

Tratament anaerobic UASB e riûs de FORSU: potenzialitât dal câs di Tumieç

MATIA MAINARDIS, VALENTINA CABBAL, DANIELE GOI*

Ristret. Te letierature sientifiche, simpri plui interès al ven dedicât ai procès anaerobics; in particolâr, reatôrs a alte velocitât, come par esempi il UASB (acronim di Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket) a permetin di ridusi il timp di ritenzion idrauliche domandât e di otimizâ la produzion di biogas. Cheste tipologjie di reatôr e je indicade pal tratament di refluis une vore concentrâts, dulà che la frazion solubile e je plui grande di chês sospindude. In chest câs, il procès anaerobic al è in grât di otignî une efficiencie elevade, in tiermins di abatiment dal COD, cun pocje richieste di energjie, se comparât a un procès tradizional a pantans atîfs. Chest lavôr al è focalizât sul implant di depurazion di Tumieç, parcè che al conten un reatôr UASB, fer dal 2007, e duncje al è potenzialmenti une font di energjie nete. Si è pensât di alimentâ il reatôr cu la frazion licuide de frazion organiche des scovacis (denominate FORSU), tirade sù te zone geografiche locâl, intant che la frazion solide, residue dal procès di separazion, e je adate a sei mandade a un implant di compostazion.

Peraulis clâf. Digjestion anaerobiche, UASB, FORSU, biogas, energjie rinovabile.

1. Tratament anaerobic UASB. In gjenerâl, al è cognossût che il tratament anaerobic al trasforme la sostanze organiche, presinte intun substrât gjeneric, in biogas, che al è componût principalmanti di metan e anidride carboniche. La secunce di reazions e tache de idrolisi, e va indevant cu la fase di acidogjenesi e acetogjenesi e si finîs cu la metanogjenesi. A difference dai procès aerobics, il probleme principâl di frontâ al è la otimizazion di ogni fase, parcè che il prodot di ogni reazion al deven-

* Dipartiment Politecnic di Ingegnerie e Architetture, Universitât dal Friûl, Udin, Italie.
E-mail: mainardis.matia@spes.uniud.it

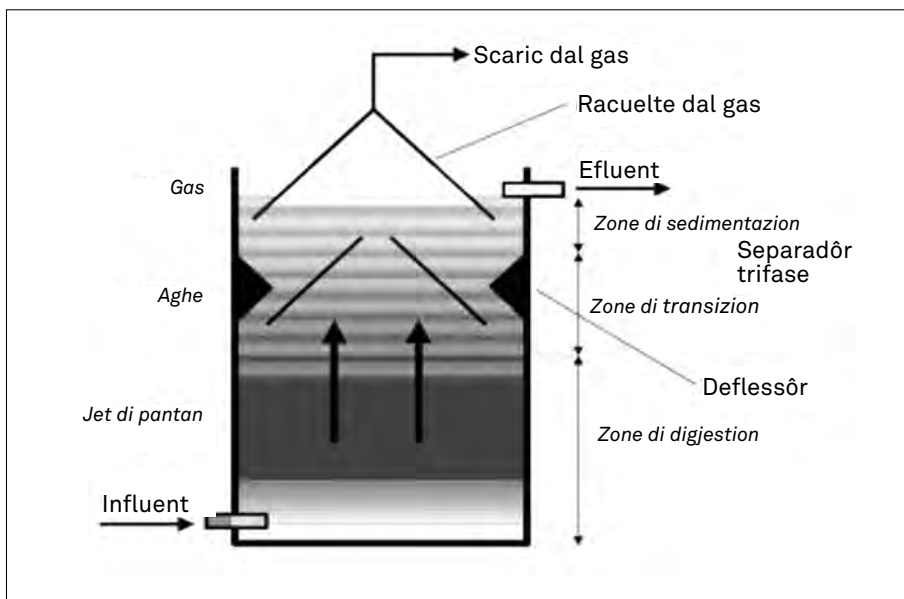


Figure 1. Scheme di reatôr UASB.

te il substrât pe reazion sucessive; di fat, si identifice une vere e proprie cjadene trofiche (Bonomo 2008). I procès anaerobics a lavorin tipicementri in condizions mesofilis (dulà che la temperaturade e varie fra 35 e 40 grâts), par favorî la ativitât de biomasse, cence vê un ecès di reazioni endogjenis, che a prevalin in condizions termofilis. Altris parametris di procès impuartants a son il pH, che al va controlât a valôrs di 6.3-7.8 (par evitâ la inibizion de biomasse metanigjene), la domande di nutritîfs (che pal solit e je limitade) e la concentrazion di sostancis inibitoriis, che a son in sostanze amoniache, sulfûr di idrogen e metai (Chen, Cheng, Creamer 2008).

