



Città di AVOLA

Provincia di SIRACUSA

**SORVEGLIANZA, CONDUZIONE E MANUTENZIONE ORDINARIA E PROGRAMMATA
DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE COMUNALE E DEL SOLLEVAMENTO.**

**LAVORI DI MIGLIORAMENTO DELLA GRIGLIATURA E DI MITIGAZIONE DELL'IMPATTO
AMBIENTALE**

DOCUMENTAZIONE DI GARA

AMMINISTRAZIONE COMMITTENTE:

COMUNE DI AVOLA

96012 Avola (SR)

Corso Garibaldi, 82

AREA 4—Lavori Pubblici - Manutenzioni - Ambiente

tel. 0931/583181

fax. 0931/583186

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

TITOLO

**RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA
IMPIANTO DI DEPURAZIONE**

ELABORATO

**Allegato
01**

Scala:

Rev.	Data	Motivo emissione	Eseguito	Controllato	Approvato

INDICE

1. PREMESSE	1
1.1. MIGLIORIE INTRODOTTE IN SEDE DI OFFERTA.....	1
1.2. VARIANTI INTRODOTTE NEL PROGETTO ESECUTIVO	2
1.2.1. Opere civili	3
1.2.2. Opere elettromeccaniche	5
2. PREVISIONI DI PROGETTO	7
2.1. OPERE FOGNARIE DI TRASFERIMENTO	8
2.1.1. Collettori fognari di trasferimento	8
2.1.2. Manufatti opere fognarie di trasferimento	9

4.3	DISSABBIATURA – DISOLEATURA	14
4.4	MISURA DI PORTATA	14
4.5	SEDIMENTAZIONE PRIMARIA	15
4.6	TRATTAMENTI BIOLOGICI	15
4.7	TRATTAMENTI DI AFFINAMENTO	18
4.8	LINEA FANGHI	21
4.9	TRATTAMENTO BOTTINI	23
4.10	TRATTAMENTO ACQUE DI RISULTA.....	24
4.11	DEODORIZZAZIONE.....	25
4.12	IMPIANTO ELETTRICO E DI TELECONTROLLO	26

1. Premesse

Per la progettazione esecutiva e la costruzione dell'“impianto di che trattasi nella presente relazione, l'Amministrazione Comunale di Avola ha esperito apposito appalto integrato, nel quale era prevista la presentazione di proposte di miglioria al progetto definitivo, precedentemente approvato e finanziato, posto quindi a base di gara, relativamente ad alcune sezioni dell'“impianto stesso, oltre al rispetto delle prescrizioni impartite dagli Enti durante la *Conferenza dei Servizi* convocata per l'“approvazione del predetto progetto definitivo.

A seguito delle proposte effettuate dal raggruppamento aggiudicatario e all'“ottemperanza delle prescrizioni impartite, l'“impianto di depurazione in corso di realizzazione è stato adeguato ai moderni standard di realizzazione di opere similari, dotato di attrezzature e apparecchiature tecnologicamente avanzate nel trattamento delle acque e di un sistema di telecontrollo che permette una completa automazione delle operazioni di funzionamento.

1.1. Migliorie introdotte in sede di offerta

Il bando di gara ammetteva la possibilità di introdurre delle varianti esclusivamente allo schema di processo previsto nel predetto progetto definitivo posto a base di gara e limitatamente alle seguenti sezioni dell'“impianto di depurazione:

- Vasca di equalizzazione;
- Rimozione biologica del carico inquinante del tipo a fanghi attivi;
- Linea di trattamento fanghi

L'“Aggiudicatario dell'“appalto integrato, in sede di offerta, ha proposto le seguenti varianti migliorative:

- eliminazione della sezione di equalizzazione in considerazione principalmente della mancanza di effettivi elementi di necessità non dovendo depurare reflui di origine industriale;

- modifica della sezione di ossidazione consistente nella realizzazione di un comparto biologico comprendente le sezioni di Denitrificazione ed Ossidazione-Nitrificazione, sempre articolato su due linee;
- confinamento dei pre-trattamenti, dei trattamenti primari e degli stoccaggi relativi ai materiali di risulta da essi prodotti, all'interno di capannoni tenuti in leggera depressione e collegati ad un idoneo impianto di deodorizzazione a biofiltri, al fine di evitare l'emissione dei caratteristici odori molesti; collegamento al suddetto impianto di abbattimento odori anche delle vasche coperte ed interrato di stabilizzazione ed accumulo fanghi, nonché del locale disidratazione e della adiacente zona cassoni, per garantire idonee condizioni di lavoro per gli operatori ed evitare l'emissione di cattivi odori verso l'esterno;
- modifica dell'impianto di deodorizzazione previsto nel progetto definitivo. Infatti è stato proposto un impianto di deodorizzazione a biofiltri in sostituzione di quello con lavaggio chimico;
- eliminazione della linea di trattamento fanghi, prevista di tipo anaerobico, e previsione di una linea fanghi con stabilizzazione aerobica nella considerazione che gli effetti di economia gestionale, nel caso di linea fanghi con digestione anaerobica, risultano significativi per impianti di tagli decisamente superiore (100.000 AE);
- previsione dell'impianto di telecontrollo delle apparecchiature elettromeccaniche dell'impianto di depurazione non previsto nel progetto definitivo posto a base di gara;
- realizzazione di un terrapieno perimetrale di schermatura dell'impianto di depurazione.

1.2. Varianti introdotte nel progetto esecutivo

In sede di progettazione esecutiva sono state introdotte dall'Appaltatore ulteriori varianti, rispetto alle previsioni del progetto definitivo offerto in sede di gara, a seguito anche delle determinazioni assunte dall'Amministrazione Comunale in occasione degli incontri di verifica in corso di sviluppo esecutivo del progetto.

In particolare il progetto esecutivo approvato conteneva le varianti di seguito descritte.

