

EL BIOGÀS



INS CASSÀ DE LA SELVA
2N BATXILLERAT A
SETEMBRE 2013

AGRAÏMENTS

Voldria agrair al senyor Sergi Bou de PORGAS 2010 S.L., i a la seva família, el fet de donar-me tantes facilitats i animar-me a tractar aquest tema, que al final tant m'ha agradat, i també per haver-se molestat a fer-me les visites a la planta de biogàs i donar-me tanta documentació, que la veritat m'ha sigut de molta ajuda.

En segon lloc, vull donar gràcies a la Montse Garrigós (funcionària de l'Ajuntament de Cassà) per deixar-me revisar els plànols i els permisos de la planta de Biogàs.

També als tècnics d'Ecobiogàs, empresa de Lleida dedicada a la construcció de plantes de biogàs, per donar-me informació sobre la tasca que duen a terme.

A tots els meus amics i coneguts, en especial a l'Arnau Madrià, l'Àlex Repiso, la Paula Berenguer, la Noelia Díaz i a en David Pibernat per ajudar-me ens els problemes que m'han anat sorgint, també a tota la meva família per donar-me tant de suport.

I finalment, i no menys importants, al professor Xavier Viñas, a la doctora Anna Menció i al meu tutor, que m'han ajudat tant a fer aquest treball.

ÍNDEX

1. MOTIVACIÓ DE L'ESTUDI.....	5
2. INTRODUCCIÓ	6
2.1. Fonts d'energia no renovables	6
2.1.1. Els combustibles fòssils	6
2.1.1.1. Origen.....	7
2.1.1.2. Tipus de combustibles fòssils.....	8
2.1.2. Energia nuclear.....	11
2.1.3. Avantatges.....	12
2.1.4. Inconvenients.....	14
2.2. Fonts d'energia renovables.....	15
2.2.1. Tipus d'energies renovables.....	16
2.2.2. El biogàs.....	20
2.2.2.1. Composició.....	21
2.2.2.2. El seu aprofitament.....	21
3. OBJECTIUS.....	23
4. METODOLOGIA.....	24
4.1. Visita a la planta de Cassà de la Selva.....	24
4.2. Entrevista al gerent de la planta.....	25
4.3. Empresa responsable de les instal·lacions i manteniment.....	25
4.4. Ajuntament de Cassà.....	26
5. LA PLANTA DE BIOGÀS.....	27
5.1. El procés de digestió anaeròbica.....	27
5.2. Dinàmica del procés.....	28
5.3. Transformació de la matèria orgànica en metà.....	30
5.3.1. Els sòlids volàtils (SV).....	31
5.3.2. La Demanda Química d'Oxigen.....	31
5.3.3. Dades de composició.....	31
5.3.4. L'assaig de biogradabilitat.....	32
5.4. La codigestió anaeròbica.....	33
5.4.1. Avantatges i inconvenients.....	33

5.5. Residus orgànics utilitzats.....	35
5.6. Aplicació a dejeccions ramaderes.....	36
5.6.1. Aplicació de purins de porc.....	36
5.6.2. Aplicació de purins de bestiar boví i vaquí.....	37
5.6.3. Aplicació de gallinassa d'aviram.....	38
5.6.4. Aplicació d'altres residus orgànics.....	38
5.7. La planta de biogàs: Instal.lacions i funcionament.....	39
5.7.1. Instal.lacions.....	39
5.7.2. Funcionament.....	40
5.7.3. Descripció d'instal.lacions.....	41
5.7.3.1. Digestor.....	41
5.7.3.2. Dipòsits d'entrada i sortida.....	42
5.7.3.3. Tractament del gas.....	42
5.7.3.4. Vàlvula de seguretat i torxa.....	43
5.7.4. Paràmetres de funcionament.....	43
5.7.4.1. Paràmetres generals.....	43
5.7.4.2. Dades concretes de la planta de Cassà de la Selva...44	
5.7.5. Ús energètic del biogàs: caldera o cogeneració.....	46
5.8. Factors burocràtics.....	48
5.9. Factors ambientals.....	48
5.9.1. El procés en el marc de la gestió dels residus i de l'energia.....	48
5.9.2. Paràmetres ambientals.....	49
5.10. Factors econòmics.....	51
6. CONCLUSIONS.....	53
7. BIBLIOGRAFIA.....	55

1. MOTIVACIÓ DE L'ESTUDI

Vaig triar el tema del biogàs perquè el tema de les energies alternatives m'atreia especialment. El fet de ser una energia que sempre hi ha sigut, i que gairebé mai se l'hi havia trobat una utilitat com ara és un fet que m'ha estranyat, es podia haver trobat abans. A part de ser un gas amb característiques semblants als combustibles fòssils (gas natural), cremant-lo s'ajuda a reduir l'impacte ambiental d'efecte hivernacle que té el biogàs.

I justament els meus cosins tenen una planta de biogàs a Cassà mateix i per a la proximitat i les facilitats que m'han donat a l'hora de fer l'explicació, em van fer decidir cap a aquest tema.



F1. Ramat boví.

2. INTRODUCCIÓ

2.1. FONTS D'ENERGIA NO RENOVABLES

En aquest apartat farem un repàs a les principals fonts d'energia i presentarem el biogàs, una font d'energia alternativa força extesa en alguns països i d'introducció molt recent a Catalunya.

2.1.1. Els combustibles fòssils

Són aquells combustibles originats per la fossilització de matèria orgànica: el carbó, el petroli i el gas natural. En alguns indrets molt propers a la Terra es pot trobar l'energia solar que diferents organismes vius van absorbir fa milions d'anys i que, per un procés complex de transformació, es van convertir en els combustibles fòssils, que s'usen actualment entre altres coses per obtenir energia tèrmica.

No són energies renovables perquè requereixen molts milions d'anys i una evolució semblant per a obtenir-los de nou de forma natural, i no és viable fer-los de manera artificial. Presenten, doncs, greus problemes de sostenibilitat, ja que la taxa d'ús d'aquestes energies és més alta que la



F2. Estació petrolífera del mar del nord.

seva tasca de renovació. Tanmateix, són la base del nostre creixement econòmic i demogràfic: sense ells, el sistema actual es col·lapsaria. El 2003 la combustió de carbó, petroli i gas natural va representar el 87'7% de la producció energètica mundial. El seu ús suposa una emissió molt important de contaminants a l'atmosfera, principalment el CO₂, un dels causants del canvi

climàtic.

S'han originat de forma natural per un procés de fossilització en anòxia ambiental (manca d'oxigen): la matèria orgànica no s'ha degradat per microorganismes (que no hi poden viure), fent-se diòxid de carboni (CO_2) i aigua (H_2O), sinó que roman en forma de molècules orgàniques més complexes, sòlides, líquides o gas, que contenen carboni, l'energia de les quals és la que s'allibera en utilitzar-los com a combustible.

