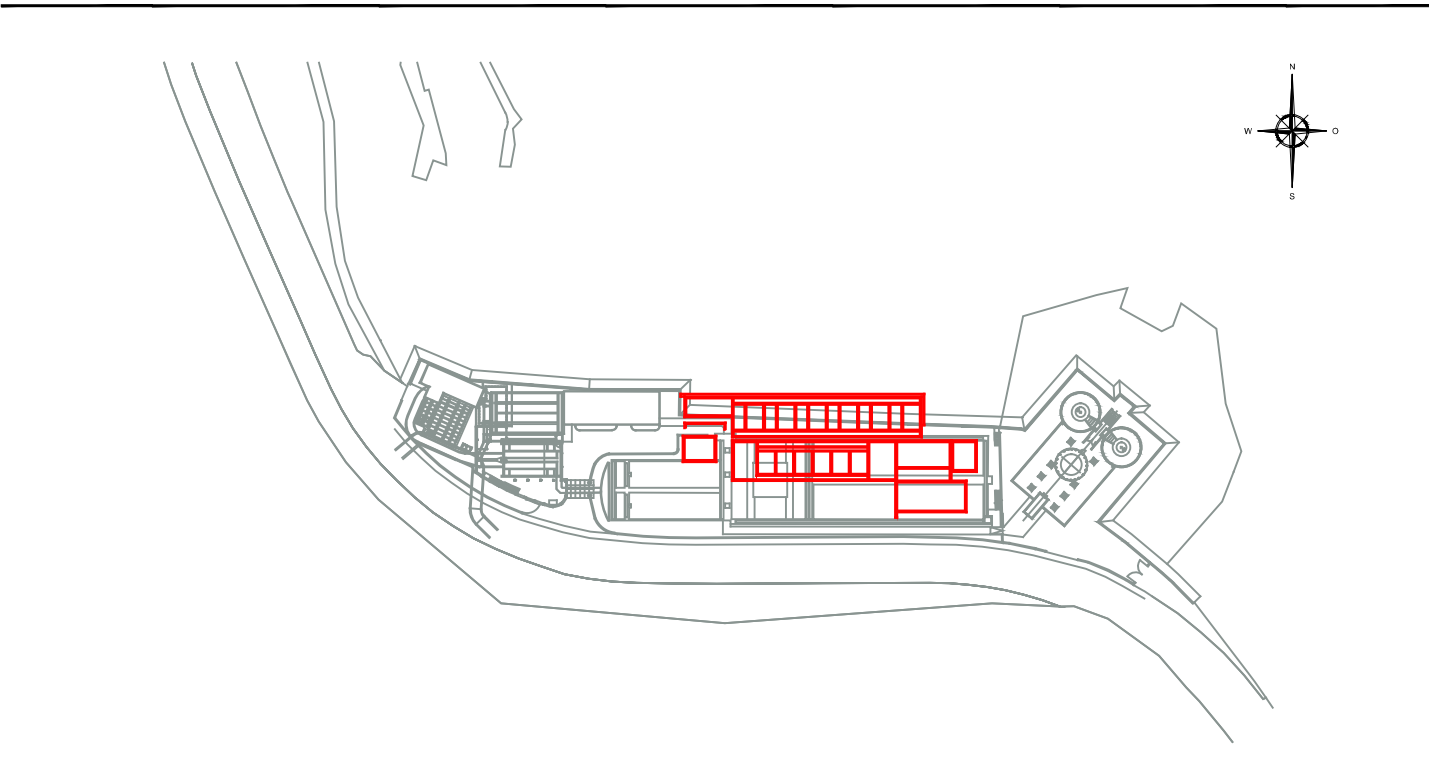
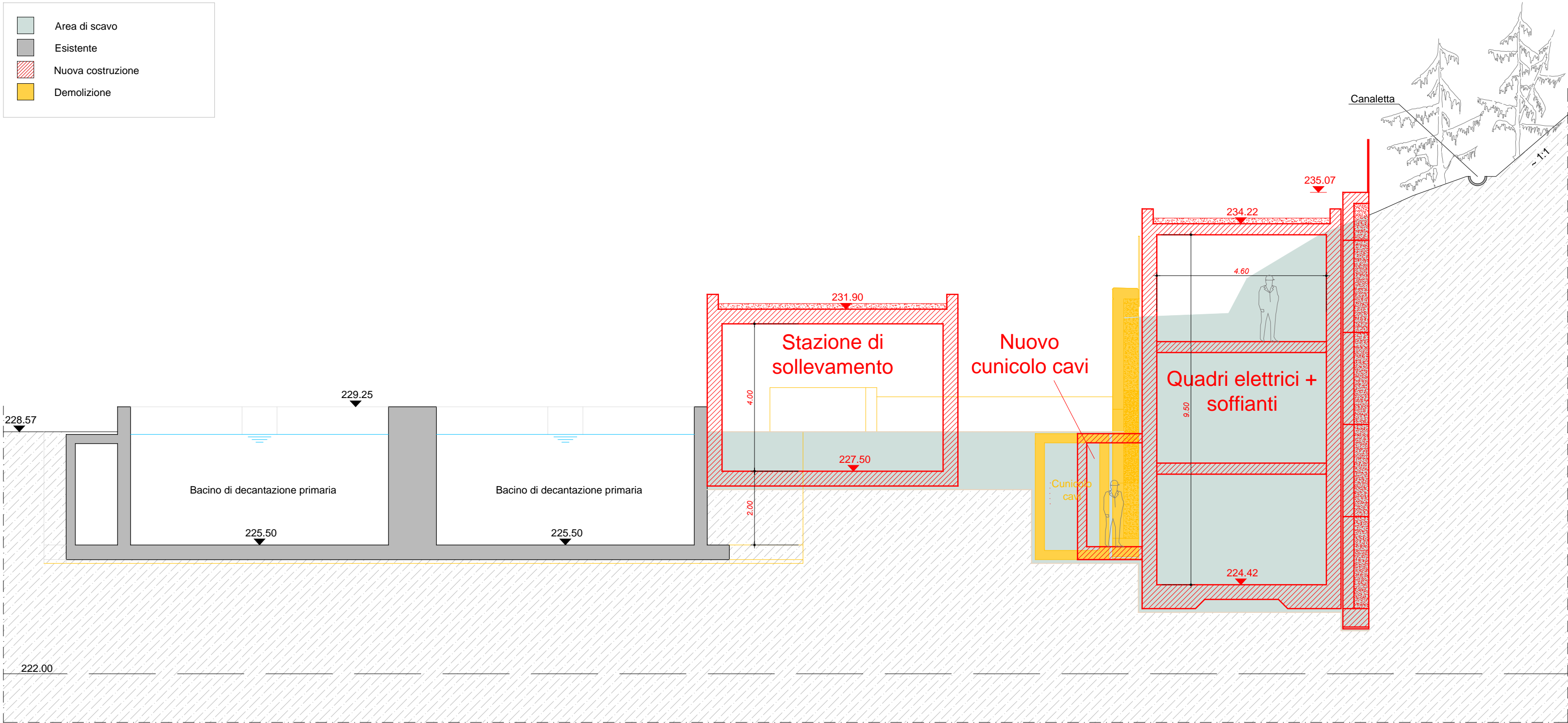
**TBF** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbfti.ch