1.2.1. Opere civili

1.2.1.1. Opere fognarie di trasferimento

- Collettore di sfioro acque meteoriche
 - nuova previsione del collettore di sfioro dell'impianto di sollevamento iniziale, non previsto dal progetto definitivo a base di gara. Il punto di scarico di tale collettore è stato ubicato al di fuori dell'area del futuro porto turistico per rispettare altresì la prescrizione rilasciata in fase di approvazione del progetto definitivo posto a base di gara. Inoltre la realizzazione del nuovo collettore è comunque opportuna e necessaria per salvaguardare la fruizione della spiaggia esistente anche nell'eventualità di mancata realizzazione e/o nelle more della costruzione del porto turistico.
- Collegamento scarico esistente
 - modifica della tipologia di tubazione del collettore di connessione fognatura esistente-stazione di sollevamento iniziale da speco ovoidale in cls a speco circolare in PEAD.
- Tratto terminale allacciante
 - modifica della tipologia di tubazione da speco ovoidale in cls a speco circolare in PEAD.
- Condotta premente
 - Previsione delle tubazioni dei collettori prementi con classi pressorie adeguate in sostituzione di quelle previste dal progetto definitivo a base di gara, senza classe pressoria.
- Pozzetto uscita impianto
 - nuova previsione del pozzetto di uscita dell'impianto di depurazione in cui dovranno confluire i reflui del Comune di Noto.
- Condotta di allontanamento
 - adeguamento della sezione della tubazione del tratto a mare della condotta di allontanamento dell'impianto di depurazione per consentire il convogliamento di una maggiore portata massima rispetto a quella di dimensionamento stabilita in sede di redazione del progetto definitivo;

- prolungamento della condotta sottomarina per consentire lo scarico alla batimetrica -15, facilitando la diluizione;
- completamento delle previsioni relative alla condotta sottomarina per una sua corretta realizzazione e precisamente:
 - adeguamento del diffusore in quanto non sufficiente a garantire una corretta diluizione dei liquami in uscita;
 - zavorramento del diffusore in quanto non previsto;
 - adeguamento del pezzo speciale e della valvola a zavorra in conseguenza della variazione del diametro della condotta sottomarina da DN 630 a DN 710;

1.2.1.2. Impianto di depurazione

- Pozzetti fanghi primari
 - tale sezione è stata sostituita con un sistema di paratoie ubicato all'ingresso della sezione di denitrificazione per ridurre la superficie di impianto;
- Servizi e centrale energia
 - l'edificio servizi e centrale energia è stato eliminato al fine di recuperare superficie all'interno dell'impianto con la concentrazione dei locali in un unico edificio;
- Stazione di ricevimento bottini
 - tale sezione è stata accorpata nel manufatto relativo alla grigliatura ed arrivo liquami;
- Disinfezione con raggi U.V.

introduzione di un trattamento aggiuntivo di disinfezione, mediante dosaggio con acido peracetico quale agente sterilizzante, per le extraportate di pioggia e/o di by-pass, con la possibilità di funzionamento in serie alla disinfezione UV, in quanto non previsto nel progetto definitivo a base di gara;

1.2.2. Opere elettromeccaniche

1.2.2.1. Opere fognarie di trasferimento

- *Stazione di sollevamento impianto esistente*

La sezione è stata adeguata rispetto a quella prevista dal progetto definitivo posto a base di gara in quanto è risultata sottodimensionata. E' stato mantenuto comunque il prezzo a corpo offerto dall'impresa in sede di gara;

- *Condotta di mandata dal sollevamento all'acciugamento*

La sezione è stata adeguata rispetto a quella prevista dal progetto definitivo posto a base di gara in quanto è risultata sottodimensionata.

1.2.2.2. Impianto di depurazione

- *Canali di misurazione della portata*

Sono state introdotte n. 2 paratoie per poter regolare la portata inviata ai trattamenti successivi oltre che per intercettare e quindi by-passare i canali di misura della portata e per le necessarie operazioni di manutenzione ordinaria.

- *Sedimentazione finale*

Sostituzione dei carroponti nel sedimentatore circolare del tipo aspirato anziché raschiato come previsto dal progetto definitivo posto a base di gara.

- *Stazione di ricevimento bottini*

E' stata modificata l'intera sezione di trattamento per migliorarne le prestazioni e la gestione operativa. Il progetto definitivo a base di gara prevedeva semplicemente un impianto di tipo chimico-fisico costituito da una serie di serbatoi in vetroresina per lo stoccaggio dei reflui grezzi, per lo stoccaggio dei reagenti e per lo stoccaggio del liquame condizionato. Il progetto esecutivo prevede una stazione di ricevimento equipaggiata con una filtrococcia, un agitatore sommergibile ed un'elettropompa sommergibile.

- *Trasformazione energia*

E' stato introdotto il box per l'alloggiamento del trasformatore a seguito dell'eliminazione dell'edificio servizi.

- Impianti elettrici di protezione e telecontrollo

Revisione dell'architettura degli impianti elettrici per migliorarne la flessibilità in fase gestionale e con la previsione della cabina di trasformazione all'esterno dell'area di impianto.

- Nuova denitrificazione

E' stata incrementata la potenza dei miscelatori sommersi al fine di garantire l'abbattimento dell'azoto anche in assenza di sedimentazione primaria (ridondanza e flessibilità del sistema).

Infine, durante l'esecuzione dei lavori, sono state introdotte alcune migliorie alle caratteristiche di taluni materiali (quali le flange della condotta di scarico in mare) e sono stati ridefiniti gli allacciamenti alle reti di pubblico servizio, in particolare elettriche e idriche, in funzione dei relativi posizionamenti indicati dagli Enti competenti in siti diversi da quelli originariamente previsti nel progetto esecutivo approvato.

Inoltre, sono state apportate varianti di adeguamento e/o miglioramento alle previsioni progettuali relative ad alcune delle opere di progetto, quali principalmente :

- la condotta di scarico a mare delle acque depurate, il cui tratto sottomarino è stato prolungato fino ad una lunghezza di ml. 613 circa, oltre diffusore, di modo così da arrivare a fondali di circa 15 ml atti a garantire una migliore diluizione ed uno scarico più efficiente ed efficace;
- l'impianto di sollevamento iniziale, che è stato realizzato ex novo, senza la prevista utilizzazione di uno dei manufatti obsoleti del vecchio impianto di depurazione, mai completato, né collaudato (neanche sotto l'aspetto statico-strutturale), il cui stato di grave degrado strutturale rendeva i manufatti medesimi del tutto inadatti al loro riutilizzo per l'allocazione in essi dell'impianto suddetto, ancorché tale soluzione, rivelatasi poi impraticabile, fosse stata prevista nel progetto approvato.

Pertanto, in corso d'opera è stata redatta apposita perizia di variante e suppletiva, comprendente anche le predette variazioni d'adeguamento e/o miglioramento, alla quale si rimanda per migliore visione e maggiore conoscenza della consistenza definitiva dell'impianto realizzato.

