



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

DIPARTIMENTO DI
PROCESSI CHIMICI DELL'INGEGNERIA

**TESI DI LAUREA IN
INGEGNERIA DEI PROCESSI INDUSTRIALI E DEI MATERIALI**

(Laurea triennale DM 270/04 – indirizzo Processi Industriali)

**VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE PER L'AMPLIAMENTO
DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CA' NORDIO A PADOVA**

Relatore: prof. Antonio Scipioni

Correlatore: dott.ssa Michela Longo

***Laureando:* ANDREA BRUSCHETTA**

ANNO ACCADEMICO 2011 - 2012

Indice

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1 - Valutazione di Impatto Ambientale	3
1.1 INTRODUZIONE SULLA VALUTAZIONE D'IMPATTO AMBIENTALE.....	3
1.2 SINTESI DELLA PROCEDURA DI VIA	4
1.2.1 Commissione regionale VIA.	4
1.2.2 Fasi di screening e scoping	5
1.2.2.1 Articolazione del SIA.....	5
1.2.3 Consegna della documentazione e istruttoria preliminare.....	6
1.2.4 Rilascio del parere sull'Impatto Ambientale dell'opera.....	6
1.2.5 Giudizio di Compatibilità Ambientale dell'opera.....	7
1.2.6 Decisione e informazione pubblica	7
1.2.7 Conferenza di servizi.....	7
1.2.8 Monitoraggio ambientale.....	7
1.3 RUOLO DI ARPAV	8
CAPITOLO 2 - Impianto di depurazione di acque reflue	9
2.1 L'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI CA' NORDIO	10
2.2 VINCOLI NORMATIVI INTRODUTTIVI.....	12
2.3 INTERVENTI STORICI NELL'IMPIANTO DI CA' NORDIO.....	14
2.4 CARICHI AFFLUENTI.....	15
2.5 PROGETTO DEL NUOVO IMPIANTO.....	17
2.5.1 Revamping delle linee vecchie.....	17
2.5.2 Grigliatura, sollevamento e ripartizione iniziale.....	18
2.5.3 Nuove linee biologiche.....	18
2.5.4 Trattamento finale della linea acque	21
2.5.5 Linea Fanghi	22

CAPITOLO 3 -Analisi sull'impatto ambientale del depuratore.....	25
3.1 VINCOLI TERRITORIALI E ALTERAZIONI PAESAGGISTICHE.....	26
3.2 INQUINAMENTO IDRICO.....	28
3.3 EMISSIONE ODORI.....	30
3.4 INQUINAMENTO ACUSTICO.....	33
3.5 EMISSIONI AEROSOL.....	35
CONCLUSIONI.....	37
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	39

Introduzione

La necessità di offrire ai cittadini efficienti servizi sanitari e, al tempo stesso, il diritto-dovere di rispettare la natura sono alla base della legislazione che regola i processi di depurazione delle acque.

Primo paese ad affrontare queste tematiche furono gli Stati Uniti con l'istituzione, nel 1970, dell'EPA (*Environmental Protection Agency*) che cominciò a porre delle regole per la protezione ambientale. Nello stesso tempo si sentì la necessità che i progetti delle grandi opere venissero sottoposti preventivamente ad un esame speciale volto a valutare gli effetti sull'ambiente e la loro sostenibilità. Per rispondere a questa esigenza, l'EPA introdusse l'EIS (*Environmental Impact Statement*), procedura standardizzata di valutazione di un progetto eseguita da un'apposita commissione, che deve stabilirne la compatibilità ambientale. La procedura americana fu in breve imitata, nel 1985, dall'UE che emise una direttiva il cui recepimento introdusse una vasta normativa nei paesi aderenti; in Italia il primo passo legislativo, in questo campo, è stato dato dalla Legge 8 luglio 1986 n.349.

Il tirocinio, su cui è basata la seguente tesi, è stato svolto presso il Dipartimento Provinciale ARPAV di Padova ed ha avuto la durata di circa due mesi, nei mesi di giugno-luglio 2011. Tale esperienza ha avuto come obiettivo lo studio in fase istruttoria della Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) per l'ampliamento dell'impianto di depurazione di Ca' Nordio a Padova ed ha contribuito ad approfondire la normativa italiana e regionale sulla VIA e i processi e le tecnologie in uso per la depurazione delle acque reflue.

La presente tesi è costituita da tre capitoli più uno contenente le conclusioni del lavoro svolto.

Il primo capitolo contiene un'analisi della normativa VIA e del suo iter procedurale, dall'istituzione della Commissione Regionale alla decisione pubblica in cui viene esposto l'esito negativo o positivo.

Nel secondo capitolo viene descritto il funzionamento dell'impianto di depurazione. Nella prima parte del capitolo è stata svolta un'introduzione al processo generale di depurazione in particolar modo definendo quali sono le fasi bio-chimiche più importanti e quali

sono le loro relazioni. Nella seconda parte è stato approfondito il progetto proposto nella VIA per l'ampliamento del depuratore di Ca' Nordio; a tal scopo, si è scelto di evidenziare maggiormente quali sono le novità del progetto rispetto agli interventi svolti nel passato, cercando di dare una stima sensibile sulle differenze tra l'impianto presente e quello in progetto.

Nel terzo capitolo è stata redatta una checklist che relaziona, per gli aspetti ambientali ritenuti più significativi, la normativa vigente, gli adempimenti che questa prevede e le conseguenti applicazioni progettuali necessarie, derivanti dalle osservazioni della Commissione Regionale di VIA.

Capitolo 1

Valutazione di Impatto Ambientale

1.1 Introduzione sulla Valutazione d'Impatto ambientale

La Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) è una procedura tecnico-amministrativa, svolta in fase progettuale, diretta a prevedere e valutare la compatibilità ambientale di determinate opere, individuate per la loro capacità di intervento e trasformazione del territorio.

Introdotta a livello europeo con la Direttiva 337/85/CEE, è stata successivamente modificata con le Direttive 11/97/CEE e 2003/35/CEE.

A livello nazionale, la sua regolamentazione trova luogo nel D.Lgs 152/06, modificato recentemente dal D.Lgs 128/2010, mentre per la Regione Veneto il riferimento legislativo è rappresentato dalla LR 10/1999, aggiornata in ultima istanza dal DGR 4145/2009.

La VIA costituisce uno strumento di supporto decisionale tecnico-politico finalizzato a migliorare la trasparenza delle decisioni pubbliche, consentendo di definire un bilancio beneficio-danno, inteso non solo sotto il profilo ecologico-ambientale, ma anche sotto quello economico-sociale, finalizzato alla gestione ottimale delle risorse.

La VIA si pone come obiettivi:

- mantenere la capacità riproduttiva del sistema;
- salvaguardare l'uso plurimo delle risorse;
- incentivare l'uso delle risorse rinnovabili;
- valutare gli effetti che un progetto produce sull'uomo e sulle altre componenti ambientali (fauna, vegetazione, suolo, aria, acqua, clima e paesaggio).

Si configura quindi come il punto di sintesi di una concezione globale della politica ambientale nei diversi sottolivelli amministrativi del nostro territorio.

1.2 Sintesi della procedura di VIA ¹

Sulla base della distinzione fatta dagli allegati I, II e III alla parte seconda del D.Lgs 152/06, le Autorità competenti per la gestione dell'iter procedurale della VIA possono essere lo Stato, la Regione o la Provincia.

Per la descrizione seguente, si è scelto, come esempio, un modello di VIA regionale.

Le fasi principali della procedura di VIA sono:

- a) Istituzione della Commissione Regionale VIA.
- b) Procedura preliminare costituita da una fase di “screening” e di “scoping”.
- c) Consegna della documentazione adeguata.
- d) Istruttoria preliminare per la verifica della completezza della documentazione.
- e) Presentazione e pubblicazione del progetto.
- f) Svolgimento di consultazioni.
- g) Valutazione dello studio ambientale e degli esiti delle consultazioni.
- i) Decisione da parte della commissione suddetta.
- l) Informazione sulla decisione.
- m) Monitoraggio Ambientale.

A fine del capitolo la Tabella 1.1 sintetizza i passaggi nelle rispettive tempistiche; di seguito, invece, si è scelto di soffermarsi su una descrizione più dettagliata dei momenti più importanti che contraddistinguono la procedura di VIA.

1.2.1 Commissione Regionale VIA.

La Commissione Regionale VIA è un organo tecnico-istruttorio presieduto dal Segretario regionale competente in materia ambientale e composta, oltreché dal presidente:

- a) dal dirigente della direzione regionale competente in materia di valutazione di impatto ambientale, con funzioni di vicepresidente;
- b) dal direttore generale dell'ARPAV o da un funzionario da lui delegato;
- c) dal direttore del dipartimento provinciale dell'ARPAV, o da un funzionario da lui delegato;
- d) dal dirigente responsabile della struttura provinciale competente in materia ;
- e) da nove laureati esperti in analisi e valutazione ambientale.

¹ Fonte: (Parlamento Italiano, 2006).

1.2.2 Fasi di screening e scoping

Preliminarmente alla vera e propria analisi di VIA, il soggetto proponente l'opera svolge la procedura di verifica preliminare (*screening*), la quale rappresenta una procedura tecnico-amministrativa volta ad effettuare una valutazione preliminare della significatività dell'impatto ambientale di un progetto, determinando se lo stesso richieda lo svolgimento successivo della procedura di valutazione dell'impatto ambientale.

Una volta avviata formalmente la procedura di VIA, avviene la fase di *scoping*: il soggetto proponente deve condurre uno Studio di Impatto Ambientale (SIA), seguendo una serie di criteri definiti dall'art. 21 del D.lgs 152/2006 e dalla DGR 1042/1999.

1.2.2.1 Articolazione del SIA²

I contenuti del SIA in genere comprendono indicatori ambientali, carte tematiche, mappe con inserimento del progetto e delle opere ausiliarie, schizzi, foto e restituzioni grafiche del sito ante e post l'intervento stesso. Il SIA normalmente si avvale di diverse tecniche per organizzare le informazioni e gerarchizzare l'esposizione, facendo uso di metodiche di rappresentazione come liste, matrici e diagrammi. Per la redazione dei punti più specialistici del SIA e per valutarne i contenuti vengono normalmente consultati degli esperti. Le consultazioni del pubblico integrano il giudizio degli esperti per valutare in modo partecipato la compatibilità del progetto in esame. L'autorità competente per la VIA, per garantire la partecipazione dei cittadini, può anche richiedere che sia fatta un'inchiesta pubblica, soprattutto per progetti di una certa complessità. Lo Studio d'Impatto Ambientale è uno strumento di supporto alle decisioni, valido per fornire gli elementi utili all'autorità competente nella valutazione finale, al fine di stabilire, in modo scientificamente coerente, quali sono i possibili effetti che l'azione da intraprendere può avere sull'ambiente.

Lo Studio d'Impatto Ambientale dell'opera dovrà essere condotto in considerazione di tre principali quadri di riferimento: programmatico, progettuale ed ambientale.

Nell'ambito del quadro di riferimento programmatico vengono mostrate le relazioni tra l'opera progettata e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale. Si tratta in sostanza di verificare la coerenza del progetto proposto con gli obiettivi degli strumenti di pianificazione vigenti, attraverso un esame dello stato d'applicazione. Nel quadro di riferimento progettuale andranno analizzate le caratteristiche dell'opera progettata, illustrando le motivazioni tecniche della scelta progettuale e delle principali alternative considerate.

² Fonte: (Iannelli, 2010).

Per quanto riguarda il quadro di riferimento ambientale, lo studio d'impatto dovrà definire l'ambito territoriale ed i sistemi ambientali interessati dal progetto analizzandone le condizioni di criticità, al fine d'individuare e descrivere i mutamenti indotti dalla realizzazione dell'opera.