Refluis une vore carics, vâl a dî substrâts cun concentrazions di COD di 2-20 g/L, a son particolarmentri indicâts pal tratament anaerobic; sistemâts a alte velocitât, come il reatôr UASB, a permetin di acelerâ il procès, se comparâts cui digestôrs tradizionâi dai pantans, e a domandin volums plui piçui, parcè che a ridusin il timp di ritenzion idrauliche di un ordin di grandece.

Il reatôr UASB al è un reatôr assendent, dulà che l'influent al jentre ae base e si môf viers la part alte dal reatôr. Prime al travierse il jet di pan-

Tabele 1. Principâi parametris tal procès di digjestion anaerobiche UASB.

<i>Parametri</i>	<i>Valôr</i>
Concentrazion in alimentazion (g COD/l)	5-10
Temperature di esercizi (°C)	32-36
Caric volumetric (kg COD/m ³ d)	12-20
Velocitât ascensionâl (m/h)	< 1.2
Timp di residence idraulic (h)	> 6
Rimozion COD (%)	75-90

tan, dulà che e ven fate la digjestion anaerobiche, e dopo al passe te zone di transizion, dulà che lis partiselis di pantan granulâr (che a sedimentin) a vegnin separadis dal biogas (che al va sù te zone di racuelte). La cupule triangolâr e rapresente il separadôr trifase, che al è in grât di cjapâ sù il biogas (che al ven indreçât al gasometri e dopo al motôr cogjeneratîf) e separâlu dal efluent, che al sflore da zone alte dal reatôr e des partiselis di pantan residuis (Bonomo 2008).

La particolaritât di chest reatôr e je la formazion di granui di biomasse, cun diametri di 0.1-5 mm e alte densitât, mantignudis in suspension tal reatôr. Cheste configurazion e aumante un grum il timp di ritenzion dai solits; al è pussibil, duncje, ridusi il timp di ritenzion idrauliche a valôrs di 8-10 oris. La velocitât di tornâ sù e je une vore lente, tal interval 0.5-1.5 m/h (Latif et al. 2011). La produzion di pantan granulâr in ecès e je scjarse e, cun di plui, il so smaltiment al è avonde sempliç. Al va precisât, in ogni câs, che la fase di inviamet e je critiche, parcè che il pantan granulâr al à di adatâsi al particolar substrât, e a puedin verificâsi fenomens di inibizion (par esempi par vie dal cumulant di acits gras volatii, se il reflui nol è avonde alcalin) (Lim, Kim 2014).

Lis aplicazions principâls dal reatôr UASB a son substrâts facilmentri biodegradabii, cuntune concentrazion di COD di 5-10 g/L; par esempi, un procès anaerobic a alte velocitât e je une soluzion juste pal tratament di refluis di birariis, cjarteris, fabrichis dal zucur, latariis. In ogni câs, substrâts plens di gras, come chei des latariis, a favorissin la formazion di sbrume tal reatôr (cun sucessifs problemis di flotazion dal pantan), parcè che i gras a vegnin eliminâts cuntune cinetiche une vore lente e si ingrumin sù pe superficie dai granui (Latif et al. 2011).