2. PREVISIONI DI PROGETTO

Precedentemente, allorquando l'impianto di che trattasi non era stato ancora costruito, ed anche allo stato attuale, in cui tale impianto è stato realizzato e se ne deve procedere al relativo avviamento funzionale, tutti i reflui della Città di Avola recapitano in mare tramite uno scarico sottocosta sito nel paraggio della cosiddetta Marina di Avola, a pochi metri da un vecchio impianto di depurazione ormai dismesso.

Nell'ambito dei lavori riguardanti la realizzazione del nuovo impianto di che trattasi, oltre a quelle riguardanti l'impianto stesso, completo di tutte le necessarie e previste stazioni di trattamento epurativo, sono state realizzate anche le opere connesse ed accessorie di :

- intercettazione dei reflui dall'attuale pozzetto terminale dell'emissario fognario comunale, tramite cui avviene lo scarico sottocosta;
- convogliamento di tali reflui ad un apposito nuovo impianto di sollevamento, ubicato all'interno delle aree dell'ex impianto sopra citato;
- tramite tale impianto di sollevamento e la successiva condotta di adduzione, convogliamento dei reflui stessi, all'impianto di depurazione, ubicato in area retro costiera;
- infine scarico delle acque depurate mediante una condotta di allontanamento costituita da un tratto a terra e da un tratto sottomarino.

Nei paragrafi seguenti del presente capitolo, è riportata una descrizione sintetica delle caratteristiche tecnico-funzionali delle varie parti componenti l'impianto realizzato nel suo complesso, rimandando comunque agli elaborati di progetto esecutivo ed a quelli „appalto e/o di contabilità dei lavori eseguiti, per ogni migliore visione e per maggiore e completa conoscenza delle specifiche caratteristiche tecnico-costruttive, dimensionali e funzionali di tutte le opere, manufatti, apparecchiature e strumentazioni componenti l'impianto stesso.

2.1. Opere fognarie di trasferimento

Nel già citato progetto esecutivo approvato, è stata prevista la realizzazione delle già dette opere fognarie necessarie all'intercettazione e convogliamento al nuovo impianto di depurazione delle acque reflue attualmente scaricanti sottocosta.

In particolare, come già detto e come viene meglio specificato in appresso, è stato realizzato un tratto di collettore allacciante ed un sistema di adduzione dei reflui, costituito da uno specifico nuovo impianto di sollevamento iniziale e successivi collettori prementi, nonché un nuovo sistema di scarico in mare delle acque depurate nel nuovo impianto di depurazione, costituito da un tratto di collettore a terra e un successivo tratto di condotta sottomarina.

2.1.1. Collettori fognari di trasferimento

Secondo le previsioni del progetto esecutivo, sono stati eseguiti i seguenti tratti di collettori fognari di trasferimento:

- collettore fognario di collegamento dello scarico esistente alla stazione di sollevamento iniziale ubicata all'interno dell'area del vecchio impianto di depurazione ormai dismesso;
- n. 2 collettori paralleli di mandata in PEAD DE 400, per il trasferimento dei reflui dall'impianto di sollevamento iniziale ad un pozzetto di collegamento ubicato a quota 20 circa s.m. in area retro costa vicina al sito dell'impianto di depurazione;
- tratto di collettore fognario in attraversamento del Torrente Mammaledi, costituente anche la parte terminale di una futura allacciante comunale, per il convogliamento dei reflui dal predetto pozzetto di collegamento al sito del nuovo impianto di depurazione;
- condotta di scarico del nuovo impianto di depurazione in PAD – De 710 mm, costituito da un tratto a terra esteso circa ml. 500 nonché un tratto sottomarino esteso circa ml. 613 con relativo diffusore terminale, dimensionati anche per il convogliamento a mare del refluo depurato proveniente dalla città di Noto e precisamente dall'impianto di depurazione di Calabernardo, come previsto in ottemperanza al Decreto Assessoriale 11 maggio 1995, n. 258/7, con cui

l'Assessorato Regionale Territorio Ambiente ha approvato la variante al PARF del Comune di Noto.

2.1.2. Manufatti opere fognarie di trasferimento

Nell'ambito delle opere fognarie di trasferimento previste nel progetto approvato, sono stati realizzati i seguenti manufatti:

- il nuovo impianto di sollevamento iniziale, ubicato all'interno del vecchio impianto di depurazione ormai dismesso;
- il pozzetto di collegamento tra le tubazioni di mandata ed il tratto terminale della futura allacciante, opportunamente ubicato al fine di consentire, già ora, il convogliamento dell'intera portata di reflui del Comune di Avola al nuovo impianto di depurazione, quindi, in futuro e cioè allorquando si darà corso al riassetto della rete fognaria comunale interna, al convogliamento diretto a gravità all'impianto di depurazione dei reflui provenienti dalle zone urbane di monte, pari a circa il 70% della portata totale, con un conseguente notevole risparmio energetico per la minore portata di reflui da sollevare (in tal caso ridotta soltanto alla portata proveniente dalle zone a quote inferiori rispetto al pozzetto di collegamento);
- il sifone di attraversamento del torrente Mammaledi costituito da una tubazione a "doppia camicia" e da un sistema di contenimento e rilevazione di eventuali perdite;
- il pozzetto di uscita dell'impianto di depurazione progettato per ricevere le acque depurate provenienti dall'impianto di depurazione del Comune di Noto oltre che i reflui depurati e le acque meteoriche raccolte dalle caditoie stradali ubicate nell'area dell'impianto;
- un manufatto per attraversamento stradale previsto lungo il tracciato del tratto a terra della condotta di scarico dell'impianto di depurazione, ubicato in corrispondenza di un futuro nuovo asse stradale previsto dal vigente strumento urbanistico;
- il pozzetto di collegamento tra il tratto a terra e quello sottomarino della condotta di allontanamento e scarico in mare.

