

Data prestazione: 2002-2002.

Committente: Idrotigullio S.p.A. – Genova

Professionista incaricato: Ing. Roberto Dell'Acqua Bellavitis, via De Togni 12 – Milano; Ing. Filippo Dell'Acqua Bellavitis, via De Togni 12 – Milano.

Costo dell'opera completa: €12 544 738.55 + IVA, importo aggiornato al 2012.

Oggetto della prestazione: Progettazione definitiva, progettazione esecutiva e valutazione di impatto ambientale dell'impianto di depurazione delle acque reflue urbane di Chiavari.

Premessa

In data 25/11/1997 il Comune di Chiavari costituiva la Idrotigullio S.p.A. cui affidava, a partire dall'1/7/1998 e per 50 anni, il compito di gestire il servizio idrico integrato sul territorio comunale, mantenendo l'Amministrazione la titolarità del servizio stesso. Successivamente l'Amministrazione bandiva una gara con procedura concorsuale ristretta per la scelta del socio privato di maggioranza; a seguito di tale gara l'Azienda Mediterranea Gas e Acqua S.p.A. risultava aggiudicataria del pacchetto di maggioranza. Il nuovo assetto societario veniva ratificato in data 30/6/1999. Fra le altre cose, il bando di gara prevedeva l'impegno, da parte dell'aggiudicatario del pacchetto azionario di maggioranza, a promuovere la realizzazione del nuovo impianto di depurazione delle acque reflue urbane, da progettare nel rispetto delle più stringenti normative di settore, allora la Dir. CEE 91/271 poi recepita con il D.Lgs. 152/99 e successive modifiche, anche per il conseguimento di un minore impatto ambientale nei confronti dell'area residenziale circostante. La realizzazione del nuovo impianto imponeva la demolizione dell'esistente, ormai obsoleto dal punto di vista delle tecnologie impiegate e fatiscente. Per garantire, durante la fase realizzativa, perlomeno un trattamento preliminare dei liquami afferenti all'impianto e non scaricarli in mare tal quali, sarebbe stata mantenuta in servizio la attuale sezione di pretrattamento, fino a quando l'Amministrazione lo avrebbe ritenuto necessario.

Descrizione sommaria dell'intervento

L'intervento prevedeva la realizzazione di un nuovo depuratore delle acque reflue a servizio dei Comuni di Chiavari e Leivi, previa demolizione di quello esistente in località Preli, all'estremo ponente dell'abitato di Chiavari, in quanto il sedime a disposizione, salvo contenute modifiche, sarebbe rimasto quello già precedentemente occupato dall'impianto in esercizio.

Lo scarico del nuovo depuratore da progetto avrebbe rispettato i requisiti previsti dal D.Lgs. 152/99 s.m.i., normativa allora vigente.

Poiché il nuovo impianto sarebbe stato realizzato interamente al coperto, nelle previsioni progettuali sarebbe stato dotato di idoneo sistema per la captazione e l'abbattimento degli odori molesti. Questo, oltre a consentire una migliore attività per il personale di gestione, avrebbe eliminato sgradevoli conseguenze organolettiche all'abitato circostante, contribuendo in modo significativo a minimizzare l'impatto ambientale del depuratore.

Di seguito vengono riepilogate le fasi di trattamento previste:

LINEA LIQUAMI:

- Grigliatura fine con lavaggio, compattazione, sistema di trasferimento e scarico del grigliato in idoneo cassone;
- Dissabbiatura e disoleatura con lavaggio e classificazione delle sabbie e scarico in idoneo cassone, raccolta degli oli e dei grassi e rilancio in apposita vasca di stoccaggio;
- Decantazione a pacchi lamellari coadiuvata da coagulazione e flocculazione;
- Trattamento biologico con sistema a biomassa adesa (biofiltri);
- Disinfezione finale;
- Scarico a mare mediante stazione di sollevamento e condotta sottomarina (esistente).

LINEA FANGHI:

- Pre-ispessimento statico;
- Stabilizzazione aerobica;
- Postispessimento dinamico;
- Disidratazione meccanica mediante centrifuga, previo condizionamento con polielettrolita;
- Sistema di trasporto e stoccaggio del fango disidratato per lo smaltimento finale.

TRATTAMENTO DEGLI ODORI:

- Sistema di captazione e convogliamento al trattamento mediante ventilatori;
- Trattamento su scrubber a tre stadi;
- Emissione in aria mediante camino.