Legenda

	Area di scavo
	Esistente
	Nuova costruzione
	Demolizione

SEZIONE A-A



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Soluzione 2  
Sezione A-A  
1:100

Piano No.:  
**10.00.1106**

Progettista generale

**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno

T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbfti.ch



Legenda

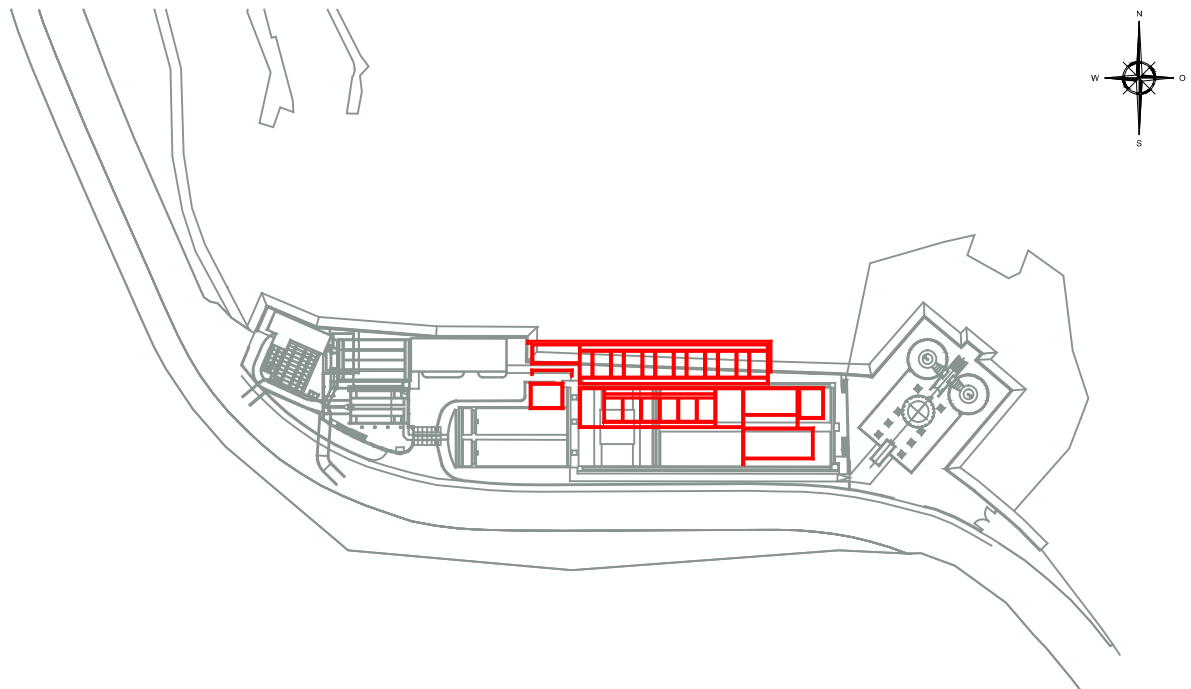
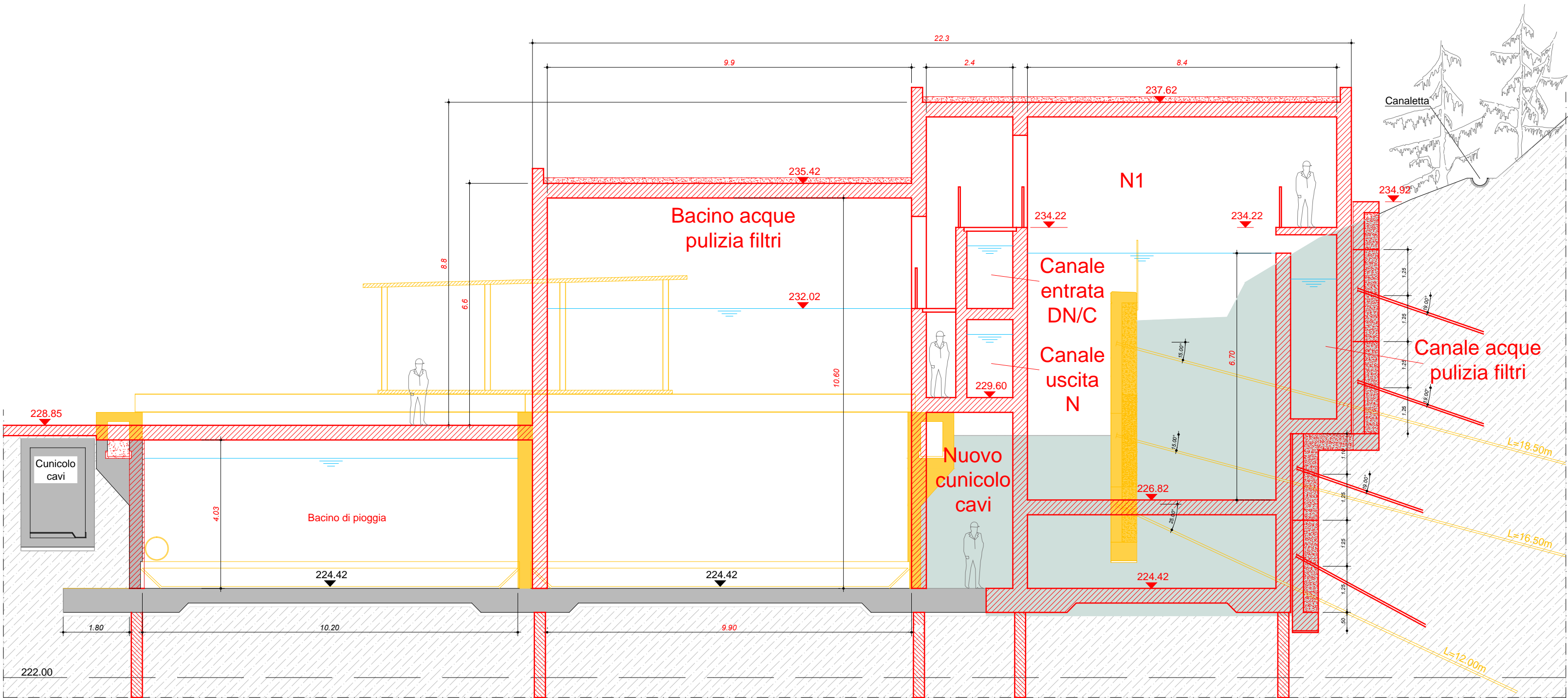
Area di scavo