1.2.3 Consegna della documentazione e istruttoria preliminare

Insieme al SIA il proponente deve consegnare il Progetto dell'opera e il Riassunto non Tecnico del SIA presso i Comuni, le Province ed eventualmente gli enti di gestione della aree naturali protette in cui ricade l'intervento. Deve, inoltre, far pubblicare l'annuncio dell'avvenuto deposito su due quotidiani a tiratura regionale dandone comunicazione all'Ufficio VIA.

Quest'ultimo, dopo il ricevimento della documentazione, dà inizio all'istruttoria preliminare per la verifica della completezza della documentazione presentata e la corretta individuazione, delle amministrazioni coinvolte. Entro 60 giorni l'Ufficio VIA conclude l'istruttoria preliminare esprimendosi in merito alla completezza della documentazione presentata dal proponente. Qualora siano richieste integrazioni e/o chiarimenti in merito alla documentazione presentata, tale periodo viene sospeso per il tempo necessario al proponente per effettuare le integrazioni necessarie.

Nella fase di chiusura dell'istruttoria preliminare e del deposito del SIA viene anche determinata la tariffa che dovrà essere versata dal proponente per lo svolgimento della successiva istruttoria di VIA.

1.2.4 Rilascio del parere sull'Impatto Ambientale dell'opera

La Commissione Regionale VIA, entro 135 giorni dalla data di pubblicazione dell'ultimo avviso di deposito della documentazione presentata dal proponente, esprime il proprio parere in merito alla compatibilità ambientale delle opere del progetto in esame. E' facoltà della Commissione VIA richiedere al proponente, per una sola volta, eventuali integrazioni che devono essere fornite entro i successivi 90 giorni. Tale richiesta da parte della Commissione ha effetto sospensivo sul procedimento in corso. Sempre entro il termine di 135 giorni la Commissione VIA può attivare un'inchiesta pubblica, ove ritenuto opportuno, e sulla base delle osservazioni scritte pervenute dai soggetti interessati può organizzare un'audizione delle parti interessate, in contraddittorio con il proponente dell'opera.

1.2.5 Giudizio di Compatibilità Ambientale dell'opera

Entro 15 giorni dal parere espresso dalla Commissione Regionale VIA e sulla base dello stesso, la Regione formula il giudizio di compatibilità ambientale sull'opera, e ne dà comunicazione al proponente ed a tutti gli Enti interessati. I membri del Gruppo di Lavoro coinvolti nella predisposizione dello Studio di Impatto Ambientale attestano la veridicità e correttezza di quanto esposto e dei contenuti del presente documento.

1.2.6 Decisione e informazione pubblica

Le decisioni di VIA si basano soprattutto sui contenuti del SIA e delle osservazioni pervenute. Entro i termini predefiniti dalla normativa l'autorità competente si pronuncia sulla compatibilità ambientale del progetto presentato. L'eventuale pronuncia favorevole contiene tra l'altro le prescrizioni necessarie per la mitigazione degli impatti sfavorevoli sull'ambiente. Le decisioni sulla compatibilità ambientale e le informazioni relative al progetto devono essere diffuse e pubblicate, a cura del proponente, su quotidiani, bollettini e su organi ufficiali delle amministrazioni.

1.2.7 Conferenza di servizi

In attuazione dei principi di semplificazione e di accelerazione dell'azione amministrativa disciplinati dalla legge sul procedimento amministrativo, l'autorità competente per la VIA convoca una conferenza di servizi al fine di acquisire in un'unica sede i pareri, nullaosta, autorizzazioni ed assensi comunque denominati previsti dalla vigente normativa, necessari per l'autorizzazione o l'approvazione definitiva degli impianti opere od interventi. La conferenza dei servizi conclude i suoi lavori entro trenta giorni dall'espressione del parere di compatibilità ambientale.

1.2.8 Monitoraggio ambientale

Obiettivo del monitoraggio ambientale è valutare l'accuratezza delle stime preliminari e assicurarsi che non si verifichino impatti imprevisti. Il monitoraggio serve per tenere sotto controllo la situazione durante le varie fasi degli interventi sottoposti a VIA dopo la loro approvazione. Possono essere previste misure di monitoraggio finalizzate alla verifica dei parametri di progetto e degli impatti nel tempo e nello spazio, delle azioni realizzate.

Tabella 1.1 Schema sintetizzante i passaggi salienti dell'iter VIA (Regione Veneto, 1999)

Fase della VIA	Soggetto proponente	Commissione Regionale VIA	Regione Veneto
Istruttoria preliminare (60 gg)	Domanda di VIA con allegati SIA, riassunto non tecnico e progetto preliminare	-	Parere sulla completezza della documentazione presentata (Ufficio VIA)
Deposito del SIA e pubblicazione annunci su due quotidiani	A seguito della comunicazione della conclusione dell'istruttoria preliminare		
Presentazione al pubblico	Entro 20 giorni dalla data dell'ultimo annuncio sui quotidiani		
Presenza visione della documentazione depositata da parte del pubblico	Entro 50 giorni dalla data di pubblicazione dell'ultimo annuncio		
Osservazioni da parte del pubblico	Entro 50 giorni dalla data di pubblicazione dell'ultimo annuncio: in relazione alle osservazioni presentate, la Commissione VIA può richiedere l'inchiesta pubblica		
Pareri di Comuni e Province interessati	Entro 60 giorni dalla data dell'ultimo annuncio sui quotidiani		
Istruttoria della Commissione VIA (parere della Commissione entro 135 gg dalla data dell'ultimo annuncio + eventuali max 90 gg in caso di richiesta di integrazioni)	Fornitura di eventuali integrazioni richieste (entro max 90 gg)	Richiesta di eventuali integrazioni al soggetto proponente (i termini vengono sospesi fino alla consegna delle integrazioni da parte del soggetto proponente, che deve avvenire al max entro 90 gg dalla richiesta) Eventuale inchiesta pubblica Parere della Commissione VIA sull'impatto ambientale dell'opera	-
Chiusura VIA (15 gg)			Giudizio di compatibilità ambientale (Giunta Regionale)

1.3 Ruolo di ARPAV

Il ruolo di ARPAV all'interno della Commissione VIA consiste nell'essere presente come organo tecnico-istruttorio all'interno della Commissione Regionale, nel realizzare e gestire l'archivio degli studi d'impatto ambientale e, in quanto organo di controllo e monitoraggio, nel fornire e analizzare i rapporti di prova e i rilevamenti che rappresentano la base sperimentale su cui fare prescrizioni in sede di VIA.

Infine ARPAV, dopo aver partecipato alle varie Conferenze dei Servizi o Conferenze Istruttorie, consegna un proprio parere di competenza al fine del rilascio della Pronuncia di Compatibilità Ambientale e stipula con le ditte proponenti un Protocollo di Monitoraggio atto a verificare l'impatto che l'attività in oggetto esercita sulle varie matrici ambientali (acqua, atmosfera, suolo e sottosuolo). Gli autocontrolli, eseguiti se necessario in contraddittorio dai tecnici dell'Agenzia, sono inviati con la cadenza prevista nel Protocollo di Monitoraggio e valutati nel rispetto della DGR n.578/2011, in cui sono presenti delle linee guida per il controllo degli scarichi degli impianti e per la delega ai gestori del controllo su tali scarichi (Regione Veneto, 1999).

Capitolo 2

Impianto di depurazione di acque reflue

Gli impianti di depurazione delle acque reflue sono impianti costituiti da una serie di manufatti atti a rimuovere, con un processo in serie, i contaminanti dei reflui di origine urbana e/o industriale. I prodotti che fuoriescono da un impianto di depurazione sono:

- Acqua chiarificata, che viene scaricata nel canale più adiacente all'impianto.
- Fanghi, che possono essere mandati, in base al loro carico organico, ad un impianto di compostaggio, in discariche speciali o smaltiti in agricoltura.
- Prodotti di scarto, come fogliame, detriti, rifiuti tossici e non, che vengono separati dai prodotti principali e smaltiti nelle apposite sedi (Bonomo, 2008).

In fase di progettazione, uno dei primi criteri discriminanti per la scelta globale di quali tecnologie adottare è la tipologia delle acque reflue; in tal senso si possono fare tre distinzioni sulla base dell'art.74 del D.lgs n. 152/06:

- acque reflue *domestiche*: acque provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi derivanti prevalentemente dal metabolismo umano;
- acque reflue *urbane*: miscuglio di acque reflue domestiche, meteoriche di dilavamento convogliate in rete fognarie, anche separate, e provenienti da un agglomerato urbano;
- acque reflue *industriali*: qualsiasi tipo di acque reflue scaricate da edifici od impianti in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni, diversi dalle acque reflue domestiche e dalle meteoriche di dilavamento.

2.1 L'impianto di depurazione di Ca' Nordio



Figura- 2.1 Modello tridimensionale del futuro impianto di depurazione di Ca' Nordio (Iannelli, 2010)

Nel tirocinio svolto in ARPAV, l'impianto sottoposto a VIA è l'impianto di depurazione sito in Via Asconio Pediano, Località Ca' Nordio nel Comune di Padova. La figura 2.1 rappresenta un modello tridimensionale del progetto nella sua sistemazione finale.

Tale stabilimento riceve solo acque miste domestiche ed urbane non separate ed è sottoposto ai limiti di scarico che, nel D.lgs 152/2006, spettano ad impianti con potenzialità superiore ai 100.000 abitanti equivalenti.

Di seguito viene presentato il processo che avviene nell'impianto di depurazione di Ca' Nordio e per dare una prima visione del suo funzionamento ne viene proposta qui una rappresentazione schematica in Figura 2.2.



Figura 2.2 Schema generico di un impianto di depurazione di acque reflue (Bonomo, 2008)

Come si evince dalla Figura 2.2, il trattamento delle acque reflue si può suddividere in alcune fasi distinte a cui corrispondono degli opportuni manufatti.

I reflui in ingresso vengono collettati in un'unica stazione di sollevamento tramite coclee e da qui sono sottoposti in serie alle fasi di grigliatura, disoleazione, dissabbiatura e sedimentazione primaria. Questa prima parte (definita "trattamento primario") consiste quindi in una serie di interventi di natura meccanica, con lo scopo di separare i solidi pesanti inerti e di rimuovere materiali che potrebbero produrre danneggiamenti nella fasi successive di depurazione. Al termine della trattamento primario si ottiene una depurazione parziale, con rimozione del BOD del 25-30 % ma con bassi consumi energetici (Bonomo, 2008).

La seconda parte dell'impianto è costituita dal "trattamento secondario o biologico", in cui i manufatti svolgono la funzione di veri e propri reattori da cui i reflui in uscita escono con concentrazioni di nutrienti (azoto, carbonio, fosforo) al di sotto dei limiti di legge. L'azoto è presente in forme organiche (N organico) e come azoto ammoniacale (NH_4); durante la depurazione biologica l'azoto organico si trasforma in NH_4 tramite i batteri del fango e assieme a quello già presente in ingresso viene trasformato da nitrito in nitrato (nitrificazione). Successivamente i nitrati passano nella fase di condizioni anossiche e l'azoto passa all'atmosfera sottoforma di N_2 (zona di denitrificazione). Il carbonio, invece, viene biodegradato dai microrganismi del fango, che lo usano per la costruzione delle strutture cellulari, in condizioni anaerobiche nell'ambiente anossico e nella parte aerata dello stadio biologico. I composti del carbonio vengono determinati tramite COD e BOD_5^3 . Il fosforo, infine, viene controllato tramite il parametro del "fosforo totale" (P_{tot}), che però è comprensivo di fosforo ortofosfato (PO_4), polifosfati e composti organici del fosforo. Durante la depurazione biologica, i polifosfati e il fosforo organico vengono trasformati in ortofosfati, grazie all'azione di particolari microorganismi (Winkler, 2009).