Dati di progetto

L'impianto di depurazione è stato progettato per trattare i liquami civili provenienti dal Comune di Chiavari e dalla frazione Leivi. Non sono presenti scarichi industriali. Gli abitanti serviti sono così distribuiti: Abitanti residenti Chiavari: 35 700; Abitanti residenti Leivi: 2 300; Abitanti residenti totali: 38 000; Abitanti fluttuanti Chiavari: 11 300; Abitanti fluttuanti Leivi: 1 700; Abitanti fluttuanti totali: 13 000; ABITANTI EQUIVALENTI SERVITI: 51 000.

La dotazione idrica, conformemente a quanto previsto dal PRRA è stata fissata in 400 l/ab x d per gli abitanti di Chiavari ed in 250 l/ab x d per gli abitanti di Leivi. Pertanto, considerando un coefficiente di afflusso in fognatura pari a 0,8, sono state determinate le seguenti portate orarie da trattare: Q media in tempo asciutto: 500 m³/h; Q punta in tempo asciutto: 700 m³/h; Q pioggia massima trattata: 1 200 m³/h. La portata media giornaliera affluente al depuratore è pari a circa 12 000 m³/d.

I carichi inquinanti dei parametri significativi sono i seguenti: BOD5: 60 g/ab x d x 51 000 ab = 3 060 Kg/d; COD: 110 g/ab x d x 51 000 ab = 5 610 Kg/d; N TOTALE: 12 g/ab x d x 51 000 ab = 612 Kg/d; P TOTALE: 2 g/ab x d x 51 000 ab = 102 Kg/d; TSS: 90 g/ab x d x 51 000 ab = 4 590 Kg/d, che danno luogo alle seguenti concentrazioni di inquinanti in ingresso, calcolate sulla portata media giornaliera: BOD5: 255 mg/l; COD: 470 mg/l; N TOTALE: 51 mg/l; P TOTALE: 9 mg/l; TSS: 383 mg/l.

I valori massimi accettati allo scarico, conformemente alla Tab. 1 dell'Allegato 5 al D.Lgs. 11/05/1999 n. 152 s.m.i., norma allora vigente, sono i seguenti: BOD5: 25 mg/l; COD: 125 mg/l; N TOTALE: 32,2 mg/l; P TOTALE: 10 mg/l; TSS: 35 mg/l.

Identificazione delle opere

LINEA LIQUAMI

Primo ripartitore di portata

I liquami, pompati da una stazione di rilancio che funge da equalizzazione delle caratteristiche ed omogeneizzazione delle portate, arrivano nel primo ripartitore mediante una tubazione in acciaio al carbonio DN 500 che sbocca a quota + 9,00 m s.l.m. (fondo tubo). Dal primo ripartitore si diparte il bypass generale dell'impianto, intercettato da paratoia, mediante tubazione in acciaio al carbonio DN 700 sulla quale sono installati: un misuratore magnetico di portata; e un prelevatore campioni. All'interno del ripartitore sono installati i seguenti strumenti: prelevatore campioni; analizzatore ph; analizzatore idrogeno solforato; analizzatore idrocarburi; sonda termometrica.

Grigliatura fine

In ciascuno dei due canali è posizionata una griglia fine di tipo a cestello rotante equicorrente, avente le seguenti caratteristiche principali: portata max. = 1000 m³/h; spaziatura = 3 mm; diametro cestello = 1150 mm; inclinazione sull'orizzontale = 35°.

Il materiale grigliato trattenuto tra le maglie viene rimosso con lo spruzzo di acqua pulita attraverso idonei ugelli posizionati sul tamburo rotante e quindi compattato e sollevato dal canale per mezzo di una vite senza fine. Questa scarica in una seconda coclea orizzontale fissa che a sua volta scarica in un'ultima coclea brandeggiante, atta allo scarico finale del grigliato in idoneo cassone. Le operazioni di pulizia della griglia sono gestite direttamente da quadro locale con opportuno sistema di temporizzazione.

Misuratore di portata in canale "Venturi"

A valle della griglia fine, su ciascuna delle due linee, viene effettuata una misurazione della portata mediante misuratore ad ultrasuoni posizionato su canale tipo "Venturi", in grado di leggere l'altezza del pelo libero della corrente e convertirla nella corrispondente portata transitante.