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE B-B



PROGETTO DI MASSIMA

Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Soluzione 2  
Sezione B-B  
1:100

Piano No.:  
**10.00.1107**

Progettista generale

**tbf** TBF+Partner AG  
Ingegneri consulenti

Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbf.ch



Legenda

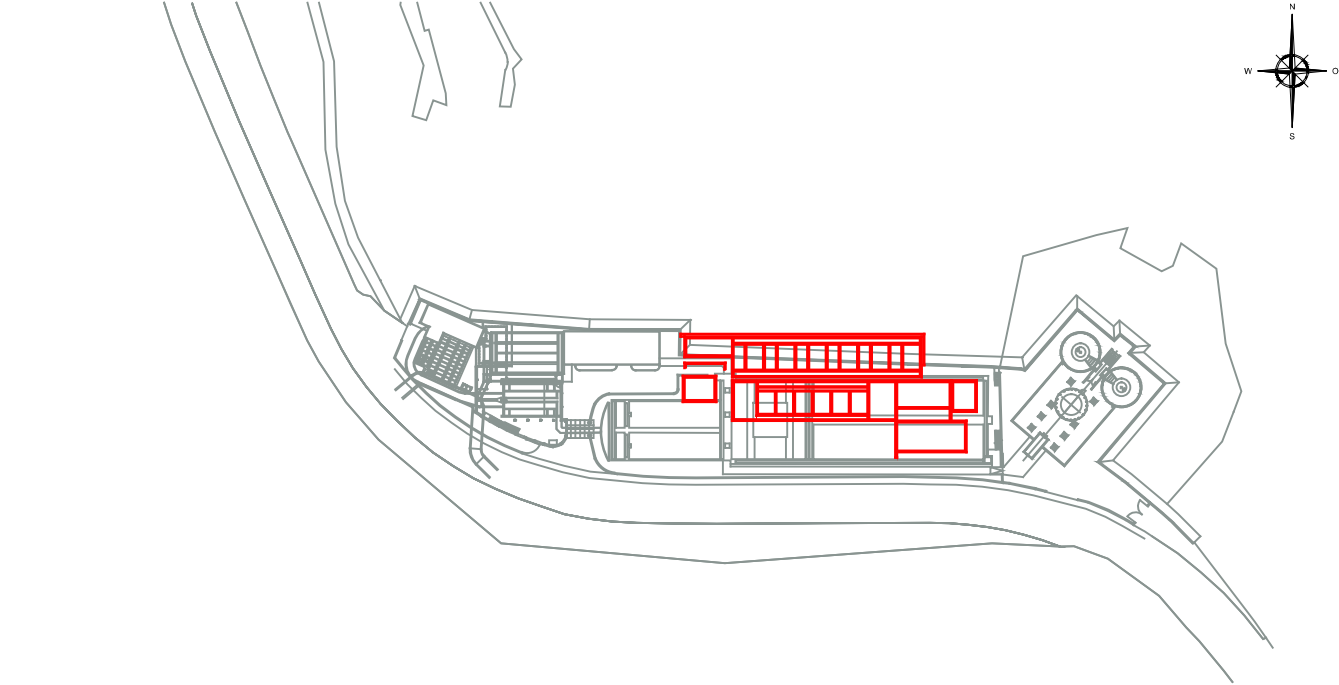
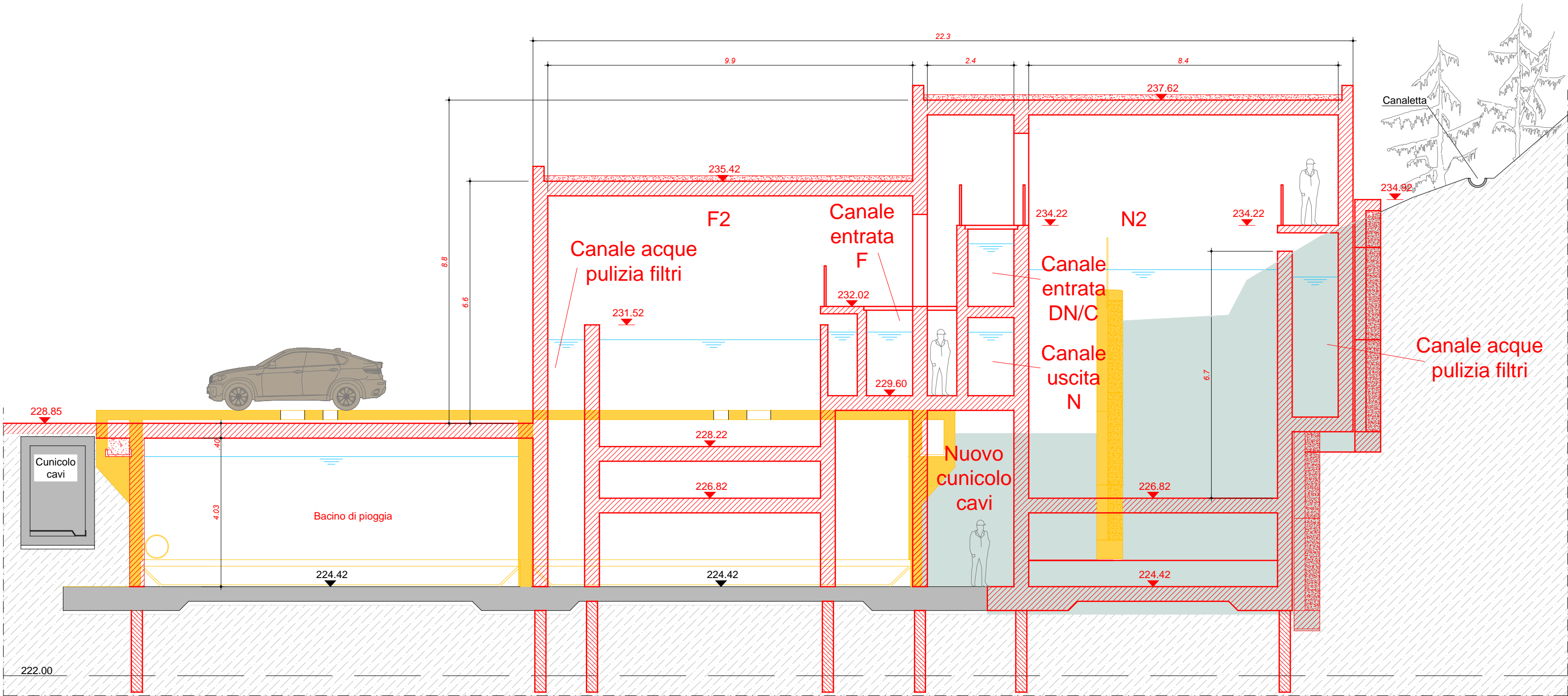
Area di scavo