³ **BOD:** (*Biochemical Oxygen Demand*) quantità di ossigeno richiesta dai microrganismi aerobi per poter procedere all'assimilazione e alla degradazione delle sostanze organiche presenti nei liquami, costituenti il "cibo" dei microrganismi.

COD: (*Chemical Oxygen Demand*) quantità di ossigeno richiesta per ossidare *chimicamente* le sostanze presenti nei liquami, è un indice che individua le sostanze organiche ossidabili biologicamente ma anche le sostanze organiche non biodegradabili ossidabili solo chimicamente.

Abitante equivalente: unità di misura per esprimere il carico di una particolare utenza civile o industriale dell'impianto di depurazione, in termini omogenei e confrontabili con le utenze civili. E' un concetto convenzionale che solitamente si fa riferire al carico organico espresso come BOD_5 (Masotti, 2002).

Secondo il D.lgs 152/2006, 1 abitante equivalente = il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.

Nella terza fase di depurazione dei reflui (definita “trattamento terziario o di affinamento”) avvengono dei processi eseguiti per il controllo del colore, dei tensioattivi residui, del COD refrattario, della qualità microbiologica. Iniziano solitamente con una fase di filtrazione, eventualmente associata alla precipitazione dei fosfati e possono comprendere fasi di ossidazione chimica e di adsorbimento su carbone attivo. Il “trattamento terziario” termina con la disinfezione per il miglioramento della qualità microbica dell’acqua con funzionamento che può essere continuo, stagionale o saltuario a fronte di emergenze sanitarie. Un tempo era condotto esclusivamente per clorazione; a fronte di problemi di tossicità connessi alla formazione di sottoprodotti organo-alogenati, la clorazione tende ad essere sostituita con trattamenti a base di acido peracetico o mediante radiazione UV (Bonomo, 2008).

In parallelo al trattamento delle acque, un impianto di depurazione consta di una linea dedicata al trattamento dei fanghi. Quest’ultimo ha l’obiettivo di modificare le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dei fanghi in modo che lo smaltimento possa avvenire nel rispetto dell’ambiente e degli operatori interessati. Aspetto importante da definire in fase progettuale è la separazione dei fanghi primari da quelli di supero. I primi presentano concentrazioni sensibilmente più elevate di microinquinanti (organici ed inorganici) rispetto a quelli di supero; per questo i fanghi primari (ma a volte anche quelli di supero) vengono digeriti in reattori di grandi dimensioni (chiamati “digestori”) da cui, attraverso ulteriori trasformazioni chimico-fisiche, si può ricavare compost e biometano (Lavagnolo, 2010)

2.2 Vincoli normativi introduttivi

I due riferimenti legislativi più importanti, come linee-guida per il progetto dell’impianto di depurazione, sono il D.lgs 152/2006 “Norme in materia ambientale” e il Piano di Tutela delle Acque (PTA), contenuto nel DGR n.80 del 27/01/2011. Il primo sostituisce il D.Lgs. 152/99 di cui ha ripreso tutti gli articoli, organizzandoli in un testo unico con tutte le altre normative in materia di ambiente; il secondo, approvato il 5.11.2009 sostituisce quasi interamente il Piano Regionale di Risanamento delle Acque. Alla luce di quanto richiesto dalle direttive comunitarie in materia e dal D.Lgs. 152/2006, il nuovo Piano provvede a dettare, per il territorio regionale, la disciplina per la tutela e gestione della risorsa idrica e a introdurre le misure per il miglioramento della qualità dei corpi idrici e per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione delle acque.

Nello specifico, il Piano definisce gli interventi di protezione e risanamento dei corpi idrici superficiali e sotterranei e l’uso sostenibile dell’acqua, individuando le misure integrate di

tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica, che contribuiscano a garantire anche la naturale autodepurazione dei corpi idrici e la loro capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Secondo quanto previsto dall'art. 91 del D.Lgs n. 152/2006, la zona oggetto di studio non è compresa tra le zone classificate come "sensibili"; pertanto gli impianti di depurazione con potenzialità superiore a 10.000 A.E. sono tenuti al rispetto dei limiti indicati dalla Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs 152/06 di cui, di seguito, si riportano i parametri principali e i loro valori di soglia:

- BOD \leq 25 mg/l
- COD \leq 125 mg/l
- Solidi Sospesi \leq 35 mg/l

Tuttavia il D.lgs 152/06 specifica che le Regioni possono identificare, oltre a quelle definite, ulteriori aree sensibili che delimitino bacini drenanti nelle aree sensibili, contribuendo all'inquinamento di tali aree.

A tal proposito, è opportuno sottolineare che, attraverso la LR n.5/1998, la Regione Veneto ha classificato tutto il territorio regionale in otto Ambiti Territoriali Ottimali, ATO: Alto Veneto, Veneto Orientale, Laguna di Venezia, Brenta, Bacchiglione, Veronese, Polesine e Valle di Chiampo. Ai fini di garantire la gestione del Servizio Idrico Integrato secondo criteri di efficacia, efficienza ed economicità, i Comuni e le Province ricadenti in ciascun Ambito hanno istituito l'Autorità d'Ambito utilizzando la forma di cooperazione del consorzio ai sensi della Legge 142/1990.

2.2.1 L' AATO Bacchiglione

L'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale in cui ricade l'impianto di depurazione di Ca' Nordio è quello denominato "Bacchiglione", che ha una superficie totale di 3099.13 km² e 140 comuni.

L'AATO Bacchiglione ha esercitato il diritto espresso dal PTA ed ha definito la propria circoscrizione come "Area sensibile". Questo comporta un abbassamento dei limiti di Azoto totale e Fosforo totale, dai valori, rispettivamente, di 20 mg/l e 10 mg/l a:

- Azoto totale (come N) \leq 10 mg/l
- Fosforo totale (come P) \leq 1 mg/l

Nel 2003 l'AATO Bacchiglione ha stilato la prima redazione del Piano d'Ambito in cui è stata svolta una presentazione dello stato di fatto della zona di Padova e dei rispettivi

depuratori: dal documento è emersa la necessità di intervenire nel settore fognario e depurativo, individuando, come possibili soluzioni, il risanamento fognario della zona sud di Padova (quartieri Armistizio, Guizza, Quattro Martiri, Salboro, Voltabarozzo), la completa separazione tra acque nere e bianche e il completamento del depuratore di Ca' Nordio, che da solo non riesce a depurare tutti i reflui della città.

Nell'aggiornamento del Piano d'Ambito, è stato redatto un Piano pluriennale 2007-2026 che prevede il potenziamento del depuratore di Ca'Nordio con la costruzione di nuove linee affinché nella configurazione finale dell'impianto possano essere adottati anche i carichi provenienti dalla Zona sud di Padova (attualmente afferenti ai depuratori della Guizza, di Albignasego e di Ponte S. Nicolò) in modo tale che la potenzialità complessiva possa raggiungere il valore di 320.000 ab. eq.

2.3 Interventi storici nell'impianto di Ca' Nordio ⁴



Legenda

- 1: “linea vecchia” (oggetto del futuro revamping)
- 2a, 2b: petali della linea di recente ampliamento
- 3: digestori dell'impianto attuale
- 4: grigliatura e risollevarimento a nuove linee
- 5: tre linee nuove in progetto
- 6: filtrazione e disinfezione delle nuove linee in progetto
- 7: trattamento fanghi in progetto

Figura 2.3- Pianta dell'impianto di depurazione di Ca' Nordio (Iannelli, 2010)

Come evidenziato dalla Figura 2.3, l'impianto di depurazione di Ca' Nordio è composto da più linee di trattamento, realizzate per lotti successivi e nel corso di vari decenni. Un primo blocco, costruito e funzionante fin dalla metà degli anni '70 (denominato “linea vecchia”), era stato a quel tempo dimensionato considerando le dotazioni idriche allora in essere (220–240

⁴ Fonte: (Iannelli, 2010).

l/ab/d) e perseguendo unicamente l'abbattimento del BOD per cui è privo di fasi atte all'abbattimento dell'azoto.

Nel 1990 il Comune fece redigere il "Progetto generale di massima" che si prefiggeva di potenziare l'impianto fino a 240.000 ab.eq. per soddisfare le esigenze di medio-lungo termine. Tale progetto prevedeva quattro nuove linee di trattamento, denominate allora "linee nuove", che avessero la sezione di denitrificazione e ricevessero parte dei carichi affluenti al vecchio impianto. In questo modo sarebbe stata possibile una ristrutturazione delle linee vecchie con cui si sarebbero ottenuti effluenti depurati idonei allo scarico in aree sensibili.

Nel quadro di programmazione pluriennale redatto dall'AATO Bacchiglione sono state riviste le stime per l'ampliamento del depuratore: si è deciso infatti di mantenere due delle quattro linee del progetto del 1990 e di aggiungere 3 nuove linee di diversa forma in modo da raggiungere la potenzialità di 320.000 ab. eq.

A tutt'oggi quindi l'impianto di depurazione di Padova è costituito da:

- la "linea vecchia" che copre (con un margine di sicurezza del 20–22%) una potenzialità variabili tra i 35.000 ab. eq. e i 42.000 ab. eq. producendo un effluente difforme dai limiti richiesti per lo scarico in area sensibile;
- due delle quattro "linee nuove" di trattamento liquami, previste dal progetto generale del 1990, che trattano complessivamente una quantità di reflui corrispondenti a 100.000 ab. eq., idonei allo scarico in area sensibile;
- tre linee di trattamento anaerobico dei fanghi, due facenti parte delle opere realizzate con la "linea vecchia" ed una terza in corso di realizzazione, dimensionate complessivamente per 142.000 ab.eq.
- una centrale per la disidratazione dei fanghi, dimensionata per 142.000 ab.eq.

2.4 Carichi affluenti

Per poter avere una stima sensibile delle grandezza dell'impianto in progetto si è ritenuto opportuno riportare i carichi e le portate volumetriche che interessano il depuratore di Ca' Nordio:

- Potenzialità in abitanti equivalenti = 320.000 ab.eq.
- Portata giornaliera di reflui depurati = $Q_d = 129.000 \text{ mc/d}$
- Portata media ($Q_d/24$) = $Q_m = 5.360 \text{ mc/h} = 1.490 \text{ l/s}$

In questo ultimo dato bisogna precisare che la portata proviene da due zone diverse della città:

- $Q_{m1} = 1285 \text{ l/s}$ dal Centro Storico e dalla zona industriale (ZIP)

- $Q_{m2}=205$ l/s dai nuovi centri collettati (Guizza, Albignasego, Voltabarozzo)

Con tale suddivisione, la portata massima in caso di pioggia, $Q_{max}= 4265$ l/s, è distinta in:

- $Q_{max1}=3* Q_{m1}=3855$ l/s dal Centro Storico e dalla ZIP
- $Q_{max2}=2* Q_{m2}=410$ l/s dai nuovi centri collettati

Ai trattamenti biologici, in caso di pioggia, si dovrà porre uno sfioro a $2* Q_{m1}$, in modo tale che la portata totale sia 2980 l/s, cioè $2*(Q_{m1}+Q_{m2})$.

Di seguito, nella Figura 2.4, viene proposto un diagramma di flusso schematizzante la suddivisione delle portate nere dell'impianto. Come si può notare, sulle nuove linee in progetto verrà portato quasi il 55% dei reflui in entrata, ciò per evitare che la "linea vecchia" soffra di problemi di sottodimensionamento soprattutto nei momenti in cui i carichi tendono ad aumentare.