Dissabbiatura-Disoleatura

Il trattamento viene realizzato mediante due strutture identiche dimensionate ciascuna per una portata massima di 900 m³/h. Fino a 900 m³/h, sarà in servizio una sola struttura. Oltre tale valore, sarà obbligatoriamente messa in servizio la seconda e la portata affluente suddivisa equamente tra le due. La funzione di dissabbiatura-disoleatura si svolge in due strutture a pianta rettangolare, ciascuna suddivisa in due parti da un setto longitudinale che separa la zona di dissabbiatura da quella di disoleatura. Ciascuno dei due dissabbiatori-disoleatori è completo di: ponte raschiatore longitudinale tipo "vai e vieni", larghezza 4 m, munito di lama raschiatrice di fondo per le sabbie e lama superficiale per la raccolta degli oli; sistema di insufflazione d'aria a bolle fini mediante piattelli porosi in materiale idoneo, disposti longitudinalmente (l'aria è fornita da n. 2 soffianti ad assi rotanti, una di riserva all'altra, Q = 200 Nm³/h, H = 6 m.c.a.); sistema di estrazione sabbie con "air-lift" (l'aria necessaria è fornita sempre dalle due soffianti summenzionate); sistema compatto di lavaggio, classificazione e scarico sabbie, mediante coclea, in idoneo cassone; sistema di recupero oli e grassi mediante canale superficiale trasversale unica per le due linee, nella quale scaricano le raschie superficiali. Da qui gli oli confluiscono nella "Vasca rilancio oli e grassi". Su ogni ponte saranno presenti tutti i dispositivi di sicurezza previsti dalla normativa vigente, come ad esempio il salvagente a norma, l'interruttore "a fungo" per arresto di emergenza, ecc.

Secondo ripartitore di portata e Vasca Polmone di laminazione portata

A valle della sezione di dissabbiatura-disoleatura, due paratoie motorizzate consentono di escludere una delle due linee. I liquami arrivano quindi al secondo ripartitore. Dal secondo ripartitore si dipartono le due linee di coagulazione-flocculazione e sedimentazione, ciascuna delle quali può essere intercettata con paratoia motorizzata. Una terza paratoia motorizzata collocata all'interno del partitore funge da regolazione di portata per sfiorare tutta quella eccedente 500 m³/h, massima da inviare al trattamento da questo punto in avanti. La portata sfiorata viene raccolta dalla "Vasca polmone laminazione portata", avente un volume di circa 2 800 m³ e realizzata al disotto della sezione di tutti i pretrattamenti. Questa vasca contiene: n. 4 pompe sommerse, asservite a n. 3 livellostati, due di marcia e arresto, uno di allarme per altissimo livello: dette pompe rilanciano le acque al secondo ripartitore; n. 4 miscelatori sommersi per impedire la sedimentazione in vasca del liquame; n. 2 pompe sommerse per svuotare la vasca polmone: dette pompe possono rilanciare le acque al secondo ripartitore o, in alternativa, scaricare direttamente in by-pass.

Coagulazione-Flocculazione e Decantazione a Pacchi Lamellari

La linea di trattamento prevede un livello di trattamento primario mediante decantazione su pacchi lamellari, previo condizionamento del liquame da trattare con reagenti chimici. Questo livello è dimensionato sulla base di una portata massima di 500 m³/h; è costituito da due linee di trattamento in parallelo, ciascuna in grado di trattare una portata massima di 400 m³/h.

A regime, ciascuna linea tratta 250 m³/h. Quando una delle due linee dovesse andare in fermo, l'altra può comunque trattare fino a 400 m³/h sui pacchi lamellari, pur con una efficienza di rimozione più bassa. Il trattamento fisico-chimico può essere attivato rapidamente e quindi si adatta a variazioni rilevanti del carico inquinante in ingresso. L'obiettivo essenziale di un trattamento fisico-chimico è di permettere l'eliminazione delle materie in sospensione, decantabili, applicando velocità di separazione elevate.

L'aggiunta di reagenti chimici opportuni (flocculanti) permette di intrappolare le materie fini in sospensione per la separazione mediante semplice differenza di densità. Il flocculante provoca infatti l'addensamento delle particelle in fiocchi più grossi e più densi, permettendo così l'applicazione di una velocità di separazione maggiore. La flocculazione è realizzata innanzitutto mediante l'introduzione del flocculante (polimero di sintesi) in una vasca di contatto e miscelazione con il refluo da trattare.