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE C-C



PROGETTO DI MASSIMA

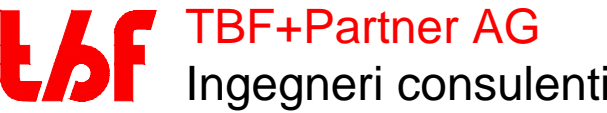
Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Soluzione 2  
Sezione C-C  
1:100

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Piano No.:  
**10.00.1108**

Progettista generale



Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbfti.ch

Legenda

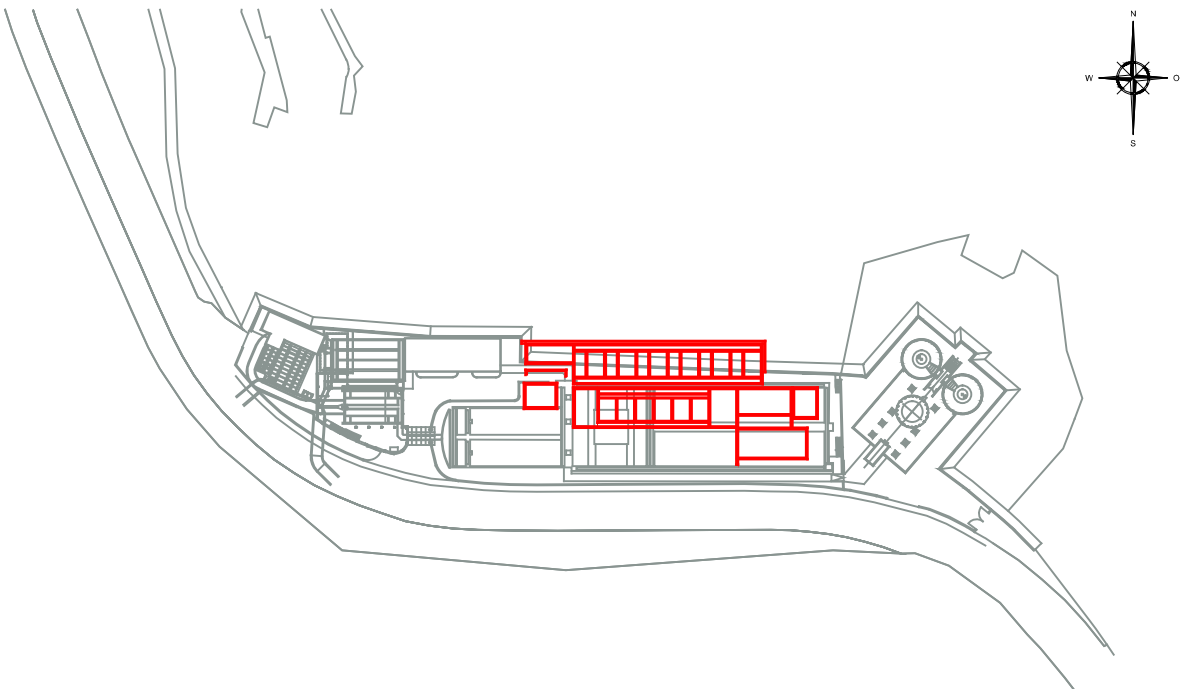
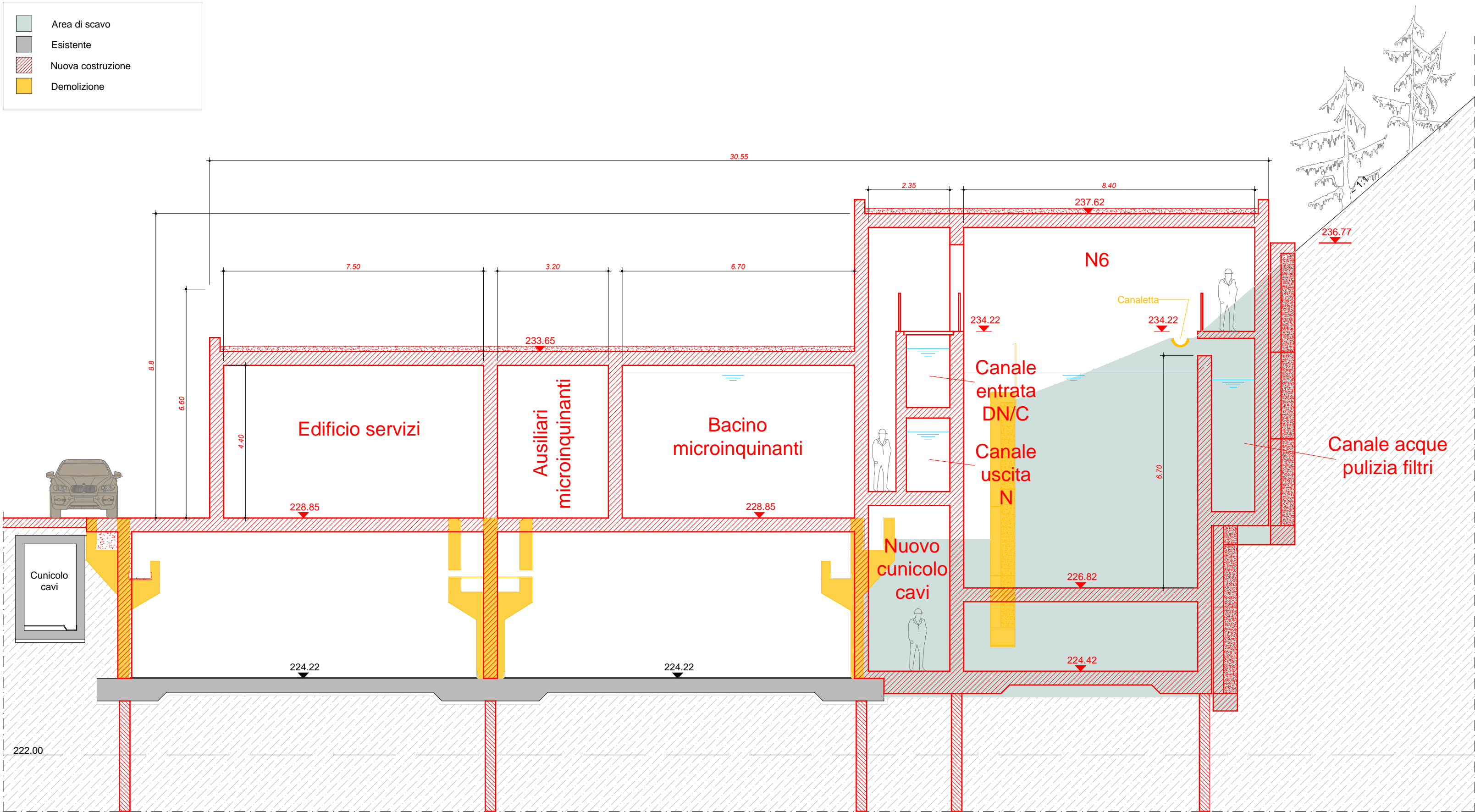
Area di scavo

Esistente

Nuova costruzione

Demolizione

SEZIONE D-D



PROGETTO DI MASSIMA

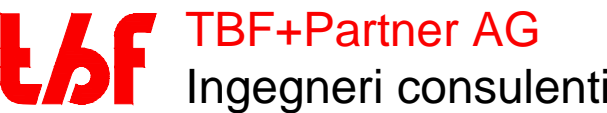
Adeguamento e potenziamento stadio biologico

Progetto	tol
Disegno	pef/tom
Controllato	
Formato	30/70
Data	17.10.2014

Soluzione 2  
Sezione D-D  
1:100

Piano No.:  
10.00.1109

Progettista generale



Strada Regina 70  
Casella Postale  
CH-6982 Agno  
T +41 91 610 26 26  
F +41 91 610 26 29  
E-Mail tbfti@tbfti.ch