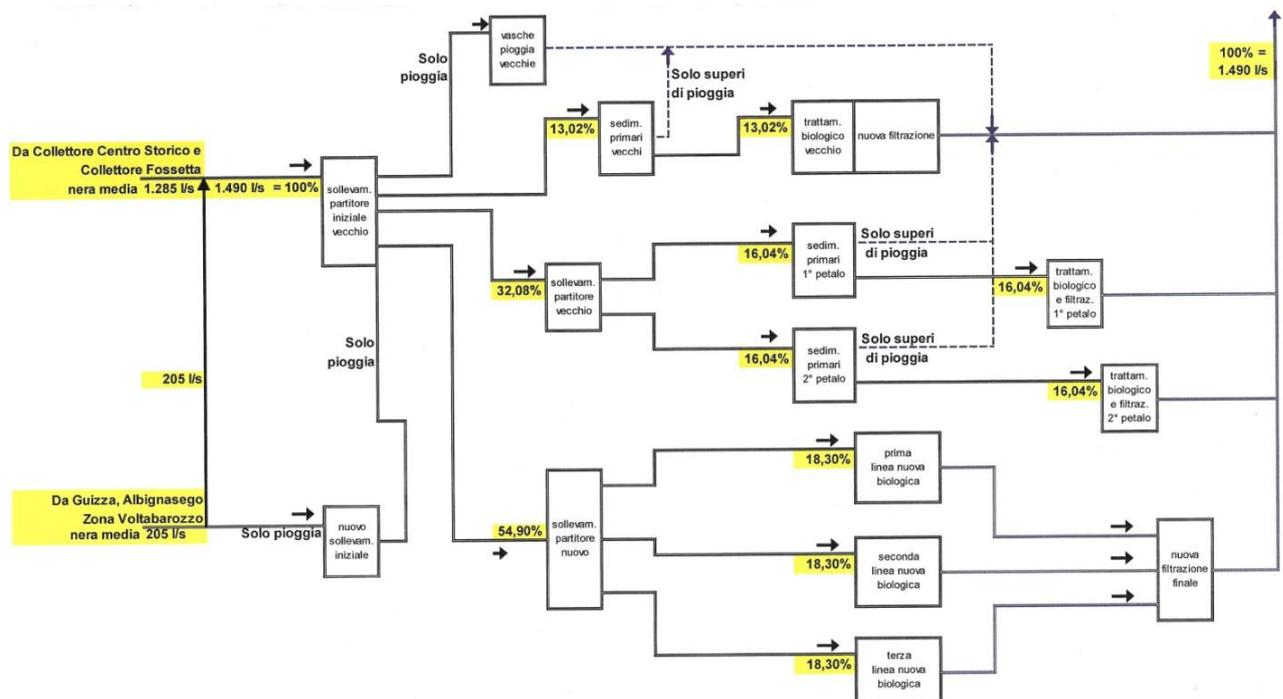


Figura 2.4 - Suddivisione delle portate nere sulle linee di trattamento (Iannelli, 2010)

2.5 Progetto del nuovo impianto⁵

Il Progetto della nuova parte di impianto consiste principalmente nel *revamping* della “linea vecchia”, nella costruzione *ex novo* di un nuovo manufatto di grigliatura, sollevamento e ripartizione, nella costruzione di tre nuove linee biologiche e nel potenziamento della linea fanghi annessa.

2.5.1 *Revamping delle linee vecchie*

Il *revamping* delle linee vecchie consiste nella loro ristrutturazione per realizzare nelle vasche di ossidazione esistenti il processo di nitrificazione e denitrificazione con una tecnologia a fanghi attivi a cicli alternati (*CAST = Cyclic Alternated Sludge Technology*).

Tali sistemi sono costituiti da un bacino in cui l'alimentazione viene fatta con flusso discontinuo e si sviluppano processi di ossidazione, nitrificazione e denitrificazione biologica, nonché di sedimentazione, con estrazione sia dell'effluente depurato che dei fanghi di supero. I processi biologici e di sedimentazione vengono condotti in tempi diversi, variando ciclicamente le condizioni di funzionamento dell'impianto; operando opportunamente sui tempi delle varie fasi, si ripropone, di fatto, un processo a fanghi attivi, nel quale, però, le diverse fasi di processo non si susseguono in sequenza spaziale, come negli impianti tradizionali, bensì temporale.

In ogni caso, al gruppo di reattori *CAST* viene fatta seguire una fase di sedimentazione finale destinata ad intercettare i fanghi che fuoriescono dai suddetti reattori.

Un impianto *CAST* è composto da due o più reattori funzionanti geometricamente in parallelo ma temporalmente con cicli sfalsati; in ciascun ciclo si possono distinguere quattro diverse fasi di processo, che si svolgono in sequenza temporale: stasi, alimentazione, agitazione anossica e agitazione aerata. Il processo inizia con l'ingresso del liquame nel reattore facendo sfiorare il surnatante formatosi in vasca durante il periodo di stasi. I costituenti del liquame non vengono degradati durante la fase di immissione statica. Le reazioni aerobiche prendono inizio durante l'immissione aerata e quelle anossiche e anaerobiche durante l'immissione miscelata. In generale la durata di queste fasi dipende dalla portata di massa, dal substrato velocemente biodegradabile e dalla strategia di immissione. Le reazioni iniziate durante l'immissione vengono completate durante le fasi di reazione miscelata e aerata. Le fasi di sedimentazione, scarico e pausa completano il ciclo.

⁵ Fonte: (Iannelli, 2010).

Il tempo necessario per il completamento di tutte le fasi costituisce il tempo totale di processo ed è fondamentale ai fini del dimensionamento. La peculiarità dei reattori CAST consiste nella possibilità che essi offrono di poter variare di volta in volta la durata dei tempi in funzione delle caratteristiche quantitative e qualitative del liquame influente, per cui possono considerarsi come impianti che funzionano in “stato non stazionario controllato”.

2.5.2 Grigliatura, sollevamento e ripartizione iniziale

Nella nuova stazione di sollevamento verrà installata una stazione di grigliatura costituita da quattro canali di griglie automatiche a cestello rotante aventi spaziatura inferiore ai 3 mm in maniera da preservare sia le tubazioni da eventuali intasamenti generati da materiali grossolani sia l'occlusione e/o la parzializzazione dei delicati sistemi di sfioro posti a valle.

E' prevista inoltre una stazione di compattazione del materiale grigliato.

Allo stesso modo di quanto visto per la stazione di grigliatura anche per quella di sollevamento sono state previste quattro pompe a vite di Archimede (coclee) che solleveranno il liquame in un pozzetto dal quale alimenteranno le tubazioni di collegamento con le rispettive linee biologiche.

La nuova stazione di sollevamento fungerà da punto di consegna della nuova stazione in sponda destra del Bacchiglione e da doppio pozzetto piezometrico ed avrà il seguente funzionamento:

- per valori di portata affluente dal Centro di Padova e dai nuovi centri collettati che si manterranno al di sotto del valore di 890 l/s (limite a cui è stata impostata la soglia di sfioro) le coclee già installate e funzionanti continueranno a sollevare tutta la portata in ingresso.
- nei periodi invece di pioggia, e quindi con portate che andranno man mano ad aumentare, facendo crescere il livello di pelo libero nella vasca di carico delle coclee, entrerà progressivamente in funzione lo sfioro di questo nuovo pozzetto al nuovo sollevamento fino a far sfiorare tutta la portata di 2 Qm in arrivo dal sollevamento in sponda destra del Bacchiglione che quindi verrà inviata alle nuove linee attraverso l'utilizzo della nuova stazione di sollevamento.

2.5.3 Nuove linee biologiche

Per l'ampliamento completo, l'impianto di Cà Nordio vedrà la realizzazione di tre nuove linee da circa 60.000 ab. eq. per un totale di 180.000 ab. eq., ciascuna composta dalla linea di

trattamento biologico e dal blocco di predisinfezione con acido peracetico, filtrazione con pannelli rotanti e postdisinfezione con raggi UV.

Ciascuna delle tre nuove linee biologiche, che si svilupperanno in un unico manufatto longitudinale avente dimensioni totali di circa 115 m x 40 m, sarà a sua volta formata da due semimoduli da 30.000 ab. eq. costituiti dalle sezioni seguenti:

- una vasca di dissabbiatura e disoleatura aerata;
- una vasca di sedimentazione primaria a pacchi lamellari;
- una vasca per la selezione anaerobica;
- due vasche in serie per la fase di denitrificazione pura;
- due vasche bivalenti in serie (utilizzabili sia per la denitrificazione sia per la nitrificazione)
- quattro vasche di ossidazione in serie;
- due vasche di sedimentazione finale in parallelo;

Il primo comparto, costituito dalla dissabbiatura e disoleatura, è realizzato con una vasca a flusso longitudinale servita da un carro ponte e supportata da tre soffianti centrifughe più una di riserva. Gli oli ed i grassi raccolti dal carro ponte verranno inviati alla linea di trattamento fanghi, mentre le sabbie raccolte verranno inviate ai cassoni di stoccaggio, i quali periodicamente verranno trasportati e convogliati in tramogge di accumulo.

La fase successiva sarà la sedimentazione primaria, realizzata con tecnica a pacchi lamellari per ridurre le dimensioni di ingombro. Nella vasca verrà installato un convogliatore dei fanghi primari, qui decantati, che alimenterà un pozzo ricavato sul fondo della vasca stessa dal quale una pompa li solleverà e unitamente a quelli prelevati dall'altro semimodulo verranno inviati al trattamento fanghi.

Seguirà un selettore anaerobico, coadiuvante sia per l'abbattimento del fosforo per *luxury uptake rate*, sia per la riduzione dei ceppi batterici filamentosi. Tale fase di trattamento deve essere inserita a monte dei sistemi di nitrificazione/denitrificazione spinta, con l'obiettivo di limitare il fenomeno del "bulking filamentoso" a vantaggio dei batteri fiocco formatori.

Il bulking è un fenomeno nel quale la predominanza dei batteri filamentosi fa sì che essi si diramino oltre il fiocco stesso, fino ad interagire con altri fiocchi circostanti. Conseguenza del bulking è un effluente molto limpido ma anche una difficile compattazione, sedimentazione ed ispessimento del fango secondario che determinerebbe un notevole abbattimento dei rendimenti depurativi dell'intero impianto dovuto proprio alla perdita di biomassa attiva dal sistema.

Nel settore anaerobico si svilupperanno, alternativamente, due diverse condizioni biologiche: in una prima fase (molto rapida) tutti i ceppi batterici tenderanno a crescere consumando completamente lo scarso ossigeno messo a disposizione dal fango di ricircolo; con il poco ossigeno rimasto avverrà una seconda fase (più lenta) di respirazione endogena che sarà spinta al massimo affinché ci sia, tra i ceppi batterici, una competizione, in cui ad avere la peggio saranno quelli responsabili degli sviluppi filamentosi (solitamente la *Nocardia*).

La vasca di contatto, alimentata da liquame fresco, mantenuta in condizioni di alto carico e in anossia, permette la formazione di biomassa senza i consueti problemi di sedimentazione.

Va inoltre sottolineato che il passaggio in un comparto anossico migliora anche il rendimento di denitrificazione, in quanto consente di avere in ingresso alla sezione un liquame già privo di ossigeno disciolto in modo tale che il liquame entri nel comparto di denitrificazione con un potenziale redox basso, che velocizza i processi di denitrificazione.

In seguito il liquame entrerà nel comparto biologico (denitrificazione e nitrificazione). Nella prima vasca di denitrificazione, al liquame, uscente dalla precedente fase di selezione anaerobica, verrà unito il *mixed liquor* sollevato dall'ultima vasca di ossidazione.

Le prime due vasche verranno attrezzate con organi di miscelazione sommergibile e pertanto son destinate ad un funzionamento sempre anossico; le successive sezioni sono attrezzate con organi che possano all'occasione essere sfruttati anche come sistemi di aerazione sommersa e, quindi, possono essere destinate a funzionare sia come comparti anossici che come settori di ossidazione. Questa scelta è stata fatta dal Progettista per facilitare la fase di avvio del processo depurativo, in cui si necessita di elevati volumi di ossidazione.