Així, del 87,7% de la producció energètica mundial, el petroli representa un 35,9%, el carbó un 27'4% i el gas natural un 22'8%.

2.1.1.1. Origen

Els combustibles fòssils es formen per la descomposició anaeròbica de les restes d'organismes que es van dipositar al fons del mar o d'un llac en grans quantitats sota condicions anòxiques, fa milions d'anys. Amb el pas del temps, aquesta matèria orgànica, barrejada amb fang, es va enterrar sota capes pesants de sediments. Aquestes capes van provocar nivells alts de pressió (uns cent milions de pascals) i temperatura (de centenars de graus celsius) i van fer que la matèria orgànica s'alterés químicament: primer a un material cerós anomenat querosè, quan la temperatura és d'uns 50°C ; després, a uns 100°C , en petroli; i finalment, amb 120°C - 150°C , es forma el gas natural.

El carbó es forma a partir de plantes (majoritàriament arbres) terrestres que vivien en zones pantanoses o al costat del mar, que van quedar enterrades sota capes de sediments. Llavors, la matèria orgànica, que era rica en oxigen, hidrogen i carboni, va esdevenir més rica en carboni i pobra en hidrogen i oxigen.

Els combustibles fòssils necessiten d'una enorme quantitat de matèria orgànica i de temps per a generar-se. Per exemple; un litre de gasolina normal és el

resultat acumulat d'unes 23,5 tones de material orgànic antic dipositat al fons de l'oceà.

El combustible fòssil total consumit l'any 1997 era l'equivalent de tota la matèria vegetal que va créixer a la superfície de la Terra i a tots els oceans al llarg de 422 anys.

L'exagerat consum d'aquests combustibles per part dels humans des de la revolució industrial, és a dir, de les darreres quatre generacions de persones, fins a gairebé esgotar-los per complet, genera un greu problema de sostenibilitat i capacitat de càrrega. Hom calcula que aquests s'esgotaran en uns cinquanta anys com a màxim i no en sabem produir.

2.1.1.2. Tipus de combustibles fòssils

Carbó

Aquest combustible fòssil és una roca sedimentària d'origen orgànic que prové de restes vegetals que creixien a les maresmes i que van quedar enterrades pel fang. A causa de l'absència d'oxigen no es van poder degradar i amb el pas del temps i la pressió del pes de les capes de terra va fossilitzar fins transformar-se en



F3. Carbó.

carbó. La seva formació data de fa uns 350 milions d'anys, a l'Era Primària. A les centrals termoelèctriques es transforma en electricitat.

Segons la seva estructura química es classifiquen en quatre grans grups:

Torba: És el més recent i el que aporta menys calor perquè té una alta proporció d'oxigen i hidrogen en relació al carboni (60%). Sovint es poden apreciar a ull nu les estructures vegetals que el conformen.

Lignit: És recent i no té tant poder calorífic a causa del seu baix contingut en

carboni. Conté entre un 60-75% de carboni.

Hulla: És un dels més antics i té un alt poder calorífic. És el carbó més comercialitzat i el que més s'utilitza, per exemple, a les centrals tèrmiques. Conté un 80% de carboni.

Antracita: el més antic i amb més proporció de carboni (95%), per això és el que té més poder calorífics.

- Usos

S'usa sobretot a les calderes industrials i a les centrals termoelèctriques. També existeix el carbó vegetal, que s'obté artificialment, per mitjà de la piròlisi, o combustió parcial de la llenya amb poca o gens presència d'oxigen (anaeròbica). El carbó es pot gasificar per a obtenir hidrogen i per a ser utilitzat com a combustible d'una altra manera (gas natural sintètic, GNS). No s'ha de confondre el carbó gasificat amb el grisú, que és un gas que surt a les mines de carbó i que s'elimina per seguretat, ja que pot provocar incendis i explosions. També es pot convertir en un combustible líquid, que duplicarà la seva potència calorífica, per mitjà de la liquació del carbó, que pot ser directa o indirecta. A partir de la destil·lació seca del carbó es poden obtenir altres productes, com el carbó de coc, el gas ciutat, olis o quitrà.

Petroli

És un combustible fòssil líquid i viscos que prové de matèria orgànica acumulada durant milions d'anys. Es creu que es va formar fa uns cinquanta milions d'anys després que el plàncton quedés cobert per diferents materials sedimentaris i a una certa pressió i temperatura i per



F4. Jaciment petrolífer.

l'acció de microorganismes fins formar-se el petroli. El que s'obté directament del jaciment és el que s'anomena petroli cru. Per a poder utilitzar l'energia que

aporta ha de passar per un procés de transformació, anomenat refinament.

El refinament del petroli té lloc a les plantes petroquímiques, també anomenades refineries. Primer de tot cal netejar el petroli cru abans que sigui conduït a les unitats de fraccionament. Un cop netejat de les restes d'aigua i sorra comença el procés de destil·lació fraccionada a dues torres de destil·lació, una a pressió atmosfèrica i l'altra al buit, que poden arribar a mesurar cinquanta metres d'alçada. El cru s'escalfa a uns 320°C - 340°C i es converteix en gas. Aquest va pujant per la torre a mesura que els diferents components arriben al seu punt d'ebullició i segons van pujant es van refredant i condensant a diferents nivells (platets).

Un cop condensats es van recollint, per ordre, els següents productes: butà i altres gasos líquids del petroli (GLP), benzina, querosè, gasoil i subproductes utilitzats per a fabricar fuel, olis lubricants i quitrà. Altres processos típics del petroli són el *cracking*, per tallar les cadenes d'hidrocarburs en altres més petites i amb el qual es produeix el gas ciutat, per exemple; la polimerització, que, al contrari, transforma les cadenes curtes en llargues, unint-les; el *reforming*, per a modificar les característiques de les benzines; etc.

Gas natural

El gas natural és producte de la matèria orgànica acumulada durant milions d'anys. La seva composició majoritària és de metà i està present en la majoria de jaciments petrolífers. Extreure'l i transportar-lo aporta dificultats tècniques, com per exemple de la construcció d'una xarxa de gasoductes i sistemes de distribució i transport. Van començar a ser rendibles gràcies a l'augment del preu del petroli.

Un cop s'extreu del jaciment, es tracta amb una sèrie de processos i després es transporta fins al lloc de consum. Aquest transport es pot dur a terme de dues maneres:

- **Gasoductes:** que són canonades molt grans per on circula el gas bombejat a pressió, impulsat per bombes de pressió. El gasoducte Magreb-Europa i el Medgaz en són dos exemples.

- **Vaixells:** el gas s'hi transporta líquat en cisternes, perquè se'n pugui transportar més quantitat.