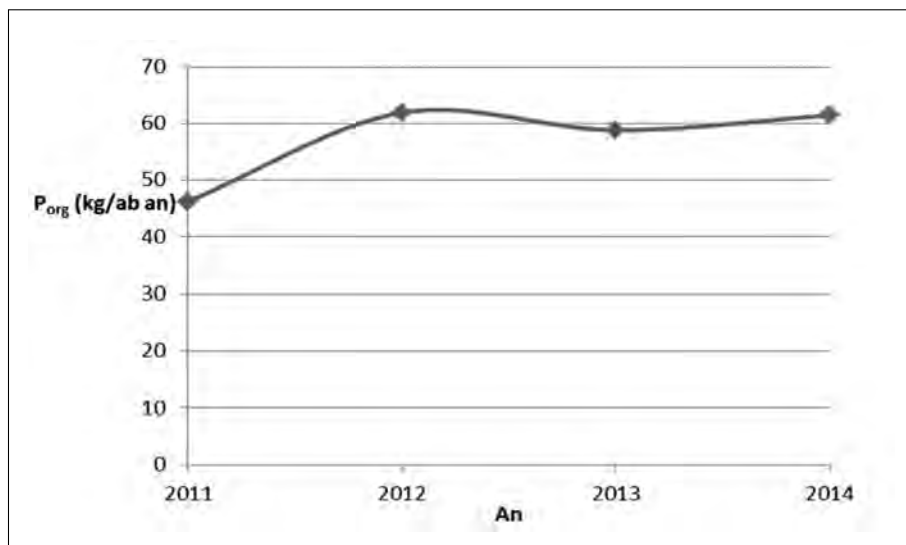


Figure 2. Produzion di refudons organics (misurade in kg par abitant ad an) te mont furlane.

2. L'implant di depurazion di Tumieç. L'implant di depurazion di Tumieç al à une potenzialitât di 143.000 abitants ecuivalents, e al trate principalmèntri aghis di cjartere, che a vegnin incanaladis de cjartere Burgo. I refluis industriâi, di fat, a rapresentin cirche il 90% de puartade totâl che e jentre tal implant, intant che il 10% di ce che al reste al rapresente i refluis dal sisteme fognari di Tumieç e dai paîs dongje (Damâr e Vile Santine). Cun di plui, si identifichin 3 liniis diferentis di aghis di cjartere, cun diviers nivei di incuinament: condensis, sblancjîs e aghis di procès.

Intant che i refluis civîl a vegnin tratâts intun procès tradizionâl a pantans atîfs, al è stât ideât un pre tratament anaerobic de linie plui incuinade che e ven de cjartere Burgo (che a saressin lis condensis), ançe se, al dì di vuê, chest sisteme nol è atîf, e dutis lis aghis de cjartere a vegnin mandadis intune tal tratament aerobic. Dal pont di viste tecnic, la sezion anaerobiche e je fate di une vascje di pre-acidificazion, cun volum di 250 m³, tignude daûr dal reatôr UASB (che al à une altece di 4.5 m), di costruzion modulâr: in totâl, a son 20 modui, ognidun di 50 m³, par un volum totâl di 1000 m³. Il biogas al ven duncje mandât al gasometri; al ven

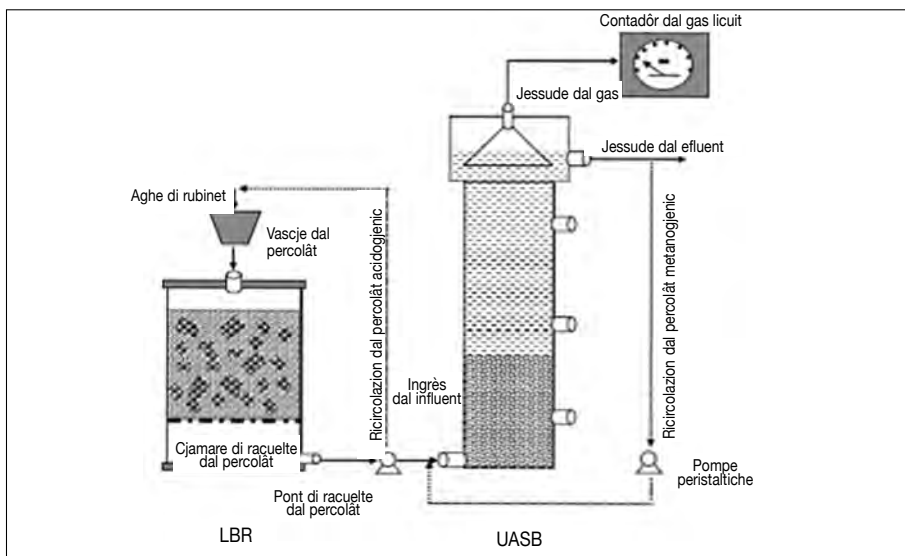


Figure 3. Scheme dal sisteme HASL, che al cumbine un reatôr LBR (Leach Bed Reactor) e un UASB.

desolforât dal sulfûr di idrojen, midiant un jet di ossidi di fier, e la aghe di condensazion e ven gjavade; a la fin, il biogas al ven brusât tal motôr cogeneratîf, par produci energjie elettriche e termiche (Passavant Impianti e Fadalti Costruzioni 2005).