Anche la fase di ossidazione-nitrificazione è formata da quattro vasche, attrezzate con sistemi di insufflazione d'aria sommersi che sono alimentati da quattro soffianti con il compito di inviare l'aria compressa a tutte le nuove linee di trattamento. Ogni sistema verrà dotato di una valvola di regolazione d'aria collegata direttamente al misuratore di ossigeno, la cui immissione è fissata fino a un valore di 2 mg/l.

Negli ultimi due settori di ossidazione trovano posto le due pompe ad elica ad asse orizzontale dotate di inverter per il sollevamento del *mixed liquor* da inviare alla fase di denitrificazione inoltre nello stesso comparto verrà installata anche la pompa per lo svuotamento del semimodulo, utilizzata in caso di fermo di quest'ultimo, che rilancerà il liquame presente nel semimodulo affiancato.

La successiva fase di sedimentazione finale sarà composta (per ogni semimodulo da 30.000 ab. eq.) da due vasche; all'ingresso di ognuna, al fine di uniformare il flusso entrante su tutto il fronte si è previsto di realizzare un setto in calcestruzzo con due diverse quote di fondo: una alla quota di 0,70 m dal fondo della vasca e l'altra a 2,00 m dal fondo; in questo modo il liquame trovando difficoltà a passare attraverso la prima apertura tenderà a spostarsi verso la seconda andando ad interessare tutto il fronte disponibile dato dalla sedimentazione finale. Nella vasca verrà installato un carro ponte aspirante per la raccolta dei fanghi depositatisi sul fondo del bacino; questi ultimi verranno inviati alla canalina di raccolta e da qui mandati nel pozzetto di sollevamento fanghi di ricircolo e di supero unitamente ai fanghi recepiti dal sistema di suzione posto all'inizio del bacino di sedimentazione finale. Il chiarificato delle diverse linee biologiche, poi, verrà portato insieme nella sezione di finissaggio finale.

2.5.4 *Trattamento finale della linea acque*

Prima di essere scaricato nel ricettore superficiale (fiume Bacchiglione), l'effluente passa per i comparti del trattamento finale costituiti da:

- predisinfezione con acido peracetico;
- filtrazione a pannelli rotanti;
- postdisinfezione a raggi UV.

La sommatoria di queste tre fasi di trattamento è necessaria non solo per il rispetto dei limiti sui solidi sospesi, ma anche per l'affinamento finale dell'abbattimento del fosforo e per migliorare l'efficienza della disinfezione finale indispensabile per il controllo della carica batterica.

La sezione di predisinfezione con acido peracetico è necessaria per interferire sulla crescita e sulla concentrazione di organismi patogeni contaminanti (virus, batteri, etc.), riducendo di conseguenza la diffusione delle malattie. Seguendo le indicazioni contenute nelle "Proposte di Piano" (all'interno del PTA), il Progettista ha deciso di utilizzare come disinfettante l'acido peracetico, tralasciando ogni proposta alternativa che prevedesse l'utilizzo di composti a base di cloro. La spiegazione di questa scelta risiede nel fatto che l'acido peracetico (CH_3COOOH) è un ossidante più potente del cloro che, però, non presenta gli effetti nocivi di quest'ultimo, dovuti in particolare alla sua persistenza nell'effluente. In soluzione acquosa, infatti, l'acido peracetico si scinde in ossigeno e acido acetico e successivamente in anidride carbonica. Questo disinfettante è indicato inoltre per inibire la formazione di alghe e biofilm.

La sezione di predisinfezione alimenterà il comparto di filtrazione a pannelli rotanti e verrà dotata di uno sfioro che, della portata di $2 \cdot Q_m$ (2.045 mc/h), trattati dal biologico consentirà di inviare alla filtrazione (senza pompaggi) una portata pari a $1,5 Q_m$ (1.548 mc/h), mentre il rimanente verrà sfiorato tale e quale a valle del comparto di postdisinfezione a raggi UV.

La macchina di filtrazione si compone di una struttura di sostegno fissa da inserire nel manufatto che sostiene i diversi supporti (tamburi o dischi) sulla cui superficie vengono montate le tele sintetiche di filtrazione, i dischi a loro volta sono montati su una struttura rigida centrale in grado di ruotare, in maniera tale che una volta che in caso di intasamento del filtro sia facile l'operazione di contro lavaggio automatico. Secondo il Progettista, la scelta è motivata dal fatto che questo tipo di tecnica occupa uno spazio estremamente ridotto garantendo il rispetto dei limiti (35 mg/l) per la concentrazione dei solidi sospesi.

Seguendo le indicazioni contenute nelle "Misure per il perseguimento degli obiettivi di qualità" (capitolo delle "Proposte di Piano" del PTA), nel progetto è presente anche una disinfezione finale mediante la predisposizione di un'apposita sezione (postdisinfezione a raggi UV) prima di inviare l'effluente nel fiume Bacchiglione. Con quest'ultimo trattamento sarà possibile abbattere il numero di UFC (Unità di coliformi Formanti Colonie) raggiungendo quantitativi tali da assicurare il rispetto del limite di 100 UFC/100 ml, imposto dal DM 185/2003.

2.5.5 Linea Fanghi

Dall'analisi del progetto preliminare è emerso che lo smaltimento dei fanghi più conveniente risulta essere quello in agricoltura. Per tal motivo il Progettista ha scelto di implementare sulle esistenti fasi di digestione anaerobica un sistema di riduzione/condizionamento del fango con tecnologia di lisi termica che, senza aumentare le volumetrie di digestione anaerobica oggi esistenti, consente di trattare tutti i fanghi prodotti da 320.000 ab. eq. fino a conferire loro caratteristiche idonee per lo smaltimento in agricoltura.

L'applicazione di questa tecnologia consente di far lavorare i digestori su fanghi molto più concentrati (anche più del 10% in secco) di quanto normalmente possibile e, quindi, di ottenere tempi di detenzione nei digestori molto alti anche con volumi limitati. Per avvalorare tale scelta, nella Tabella 2.1, il Progettista ha evidenziato le possibili riduzioni volumetriche delle portate dei fanghi con l'uso di questa tecnologia.

Tabella 2.1 Bilanci di dimensionamento della linea fanghi (Iannelli, 2010)

PRODUZIONE FANGHI PRIMARI		da sedimentazione primaria	dopo ispessimento con lisi termica
provenienza	in peso	in volume al 2,5%	in volume al 5,5%
da sedimentatori primari tradizionali	7.100 kg/d	284 mc/d	129 mc/d
da pacchi lamellari nuove linee	5.340 kg/d	214 mc/d	97 mc/d
TOTALE	12.440 kg/d	498 mc/d	226 mc/d

PRODUZIONE FANGHI DI SUPERO		da sedimentazione finale	dopo ispessimento con lisi termica
provenienza	in peso	in volume al 0,9%	in volume al 13,0%
da linee con sed. prim. tradizionali	3.880 kg/d	431 mc/d	30 mc/d
da nuove linee con pacchi lamellari	5.830 kg/d	648 mc/d	45 mc/d
TOTALE	9.710 kg/d	1.079 mc/d	75 mc/d

PRODUZIONE COMPLESSIVA		dalle sedimentazioni	dopo ispessimento con lisi termica
provenienza	in peso	in volume al 1,4%	in volume al 7,4%
da linee con sed. prim. tradizionali	10.980 kg/d	715 mc/d	159 mc/d
da nuove linee con pacchi lamellari	11.170 kg/d	861 mc/d	142 mc/d
TOTALE	22.150 kg/d	1.576 mc/d	301 mc/d

Poiché i digestori presenti hanno un volume totale di 9400 m³, il tempo di residenza dei fanghi nei digestori sarà di $9.400/301 = 31,2$ giorni: tale tempo di digestione è sufficiente per ottenere la completa stabilizzazione del fango ed è in regola con le norme regionali per lo smaltimento in agricoltura (DGR 568/2005).

La configurazione dell'impianto di pretrattamento con lisi termica è la seguente:

- i fanghi vengono pompati dalle linee di trattamento dei liquami al polmone di raccolta;
- dal polmone di raccolta vengono inviati ad un sistema di ispessimento meccanico, il quale dovrà fornire dei fanghi con caratteristiche idonee al sistema di riduzione;
- i fanghi effluenti dal pretrattamento (condizionati e ridotti in volume) devono essere inviati ad un secondo polmone di raccolta dal quale, con apposita stazione di pompaggio, dovranno essere mandati ai vari digestori esistenti.

Il Progettista tiene però a precisare che la lisi termica vuole essere una proposta tecnologica, quindi il Gestore potrà bandire un appalto integrato con il metodo dell'offerta più vantaggiosa e decidere se rimanere con una linea fanghi simile alla precedente o se implementare il trattamento con questa soluzione di riduzione/condizionamento. Nel caso si scegliesse di non accogliere questa modifica tecnologica, sarà necessaria quindi la progettazione di altri due digestori (uno primario e uno secondario) in modo che anche la linea fanghi sia adeguata ad un impianto di 320.000 ab. eq.

Attualmente, dalla digestione anaerobica, l'impianto ricava anche biogas: questo viene utilizzato in cogenerazione con la centrale termica del depuratore alla quale cede energia termica prodotta. L'impianto di produzione di energia elettrica è costituito da 1 motore a combustione interna con potenza nominale di 320 KWe.

Capitolo 3

Analisi sull'impatto ambientale del depuratore

Nel seguente capitolo è stata svolta una checklist in cui sono stati definiti gli aspetti per cui l'impianto di depurazione in oggetto risulta essere più impattante dal punto di vista ambientale: vincoli territoriali e alterazioni visuali, inquinamento idrico, emissione di odori, inquinamento acustico ed emissioni di aerosol. Ognuno di questi aspetti è stato presentato con una breve introduzione, in cui vengono definite le cause del problema, le caratteristiche generali del fenomeno, i punti critici dell'impianto e quali criteri sono stati utilizzati per quantificare l'impatto del progetto.

Successivamente, per ogni aspetto, è stata redatta una checklist in cui vengono individuate le norme vigenti, i rispettivi adempimenti e le conseguenti applicazioni progettuali necessarie.

A capo di ogni paragrafo vengono segnalate le eventuali osservazioni della Commissione Regionale di VIA e le risposte da parte del Progettista.

3.1 Vincoli territoriali e alterazioni paesaggistiche

L'impianto di depurazione oggetto dell'ampliamento è ubicato in un'area interamente di proprietà di Acegas Aps (completamente già recintata), in una porzione di terreno accanto all'impianto esistente, situato in una vasta area pianeggiante a sud-est del territorio comunale di Padova.

L'area pianeggiante che lo circonda, nel suo complesso, presenta una struttura omogenea e poco articolata; il terreno recintato interessato dall'opera proposta è attualmente incolto. Da quanto si evince dal Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) va rilevato che il contesto territoriale in esame non presenta particolari emergenze di carattere paesistico, storico e naturalistico, anche se vincolato ai sensi del D.lgs 42/2004, per la fascia di rispetto di 150 m da sponde degli argini (per la presenza del fiume Roncayette). L'impianto inoltre è collocato nella zona P1 del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Brenta-

Bacchiglione, area definita a “pericolosità idraulica e geologica moderata”.

In una zona di pianura come quella in oggetto, l’area di intervisibilità è definita dalla distanza dell’impianto, in funzione della sua grandezza e della sua altezza. Il depuratore è osservabile dalle strade percorribili nelle immediate vicinanze e dalle presenze abitative poste nei pressi dell’impianto, in particolare dalla vicina abitazione confinante ad est con l’area dell’impianto.