Pel que fa al gas natural com a combustible, un dels processos més importants al que se sotmet és a l'odorització, al qual se li afegeixen una sèrie d'additius que li donen olor per tal de fer evidents i facilitar la localització de les fuites. El gas general es pot usar per a generar electricitat i especialment en tecnologies d'alt rendiment, com són els cicles combinats; també en el sector de la refrigeració; i com a combustible d'autobusos urbans, cotxes, vaixells, etc.; com a combustible de gasodomèstics: rentadores, rentavaixelles, etc.; per a obtenir calor domèstica: forn, calefacció, escalfament d'aigua sanitària, etc.; o com a matèria primera per a la producció industrial.

Es pot obtenir gas natural fent un tractament dels residus orgànics que separem a les escombraries, com els que es fan per exemple a l'Ecoparc de Barcelona. El gas obtingut és exactament el mateix que el gas natural, ambdós són metà, però només per a indicar d'on prové, com a estratègia de màrqueting i comercial, se l'anomena biogàs. Altres combustibles fòssils gasosos són el butà i el gas ciutat, que s'obtenen a partir del petroli.

2.1.2. Energia nuclear

Una reacció nuclear és aquella en què el nucli atòmic d'un element resulta modificat, ja sigui alterant-se el seus nivells d'energia, passant a esdevenir un isòtop diferent, dividint-se en dos o més fragments (fissió), o bé unint-se a un segon nucli (fusió). Per a que es produeixi la fissió en cadena cal que almenys un dels neutrons produïts a la fissió d'un àtom gran, que als reactors nuclears sol ser Urani-235, produeixi una altra fissió d'un nucli d'urani i això es repeteixi successivament.

En canvi el procés d'obtenció d'energia a través de la fusió té diversos inconvenients. Un dels principals problemes a l'hora de construir un reactor de fusió és el seu rendiment: es gasta més energia en fer el combustible que

l'energia que es produeix, de manera que en comptes d'obtenir energia el que fem és consumir-la. Un altre greu inconvenient és que es necessita una temperatura d'ignició molt elevada, rondant els 10.000.000.000 °C.

La principal característica d'aquesta font d'energia és l'alta quantitat d'energia que pot alliberar per unitat de massa del combustible utilitzat en comparació amb qualsevol altra emprada per l'ésser humà. En una central nuclear, l'energia nuclear alliberada es manifesta en forma d'energia cinètica de les partícules emeses i de radiació electromagnètica,



F5. Central nuclear.

que generen calor. Aquesta energia tèrmica pot transformar-se en energia mecànica mitjançant màquines tèrmiques, com ara les turbines de vapor. L'energia mecànica pot transformar-se en elèctrica (electricitat) per a la seva distribució a la xarxa elèctrica, o bé pot ésser emprada directament en el transport, com per exemple a vaixells i submarins de propulsió nuclear.

2.1.3. Avantatges

Els combustibles fòssils produeixen una bona part de l'electricitat que usem per a il·luminació, climatització, refrigeració d'aliments i de computadores, per a aparells elèctrics i electrònics, etc.

Els combustibles fòssils permeten una obtenció d'energia molt concentrada que ha obert el camí als canvis tecnològics que diferencien la vida quotidiana actual de la d'abans de la Revolució Industrial. Cal recordar que l'electricitat és una energia obtinguda per transformació a partir d'energies primàries, i que la majoria d'aquestes, en percentatge, al món, a Espanya i a Catalunya, són combustibles fòssils.

A més tenim accés a productes no locals gràcies al seu transport usant

combustibles fòssils.

De la mateixa manera que la majoria de motors d'automòbil s'han desenvolupat al llarg d'un segle només a partir de l'Otto i del Dièsel, deixant de banda el Wankel, per exemple; en general s'han desenvolupat poques tecnologies que usin combustibles diferents dels inicials, és a dir, no fòssils. A la



F6. Tren de vapor.

producció d'energia mereixen un cas a part les centrals nuclears, i recentment l'esforç que l'home està fent respecte a les energies renovables. L'energia no renovable més neta és la nuclear, no produeix cap tipus de contaminació, exceptuant naturalment les radiacions i els accidents nuclears. Tanmateix, cap d'aquestes energies s'usen habitualment de manera principal als transports, a la indústria o de manera domèstica a les llars. Per tant, els combustibles fòssils són actualment els més còmodes i que requereixen menor inversió i menor risc econòmic.

Són, a més, la font d'electricitat i d'energia més econòmica. Encara que els combustibles siguin cars, l'única font competitiva econòmicament és l'energia nuclear. Segons dades preses entre el 2005-2010 de la generació elèctrica a França, el kWh produït per energia nuclear costava 0,0322€ mentre que el de carbó costava 0,0464€ i el de gas uns 0,0474€. Les dades dels altres països no solien variar gaire, però en algun cas, com el d'Estats Units i Japó, l'energia nuclear resultava lleugerament més cara.

Durant el procés de transformació dels combustibles fòssils, s'obtenen nombrosos productes d'alt interès econòmic, com per exemple medicaments, plàstics, fertilitzants, pintures, materials de construcció, etc. El carbó i especialment el petroli són matèries primeres importants per a molts productes químics.

2.1.4. Inconvenients

Un dels principals inconvenients és que es tracta de combustibles que no poden produir els humans, que la natura triga milions d'anys a formar i que ja hem pràcticament esgotat. En queda molt poca quantitat i per a quan es torni a formar el que hem utilitzat ja no existiran els humans. Es tracta, doncs, d'un greu problema de sostenibilitat.

Un altre gran problema és el de l'impacte ambiental derivat de l'ús d'aquesta font energètica. Per la seva composició, rica en carboni i hidrogen, i la seva forma d'ús, la combustió, o reacció química amb l'oxigen de l'aire; utilitzar combustibles fòssils comporta inherentment la producció d'òxids de carboni. El monòxid de carboni (CO), que és tòxic, és abundant en casos de combustions incompletes (males combustions, en poc aire), i el diòxid de carboni (CO₂) es forma massivament en combustions completes (normals, amb prou aire). Hom culpa a les excessives emissions d'aquest gas del canvi climàtic i en general de la contaminació atmosfèrica i, via l'aire, la boira fotoquímica i la pluja àcida, del medi aquós i marí.

També s'emeten altres gasos contaminants amb efectes negatius per a la salut i per a l'ecosistema. De fet el 80% d'emissions de diòxid de carboni, diòxid de sofre i òxids de nitrogen són causats per aquests combustibles. Uns altres inconvenients i no gens menyspreables són els residus nuclears els quals trigaran centenars d'anys a perdre la seva radioactivitat, i que hem deixat en herència a les futures generacions.



F7. Ocell afectat per un vessament de cru.

Aquests inconvenients són directament proporcionals al problema de la capacitat de càrrega de les persones a la Terra.

Els combustibles fòssils no estan repartits per igual a tot el món, i la dependència de la societat occidental actual vers aquesta fa que també els

països que hi pertanyen depenguin econòmicament de les empreses productores a països estrangers. És el cas d'Espanya, per exemple, que a la pràctica depèn completament d'Algèria per a l'abastiment de gas natural, i d'altres països per al carbó i el petroli.