L'efficacia della pre-flocculazione dipende dal tempo di contatto che deve essere molto rapido (circa 2 minuti) e dal gradiente di velocità G che si esprime come la radice quadrata del rapporto di forza per unità di superficie/viscosità e che deve essere compreso tra 300 e 900 S-1.

Questo bacino di miscelazione è munito di agitatori ad elica che assicurano la dispersione del reagente apportando l'energia necessaria alla formazione dei microfocci. E' quindi necessaria una agitazione lenta in una struttura particolare, il flocculatore, in cui si forma un fiocco più grosso e più denso.

La separazione acqua/fanghi avviene mediante decantazione in idonee vasche realizzate in c.a. e contenenti particolari strutture chiamate "pacchi lamellari". Il principio della decantazione lamellare è di racchiudere all'interno della stessa struttura un numero rilevante di decantatori elementari formati da lastre sagomate disposte verticalmente, quindi affiancate e non sovrapposte. Questo procedimento di decantazione permette di ridurre considerevolmente la superficie necessaria rispetto ad un procedimento classico.

Il carico idraulico superficiale per la fase di sedimentazione è dato da: $v = \frac{Q}{S}$ dove:
 $v = 0.8$ m/h (dato più che cautelativo per una ottima decantazione anche delle particelle più sottili);
 $Q = 400$ m³/h (portata max trattabile per linea nel caso l'altra sia in fermo per guasto; anche questo dato è più che cautelativo, considerando che, funzionanti le due linee, ciascuna tratta 250 m³/h);
 $S = 500$ m², superficie utile equivalente per linea. La superficie utile equivalente è data a sua volta da:
 $S = n \times S_1 \times \cos \theta$

dove: n = numero complessivo di piastre per linea e θ = inclinazione delle piastre sull'orizzontale; S1 = superficie singola piastra, pari alla sezione orizzontale del singolo pacco. Fissate le dimensioni del singolo pacco in m 3.0 × 1.5 × 1.1 (L × B × H), si ottiene una sezione orizzontale S1 pari a 4.5 m². L'angolo di inclinazione delle piastre è pari a 60° e dunque la superficie utile equivalente di ogni singola piastra è pari a 2.25 m². Pertanto si ottiene un numero complessivo di piastre n = 222 su ogni linea. Ciascun decantatore contiene n. 8 pacchi lamellari delle dimensioni su indicate, ciascuno avente circa n. 27 piastre da 2.25 m² di superficie utile equivalente. Le dimensioni complessive della singola vasca in c.a. contenente i pacchi lamellari sono: m 6.80 × 6.80 × 4.65 (L × B × H), mentre il battente idrico netto è pari a H = 4.00 m.

La vasca, ancorché rettangolare esternamente, è sagomata internamente in modo tale da risultare quasi circolare, per consentire la pulizia del fango con il carroponete ed impedire il formarsi di zone cieche nei quattro angoli. All'interno di ciascuna delle due vasche di decantazione è presente un carroponete raschiatore per la raccolta dei fanghi sedimentati sul fondo. Il liquame chiarificato in uscita dai bacini di decantazione affluisce alla "Vasca alimento biofiltri", dalla quale viene pompato al successivo stadio di trattamento.

Il fango decantato sul fondo vasca viene spinto dal carroponte verso la tramoggia centrale di raccolta. Da qui viene estratto per gravità ed inviato, attraverso una tubazione intercettata da una valvola motorizzata che lavorerà asservita ad un trasmettitore di livello del letto di fango, alla “Vasca rilancio fanghi sedimentati”.

Biofiltrazione

La biofiltrazione è un processo di trattamento biologico a colture fisse, al contrario della depurazione mediante fanghi attivi, che fa ricorso a batteri in colture libere. Essa presenta i seguenti vantaggi: modularità, adattamento rapido alle variazioni di carico, ingombro ridotto. Il suo principio poggia sull'utilizzo di un materiale filtrante di tipo granulare, immerso nell'acqua da trattare, aerato continuamente e sul quale si fissano le popolazioni batteriche che parteciperanno alla degradazione dell'inquinamento. Per i materiali filtranti granulari si è scelta la condizione di materiale pesante, corrente ascendente e doppia piattaforma. Ciascun biofiltro è costituito da una vasca in cemento armato a superficie libera che funge da contenitore e che prevede, dal basso in alto: una camera d'arrivo dell'aria e delle acque di lavaggio del materiale granulare, una piattaforma inferiore per tubature che assicura l'equiripartizione dell'acqua in modalità processo, dell'aria e dell'acqua di lavaggio in modalità lavaggio, una camera d'arrivo dell'acqua da trattare, munita di un passo d'uomo per le operazioni di manutenzione, una piattaforma superiore di ripartizione dell'acqua da trattare e di supporto dei materiali di riempimento, i materiali di riempimento disposti secondo tre strati distinti di granulometria decrescente dal basso verso l'alto: i due primi strati contribuiscono all'equiripartizione dei fluidi, il terzo è il materiale filtrante vero e proprio, supporto dell'attività biologica.