Rispetto la visibilità dell’impianto da sud, lo sviluppo lineare del corso del fiume Bacchiglione (Canale Scaricatore) è accompagnato da formazioni arboree ed arbustive ripariali che tendono a mascherare l’area del depuratore, rendendo predominante una percezione più naturalistica dell’orizzonte visivo. L’immediato intorno dell’impianto è caratterizzato da un assetto prevalentemente periurbano caratterizzato dalla presenza di aree naturali e insediamenti isolati, da terreni coltivati, da reti infrastrutturali e reti d’acqua. In generale è da rilevare una buona capacità di assorbimento visuale (*VAC=Visual Absorption Capability*) ovvero della possibilità propria del paesaggio di schermare, sminuire e nascondere gli elementi di variazione proposti senza comprometterne il carattere (Iannelli, 2010).

Tabella 3.1 – Checklist su vincoli territoriali e alterazioni paesaggistiche

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
➤ Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (Regione Veneto, 1992).	<u>Art. 19.</u> “Direttive per la tutela delle risorse naturalistico-ambientali”. Definizione del fiume Bacchiglione come ambito naturalistico a livello Regionale e quindi vincolato al D.lgs 42/2004.	
➤ D.lgs 42/2004 del 22 gennaio 2004, <i>Codice dei beni culturali e del paesaggio</i> .	<u>Art.142.</u> “Aree tutelate per legge come zone di interesse paesaggistico”. Comma 1, lettera c): i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna.	<ul style="list-style-type: none"> • Costruzione della pompa di sollevamento (manufatto più vicino al corso d’acqua) a una distanza di 250 m.

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
<p>➤ Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Padova (Provincia di Padova, 2006).</p>	<p><u>Tav. n. 3</u> Sud: <i>Sistema Ambientale</i>. Area dell'impianto indicata come <i>zona di ammortizzazione o transizione</i>, cioè zona con un "grado di naturalità ancora significativo, ma poste a margine ad insediamenti antropici e infrastrutture, svolgendo il ruolo di base di appoggio per la transizione lungo i corridoi ecologici". I corridoi ecologici sono rappresentati dal Canale Scaricatore del Bacchiglione e dal canale Piovego.</p> <p><u>Tav.n.5</u> Sud: <i>Sistema del Paesaggio</i>. L'area dell'impianto è compresa nell'Ambito ottimale di pianificazione coordinata del paesaggio indicata con il nome di <i>Padova hinterland</i> ed il corso d'acqua del Bacchiglione appartiene agli <i>Ambiti fluviali del Tesina</i>, che fanno parte degli "Ambiti di pregio paesaggistico da tutelare e paesaggi storici".</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interramento delle condotte. • Creazione di una barriera a verde per il mascheramento dell'impianto lungo il perimetro dell'area. • Creazione di un rilevato in terra di riporti provenienti da materiale di scavo durante la fase di cantiere, sul lato orientale. • Sistemazione a verde di porzioni interne all'area dell'impianto, con inerbimento delle aree lasciate libere agli impianti. • Restauro del vecchio fabbricato ad uso futuro come spazio didattico-museale.

Sulla base della LR n.5/1998, la Commissione VIA ha inoltre richiesto una "giustificazione in fase progettuale in termini ambientali ed economici su come verranno confluiti i reflui nell'impianto di depurazione", ovvero una descrizione più approfondita dei collettamenti progettati per far confluire i reflui dei depuratori della zona sud di Padova all'impianto di Ca' Nordio.

3.2 Inquinamento idrico

L'area in esame è compresa all'interno dell'area idrografica del fiume Bacchiglione, il quale proviene dalla zona montana vicentina e attraversa la città di Padova da cui esce col nome di Roncajette. Ricorrendo ai criteri di classificazione fissati dal D.Lgs. 152/99 e utilizzati dall'ARPAV per la classificazione delle acque superficiali dal 2000 al 2005, si osserva che scendendo da monte a valle (cioè da Saccolongo a Ponte S. Nicolò) la qualità dell'acqua passa da "sufficiente" a "scadente". Nella definizione della qualità biologica dei corsi d'acqua, rappresentata nella Carta delle Fragilità nel Piano Territoriale di Coordinamento (PTCP), il Canale Roncajette è segnato come "Ambiente fortemente inquinato" ed il corso d'acqua del Bacchiglione presenta due livelli di qualità: da "Ambiente leggermente inquinato" ad "Ambiente inquinato", subito dopo aver ricevuto le acque del Canale Roncajette.

A tal proposito sono state rilevate elevate concentrazioni di microrganismi di origine fecale e di azoto ammoniacale che fanno pensare alla presenza di scarichi trattati in modo inadeguato. Questi dati sperimentali, insieme a quelli riferiti alla zona industriale, individuano nell'attraversamento della città il motivo principale del decadimento ambientale delle acque del Bacchiglione ed ha spinto gli enti locali alla progettazione dell'impianto suddetto (Comune di Padova, 2006). La normativa di riferimento per questo aspetto è il D.lgs 152/06 per i limiti allo scarico e il PTA per l'applicazione delle norme tecniche dell'impianto.

Tabella 3.2 – Checklist sull'inquinamento idrico

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
➤ D.lgs 152/2006, <i>Norme in materia di ambiente.</i>	<p><u>Allegato 5 alla Parte Terza:</u></p> <p>TABELLA 1: limiti di emissione per impianti di depurazione sopra i 10.000 ab. eq.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $BOD_5 \leq 25$ mg/l (con percentuale di riduzione superiore all'80%) • $COD \leq 125$ mg/l (con percentuale di riduzione superiore al 75%) • Solidi Sospesi < 35 mg/l (con percentuale di riduzione superiore al 90%). 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Revamping</i> della "linea vecchia". • Costruzione della sezione di denitrificazione • Selettore anaerobico per l'abbattimento del fosforo attraverso il meccanismo del <i>luxury uptake rate</i> (collocato come primo step del ciclo biologico per abbassare il potenziale redox e aumentare la cinetica del processo successivo).

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
	<p>TABELLA 2: limiti per Fosforo e Azoto totale nel caso di impianti di depurazione che recapitano in aree sensibili:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $P_{tot} \leq 1$ mg/l (con percentuale di riduzione superiore all'80%). • $N_{tot} \leq 10$ mg/l (con percentuale di riduzione superiore al 70%). 	
<p>➤ DGR n.80/2011, <i>Piano di Tutela delle acque.</i></p>	<p>Allegato <i>Norme Tecniche di attuazione</i> :</p> <p><u>Art.22.</u> Uso di disinfettanti non a base di cloro;</p> <p><u>Art. 33.</u> Costruzione degli sfiori, il cui rapporto minimo consentito tra la portata di punta in tempo di pioggia e la portata media in tempo di secco nelle 24 ore (Q_m) sia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $\geq 3*Q_m$ nei trattamenti primari - $\geq 2*Q_m$ nei trattamenti secondari . 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso di acido peracetico e di lampade UV nel trattamento finale di disinfezione. • Costruzione di sfiori: <ul style="list-style-type: none"> - $2*Q_m$ nei trattamenti primari - $2*Q_m$ nei trattamenti secondari.

Attualmente l'impianto di depurazione non rispetta i limiti di legge per i valori di Azoto e Fosforo totale a causa della presenza della linea vecchia priva della sezione di denitrificazione. Per tal motivo, oltreché alla costruzione della sezione di denitrificazione, è fondamentale il revamping della linea vecchia, affinché l'effluente depurato abbia caratteristiche comuni a quello uscente dalle altre linee. Per il carico organico, invece, il Progettista prevede di rispettare i limiti di legge, riducendo le concentrazioni di BOD₅ e COD a valori, rispettivamente, di 15 mg/l e 80 mg/l.

Per quanto riguarda il limite per gli sfiori, il Progettista ha previsto che il sistema di pompaggio dei nuovi centri collettati sarà dimensionato per sollevare al massimo $2*Q_m$.

Tale scelta, a cui la Commissione VIA ha chiesto giustificazione, si basa sul fatto che (dai dati storici presenti nel progetto preliminare) la portata massima dai centri collettati in caso di

pioggia è proprio di $2 \cdot Q_m$, quindi uno sfioro maggiore rappresenterebbe una misura costruttiva sovradimensionata.

3.3 Emissione odori

L'odore è definito come una sensazione risultante da una ricezione di uno stimolo del sistema olfattivo. I parametri con cui si descrive un odore sono solitamente: concentrazione, percettibilità o soglia olfattiva, intensità, diffusibilità, qualità e tono edonico (Davis, 2000).

Le sostanze che sono all'origine della diffusione degli odori, nelle aree circostanti ad un sito produttivo, possono essere costituite da prodotti di natura inorganica (principalmente idrogeno solforoso e ammoniaca) o da composti organici volatili. Tra i prodotti organici si riconoscono come fonte di odori: mercaptani, scatoli, indoli, acidi organici, aldeidi, chetoni, che risultano in genere dalla decomposizione anaerobica di composti a maggior peso molecolare, quali le proteine. Le principali proprietà chimico-fisiche che entrano in gioco nella formazione degli odori per il passaggio dalla fase liquida a quella aeriforme sono la pressione di vapore e la solubilità in acqua, mentre con riferimento alla degradazione della sostanza organica è fondamentale il fenomeno dell'ossidazione chimica e/o biologica.

Per alcune sostanze si riporta, nella Tabella 3.1, il valore del TOC (*Threshold odor Concentration*) che corrisponde alla concentrazione alla quale il 50% della popolazione avverte l'odore (Naddeo, 2009).

Tabella 3.3 TOC e caratteristiche dell'odore (Naddeo, 2009)

Composto	TOC (ppm)	Caratteristiche dell'odore
Idrogeno solforato	< 0,001	Uova marce, nauseante
Ammoniaca	0,1	Pungente acuto
Mercaptani	< 0,1	Cavolo decomposto
Ammine	<0,05	Pesce marino morto
Scatolo	< 0,001	Fecale
Acido butirrico	<0,001	sgradevolissimo

L'impatto odorigeno viene generalmente misurato a partire dai dati di concentrazione di odore espressa in unità odorimetriche o olfattometriche al metro cubo (ouE/m^3) che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato (UNI EN 13725:2004).

L'emissione degli odori è un problema di complessa soluzione perché rappresenta una forma di inquinamento difficilmente quantificabile. La percezione degli odori infatti si basa su

fattori soggettivi, quali la sensibilità dell'individuo, l'assuefazione ad un dato odore e la saturazione olfattiva che può determinare una perdita di sensibilità; inoltre si deve precisare che l'odore è spesso provocato da una complessa miscela di sostanze molte delle quali si avvertono con soglie di percettibilità inferiori ai limiti di rilevabilità analitica.

Nella depurazione delle acque reflue la produzione di cattivi odori è imputabile alle condizioni di anaerobiosi che possono instaurarsi in alcune zone o fasi del processo di trattamento durante la demolizione microbica della materia organica. Nell'ambito del ciclo depurativo gli odori più molesti sono frequenti:

- nella vasche di equalizzazione, sollevamento, disabbatura e disoleatura;
- durante la sedimentazione primaria, soprattutto nelle fasi di estrazione e trasferimento;
- durante la digestione anaerobica, nel caso le vasche adottino una copertura flottante;
- durante l'essiccamento dei fanghi, se condotti su letti a sabbia.

Sia a livello nazionale sia regionale manca una specifica normativa riguardante i valori limite in materia di emissioni di odori; tra le norme vigenti, a carattere generale, si possono citare:

- il RD 27 luglio 1934, n. 1256 che indica i criteri per la localizzazione di alcune tipologie di impianti (le cosiddette “*lavorazioni insalubri*”, individuate da decreti successivi, tra cui il DM del 5 settembre 1994) in modo da limitare a livelli accettabili l'impatto sulla popolazione;
- il DM del 12 luglio 1990 che contiene le norme per il contenimento delle emissioni inquinanti e la fissazione dei rispettivi valori minimi di emissione;
- il DM del 5 febbraio 1998, in cui si prescrive che tutte le “attività di recupero e smaltimento dei rifiuti siano condotte senza creare inconvenienti di rumori e odori”.