2.2. FONTS D'ENERGIA RENOVABLES

Les energies renovables es consideren com "energies alternatives" comparades amb el model energètic tradicional, tant per la seva disponibilitat (present i futura) garantida (a diferència dels combustibles fòssils que necessiten milers d'anys per a la seva formació) com pel seu menor impacte ambiental.

Les energies renovables han constituït una part important de l'energia utilitzada pels humans des de temps remots, especialment la mecànica (animal o humana: a la construcció, navegació, agricultura, transport humà i de mercaderies, etc.), l'eòlica (molins de vent, navegació) i la hidràulica (molins).

A partir de la Revolució Industrial, amb l'aplicació industrial de la màquina de vapor, i més endavant encara més amb la tecnologia dels motors de combustió per als transports de persones i de mercaderies, es van anar abandonant parcialment aquestes formes d'aprofitament. En aquella època aquestes noves tecnologies es veien com un elevat augment de la producció i una eficaç revolució als mitjans de transport, sense tenir en compte el cost social ni pensar a la seva sostenibilitat al llarg del temps. Més endavant l'ús generalitzat de l'electricitat, obtinguda sobretot a partir de la utilització de combustibles fòssils o



F8. Parc eòlic.

nuclears, va contribuir que el percentatge d'energies renovables dins del consum total energètic fos cada vegada menor; alhora que aquest consum

augmentava vertiginosament.

2.2.1. Tipus d'energies renovables

Energia hidràulica

L'energia hidràulica potencial acumulada en els salts d'aigua pot ser transformada en energia elèctrica. Les centrals hidroelèctriques aprofiten l'energia potencial de l'aigua dels rius per posar en funcionament unes turbines que mouen un generador elèctric. Aquesta energia es considera renovable perquè no consumeix l'aigua sinó que només n'aprofita el seu moviment. És indispensable vetllar perquè la temperatura



F9. Central hidroelèctrica. (Presa Hoover)

i la composició de l'aigua sigui igual abans que després del salt, i així i tot, el fet d'acumular aigua modifica l'ecosistema del riu, degut a l'alteració del règim de cabals, entre d'altres efectes.

A Catalunya, per la seva geografia, són molt abundants les centrals minihidràuliques, en salts de rius més petits i que produeixen, individualment, menys energia que una hidràulica però que, pel fet de poder posar-n'hi més, en conjunt poden generar una gran quantitat d'energia.

Energia eòlica

Prop del 2% d'energia que arriba del Sol a la Terra es transforma en energia cinètica de l'aire en moviment, és a dir, vent a l'atmosfera. Un 35% d'aquesta energia, dissipada, es troba a la capa atmosfèrica situada a un quilòmetre del terra. L'energia eòlica és l'energia obtinguda mitjançant la utilització d'aquesta energia mecànica, generada pels corrents d'aire que es desplaça a causa de les diferències locals de pressió.



F10. Aerogeneradors.

El vent s'ha fet servir des d'antic per moure les aspes dels molins, i a l'actualitat s'utilitza a més per a moure aerogeneradors, que no són més que molins que mouen una turbina d'eix horitzontal, connectada a un generador que produeix energia elèctrica. Els aerogeneradors poden agrupar-se en parcs eòlics. N'hi ha a terra ferma i també sobre plataformes fondejades en la mar. També hi ha altres tipus d'aeroturbines, que poden ser d'eix vertical, amb dues pales, multipales, amb rotor a sotavent i de diferents mides; d'ús individual a grans instal·lacions que generen electricitat a gran escala.

Energia solar

El Sol té una potència de l'ordre de $4 \cdot 10^{26}$ Watts. La seva energia arriba a la Terra de manera molt difosa, sent una font de vida i origen de la majoria de les altres formes d'energia a la Terra. La radiació solar té un valor de potència que varia amb l'altitud, el clima, la latitud i segons les condicions atmosfèriques i el moment del dia i de les estacions. Es pot recollir de manera directa, difosa (pels núvols, per l'aire) o reflectida pel sòl.

Hom la recull amb panells solars o amb col·lectors solars per a transformar-la en energia tèrmica (energia solar tèrmica) o en energia elèctrica (energia solar termoelèctrica i energia solar fotovoltaica, l'obtinguda amb panells fotovoltaics). En les centrals tèrmiques solars s'utilitza l'energia tèrmica dels col·lectors solars per generar electricitat. També s'usa a



F11. Generadors fotovoltaics.

sistemes passius, sobretot a l'arquitectura. Existeixen forns solars d'alta temperatura i des de fa anys molts aparells electrònics (calculadores, etc.) i joguines poden funcionar amb energia solar. Com a curiositat s'han creat cuines solars i altres aprofitaments originals.

Energia geotèrmica

La calor de l'interior de la Terra (5.000°C) es deu a diversos factors, entre els quals destaquen el gradient geotèrmic i la calor radiogènica. L'energia geotèrmica és aquella energia que pot ser obtinguda per l'home mitjançant l'aprofitament de la calor de l'interior de la Terra. A gran escala es pot usar per a obtenir aigua calenta sanitària (calefacció, rentar roba, etc.), energia tèrmica industrial o bé per a produir electricitat, a partir del vapor calent que es fa passar per una turbina. A petita escala té usos molt diversos,



F12. Central geotèrmica.

segons la diferència de temperatures aconseguida. La potència elèctrica mundial a partir d'energia geotèrmica és del l'ordre dels 4.700 MW elèctrics i per a usos tèrmics d'uns 7.000MW tèrmics.

En algunes zones del planeta, a prop de la superfície, les aigües subterrànies poden assolir temperatures d'ebullició, i, per tant, servir per escalfar.

Energies dels mars i oceans

Els mars i oceans tenen un gran potencial energètic amb el qual els humans esperen poder obtenir electricitat i energia útil. Hom ha plantejat, en fase conceptual i alguns prototipus, fonamentalment les següents tecnologies: L'energia mareomotriu, originada per les forces gravitatòries entre la Lluna, la Terra i el Sol, i que pot aprofitar-se en llocs estratègics, com ara golfs, badies o estuaris utilitzant turbines hidràuliques que s'interposen en el moviment natural de les aigües, juntament amb



F13. Turbina per aprofitar les mareas.

mecanismes de canalització i dipòsit, per obtenir moviment en un eix. L'energia de les ones, produïda pel moviment de les ones; l'energia deguda al gradient tèrmic oceànic, que és la que aprofita la petita diferència de temperatures entre la superfície del mar i aigües més profundes.

L'energia dels corrents marins, que es podria aprofitar a partir de parcs eòlics submarins, que aprofitarien els corrents horitzontals del medi marí de la mateixa manera que es fa amb el vent a terra ferma. També s'ha proposat aprofitar la energia blava(o potència osmòtica), que és la diferència de salinitat entre rius i el mar per a aconseguir la potència osmòtica.