2.2. Impianto di depurazione

Nell'ambito del quadro normativo generale vigente in materia di depurazione di acque reflue urbane, la progettazione esecutiva e la costruzione dell'impianto di depurazione di Avola si sono caratterizzate per le seguenti peculiarità:

- ricerca di elevata affidabilità, mediante utilizzo di componenti interconnesse dotate di ridondanza propria
- garanzia del rispetto dei limiti di legge per lo scarico delle acque depurate (L.R. n. 27/86 - D.Lgs n. 152/06) e per le caratteristiche della eventuale futura portata destinata al riuso (D.M. n. 185/03);
- ricerca della semplicità costruttiva e funzionale, evitando, nelle soluzioni tecniche adottate, intrecci complessi di vasche, tubazioni e nodi idraulici con entrate e uscite multiple;
- ricerca di elevati livelli di sicurezza di funzionamento degli impianti, anche attraverso la ridondanza dei dimensionamenti;
- utilizzo di tecnologie e soluzioni anche innovative per ottenere il massimo grado di efficacia del trattamento e favorire il futuro riuso delle acque depurate;
- attenzione alla minimizzazione dei consumi energetici attraverso l'ottimizzazione dei collegamenti idraulici e la cura della scelta di macchinari con i miglior rendimenti
- omogeneità delle forniture di macchine per garantire l'uniformità delle scorte di magazzino e dei pezzi di ricambio
- limitazione massima dell'impatto paesaggistico delle nuove opere prevedendo adeguate opere di riqualificazione ambientale.

La consistenza dell'impianto e la sua articolazione nelle varie parti componenti è quella risultante dal relativo progetto esecutivo, con gli aggiustamenti di dettaglio esecutivo, di cui agli atti di contabilità dei lavori eseguiti, cui si rimanda per ogni migliore visione nonché per maggiore e completa conoscenza delle relative caratteristiche tecnico-costruttive, dimensioni e tipologico-funzionali.

3. DATI DI PROGETTO

L'impianto nel suo complesso e le diverse parti che lo compongono è stato dimensionato in riferimento ai dati rispettivamente riportati in appresso.

3.1 *Dati all'ingresso*

Come si è già detto precedentemente, la progettazione definitiva ed esecutiva dell'impianto di che trattasi è stata sviluppata in riferimento ai dati di potenzialità e portata specificati di seguito.

3.1.1 *Popolazione servita*

La popolazione servita dall'impianto è stata assunta nella misura corrispondente a **40.000 AE**.

3.1.2 *Tipo di fognatura*

La fognatura in ingresso è di tipo "misto", in quanto oltre alle *acque nere*, convoglia anche le *acque meteoriche*.

3.1.3 *Portate*

Il calcolo delle portate di tempo secco è stato effettuato sulla base di una *Dotazione idrica* di $350 \text{ l/AE} \cdot \text{g}$ e di un *Coefficiente di afflusso in fognatura* pari a 0,80.

Pertanto, a fronte della predetta popolazione servita stimata in 40.000 AE, è stata stimata una *portata media giornaliera* pari a **11.200 mc/g**, e, quindi, una portata media oraria di 467 mc/h.

Sono stati inoltre assunti i seguenti coefficienti di punta, riferiti alla portata media oraria Q_m :

- in tempo secco: $= 2$
- in tempo di pioggia $= 5$

Tuttavia non può escludersi che all'impianto giungano portate anche superiori a $5 \cdot Q_m$, tenuto conto che alla potenzialità del sollevamento esterno all'impianto, pari

proprio a $5 \cdot Q_m$, si possono aggiungere anche le portate convogliate a gravità dalla rete fognaria.

Si prevede di ammettere al trattamento nelle sotto indicate sezioni dell'impianto le seguenti portate multiple della portata media oraria Q_m :

- Pretrattamenti: = $5 Q_m$
- Trattamento primario: = $3 Q_m$
- Trattamento biologico: = $2 Q_m$

3.2 Dati allo scarico

Per il combinato effetto delle previsioni originarie di progetto esecutivo e delle prescrizioni di cui all'art. 2 – comma 1 - dell'autorizzazione allo scarico concessa al Comune di Avola, ai sensi e per gli effetti dell'art. 40 della L.R. n. 27/86 e dell'art. 124 del D. Lgs. n. 152/06 e successive modifiche ed integrazioni, da parte dell'Assessorato regionale dell'energia e dei servizi di pubblica utilità – Dipartimento regionale dell'acqua e dei rifiuti – Servizio 1 – Regolazione Acque – S.I.I. – con D.D.G. n. 398 del 7 aprile 2011, le caratteristiche di qualità delle acque depurate richiesti allo scarico devono rispettare i limiti rispettivamente indicati di seguito:

- BOD, COD, SST : limiti di Tab. 1 dell'allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06, rimanendo in ogni caso le percentuali di abbattimento non inferiori all'80 % per il BOD5, al 75 % per il COD e al 90 % per i SST;
- Grassi e oli animali
e vegetali : limiti di Tab. 5 della L.R. 27/86
- Altri parametri : limiti di Tab. 3 dell'allegato 5 alla Parte terza del D. Lgs. n. 152/06 e ss.mm.ii. ;
- Escherichia Coli : 5.000 UFC/100 ml.

4. DESCRIZIONE DEL CICLO EPURATIVO

Il ciclo epurativo previsto per l'impianto nel suo complesso è articolato tra le diverse parti che lo compongono così come rispettivamente descritto in appresso.

4.1 Arrivo liquami

I liquami giungono all'impianto attraverso il sifone di ingresso, costituito da un tubo centrale "*di magra*" DN500, incamiciato, a salvaguardia di eventuali perdite, e da n°2 tubi laterali "*di piena*" DN800 in PEAD.

4.2 Grigliatura

La sezione di grigliatura è costituita da un sistema di griglie, a funzionamento automatico e manuale, rispettivamente installate in distinti canali, come specificato di seguito:

- *Canale di magra*, largo 500 mm, equipaggiato con una griglia automatica a pulizia meccanizzata;
- *Canale di piena*, largo 800 mm, sopraelevato di 400 mm rispetto al canale di magra ed equipaggiato con griglia a pulizia meccanizzata;
- *Canale di emergenza*, largo 1.500 mm, sopraelevato di 400 mm rispetto al canale di magra ed equipaggiato con griglia a pulizia manuale;
- *Canale di by-pass*, largo 1.500 mm, sopraelevato di 400 mm rispetto al canale di magra.

Il funzionamento delle griglie a pulizia meccanizzata è reso completamente automatico, tramite asservimento ad un misuratore di livello, operante in continuo con sonda ad ultrasuoni in esecuzione compatta, installata nel canale di distribuzione a monte delle griglie.