Tra le normative settoriali regionali, si possono citare:

- DGR Veneto del 25 febbraio 2005, n. 568, per la costruzione e l'esercizio di impianti di compostaggio.
- Linee guida sulla Gestione degli Odori della Regione Lombardia (aggiornate nel febbraio 2010).

Quest'ultime, insieme alla normativa tedesca Verein Deutscher Ingenieur (VDI) n.3881, sono state scelte dal Progettista come indicazioni per il progetto del depuratore. Si deve tener presente, comunque, che tali direttive non rappresentano un vincolo di legge. In particolare dalle Linee Guida della Regione Lombardia viene riportata la Tabella 3.2 in cui sono definiti i valori medi e i range di concentrazione di odore caratteristici per ciascuna delle fasi caratteristiche della depurazione di acque reflue. Nell'ultima colonna della Tabella inoltre

sono riportati i fattori di emissione dell'odore (OEF–*Odour Emission Factor*) calcolati per ciascuna fase ed espressi in unità odorimetriche per metro cubo di refluo trattato ($\text{ou}_E/(\text{m}^3 \text{ di refluo})$).

Tabella 3.4 Valori medi e range di concentrazione di odore per le fasi di processo di depurazione (Regione Lombardia, 2010)

Fasi del processo	C_{od} medio (ou_E/m^3)	Range di C_{od} (ou_E/m^3)	OEF medio ($\text{ou}_E/\text{m}^3 \text{ di refluo}$)
Arrivo reflui	2.300	100 – 100.000	11.000
Pre-trattamenti	3.800	200 – 100.000	110.000
Sedimentaz. Primaria	1500	200 – 20.000	190.000
Denitrificazione	230	50 – 1.500	9.200
Nitrificazione	130	50 – 200	7.400
Ossidazione	200	50 – 1.000	12.000
Sedimentaz. secondaria	120	50 – 500	13.000
Trattamenti bio-chimici	600	200 – 3.000	8.300
Ispessimento fanghi	1.900	200 – 40.000	43.000
Stoccaggio fanghi	850	100 – 5.000	8.300

A causa della mancanza di una normativa specifica sull'emissione degli odori, si è preso come riferimento per la seguente checklist le Linee Guida sulla Gestione degli Odori della Regione Lombardia.

Tabella 3.5 – Checklist sulle emissioni di odori

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
➤ Linee Guida sulla Gestione degli Odori della Regione Lombardia (2010).	<u>Criteria di accettabilità:</u> <ul style="list-style-type: none"> • 2 ou_E/m^3 per aree residenziali al primo ricettore; • 3 ou_E/m^3 per aree commerciali a 500 m dal confine aziendale; • 4 ou_E/m^3 per aree agricole o industriali a 500 m dal confine aziendale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adozione del sistema di apertura/scarico dei bottini in un ambiente confinato e dotato di aspirazione. • Zone di discontinuità compartimentate nel sollevamento dagli arrivi dai condotti fognari. • Copertura con pannelli in PFRV delle coclee. • Copertura a raso nelle vasche dei pretrattamenti.

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
		<ul style="list-style-type: none"> • Adozione della lisi termica, giustificata anche perché rende meno putrescibile il fango. • Sistema di aspirazione nel polmone di ricezione dei fanghi affluenti dal sistema di riduzione/condizionamento.

3.4 Inquinamento acustico

Le emissioni sonore provocano disturbo della quiete, impatti sulla salute e sugli ecosistemi.

Il loro impatto è funzione del numero delle fonti e del livello sonoro emesso, della periodicità delle emissioni, della presenza di fattori attenuanti, della distanza dai ricettori sensibili e dei livelli sonori di fondo.

Il primo provvedimento “programmatico”, in materia di inquinamento acustico, è stato il DPCM del 1 marzo 1991 (aggiornato dal DPCM del 14 novembre 1997, “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”) che fissa i limiti massimi accettabili del rumore nelle diverse aree territoriali e definisce le modalità di misura del rumore in ambienti abitativi ed esterni. Questo decreto stabilisce poi la suddivisione dei territori comunali, l’individuazione dei valori limite ammissibili di rumorosità e il piano regionale di bonifica dell’inquinamento acustico. Con la Legge 447 del 26 ottobre 1995, infine, è stata introdotta una legislazione organica sulla tutela dall’inquinamento acustico, che riconduce a sintesi una complessa e frammentata normativa. Per la seguente checklist, invece, si sono considerate le leggi 81/2008, in materia di sicurezza sul lavoro, e il DCC di Padova n.179/98.

Per quanto riguarda gli impianti di depurazione, le fonti di emissioni sonore rumorose sono assimilabili a fonti stazionarie dovute soprattutto a fenomeni causati da:

- traffico indotto;
- operazioni di scarico e carico;
- stazione di produzione di aria compressa;
- apparecchiature in movimento dalle linee di trattamento (Masotti, 2002).

I ricettori sensibili dell'impianto di Ca' Nordio non sono molti: si segnala in particolare la presenza, a est, di alcuni fabbricati rurali nel raggio di 500 metri e un'abitazione, confinante con l'area dell'impianto lungo il perimetro orientale. Il tessuto residenziale più consistente è costituito, a sud, dal nucleo abitato di Voltabarozzo. Nelle immediate vicinanze, non si rilevano altre presenze fisiche (la zona industriale dista circa 500 m), e predomina un paesaggio periurbano caratterizzato da terreni coltivati, reti infrastrutturali e reti d'acqua.

Tabella 3.6 – Checklist sulle emissioni sonore

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
➤ D.lgs 81/2008, <i>Norme in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.</i>	<u>Art.189.</u> Valori limite di esposizione e valori di azione: - 85 dB per il livello di esposizione giornaliera al rumore (8h).	<ul style="list-style-type: none"> • Compressori dotati di cabina insonorizzante. • Posizione dei macchinari su supporti antivibranti e/o lubrificati. • Completa chiusura degli ambienti rumorosi.
➤ DCC n.179/1998.	<i>Piano di Zonizzazione Acustica.</i> L'impianto ricade in classe III, "area di tipo misto", quindi i valori limite di immissione sono - 60 dB per le ore diurne - 50 dB per le ore notturne.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso di rivestimenti e carenature. • Meccanismi di agitazione con motori di trascinamento a bassa potenza e con numero di giri ridotto. • Impiego di pareti perimetrali fono-isolanti (circa 24 dB). • Sistemazione a verde del perimetro.

Nel progetto definitivo, il Progettista inoltre sottolinea che l'elevata distanza dell'impianto dai primi insediamenti residenziali rappresenta di per sé una forma di mitigazione: sapendo infatti che il livello di pressione sonora si riduce di 6 dB quando la distanza dalla fonte sonora raddoppia, il rumore di un compressore (circa 100 dB) a 100 m è percepito come a 45 dB, quindi sotto le soglie previste dal Piano di Zonizzazione Acustica Comunale.

3.5 Emissione di aerosol

Gli aerosol sono costituiti da bolle microscopiche di liquido introdotte nell'atmosfera soprattutto da sistemi che inducono il ribollimento in superficie del liquame, o direttamente il suo spruzzamento nell'atmosfera. Il pericolo derivante dalla diffusione di aerosol è che le singole particelle liquide possano trascinare batteri, virus o funghi patogeni che potrebbero creare problemi igienico-sanitari ai lavoratori dell'impianto ma anche agli abitanti della zona circostante.

Rilevazioni su impianti di depurazione delle acque hanno evidenziato che più di 15.000 tipi di particelle sono emesse dalla vasca di aerazione di un impianto a fanghi attivi. Nei liquami affluenti nell'impianto i microrganismi più diffusi sono quelli provenienti dall'ambiente naturale e dalle feci umane e animali. A titolo indicativo l'ordine di grandezza di tale carica può oscillare tra 10^5 e 10^7 organismi/ml.

In un impianto di depurazione, i punti in cui si può avere maggiore formazione di aerosol microbico sono quelli in cui esistono meccanismi di aerazione del liquame, e quindi nei canali aerati di dissabbiatura e di disoleatura, e nella fase di ossidazione (Masotti, 2002).

Per quanto riguarda la stima del rischio per la salute dell'uomo, non esistono dati sufficienti per definire l'entità e le condizioni. Va comunque ricordato che il 40% delle particelle di aerosol prodotte dagli impianti ha un diametro inferiore a $10\ \mu\text{m}$ e quindi costituiscono un rischio in quanto sono respirabili; quelle comprese tra 5 e $10\ \mu\text{m}$ vengono trattenute dalle vie respiratorie e quelle inferiori a $5\ \mu\text{m}$ arrivano direttamente ai polmoni. La dose minima infettante a seconda della specie batterica, varia da 100 ad alcuni milioni di microrganismi.

I danni possono essere di tipo allergico, sul quale però non esistono informazioni, o di tipo infettivo. In alcuni impianti del passato sono stati rilevati disturbi tra i lavoratori della zona; in altri casi è stato rilevato fra la popolazione residente nell'area, un incremento delle affezioni respiratorie all'interno di un raggio di 600 m dall'impianto. Secondo altri studi epidemiologici non sarebbero rilevabili danni alla salute (Sorlini, 1990).

Tabella 3.7 – Checklist sulle emissioni di aerosol

<u>Normativa</u>	<u>Adempimenti</u>	<u>Applicazioni progettuali</u>
<p>➤ D.lgs n.81/2008, <i>Norme in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.</i></p>	<p><u>art. 75:</u> <i>classificazione degli agenti biologici.</i> I microorganismi abitualmente rinvenuti negli impianti di depurazione rientrano nel gruppo 1 (agenti che presentano poche probabilità di causare malattie a soggetti umani) o nel gruppo 2 (agenti che possono causare malattie in soggetti umani e costituire rischi per i lavoratori, ma con poche probabilità alla Comunità vicina).</p> <p><u>Art 272.</u> <i>Misure tecniche, organizzative, procedurali.</i> Adozione di misure di protezione individuali e collettive per ridurre al minimo la propagazione accidentale ad un agente biologico; verifica della presenza dell'agente biologico ed eventuale predisposizione per l'immagazzinamento e suo smaltimento.</p> <p><u>Art 273.</u> <i>Misure igieniche.</i> Definizione dei dispositivi, indumenti, servizi sanitari volti ad evitare alcun tipo di rischio biologico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abbandono delle turbine a superficie a favore delle turbine sommerse. • Adozione di ugelli spruzzatori disposti ai bordi delle vasche per l'abbattimento delle schiume. • Bassa turbolenza nei trattamenti di disoleatura e dissabbiatura. • Copertura a raso dello stabilimento in cui vengono effettuati i pretrattamenti.

Eventuale osservazione, richiesta in Commissione VIA, è stata la richiesta di maggior documentazione sull'efficienza del sistema di ossigenazione.

A tal proposito infatti si può evidenziare che il sistema di aerazione a bolle fini produce, ad un'altezza di 1 metro dalla vasca, un aerosol con densità microbica molto inferiore rispetto alla turbina; per il primo sistema si hanno 18.4000 batteri/m³ contro i 32.100 batteri/m³ del secondo (Iannelli, 2010). Nonostante ciò, l'elevata velocità di decadimento batterico ha convinto il Progettista a mantenere il tipo di aerazione tramite turbina.

Conclusioni

Da quanto emerso nel terzo capitolo, si può affermare che l'ampliamento del depuratore di Ca' Nordio rispetti i principali vincoli di legge riguardanti i possibili impatti ambientali.