2.2.2. El biogàs

El biogàs és un gas combustible format fonamentalment per metà i obtingut per digestió anaeròbica de residus o subproductes orgànics, com ara purins, fems, fangs de depuradores d'aigua, residus d'escorxadors, residus sòlids urbans (RSU) orgànics prèviament separat de la resta, etc. Es



F14. Planta de Biogàs.

pot usar per a obtenir calor i electricitat. En la seva producció s'obté també un fertilitzant anomenat compost, cosa que fa que en alguns camps la seva obtenció s'anomeni compostatge. Presenta l'avantatge que s'obté a partir de residus que altrament serien llençats a abocadors, o com en el cas dels purins, podrien ocasionar problemes de contaminació per nitrats a les aigües subterrànies.

En separar les escombraries domèstiques orgàniques, quan aquestes són tractades, se sotmeten a una digestió anaeròbica, o fermentació sense presència d'oxigen, de manera que les escombraries redueixen el seu volum (això ja implica menys abocadors) i, adientment tractades poden emprar-se com a fertilitzant. Part de la matèria es transforma en gas metà, que pot ser emprat enlloc de gas natural com a combustible, per exemple a una central termoelèctrica.

Algunes persones fan aquest procediment de manera casolana amb residus del jardí o fins i tot alimentaris, obtenen el fertilitzant però no els val la pena recollir el metà, que deixen anar a l'atmosfera. A Barcelona es produeix industrialment a una planta de tractament diferenciat d'escombraries sòlidesurbanes, que se separen segons la seva naturalesa (orgàniques, metalls ferromagnètics, metalls no ferromagnètics, plàstics, vidre, etc.), anomenat *Ecoparc*.

El biogàs contribueix a produir l'efecte hivernacle com el diòxid de carboni. Encara que el metà passa menys temps a la troposfera que el diòxid de carboni

(12 anys contra 100 anys), és capàs d'absorbir 24* vegades més escalfor que el CO₂.

2.2.2.1. Composició

La composició i la quantitat de biogàs obtinguts depenen de la naturalesa dels residus fermentats i la seva composició química, del tipus de càrregues (quantitat afegida) diàries, del tipus de digestor anaeròbic i de com sigui utilitzat (temperatura, pH, agitació, etc.).

El biogàs està format principalment per metà (CH₄). Segons la seva qualitat pot presentar petites proporcions d'altres gasos com àcid sulfhídric (H₂S), hidrogen (H₂), amoníac (NH₃), nitrogen (N₂), diòxid de carboni (CO₂), monòxid de carboni (CO) i oxigen (O₂).

Exemple de composició típica del biogàs que s'obté de la fermentació dels purins:

Metà (CH ₄):	60%-80%
Diòxid de Carboni (CO ₂):	30%-40%
Hidrogen (H ₂):	5%-10%
Nitrogen (N ₂):	1%-2%
Monòxid de carboni (CO):	<0'15%
Oxigen (O ₂):	0'1%
Àcid sulfhídric (H ₂ S):	<1%
Vapor d'aigua:	0'3%

2.2.2.2. El seu aprofitament

El biogàs es pot aprofitar de diverses maneres, amb l'objectiu de generar:

1. Energia tèrmica (calor).

2. Energia tèrmica i elèctrica mitjançant la tecnologia de cogeneració.

La primera opció és la més senzilla i econòmica, i consisteix en cremar-lo directament, per exemple, en una caldera de calefacció o en uns fogons de cuina, en funció de les necessitats o requisits de cada indret.

Però si es produeix amb prou quantitat, es pot cremar en turbines o en motors de cogeneració que permeten produir electricitat i obtenir, alhora, aigua calenta. Aquesta aigua es



F15. Instal·lacions per a la generació d'electricitat.

pot utilitzar per a cobrir necessitats de calefacció de la instal·lació, tant del propi digester com de les naus de producció, etc. I l'electricitat, tant es pot fer servir per al consum propi com vendre-la a la xarxa, obtenint una font externa addicional d'ingressos. Com que la cogeneració només és rendible quan les produccions són prou elevades, si l'objectiu principal és produir electricitat, és convenient realitzar la digestió anaeròbica en condicions òptimes per maximitzar la producció de biogàs.

3. OBJECTIUS

A la part pràctica d'aquest treball de recerca m'he plantejat conèixer a fons el funcionament d'una planta de biogàs, amb la qual es genera electricitat i energia tèrmica gràcies a un motor de cogeneració: les matèries primeres que s'usen o que es poden utilitzar en el procés de formació del gas, la quantitat d'energia generada per una central d'aquestes característiques i els factors ambientals relacionats. També, la part burocràtica, és a dir, els permisos i llicències que s'han de demanar per autoritzar-ne la construcció i els aspectes econòmics que representa per als propietaris, i naturalment, també els problemes que han hagut d'afrontar per aconseguir tirar endavant aquest projecte.



F16. Camp de girasols.

4. METODOLOGIA

Per aconseguir aquesta informació, vaig concertar una visita a la planta de Cassà de la Selva, i he buscat informació a la pàgina web de l'empresa constructora. Per trobar la normativa i els permisos de contrucció vaig anar a l'Ajuntament de Cassà i per completar la informació m'ha ajudat el meu cosí, en Sergi Bou, propietari de la planta. També he buscat informació a pàgines web sobre el procés de formació del biogàs.

4.1. VISITA A LA PLANTA DE BIOGÀS DE CASSÀ DE LA SELVA

Durant l'estiu he fet diverses visites a la planta de biogàs del PORGAS 2010 S.L., a la granja del S.A.T. Moliné.

M'ha donat facilitat per endinsar-me a les entranyes de la planta i poder-ne observar el funcionament. La primera visita que vaig fer va ser amb el tutor d'aquest treball, i el propietari ens va ensenyar les parts principals de la planta: les basses d'entrada, els digestors, la calefacció, el motor, el generador, entre d'altres components.

Vaig fer una segona visita per veure i fer la mescla de fangs i materials que es fa abans d'entrar als digestors, més o menys dues vegades per setmana.

I fins i tot una tercera vegada per veure com portaven els diferents productes, de les diferents indústries, com podria ser Frit Ravich, que aporten residus a la planta per fer una millor producció de gas i a la vegada desfer-se d'aquests.



F17. Planta de biogàs de Cassà de la Selva.

4.2. ENTREVISTA AL GERENT DE LA PLANTA

Amb el gerent, en Sergi Bou, no he fet ben bé una entrevista convencional, sinó que he fet diverses visites, per veure les instal·lacions i un parell de vegades per fer la mescla. També he aprofitat per preguntar diverses qüestions que em van anar sorgint i si m'ha fet falta alguna dada he enviat correus o he telefonat preguntant si em podrien ajudar, per sort ha sigut molt amable i m'ha ajudat molt. He procurat no causar gaires molèsties en aquest sentit.