Il grigliato separato viene raccolto su un nastro trasportatore, che alimenta un apposito cassonetto di raccolta.

Sul fianco del canale di distribuzione alla grigliatura è prevista una paratoia ad abbassamento a comando automatico, per lo sfioro delle extraportate di pioggia (indicativamente $> 5 \text{ Qm}$) o per il by-pass generale dell'impianto.

4.3 Dissabbiatura – Disoleatura

La sezione di trattamento della "Dissabbiatura-Disoleatura" si articola in n. 2 bacini longitudinali aerati, correnti parallelamente, ciascuno della lunghezza utile di 20 m.

In caso eventuale di fuori servizio di uno di tali bacini, è comunque possibile convogliare tutta la portata in quello parallelo, con un funzionamento ancora ottimale in tempo secco e discreto in tempo di pioggia.

L'aerazione, necessaria per evitare fenomeni di setticITÀ all'interno dei bacini e per mantenere l'ottimale agitazione (sedimentazione delle sabbie e mantenimento in sospensione delle particelle organiche) viene assicurata mediante insufflazione di aria attraverso 12 diffusori tubolari a bolle medie, alimentati da n. (2+1) soffianti.

Le sabbie separate mediante idroestrazione sono inviate ad uno specifico classificatore a coclea, per l'eliminazione dell'acque in eccesso e per il lavaggio e separazione della sostanza organica.

Gli oli, i grassi e le altre sostanze galleggianti vengono raccolti in un apposito pozzetto (uno per ogni bacino), e da qui, tramite apposita pompa sommergibile, inviati alla stabilizzazione fanghi.

Al fine del contenimento dell'impatto acustico, tutte le soffianti sopra indicate sono dotate di cabina insonorizzante.

4.4 Misura di portata

Al fine di regolare la portata inviata al successivo trattamento primario, in uscita dalla dissabbiatura-disoleatura sono stati realizzati n. 2 canali di misura di portata, all'interno dei quali sono installati dei misuratori di portata a canale con sonde di livello ad ultrasuoni, ciascuna con centralina in campo di misura e regolazione.

La regolazione della portata inviata ai trattamenti successivi viene effettuata automaticamente mediante asservimento delle paratoie di ingresso, motorizzate, in

modo da far sfiorare le portate eccedenti 3 Qm attraverso i due stramazzi laterali posti lungo le canalette di uscita dei due bacini di dissabbiatura-disoleatura sopra detti.

4.5 Sedimentazione primaria

La sezione di sedimentazione primaria si compone di n. 2 bacini longitudinali, ciascuno dei quali munito di carro ponte pulitore a funzionamento indipendente.

I due bacini di sedimentazione sono isolabili mediante azionamento delle paratoie manuali ad infissione in ingresso e, inoltre, sono dotati di by-pass, di modo che, in caso di carichi in ingresso ridotti rispetto a quelli di progetto, sia così possibile alimentare direttamente il trattamento biologico, by-passando “in toto” la sedimentazione primaria stessa.

I fanghi sedimentati sul fondo del/i bacino/i suddetto/i vengono sospinti nelle due tramogge di testa, per poi passare nel pozzo di sollevamento fanghi a gravità, all’apertura di una valvola pneumatica a manicotto, azionata automaticamente a tempo e/o in base alla posizione del ponte pulitore.

I materiali galleggianti presenti sulla superficie del/i bacino/i vengono sospinti dalla lama superficiale del carro ponte in un’apposita canaletta di testa, dalla quale passano, a gravità, negli appositi pozzetti (uno per bacino), affiancati a quello fanghi.

4.6 Trattamenti biologici

Dopo essere stati sottoposti ai pre trattamenti sopra descritti, le acque in uscita dalla sedimentazione primaria sono sottoposti ai trattamenti di tipo biologico descritti di seguito :

- ***Regolazione e ripartizione delle portate***

I liquami in uscita dalla sedimentazione primaria passano a gravità al pozzetto di alimentazione del trattamento biologico (suddiviso su due linee).

In detto pozzetto, l’ingresso alle due linee di trattamento biologico è regolato tramite n. 2 paratoie ad abbassamento motorizzato, dotate di segnale continuo della posizione, di modo così da svolgere la funzione di regolazione e ripartizione delle portate.

Infatti, grazie ad una sonda ad ultrasuoni, nota la posizione della soglia delle predette paratoie ad abbassamento (segnale continuo), è così possibile conoscere e controllare la portata in ingresso a ciascuna linea, azionando eventualmente l'innalzamento/abbassamento degli scudi delle paratoie.

- *Denitrificazione*

Nella sezione di denitrificazione si provvede all'abbattimento spinto dell'azoto, necessario per il raggiungimento dei valori allo scarico come sopra prescritti.

La sezione di denitrificazione è articolata in n. 2 bacini, ciascuno del volume utile unitario di 800 mc circa, quindi per un totale di 1.600 mc circa.

Ciascun bacino di denitrificazione è equipaggiato con uno specifico agitatore sommergibile, con cui si ottiene la necessaria miscelazione dei liquami.

La portata necessaria ad un adeguato ricircolo di nitrati sarà fornita dal ricircolo dei fanghi e dal ricircolo della miscela aerata.

- *Ossidazione biologica*

La sezione di ossidazione biologica è articolata in n. 2 bacini di ossidazione , ciascuno dei quali del volume unitario di circa 1.000 mc e, quindi, per un volume complessivo di 2.000 mc mcirca.

Il sistema di aerazione è del tipo ad "aria insufflata", realizzato, per ciascun bacino, con una rete di n. 364 diffusori a disco con membrana antintasamento.

Ciascuna rete è alimentata in maniera indipendente da una soffiante ad aspi rotanti (munita di cabina di insonorizzazione), a giri variabili mediante inverter, per una portata massima di 1.423 Nmc/h (50 Hz).

La regolazione della portata viene effettuata, in forma indipendente per ciascuna linea, mediante una catena di misura dell'ossigeno disciolto posta in vasca di ossidazione, cui l'inverter della soffiante è asservito.

Si prevede di mantenere una concentrazione minima di ossigeno in vasca di 2 mg/l.

Tale sistema di regolazione, essendo coordinato con la necessità progressiva di ossigeno, consente il miglior funzionamento del processo, evitando, al contempo, sprechi di energia.

Deve essere comunque assicurata la necessaria agitazione (0,7 mc/h di aria per mc di bacino utile), impostando la frequenza minima dell'inverter.