In particolare, il Progetto ha dimostrato di essere una misura efficiente per accogliere la quantità di reflui non depurati prodotti dalla città di Padova. Esso contiene numerosi accorgimenti tecnologici volti ad assicurare all'impianto il rispetto dei limiti allo scarico; si possono sottolineare, in particolar modo, l'utilizzo di sistemi centrifughi ad aerazione sommersa, l'abbattimento del fosforo attraverso il procedimento per *luxury uptake rate* e il pretrattamento per lisi termica dei fanghi. Nel Progetto è stata evidenziata la volontà di progettare l'impianto con soluzioni tecnologiche che preferiscano l'abbattimento degli inquinanti attraverso vie biologiche al posto di trattamenti chimici (come ad esempio l'adozione di flocculanti nella defosforazione).

Per quanto riguarda l'abbattimento dei carichi inquinanti:

- l'impianto allo stato attuale riesce a ridurre la concentrazione del carico organico quindi il progetto futuro, secondo le stime del Progettista, migliorerà ancor di più l'effluente con concentrazioni di BOD₅ e COD pari, rispettivamente, a 15 mg/l e 80 mg/l.
- l'impianto allo stato attuale non riesce sempre a rispettare i limiti di legge per il carico di nutrienti. L'ampliamento dell'impianto può dirsi giustificato perché da un lato incrementerà la potenzialità in abitanti equivalenti, diminuendo la quantità di reflui che oggi non sono trattati, dall'altro lato produrrà un miglioramento dell'effluente depurato, il cui carico di azoto e fosforo non rischia di dare problemi di eutrofizzazione.

Inoltre si può affermare che l'area scelta sia idonea per questo tipo di attività. La distanza da centri abitati e da vincoli paesaggistici di rilievo permette all'impianto di non creare disturbi di tipo estetico/visivo o problemi di carattere igienico-sanitario dovuti all'eventuale dispersione di aerosol o alla percezione di odori e rumori molesti.

Durante lo studio della normativa vigente si è potuto constatare che esistono ancora delle lacune legislative per la quantificazione obiettiva di alcuni problemi ambientali. Per la qualità dell'aria, infatti, non esiste un testo unico regionale che raccolga la regolamentazione di tutti gli agenti inquinanti atmosferici, non permettendo di avere delle precise indicazioni sulle emissioni di odori e aerosol. Al contrario, per la difesa del suolo e dell'acqua i riferimenti legislativi, rispettivamente, del PAI e del PTA svolgono un ruolo di sintesi per la pianificazione territoriale e per la definizione di limiti e misure da adottare in modo univoco.

L'esperienza di tirocinio si è conclusa prima del termine ufficiale di procedura di VIA, ovvero prima dell'esito pubblico redatto dalla Commissione Regionale; le conclusioni precedentemente descritte, quindi, devono definirsi personali, seppur condivise con i tecnici ARPAV con cui si è collaborato.

Durante il tirocinio sono state comunque analizzate alcune osservazioni espresse dalla Commissione nell'istruttoria preliminare e si è potuto discuterne con l'ingegnere Progettista.

In questo modo, sebbene non si sia assistito al termine dell'iter processuale VIA, le conclusioni a cui si è giunti possono ritenersi valide perché rappresentano il frutto dell'analisi della normativa vigente ma anche della collaborazione congiunta tra ARPAV e responsabili del progetto.

Riferimenti bibliografici

- Bonomo L., (2008), *Trattamenti delle acque reflue*, edizione McGraw-Hill Companies, Milano.
- Comune di Padova, (1998), *Classificazione acustica Comune di Padova*, Deliberazione del Consiglio comunale, 15 dicembre 1998, n.179
- Comune di Padova, (2006), *2^ Rapporto sullo Stato dell'Ambiente nel Comune di Padova – 2006*, ARPAV- Dipartimento Provinciale di Padova.
- Consiglio Europeo, (1985), *Valutazione dell'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati*, Direttiva del Consiglio Europeo, 27 giugno 1985, n. 337, Gazzetta ufficiale delle Comunità europee n. L 175 del 5 luglio 1985.
- Consiglio Europeo, (1997), *Direttiva del Consiglio che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati*, Direttiva del Consiglio Europeo, 3 marzo 1997, n.11, Gazzetta ufficiale delle Comunità europee n. L 73 del 14 marzo 1997.
- Consiglio Europeo, (2003), *Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che prevede la partecipazione del pubblico nell'elaborazione di taluni piani e programmi in materia ambientale e modifica le direttive del Consiglio 85/337/CEE e 96/61/CE relativamente alla partecipazione del pubblico e all'accesso alla giustizia*, Direttiva del Consiglio Europeo, 28 gennaio 2003, n. 35, Gazzetta ufficiale delle Comunità europee n. L 41 del 14 febbraio 2003.
- Davis W.T., (2000), *Air pollution engineering Manual*, Air Waste Management Association, New York.
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione, *Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica*, Norma tecnica volontaria nazionale.
- Iannelli M., (2010), *Progettazione preliminare e definitiva del completamento ed ampliamento dell'impianto di depurazione di Ca' Nordio a Padova*, Studio Galli Ingegneria S.p.A.
- Lavagnolo M. G., (A.A. 2010-2011), *Dispense di Impianti di Ingegneria Sanitaria Ambientale*.
- Masotti L., (2002), *Depurazione delle acque—tecniche ed impianti per il trattamento delle acque di rifiuto*, edizioni Calderini, Bologna

- Ministero dell'Ambiente e del Territorio, (1990), *Linee guida per il contenimento degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione*, Decreto Ministeriale, 12 luglio 1990, Gazzetta Ufficiale n. 176 del 30 luglio 1990.
- Ministero dell'Ambiente e del Territorio, (1994), *Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie*, Decreto Ministeriale del 5 settembre 1994, Gazzetta Ufficiale n.220 del 20 settembre 1994.
- Ministero dell'Ambiente e del Territorio, (1998), *Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico*, Decreto Ministeriale del 16 marzo 1998, Gazzetta Ufficiale n.76 del 1 aprile 1998.
- Ministero dell'Ambiente e del Territorio, (2003), *Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152*, Decreto Ministeriale, 12 giugno 2003, n.185, Gazzetta Ufficiale n. 169 del 23 luglio 2003.
- Naddeo V., Zarra T., Belgiorno V., (2010), *Caratterizzazione degli odori per la Valutazione dell'Impatto Ambientale*, Aster onlus Editore, Salerno.
- Parlamento Italiano, (1986), *Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale*, 8 luglio 1986, n.349, Gazzetta Ufficiale n.162 del 15 luglio 1986.
- Parlamento Italiano, (1990), *Ordinamento delle autonomie locali*, Legge Italiana, 8 giugno 1990, n.142, Gazzetta Ufficiale n. 135 del 12 giugno 1990.
- Parlamento Italiano, (1991), *Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno*, Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, 1 marzo 1991, Gazzetta Ufficiale n.57 del 8 marzo 1991.
- Parlamento Italiano, (1994), *Salute e sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro*, Decreto Legislativo, n.626, 19 settembre 1994, Gazzetta Ufficiale n. 265 del 12 novembre 1994.
- Parlamento Italiano, (1995), *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, Legge Italiana, 26 ottobre 1995, n.447, Gazzetta Ufficiale n.254 del 30 ottobre 1995.
- Parlamento Italiano, (1997), *Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio*, Decreto Legislativo, 5 febbraio 1997, n.22, Gazzetta Ufficiale n.38 del 15 febbraio 1997.
- Parlamento Italiano, (2004), *Codice dei beni culturali e del paesaggio*, Decreto legislativo, 22 gennaio 2004, n.42, Gazzetta Ufficiale n. 45 del 24 febbraio 2004.

- Parlamento Italiano, (2006), *Norme in materia ambientale*, Decreto Legislativo, 3 aprile 2006, n.152, Gazzetta Ufficiale n.88 del 14 aprile 2006.
- Parlamento Italiano, (2008), *Testo Unico Sicurezza Lavoro*, Decreto Legislativo, 9 aprile 2008, n.81, Gazzetta Ufficiale n.101 del 30 aprile 2008.
- Parlamento Italiano, (2010), *Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69*, Decreto Legislativo, Decreto Legislativo, 29 giugno 2010, n.128, Gazzetta Ufficiale n.186 dell'11 agosto 2010.
- Provincia di Padova (2006), *Piano territoriale di Coordinamento Provinciale*, Provincia di Padova, 2006.
- Regione Lombardia, (2010), *Linee Guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno*, Linea guida di Settore.
- Regione Veneto, (1992), *Piano Territoriale Regionale di Coordinamento*, Regione Veneto, 1992.
- Regione Veneto, (1998), *Disposizioni in materia di risorse idriche. Istituzione del servizio idrico integrato ed individuazione degli ambiti territoriali ottimali, in attuazione della legge 5 gennaio 1994, n. 36*, Legge Regionale, 27 marzo 1998, n.5, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.28/1998.
- Regione Veneto, (1999), *Disciplina dei contenuti e delle procedure di valutazione d'impatto ambientale*, Legge Regionale, 26 marzo 1999, n.10, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.29 del 30 marzo 1999.
- Regione Veneto, (1999), *Criteri e parametri per la determinazione dei costi relativi all'istruttoria dei progetti assoggettati a procedure di VIA*, Deliberazione della Giunta Regionale, 13 aprile 1999, n. 1042, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.41 del 11 maggio 1999.
- Regione Veneto, (2005), *Modifiche e integrazioni della DGRV 10 marzo 2000, n. 766- Norme tecniche ed indirizzi operativi per la realizzazione e la conduzione degli impianti di recupero e di trattamento delle frazioni organiche e i rifiuti urbani ed altre matrici organiche mediante compostaggio, biostabilizzazione e digestione anaerobica*, Deliberazione della Giunta Regionale, 25 febbraio 2005, n.568, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.35 del 5 aprile 2005.

- Regione Veneto, (2009), *Ulteriori indirizzi applicativi in materia di valutazione di impatto ambientale di coordinamento del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale" come modificato ed integrato dal D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale" con la Legge Regionale 26 marzo 1999, n. 10, Deliberazione della Giunta Regionale, 29 dicembre 2009, n.4145, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.12 del 9 febbraio 2010.*
- Regione Veneto, (2009), *Piano Territoriale Regionale di Coordinamento*, Deliberazione della Giunta Regionale, 17 febbraio 2009, n.372, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.22 del 13 marzo 2009.
- Regione Veneto, (2009), *Piano di tutela delle acque*, Deliberazione della Giunta Regionale, 5 novembre 2009, n. 107, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.100 del 8 dicembre 2009.
- Regione Veneto, (2011), *Approvazione linee guida e convenzione per il controllo degli scarichi degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane e per la delega ai Gestori del controllo sugli scarichi degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane*, Deliberazione della Giunta Regionale, 10 maggio 2011, n.578, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n. 38 del 31 maggio 2011.
- Regione Veneto, (2011), *Linee guida per l'applicazione di alcune norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque*, Deliberazione della Giunta Regionale, 27 gennaio 2011, n.80, Bollettino Ufficiale della Regione Veneto n.14 del 15 febbraio 2011.
- Sorlini C., (1990), *Linea guida sulla esecuzione dello Studio d' Impatto Ambientale*, Dipartimento Territorio, Ambiente e Foreste – Ufficio per la Valutazione di Impatto Ambientale, Provincia Autonoma di Trento.
- Winkler M., (2009), *Rapporti ottimali dei nutrienti per il trattamento delle acque reflue*, Hach Lange S.R.L., Milano.

Ringraziamenti

Al termine di questo lavoro di tesi, desidero ringraziare la dott.ssa Longo, per la grande disponibilità e per tutto l'aiuto fornito durante la stesura.

Un sentito ringraziamento va al personale ARPAV per l'accoglienza durante lo svolgimento del tirocinio, in particolare all'ing. Ilario Beltramin, mio tutor aziendale, per i consigli e il supporto competente nel periodo di stage.

Ringrazio, infine, i miei genitori per il sostegno psicologico ed economico indispensabile per riuscire a terminare il presente lavoro.