4.3. EMPRESA RESPONSABLE DE LES INSTAL·LACIONS I MANTENIMENT

L'empresa que va muntar la planta és de Lleida i s'anomena Ecobiogas. Aquesta empresa desenvolupa sistemes de producció d'energia sostenibles per mitjà de l'explotació de l'enorme potencial que representa l'extracció del biogàs de la matèria orgànica.

Ecobiogas està especialitzada en plantes de biogàs, per obtenir energia verda i millorar la



F18. Logotip d'Ecobiogàs.

gestió dels residus orgànics. En una planta de biogàs es produeix biogàs per transformar-lo en energia elèctrica i energia tèrmica (aigua calenta). Disposem de diverses plantes de biogàs funcionant a Catalunya a; Torregrossa (2), Torres de Segre (1), Balaguer (1), Os de Balaguer (1), Cassà de la Selva (1), Montargull (1) i a Vila-Sana (1).

Ecobiogas proposa com a sistema d'extracció de biogàs la digestió anaeròbica. S'introdueix la matèria orgànica dins de grans fermentadors on es descomposa biològicament de forma natural. S'utilitza tot tipus de matèria orgànica des de dejeccions ramaderes de qualsevol animal a residus o subproductes industrials de les indústries agroalimentàries.

4.4. AJUNTAMENT DE CASSÀ

Al començament de l'estiu vaig fer una instància a l'Ajuntament per demanar documentació sobre el projecte, després d'haver parlat amb els propietaris, però van trigar tot l'estiu a donar-me una resposta. Al final, a principis de setembre, vaig poder anar-hi a fer una ullada, mirar les llicències, permisos, esquemes i esbossos, entre d'altres documents.

5. LA PLANTA DE BIOGÀS

5.1. EL PROCÉS DE DIGESTIÓ ANAERÒBICA

La digestió anaeròbica és un procés biològic que té lloc de forma natural en el medi ambient, per exemple al fons de les llacunes i dels aiguamolls, als camps d'arròs, o, fins i tot, en el sistema digestiu dels rumugants.

Parlem de digestió perquè, tal com passa a l'estómac dels animals, els materials orgànics (o aliments) es degraden i se n'obté residu orgànic i residu gasós.

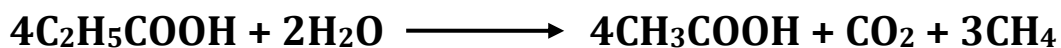
La tecnologia de la digestió anaeròbica, doncs, es basa a imitar la natura i reproduir aquest procés en digestors a escala industrial.



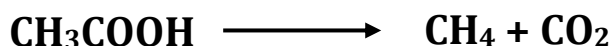
F19. Digestors en construcció d'una planta de biogàs.

En el procés de digestió anaeròbica, la matèria orgànica que es troba en els fangs es converteix biològicament en gas metà (CH_4) i en diòxid de carboni (CO_2). Durant aquest procés els fangs s'estabilitzen (fòrmules de descomposició F20 i F21.)

Aquesta digestió és anaeròbica perquè només té lloc quan no hi ha oxigen (condicions anaeròbiques). Si hi hagués oxigen (condicions aeròbiques) tindria lloc un procés biològic de tipus aerobi, com la digestió aeròbica o el compostatge.



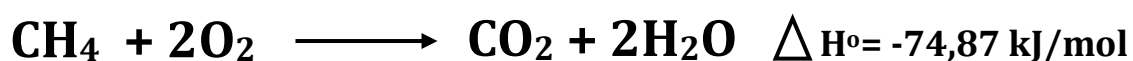
F20. Fòrmula de la descomposició parcial de la matèria orgànica en condicions anaeròbiques.



F21. Fòrmula de la descomposició total de la matèria orgànica en condicions anaeròbiques.

estabilitzat) i, per tant, es pot utilitzar com a fertilitzant per al sòl. Sobretot si després de la degradació de la matèria orgànica es deixa madurar en piles, de la mateixa manera com s'ha fet tradicionalment als femers.

Pel que fa als gasos que s'obtenen, es poden utilitzar com a combustibles (com ho són el gas natural o el butà que utilitzem a les nostres llars), la combustió dels quals pot donar energia elèctrica, tal i com es veu a la F22. Aquest gas rep el nom de biogàs pel fet que es produeix mitjançant un procés biològic. És ric en metà (60-70% CH₄) i diòxid de carboni (30-40% CO₂). El metà és el principal constituent del gas natural. Per això, l'energia que contenen 10 m³ de biogàs equival a 6-7 m³ de gas natural. D'aquí sorgeix l'interès principal de la digestió anaeròbica respecte d'altres alternatives de tractament de residus orgànics.



F22. Fórmula de la combustió del gas metà.

5.2. DINÀMICA DEL PROCÉS

La digestió anaeròbica es caracteritza per l'existència de diverses fases diferenciades en el procés de descomposició del material a digerir (substrat), i hi intervenen diverses poblacions de microorganismes. La natura i composició química del substrat, condiciona la composició qualitativa de la població bacteriana de cada etapa, de manera que s'estableix un equilibri, fràgil o estable segons la composició i operació del sistema. Els equilibris químics que s'estableixen en el medi líquid i els equilibris d'algunes espècies, com el CO₂, entre el medi líquid i gasós, també afecten el desenvolupament del procés i el seu rendiment.

En les reaccions que tenen lloc s'alliberen compostos i energia que utilitzen els microorganismes per a créixer. Els propis microorganismes fan possible aquestes reaccions, que utilitzen per al seu benefici (alimentació i creixement). A diferència dels microorganismes aerobis, els anaerobis utilitzen poca energia de tota la que tenen a



F23. Motors remenadors dels digestors.

l'abast; tenen una velocitat de creixement lenta i utilitzen poc material orgànic per a construir la seva massa cel·lular. Això té l'avantatge de deixar molta energia disponible (en forma de metà) i que els microorganismes representen un percentatge molt petit de la matèria orgànica residual que queda finalment després del procés. En el cas de depuració anaeròbica d'aigües residuals significarà que es produirà poc fang, que és el residu de les plantes depuradores.

Les reaccions anaeròbiques presenten el desavantatge de ser molt lentes en comparació a les aeròbies i, per tant, requereixen un temps de procés elevat i que els digestors tinguin molt volum. Una manera de compensar-ho és tractar d'obtenir una concentració alta de microorganismes per a poder aconseguir el mateix objectiu de descomposició amb menys temps i volum.