3. Il câs di studi. Chest lavôr al propon une soluzion pussibile pal recupar e riûs dal reatôr UASB di Tumieç; si è pensât di alimentâ il reatôr cuntun substrât licuit une vore concentrât, che al ven di une separazion solit-licuide dai refudons organics (la FORSU). In particolâr, si è analizade la produzion FORSU te zone montane dongje dal implant e si è calcolade la produzion specifiche: pal an 2013, a son stadis produsudis 4.158 t/a di FORSU, che a corrispuindin a 58.8 kg/ab a. Partint di chec valôrs, si è analizade la produzion di FORSU te zone che e cjape dentri la Comunitât Montane de Cjargne e chê dal Cjanâl dal Fier.

Tabaiant dal lay-out dal sisteme, al va costruît un capanon par ricevi il materiâl, e e covente ancje une machine par vierzi i sacs des scovacis. Cun di plui, dal refudon organic a van gjavâts ducj i materiâi estranis: a coventin ancje un vâl, un deferizadôr e un separadôr a corints indotis.

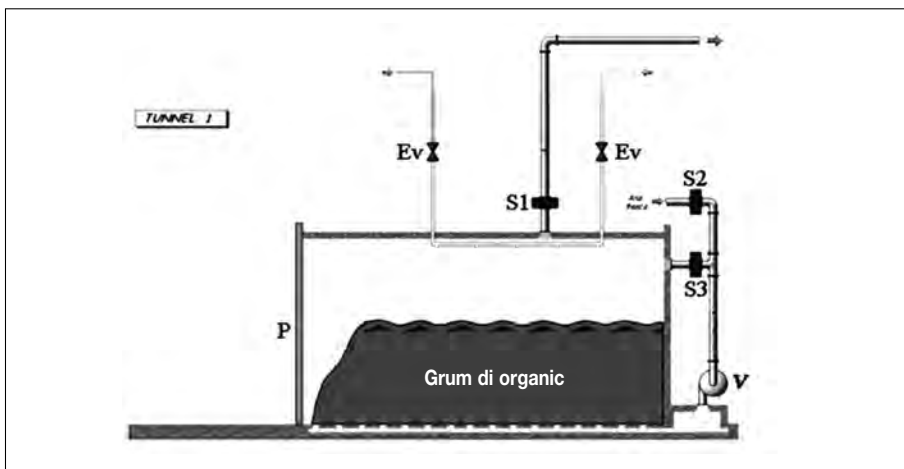


Figure 4. Esempi di biocontignidôr pe compostazion de FORSU.

La separazion solit-licuide e pues vignî fate cuntun reatôr de fate dal Leach Bed Reactor, o ben un reatôr metallic, dulà che al ven depositât il refudon masanât, sore di un plat forât (Xu et al. 2011). Dal alt dal sisteme si met dentri aghe nete, e cheste e cole tal refudon, gjavant fûr lis sostancis solubilis. Duncje e passe un jet di savalon, che al à la funzion di eliminâ lis particulis solidis, e il percolât al ven tirât sù te part base dal reatôr. Pal solit une part di chest percolât al ven ricircolât tal reatôr, par facilitâ la racuelte dal licuit, intant che chê altre frazion e ven diretamenti inviade al reatôr metanogjenic UASB (Browne, Murphy 2014). In leterature, cheste fate di sistemis, che e cumbine doi diviers reatôrs, e ven clamade sisteme HASL (Hybrid Anaerobic Solid Liquid), e e ven classificade come digestion anaerobiche in doi stadis.

In cheste situazion particulâr il percolât, prime di jentrâ tal reatôr UASB, al scuén sei scjaldât fin a temperature operative dal UASB, che e je 35 °C; duncje, si pense di introdusi un scambiadôr di calôr. Si sfrute il contignût energetic des condensis, che e vegnin dopradis come fluit cjalt, parcè che a àn une temperature di cirche 40 °C.