Al fine di evitare interruzioni del ciclo epurativo che potrebbero comprometterne il rendimento, la stazione di ossidazione biologica è comunque dotata di una specifica soffiante di riserva, di tipo a giri fissi, identica alle precedenti ed in comune con la stabilizzazione.

All'occorrenza, in caso di punte eccezionali, mediante messa in comunicazione dei collettori di mandata in alimentazione ai due bacini, può essere appositamente messa in funzione anche la predetta soffiante di riserva, in parallelo alle due di normale funzionamento.

- *Sedimentazione secondaria*

La sezione della sedimentazione secondaria si compone di n. 2 vasche di decantazione affiancate, a fondo piano e di forma circolare con diametro di 25,20 metri ed altezza liquida di 3,5 metri, quindi con una superficie utile di mq. 500 circa ed un volume utile di mc. 1.750 circa.

Dette vasche, al cui interno è stata prevista ed è stata realizzata una canaletta per lo sfioro delle acque trattate, sono equipaggiate con apposito carro ponte pulitore aspirato per la rimozione rapida dei fanghi, così da evitare/limitare eventuali fenomeni di denitrificazione sul fondo del bacino, in caso di lunghi tempi di permanenza.

Alla luce delle dimensioni utili di ogni bacino e tenuto conto che la sezione contiene n.2 bacini, la superficie ed il volume complessivo utili della sezione stessa risultano rispettivamente pari a 1.000 mq e 3.500 mc.

La suddivisione delle portate affluenti tra i due bacini è effettuata mediante ripartitore posto in uscita ed in adiacenza alle vasche di ossidazione biologica, opportunamente munito di paratoie ad abbassamento a comando manuale, che consentono anche l'isolamento dei bacini in caso di manutenzione.

Lo stesso pozzetto alimenta mediante paratoia di fondo, anche il sollevamento della miscela aerata.

L'estrazione dei fanghi da ogni bacino viene effettuata attraverso una tubazione che convoglia i fanghi in un pozzetto munito di paratoia motorizzata ad abbassamento per la regolazione della portata.

E' possibile anche la rimozione dei galleggianti mediante apposito sistema costituito da una lama superficiale montata sul carroponete, una tramoggia periferica per la raccolta dei materiali sospinti dalla lama ed un anello paraschiuma, installato in prossimità dello sfioro e parallelamente ad esso, per evitare il trascinamento dei galleggianti allo scarico.

I galleggianti rimossi dalla superficie dei sedimentatori confluiscono a gravità nel competente pozzetto, adiacente a quello di sollevamento della miscela aerata, da dove vengono inviati direttamente alla Stabilizzazione fanghi.

4.7 Trattamenti di affinamento

Dopo essere stati sottoposte ai trattamenti biologici sopra descritti, con le quali è stato sostanzialmente abbattuto il carico biologico inquinante, le acque in uscita dai trattamenti biologici sono sottoposte ai seguenti trattamenti di affinamento e di ulteriore abbattimento di inquinanti e parti sospese, anche fini:

- ***Filtrazione***

La sezione di filtrazione, finalizzata all'affinamento dell'effluente in uscita dalla sedimentazione biologica, è articolata su n. 2 linee parallele (n. 1 filtro per linea), inserite in un manufatto in c.a. interrato, unico e comune anche alla disinfezione.

I liquami in uscita dalla sedimentazione secondaria confluiscono nel canale di alimentazione dei due filtri, muniti entrambi di paratoia di ingresso ad infissione motorizzata.

Il canale è inoltre dotato di uno sfioro longitudinale di emergenza e di una paratoia manuale di fondo per il by-pass dell'intera sezione di affinamento (filtrazione + U.V.).

La sezione di filtrazione finale prevede l'installazione di *n° 2 filtri a dischi*, funzionanti a gravità, che, in condizioni normali di esercizio, consentono di ridurre la concentrazione di solidi sospesi nell'acqua chiarificata al di sotto di 5 mg/l, valore ottimale per la successiva disinfezione mediante UV.

Ciascun filtro è composto dall'unità filtrante, dal sistema di controlavaggio, e dall'unità di controllo.

L'*unità di controllo* è costituita da un quadro elettrico, che comprende la protezione per il motore del filtro ed il motore della pompa di lavaggio, il rilevatore di livello, il timer, il convertitore di frequenza per il soft start, l'asta di livello per la misurazione dell'influente.

I filtri sono dotati di una struttura di copertura e la quota di superficie delle vasche di raccolta, di dimensioni maggiori del filtro, risulta coperta con un grigliato piano pedonabile.

- ***Disinfezione U.V.***

Nel rispetto di quanto prescritto dal D. Lgs. n. 152/06, prima dello scarico, le acque depurate devono essere sottoposte a disinfezione, finalizzata all'abbattimento dei valori di *Escherichia Coli* al di sotto del limite di 5.000UFC/100ml prescritto dalla normativa suddetta ed anche della citata autorizzazione allo scarico.

A tal fine, le acque in uscita dalla filtrazione (2 Qm) sono sottoposte a trattamento di sterilizzazione mediante *lampade UV*, installate in apposito canale, mentre le acque da eventuali extraportate di pioggia e/o dai by-pass sono sottoposte a disinfezione mediante dosaggio di *acido peracetico*, quale agente sterilizzante, come si dirà meglio in appresso.

All'occorrenza, inoltre, è sempre possibile effettuare, anche in tempo secco, la doppia disinfezione in serie, *lampade UV + acido peracetico*, operando attraverso opportune paratoie di fondo ad azionamento manuale.

L'impianto di disinfezione UV posto a valle della filtrazione è articolato su n. 2 canali aperti, funzionanti in parallelo.

L'impianto è dotato di sistema automatico di misura della portata e mantenimento del livello nei canali UV costituito da una paratoia mobile motorizzata comandata da una sonda di livello ad ultrasuoni, in grado di mantenere costante il livello nei canali al variare della portata.

L'impianto è dotato di sistema di monitoraggio dell'intensità UV e di quadro elettrico di comando e controllo gestito da PLC, che consente inoltre l'acquisizione dei dati principali di funzionamento.

La misura della portata in uscita da ciascun canale di disinfezione è acquisita tramite misura del battente sulla paratoia ad abbassamento motorizzata (sonda ultrasuoni solidale con lo scudo della paratoia), posta in uscita del canale ed asservita alla misura di livello precedentemente descritta per il mantenimento del livello necessario nel canale di disinfezione.