Mentre que en les fases d'hidròlisi-acidogènesi, els microorganismes acostumen a ser facultatius (tant poden estar en ambient aeròbic com anaeròbic), per a la fase metanogènica, els microorganismes són anaerobis estrictes i amb taxes de creixement de l'ordre de cinc vegades menors als acidogènics. Això significa que si els bacteris metanogènics tenen algun problema per a reproduir-se i consumir els àcids per efecte d'algun inhibidor o per manca de prou temps de procés, es produirà una acumulació d'àcids, una baixada del pH i el procés s'aturarà. Per assegurar un procés estable, cal que el medi tingui prou alcalinitat. L'alcalinitat és una mesura de la capacitat tampó i es podria considerar equivalent, en una primera aproximació, a la concentració de bicarbonat en el medi.

La situació anterior es pot produir en situacions de sobrecàrrega i consisteix a fer entrar al digestor més matèria orgànica de la que els microorganismes són

capaços de consumir. Aquesta situació equival a la que es produiria en el nostre cos després de menjar més del compte, amb sensació d'empatx i acidesa d'estómac. La solució és fer una mica de dieta (no carregar el digestor fins que no es recuperi) i prendre bicarbonat. En el cas del digestor, el bicarbonat és la forma majoritària en què es troba el CO_2 dissolt en l'aigua a un pH neutre. Atès que en el procés de digestió anaeròbica es va produint CO_2 es manté un equilibri entre el que queda dissolt i el que va marxant amb el biogàs. En una situació de sobrecàrrega, amb producció de més àcids dels que poden consumir el microorganismes, aquest equilibri es trenca i comença a sortir més CO_2 en el biogàs, baixant la concentració de bicarbonat i alhora el pH. Un augment del CO_2 en el biogàs indica que hi ha algun problema en els equilibris que fan possible el procés.

Les situacions de desequilibri es poden donar en moments de canvis en l'alimentació, en la composició i/o el cabal. El principal moment de canvi és a l'inici del procés, a la posada en marxa, durant la qual cal treballar de forma lenta durant alguns mesos, de manera que les diferents poblacions de microorganismes creixin fins a uns valors de concentració que adaptin la composició del residu a la velocitat amb què s'ha d'alimentar. Quan es vol fer un canvi en el tipus d'alimentació (afegir un nou residu, per exemple), s'ha de fer gradualment i no brusquement, per tal d'ajudar a trobar aquest equilibri.

5.3. TRANSFORMACIÓ DE LA MATÈRIA ORGÀNICA EN METÀ

Les dues mesures principals de la matèria orgànica que s'utilitzen en digestió anaeròbica són el contingut en sòlids volàtils (SV) i la demanda química d'oxigen (DQO).

5.3.1. Els sòlids volàtils (SV)

Per mesurar els SV es procedeix de la manera següent:

1) Es desseca una mostra de residu en una estufa a 105 °C durant un temps mínim de 24 hores, fins que s'obté un residu sec amb pes constant.



F24. Fruita en descomposició.

Aquest residu és el contingut en sòlids totals (ST) o matèria seca (MS).

2) El residu sec anterior es porta a un forn i es calcina a una temperatura de 550°C. La pèrdua de pes correspon als SV i el residu restant són les cendres.

La mesura dels SV no té en compte els compostos orgànics solubles que es volatilitzen a menys de 105°C i que es perden durant la mesura dels ST. Tampoc té en compte si la matèria orgànica que estem mesurant té més o menys capacitat per a produir metà.

5.3.2. La Demanda Química d'Oxigen (DQO)

La DQO indica la quantitat d'oxigen que es necessitaria per a oxidar completament la matèria orgànica a CO₂, amoníac i aigua, mitjançant un mètode químic. Per a fer aquesta mesura, s'utilitza un compost químic oxidant i àcids per trencar l'estructura de les partícules orgàniques del residu i això es fa en un laboratori especialitzat.

5.3.3. Dades de composició

Per exemple, uns purins de porc poden tenir un contingut de ST entre l'1,4% i el 8%, un contingut de SV entre el 46% i el 76% dels ST (mitjana usual del 65%) i una DQO entre 8 i 150 g O₂/kg (amb mitjanes usuals entre 30 i 70 g O₂/kg). Aquesta variabilitat en les composicions és deguda a diferències en

l'alimentació, en l'edat dels animals i en els mètodes de maneig dels purins, depenent de cada granja.

La mesura que dona més informació del procés és la DQO. Durant el procés de digestió anaeròbica, moltes partícules es trenquen, es solubilitzen i els microorganismes les transformen en àcids, en gasos i en nous microorganismes, amb la qual cosa la concentració en SV es modifica. En canvi, com que no s'introdueix oxigen en el digestor, la DQO s'ha de mantenir, encara que amb formes diferents: tota la DQO que entra ha de ser igual a tota la DQO que surt, ja sigui en forma de residu digerit o en forma de gasos. Com que el CO_2 que surt en forma de gas, té una DQO nul·la (és una molècula oxidada), la DQO que falti en el digerit per a igualar a la d'entrada estarà en forma de metà (CH_4 , en el biogàs). Com que $0,35 \text{ m}^3$ de metà en condicions normals de pressió i temperatura (1 atmosfera i 0°C de temperatura) necessiten 1 kg d'oxigen per a cremar-lo (oxidar-lo), si es pot preveure o mesurar la DQO que s'eliminarà del residu en el procés ($0,35 \text{ m}^3$ de CH_4/kg DQO eliminada), es té una relació molt interessant per predir la quantitat de metà que es pot produir d'un residu.

5.3.4. L'assaig de biodegradabilitat

La DQO màxima d'un residu que es pot transformar en metà es determina mitjançant un assaig de biodegradabilitat anaeròbica. En aquest assaig es mescla el residu amb un inòcul de bacteris en condicions ideals, en un medi anaeròbic i a una temperatura constant, i es mesura la quantitat de metà que es va produint en el temps, fins al màxim possible. En un assaig de biodegradabilitat es dona el percentatge de DQO inicial que es pot transformar, o la producció de metà per cada kg de DQO del residu que presentarà un valor màxim de 0,35. Aquest valor és el màxim de producció possible i tan sols s'aconseguiria en un temps extremadament alt, temps per al qual no acostuma a ser rendible treballar.

L'eficiència del procés depèn del fet que es mantingui un control dels paràmetres ambientals i operatius del procés.

5.4. LA CODIGESTIÓ ANAERÒBICA

El terme codigestió s'utilitza per a expressar la digestió anaeròbica conjunta de dos o més substrats d'origen diferent. L'avantatge principal radica en aprofitament de la sinèrgia de les mescles, compensant les carències de cadascun dels substrats per separat. Els objectius generals i, a la vegada, els avantatges són:

1. Aprofitar la complementarietat de les composicions per permetre perfils de procés més eficaços.
2. Compartir instal·lacions de tractament.
3. Unificar metodologies de gestió.
4. Esmorteir les variacions temporals en producció i composició de cada residu per separat.
5. Reduir costos d'inversió i explotació.