Per questa applicazione, il materiale normalmente utilizzato è la pozzolana, le cui proprietà essenziali (superficie specifica, porosità, resistenza all'usura meccanica) sono adatte al problema posto.

Denitrificazione: ogni singolo biofiltro deve lavorare, oltre che in ambiente aerobico in presenza di ossigeno per nitrificare e per rimuovere BOD₅ e COD, anche in ambiente anossico, in assenza di ossigeno, per denitrificare. Si è optato per una pre-denitrificazione equicorrente in serie con la successiva nitrificazione. Questo per evitare di dover fornire ai batteri responsabili della denitrificazione (*pseudomonas denitrificans*) fonti esterne di substrato carbonioso (quali metanolo, acido acetico, ecc.) necessario per le reazioni di sintesi e crescita cellulare. Poiché il rapporto BOD₅/ N tot. nel liquame in ingresso è sufficientemente elevato e pari a 5, si avrà una denitrificazione con fonte interna di carbonio (BOD₅ e COD), più che sufficiente alle esigenze dei batteri denitrificanti. Caratteristiche dei biofiltri: n. 5 + 1 in stand-by; superficie unitaria 40 m²; altezza totale letto filtrante 3.70 m; volume unitario letto filtrante 148 m³; superficie totale letto filtrante 200 m²; volume totale letto filtrante 740 m³.

In uscita dai biofiltri, le acque trattate vengono raccolte nella “Vasca acqua lavaggio biofiltri”; da qui le acque, ormai depurate, affluiscono per gravità nel canale in c.a. al cui interno viene dosato l'ipoclorito di sodio per la disinfezione finale.

LINEA FANGHI

Estrazione del fango di supero

Un misuratore-trasmettitore del livello del letto di fanghi in ogni decantatore innesta il funzionamento dell'estrazione dei fanghi stessi.

Pre-ispessimento statico

I fanghi estratti dai decantatori lamellari vengono pompato dalla “Vasca rilancio fanghi decantati” all'ispessitore. La vasca è dotata al suo interno di un carroponte rotante diametrico a trazione centrale, con lama raschiatrice sul fondo, per aumentare l'ispessimento del fango. L'ispessitore riceve anche il flusso raccolto drena dei bottini.

Trattamento bottini

Il depuratore di Chiavari disporrà di un apposito sistema per il trattamento specifico dei bottini, ossia dei liquami provenienti dagli spurghi.

L'impianto per il trattamento meccanico dei bottini ha lo scopo di grigliare i reflui scaricati dalle autobotti di spurgo e quindi di trattenere, lavare, compattare e scaricare tutte le sostanze solide grossolane. Il materiale compattato viene scaricato in una coclea inclinata fissa che a sua volta lo scarica nel cassone per l'allontanamento dall'impianto.

Stabilizzazione aerobica

Il fango stabilizzato estratto dal pre-ispessitore viene pompato dalle mono nella “Vasca idrolisi”, nella quale vengono pompato anche gli oli ed i grassi rimossi nei dissabbiatori-disoleatori a monte sulla linea liquami. All'interno della vasca, un agitatore a due eliche miscela i grassi, le materie di spurgo ed i fanghi con la soda caustica (NaOH) che vi viene dosata, permettendo di omogeneizzare gli effluenti e di ottenere una buona idrolisi dei grassi. La miscela fango – soda viene pompata nella “Vasca stabilizzazione” da n. 2 pompe sommerse. All'interno di questa vasca avviene la stabilizzazione vera e propria del fango, mediante insufflazione d'aria.

Post-ispessimento dinamico

Il fango stabilizzato viene condizionato con il dosaggio di polielettrolita all'interno di un reattore “Serbatoio di preflocculazione”, alloggiato nell'edificio di disidratazione unitamente alle altre apparecchiature di questa sezione. Il fango condizionato entra per gravità nel “decanter”, ossia l'ispessitore dinamico, dove passa da una concentrazione del circa 2 ÷ 4 % di sostanza secca, all' 8 % di SS.