L'impianto di disinfezione UV è provvisto inoltre di sistema di rendimento ed autoregolazione della dose UV-C nel range 50÷100 % in funzione della portata in transito nel canale e dell'intensità UV misurata.

- ***Disinfezione con acido peracetico***

Come già detto precedentemente, la disinfezione con acido peracetico riguarda esclusivamente le extraportate di pioggia o, in caso di particolari situazioni, le portate di by-pass o in serie alla disinfezione UV, trattandosi, comunque, di condizioni particolari e/o di emergenza.

Il dosaggio dell'acido peracetico sono previste avviene attraverso n. 1+1 pompe dosatrici, ciascuna della portata di 80 l/h circa, asservite alla misura di portata in uscita dal canale di by-pass.

Tale misura è effettuata per mezzo di una sonda ad ultrasuoni e relativa centralina in campo, attraverso il rilievo del battente sulla soglia di stramazzo (sviluppo 2,0 m) di passaggio dal canale di by-pass al canale principale in uscita dall'affinamento.

Per favorire la miscelazione ed un primo tempo di contatto è stata realizzata una vasca a chicane del volume di 36 mc, il cui livello è mantenuto dallo sfioro precedentemente citato per la misura di portata e per l'asservimento delle pompe dosatrici.

4.8 Linea fanghi

Dell'impianto di che trattasi fanno parte anche le sezioni di trattamento dei fanghi sotto indicati, prodotti e/o utilizzati per i processi epurativi e/o di risulta da questi.

- ***Fanghi primari***

I fanghi primari, estratti dalle tramogge dei due sedimentatori primari e raccolti nei rispettivi pozzetti di sollevamento, vengono inviati direttamente alla stabilizzazione aerobica.

- ***Fanghi biologici***

I fanghi biologici estratti da ognuno dei bacini di trattamento biologico vengono convogliati in un pozzetto munito di paratoia motorizzata ad abbassamento per la regolazione della portata, per poi trascinare nell'apposito pozzetto di *sollevamento dei fanghi di ricircolo*, nel quale sono installate n. (2 + 1) specifiche pompe sommergibili.

Il ricircolo del fango nelle due vasche di denitrificazione viene realizzato attraverso un unico collettore in acciaio inox sul quale è installato un misuratore di portata elettromagnetico. La ripartizione sulle due linee avviene per simmetria idraulica.

Dallo stesso pozzetto avviene il prelievo dei fanghi di supero, attraverso una tubazione sotto-battente e . (°1+1) pompe monovite, di tipo a giri variabili mediante inverter, preposte appunto al *sollevamento fanghi di supero* ed installate in un pozzetto a secco, munito di pompa di sentina.

Sulla linea di mandata unica, costituita da tubazione DN 80 in acciaio inox, è installato un misuratore di portata elettromagnetico.

- ***Ispessimento dinamico***

L'impianto realizzato comprende uno specifico ispessitore dinamico dei fanghi di supero, in modo così da poter conseguire i seguenti obiettivi:

- ottenere un ispessimento del fango di supero superiore a quello conseguibile con un normale ispessitore statico meccanizzato;
- ridurre la superficie esterna interessata dai manufatti;
- adottare un'apparecchiatura di tipo completamente chiuso, senza conseguente emissione di cattivi odori.

I fanghi sollevati mediante le predette pompe monovite vengono dapprima inviati in un serbatoio di contatto, munito di agitatore, in cui viene dosato il polielettrolita e, quindi, convogliati a gravità alla pressa a coclea disidratatrice, munita di gabbia filtrante.

I fanghi ispessiti cadono nella sottostante vasca di stabilizzazione aerobica, mentre le acque di risulta, raccolte in una canaletta a pavimento, confluiscono nella rete fognaria facente capo all'apposito sollevamento, posto in testa all'impianto.

- ***Stabilizzazione aerobica dei fanghi***

La sezione di stabilizzazione aerobica dei fanghi si compone di un unico bacino, del volume utile di mc. 1.270 circa, interrato e coperto, posto parzialmente al di sotto della sala fanghi e della tettoia cassoni fanghi, alimentato con i fanghi primari tal quali e con i fanghi biologici di supero ispessiti.

Apposite botole consentono l'accesso all'interno di detto bacino per le operazioni di manutenzione da svolgersi dopo il relativo svuotamento, naturalmente utilizzando le necessarie ed opportune misure di sicurezza, adeguate alla tipologia d'intervento.

Il sistema di aerazione/agitazione è realizzato mediante "aria insufflata" da una rete costituita da n. 96 diffusori a bolle medie, alimentata da una soffiante ad aspi rotanti a giri fissi, (munita di cabina di insonorizzazione), della portata di 1.423 Nmc/h, identica a quelle utilizzate nella sezione di trattamento dell'ossidazione biologica ed, conseguentemente, dotata di riserva comune.

Il funzionamento della soffiante è temporizzabile, in riferimento al tempo di esercizio previsto in 16 ore/giorno.

In corrispondenza di ogni ciclo di alimentazione del bacino, i fanghi stabilizzati passano per sfioro alla successiva vasca di accumulo.

- ***Accumulo fanghi stabilizzati***

L'accumulo dei fanghi stabilizzati avviene in una specifica vasca del volume di mc. 250 circa, dotata di agitatore sommergibile, che svolge anche funzioni di volano per la successiva fase di trattamento della disidratazione dei fanghi.

- ***Disidratazione meccanica dei fanghi***

La sezione di disidratazione meccanica dei fanghi stabilizzati avviene mediante n. (1+1) centrifughe (decanter), ciascuna della portata idraulica di 25 mc/h, una delle quali, tenuto conto dei quantitativi di fanghi in gioco, può considerarsi di riserva.

L'alimentazione di ciascuna centrifuga viene effettuata a mezzo di specifica pompa monovite, di tipo a giri variabili mediante inverter, la quale preleva i fanghi dalla vasca di accumulo, alimentandoli alla propria centrifuga di linea.

Le pompe sono installate in un pozzetto a secco, posto a fianco dell'accumulo fanghi e dotato di pompa di sentina.

Per una maggiore flessibilità manutentiva è possibile anche l'incrocio delle linee.

Le tubazioni di alimentazione, in acciaio inox e del diametro DN80, sono munite di misuratore di portata elettromagnetico e di miscelatore di linea fango/poly.