A partî de puartade proviodude di percolât, a son stadis fatis un pâr di considerazions tecnicis. La prime e je che la puartade no je suficiente par alimentâ ducj i modui dal reatôr UASB, e duncje si consee di ridusi

il volum operatîf a 50 m^3 , che al corispuint ae ativazion di nome 1 modul dal reatôr esistent. Po dopo, par vie de concentrazion une vore alte di COD dal percolât, l'influent al va messedât cuntune frazion dal effluent che al va fûr dal implant; in definitive, si oten une puartade totâl di $146 \text{ m}^3/\text{d}$, cuntune concentrazion di COD di 5 g/L . Il timp di ritenzion idrauliche dal reatôr UASB al ven calculât a 8.2 h e il caric volumetric al rive a $14.6 \text{ kg COD/m}^3\text{d}$. In chestis condizions, la produzion zornaliere di metan e je calculade come $197 \text{ m}^3/\text{d}$, che e corispuint a une energie teoriche disponibile di 655 MWh/a .

La frazion solide residue dal procès di separazion e je adate a sei inviade a un procès di compostazion; in particolâr, cognossint la puartade massime totâl dal refudon (2495 t/a), si pues calculâ la cuantitât di struturant (che al ven doprât par controlâ il rapuart C/N e par aumentâ la porosità) che al covente, che e je 832 t/a . Duncje, l'implant di compostazion al à di tratâ in dut $19.3 \text{ m}^3/\text{d}$ di materiâl. La fase di biossidadion e pues sei completade doprant bio-container, che a son reatôrs sierâts modulârs che a permetin di controlâ lis plui impuartantis variabilis dal procès (umiditât, temperadure, pH) (Rada et al. 2014). In particolâr, par otignî un timp di residence dal refudon di 23.1 d , a coventin 16 reatôrs di volum pari a 25 m^3 , par un volum totâl di 400 m^3 . Il procès al ven completât cu la fase di madurazion, metint il refudon in cumui vierts; il prodot finâl al ven refinât e vaiât, par otignî une cuantitât di compost di 4.9 t/d .

In definitive, a son stadis fatis des considerazions dal pont di viste economic: in particolâr, al è stât calculât il timp di recupar dal capitâl invistît pal senari che al cjape dentri il riûs dal UASB cul percolât da FORSU, considerant i coscj di invistiment, i coscj operatîfs e i rigjâfs. A son stadis fatis dôs ipotesis diferentis: la prime e previôt di costruî un gnûf implant di compostazion, invezit la seconde e previôt di doprâ l'implant di compostazion che al è a Vile Santine. Chest implant al veve la capacitât di tratâ $25,000 \text{ t/a}$ di refudon civîl mist; al vignive produsût compost de frazion umide e CDR (Combustibil Derivât da Refudons) de frazion secje. La compostazion e jere fate midiant cumui statics areâts, cuvierts cun telons. Chest senari al è particolarmentri interessant di un pont di viste economic e ambientâl, parcè che al permet di ridusi il timp di recupar dal capitâl di 10 a 6 agns e, cun di plui, al contribuîs a completâ dut il cicli dal refudon organic, de sô creazion, passant pe gjenera-

zion di energjie (tal reatôr UASB), par otignî compost te stesse aree dulà che al ven produsût.

4. Conclusions. I risultâts otignûts in chest lavôr a mostrin che al è pussibil progieta un cicli integrât dai refudons organics, che al consist no dome di un recupar di materie (cu la compostazion), ma ancje di un recupar di energjie (gjavant fûr lis sostancis solubilis dal refudon, e metint insiemi il reatôr LBR cul UASB). In ogni câs, la produzion limitade di refudon, par vie de popolazion ridote di cheste aree gjeografiche, e ridûs il volum dal reatôr che si pues doprâ. In chest sens al è miôr cirî substrâts alternatîfs, presints tal teritori, cu lis carateristichis di alte biodegradabilitât e bon potenziâl di produzion di biogas. Par esempi, al è pussibil trata par vie anaerobiche ancje il sîr des latariis, che cumò al ven considerât un refudon, ma al à un grant potenziâl energjetic, i scarts dai maciei (in particolâr il sanc) e i refluis des birariis, che a son caraterizâts de alte biodegradabilitât. Chescj substrâts a puedin sei (o ancje no sei) messedâts cu lis condensis, par creâ une missele adate, cun bon potenziâl energjetic e cun pôcs efîets inibitoris.