Disidratazione e stoccaggio

Il fango ispessito nell'ispessitore dinamico all' 8 % di sostanza secca, ulteriormente condizionato con il dosaggio di polielettrolita, viene disidratato all'interno di n. 2 centrifughe, per ottenere un tenore di secco finale nel fango pari al 21 ÷ 23 %.

Trattamento degli odori

Dal momento che, per comprensibili ragioni estetiche e di impatto ambientale, l'impianto di depurazione di Chiavari è completamente al coperto, è necessario controllare perfettamente i flussi d'aria necessari alla ventilazione, con gli stessi obiettivi di efficacia, sia dal punto di vista qualitativo-funzionale che dal punto di vista economico, ricercati per il trattamento delle acque. Tutto il depuratore è mantenuto globalmente in leggera depressione per evitare che un'apertura non controllata possa condurre all'emissione di gas inquinati all'esterno. Al tempo stesso, è di imprescindibile importanza garantire all'interno dell'area di impianto condizioni igienico-sanitarie che siano le migliori possibili, anche dal punto di vista organolettico.

L'impianto di deodorizzazione è destinato a trattare l'aria aspirata dalle diverse zone dell'impianto per scaricarla all'esterno degli edifici con un tenore di gas inquinanti e molesti accettabile per l'ambiente. La tecnica di lavaggio chimico per assorbire questi inquinanti in fase liquida è attualmente la soluzione più efficace per trattare portate d'aria considerevoli (60 000 m³/h) con un rendimento di abbattimento elevato.

Studio di impatto ambientale

Come anticipato in apertura, i professionisti incaricati su incarico del committente hanno redatto anche uno studio di impatto ambientale nel quale, con corredo di opportuni allegati quali matrici, tabulati ed elaborati grafici, sono stati trattati i seguenti argomenti: Dimensione e obiettivi del progetto, Inquadramento territoriale, Coerenza con gli strumenti di programmazione vigenti, Utilizzo delle risorse naturali, Fonti di approvvigionamento, Disponibilità delle risorse da impiegare, Approvvigionamento idrico, Interazione ed eventuale modifica del drenaggio sia superficiale che sub-superficiale delle acque: coerenza con gli strumenti per la pianificazione di bacino, Produzione e smaltimento di rifiuti, Inquinamento e disturbi ambientali, Generazione di conflitti nell'uso delle risorse con altri interventi limitrofi, Valutazione quali-quantitativa degli inquinamenti indotti e da impatti non mitigabili, Volumi del traffico indotti e capacità del sistema infrastrutturale, Analisi del rischio di incidenti, Impatto sul patrimonio naturale e storico, Emissioni in atmosfera, Scarichi a mare.