Su ciascuna linea di mandata delle pompe è installato un misuratore di portata elettromagnetico DN40, per il dosaggio proporzionale al fango alimentato.

Il processo di disidratazione meccanica dei fanghi è interamente gestito tramite PLC nell'ambito del sistema di telecontrollo del funzionamento dell'impianto.

I fanghi disidratati vengono trasportati ai cassoni di stoccaggio tramite un sistema di coclee in acciaio inox, poste in serie tra loro, comprendente n. 1 coclea orizzontale di collettamento, n. 1 coclea inclinata e, da ultimo, n. 1 coclea reversibile rotante mediante ralla motorizzata, per l'alimentazione alternativa dei cassoni e per una distribuzione omogenea del fango disidratato prodotto all'interno dei cassoni stessi.

4.9 Trattamento bottini

Il trattamento bottini, in arrivo all'impianto tramite autobotti, provenienti dagli insediamenti privi di fognatura, avviene mediante il seguente ciclo di trattamento:

- filtrazione in impianto monoblocco cassonato mediante filtrococlea con portata di 50 mc/h;
- accumulo in vasca coperta del volume utile di 40 mc, dotata di mixer sommergibile;
- rilancio in testa all'impianto, a monte della grigliatura.

L'accettazione dei bottini ed il rilancio in testa al processo trattamento epurativo verranno effettuati secondo le modalità ottimali stabilite dal gestore.

La filtrococlea è installata all'interno del capannone pretrattamenti (alimentabile dall'esterno).

4.10 Trattamento acque di risulta

Le acque di risulta, che sono prodotte nell'impianto e devono essere sottoposte al trattamento epurativo sopra descritto, possono provenire dalle fonti sotto indicate:

- dreno camere sifone in ingresso;
- classificatore sabbie (35 mc/h);
- pompa spurgo deodorizzazione (18 mc/h);
- ispessimento dinamico (15 mc/h);
- centrifughe disidratatrici (2x20 mc/h);
- controlavaggio filtri (2x18 mc/h);
- servizi igienici palazzina servizi;
- lavaocchi antinfortunistici (disidratazione fanghi – acido peracetico);
- dreno serbatoi;
- lavaggio pavimenti, macchine, vasche, capannoni;
- eventuali acque di pioggia al di fuori della rete di smaltimento.

Il sollevamento delle acque di risulta avviene in un pozzetto realizzato a fianco dei canali di grigliatura, all'interno del capannone pre-trattamenti.

Nel pozzetto sono installate n. (2+1) pompe sommergibili comandate in automatico mediante interruttori di livello a galleggiante.

Le acque sollevate vengono inviate in testa all'impianto attraverso un unico collettore di mandata.

4.11 Deodorizzazione

Ai fini dell'abbattimento del possibile impatto negativo sull'atmosfera derivante dalla possibile diffusione di odori molesti, i pre-trattamenti ed i trattamenti primari sono stati confinati all'interno di capannoni collegati ad uno specifico impianto di deodorizzazione e, inoltre, nella linea fanghi e nel trattamento bottini, di adottare vasche e/o apparecchiature completamente chiuse.

Per quanto riguarda espressamente la linea fanghi, solamente la disidratazione verrà mantenuta leggermente in depressione dalle soffianti dell'ossidazione, che aspirano parzialmente dal locale.

Più dettagliatamente, l'impianto è dotato dei seguenti sistemi di abbattimento degli odori molesti:

- inserimento delle sezioni di pre-trattamento (grigliatura, dissabbiatura, relativi stoccaggi del grigliato, delle sabbie, degli oli e grassi rimossi, nonché impianti accessori), all'interno di un capannone mantenuto in leggera depressione e collegato all'impianto di deodorizzazione;
- inserimento nel suddetto capannone anche degli impianti passibili di emissioni odorigene, relativi all'impianto trattamento bottini (filtrococlea);
- inserimento delle sezioni di trattamento primario (sedimentazione primaria, sollevamento fanghi primari), all'interno di un secondo capannone, affiancato a quello precedentemente descritto e analogamente mantenuto in leggera depressione e collegato al medesimo impianto di deodorizzazione;
- adozione di vasche completamente chiuse per la digestione aerobica dei fanghi e l'accumulo dei fanghi stabilizzati da disidratare;
- adozione per il pre-ispessimento e la disidratazione fanghi rispettivamente di un ispessitore dinamico e di centrifughe, cioè di apparecchiature completamente chiuse e, quindi, tali da non provocare emissioni maleodoranti e/o nocive.

L'impianto di deodorizzazione, del tipo a biofiltrazione, è in grado di effettuare la depurazione dell'aria aspirata con elevata efficienza, senza l'utilizzo di prodotti chimici.

In considerazione della portata unitaria massima dei ventilatori (17.000 Nmc/h), risulta il seguente il numero massimo di ricambi garantiti per i singoli capannoni:

- capannone pretrattamenti (2.400 mc): = n. 7 ricambi/ora ; •
 - capannone trattamenti primari (3.400 mc): = n. 5 ricambi/ora . anche
- se potrebbero essere sufficienti circa 3÷4 ricambi/ora (20.000 mc/h).

4.12 Impianto elettrico e di telecontrollo

In condizioni di normalità, il funzionamento dell'“impianto di depurazione si svolge in maniera completamente automatica, fatte salve alcune operazioni di ordinaria routine, consistenti nel controllo visivo dell'“impianto e nell'“esecuzione di alcuni lavori manuali.

L'“impianto è gestito attraverso quadri elettrici principali, mentre tutte le apparecchiature e strumentazioni facenti capo a tali quadri sono gestiti in automatico mediante logica PLC.

Tutti i segnali di comando e controllo sono inviati ad un sistema di telecontrollo e supervisione installato nell'“edificio servizi principale, gestito mediante PC e relativo monitor, attraverso il quale possono essere comandate tutte le macchine, rilevate tutte le misure, registrate e/o elaborate le misure più significative, visualizzati e registrati gli eventuali allarmi etc..

Inoltre, attraverso un'“opportuna interfaccia, sarà possibile inviare, in futuro, in un centro al di fuori dell'“impianto, tutte le informazioni ritenute necessarie, così come avvisare il responsabile dell'“impianto o gli operatori, mediante apposito combinatore telefonico o sistema equivalente.