DOCUMENTAZIONE GRAFICA: FOTOMONTAGGIO



VEDUTA DELLO STATO DI FATTO

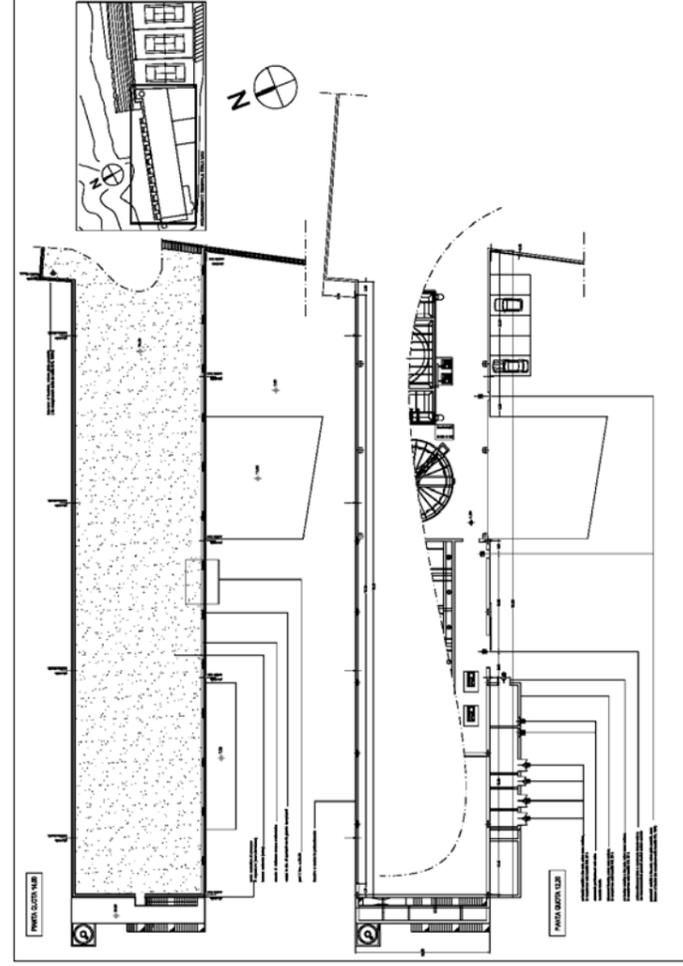


FOTOMONTAGGIO DELLO STATO DI FATTO CON INSERIMENTO DEL PROGETTO

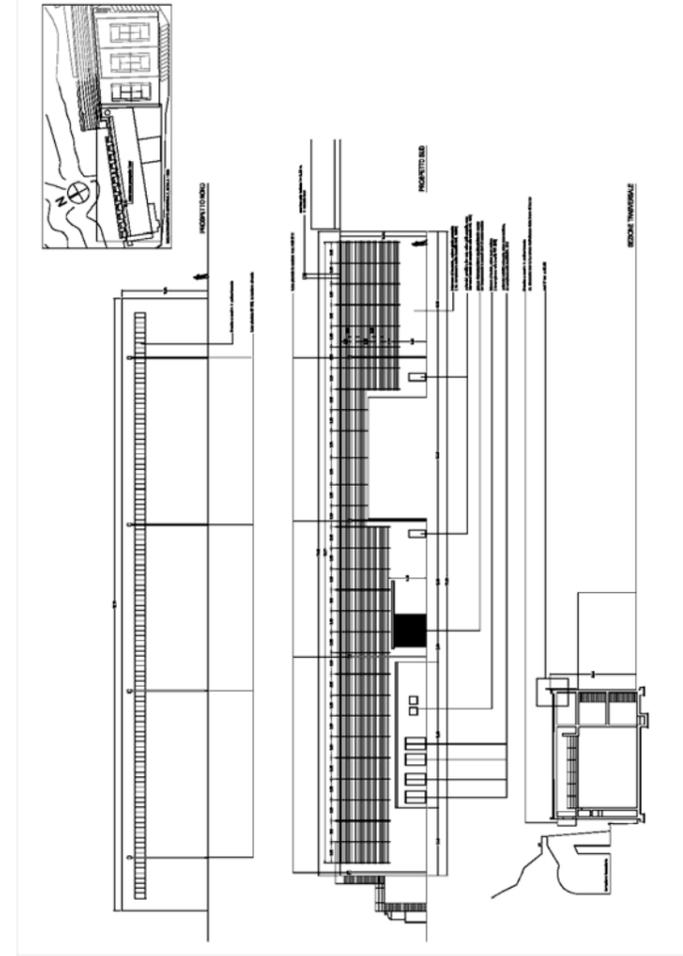


FOTOMONTAGGIO S.U.A. APPROVATO CON INSERIMENTO DEL PROGETTO

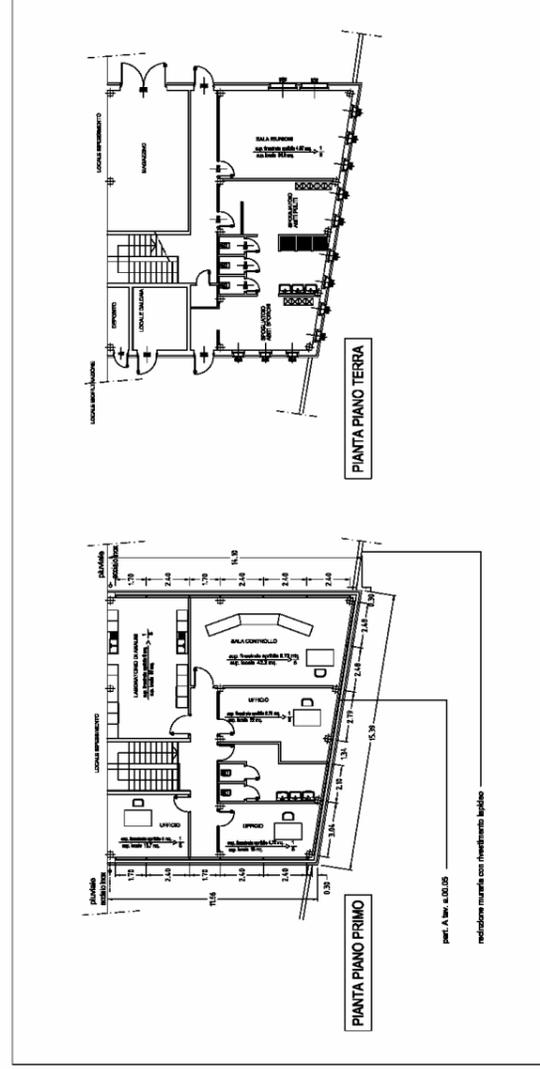
DOCUMENTAZIONE GRAFICA: PANTE ARCHITETTONICO TRATTAMENTO BIOLOGICO, CLORAZIONE,
ISPESSENTO E STABILIZZAZIONE



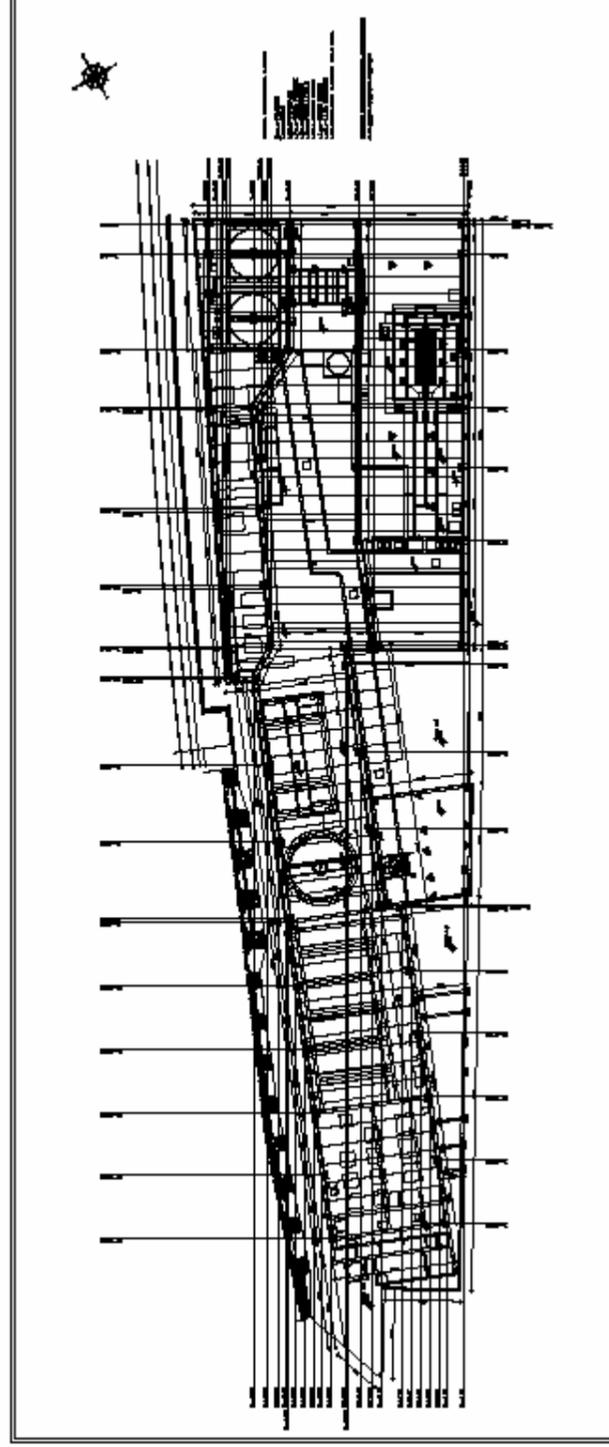
DOCUMENTAZIONE GRAFICA: PROSPETTI E SEZIONI ARCHITETTONICO TRATTAMENTO BIOLOGICO,
CLORAZIONE, ISPESSENTO E STABILIZZAZIONE



DOCUMENTAZIONE GRAFICA: PIANTE PALAZZINA UFFICI



DOCUMENTAZIONE GRAFICA: PLANIMETRIA IMPIANTO – CEMENTI ARMATI



DOCUMENTAZIONE GRAFICA: SEZIONI TRATTAMENTO BIOLOGICO – CEMENTI ARMATI