5.4.1. Avantatges i inconvenients

La digestió anaeròbica tendeix a ser descrita com una tecnologia complicada i cara, sobretot en comparació amb el compostatge. Per això, tot sovint s'ha utilitzat només per al tractament d'efluents líquids (com les aigües residuals) o semilíquids (com els fangs de depuradora o els purins), els quals no es poden compostar directament sense una deshidratació prèvia, mentre que amb els materials més sòlids (com els fems i els residus orgànics municipals) sí que es pot fer.

La producció d'energia renovable, però, cada cop més imprescindible per a

satisfer les necessitats energètiques del present i del futur, és un avantatge addicional d'aquesta tecnologia. Per això cada cop més s'implanten instal·lacions dirigides, no només a tractar residus o subproductes orgànics, sinó a produir i a rendibilitzar el biogàs.

Avantatges:

- Producció d'energia renovable (biogàs).
- Gestió individual o centralitzada de residus orgànics.
- Produeix un material orgànic més estable, que es pot reutilitzar i aplicar al sòl, sobretot després d'una etapa de maduració.
- Destruïx part dels patògens (en més o menys grau en funció de la temperatura) proporcionant una higienització parcial.
- Redueix les emissions de males olors.
- Redueix les emissions incontrolades de gasos d'efecte d'hivernacle.
- Facilita possibles tractaments posteriors.
- Un cop passat el procés de digestió es perd volums de matèria orgànica.

Inconvenients:

- Els costos d'inversió poden ser elevats, en funció del sistema (volum del digestor, temperatura, etc.).
- Els costos d'operació i manteniment poden ser elevats, en funció del sistema (tipus d'operació, volum del digestor, temperatura, temps de tractament, etc.).
- Relació inversa entre la despesa energètica (calefacció, agitació) i el temps de tractament (volum necessari).
- El funcionament normal del procés es pot destorbar per la presència de compostos tòxics o inhibidors (amoníac, antibiòtics, desinfectants, metalls pesants, sulfurs, etc.).
- No s'elimina nitrogen.

5.5. RESIDUS ORGÀNICS UTILITZATS

En principi, es pot tractar qualsevol material orgànic fàcilment biodegradable en digestors anaeròbics. En general, es parla del tractament de residus orgànics, però, en tant que es poden aprofitar com a matèria primera per a dur a terme altres processos, seria més correcte anomenar-los subproductes orgànics. Els utilitzats més àmpliament depenen de les produccions majoritàries a cada indret. Varien molt els de les zones urbanes, on predominen els residus municipals i els fangs de depuradora, dels de les zones rurals de producció ramadera intensiva, on predominen els fems i/o purins.

Els diferents materials es poden tractar per separat o bé conjuntament, barrejant-los. La digestió anaeròbica d'una barreja de materials (o substrats) s'anomena codigestió i dona millors resultats que la digestió per separat. Això és així perquè, mesclant materials amb composicions diferents, el material resultant té una composició més equilibrada, per exemple, la barreja de purins (rics en nitrogen) amb restes vegetals (riques en carboni). Així s'afavoreix l'activitat dels microorganismes que degraden la matèria orgànica i, per tant, augmenta l'eficàcia del procés. La seva aplicació pot tenir algunes dificultats atès que involucra diferents generadors de residus:



F25. Camió descarregant restes orgàniques industrials.

- En funció de les distàncies de transport, els costos poden ser elevats. Si fos el cas, caldria reduir els volums mitjançant pretractaments en origen.

- La legislació vigent podria resultar restrictiva.

5.6. APLICACIÓ A DEJECCIONS RAMADERES

5.6.1. Aplicació de purins de porc

A Catalunya es produeixen més de 10 milions de m³ de purins de porc l'any, que són les dejeccions més abundants. Per aquest motiu, poden ser el substrat més comú per a produir biogàs. La producció de biogàs per m³ depèn del contingut en sòlids volàtils biodegradables i, sobretot, del temps d'espera entre el moment en què es generen i l'entrada al digestor. En aquest cas s'ha considerat que el contingut en SV és del 70% dels ST, encara que el valor pot arribar a ser del 65%.

El potencial de producció màxima de metà de purins de porc és de 0,45 m³ de CH₄/kg SV. Si el contingut en metà del biogàs és del 65% (valor mitjà, que pot arribar en algun cas al 70%), el potencial de producció de biogàs seria de 0,69 m³ biogàs/kg SV. La producció real baixa per dos factors:

- Amb un temps de retenció aproximat de 20 dies, la producció estarà entorn del 60% del valor màxim.

- Si s'espera més a digerir els purins, aquests van produint gas de forma natural, fent que es pugui baixar a un 30% d'aquest valor amb temps de magatzem sota la nau de més de 3 mesos. Un valor aproximat a efectes d'avaluació del biogàs produïble és de 0,41 m³ biogàs/kg SV. Un assaig de biodegradabilitat ha de permetre una valoració més exacta.



F26. Explotació porcina.

La producció de biogàs es pot estimar en $0,41 \cdot 38,05 = 15,6$ m³ biogàs/m³ de purins, i una producció total de 764,4 m³ biogàs/dia. Amb un temps de retenció de 20 dies, el digestor hauria de tenir un volum útil de 980 m³. Aquest valor de producció es pot considerar baix, en comparació amb altres subproductes orgànics i el determina l'alt contingut en aigua o bé el baix contingut en matèria orgànica. De tota manera, els purins de porc tenen tots els nutrients que els

bacteris necessiten, permeten un procés estable i són una bona base per codigerir amb altres materials orgànics. Malgrat aquests valors, cal fer notar que el biogàs produït en aquest exemple podria alimentar una caldera d'uns 200 kW tèrmics per a cobrir les demandes de calefacció de les naus de parts i de primera edat.

5.6.2. Aplicació a purins de bestiar boví i vaquí

Els purins de bestiar boví i vaquí de llet presenten una composició menys variable que els de porcí; tenen un contingut en matèria orgànica més alt i, encara que la producció de biogàs tingui un potencial inferior, la productivitat total acostuma a ser superior. Aquest potencial inferior de producció es deu al sistema digestiu dels remugants, on s'hi ha generat una part del metà (fermentació entèrica). El contingut en sòlids totals es troba entre el 8 i el 12%, amb un 80-82% de sòlids volàtils. Amb un potencial màxim de 0,54 m³ de biogàs/kg de SV i una realització del 50% d'aquest potencial, la producció de biogàs seria de 22 m³/tona de purins, amb un contingut de 80 kg SV/tona. Els valors habituals de producció es troben entre 20 i 25 m³ biogàs/tona. El potencial màxim s'ha arribat a mesurar és de 27,2 m³ biogàs/tona.



F27. Explotació bovina.

5.6.3. Aplicació de gallinassa d'aviram

Les dejeccions d'aviram o gallinassa, presenten dos tipologies: de gallines ponedores i de pollastres d'engreix. Les dejeccions de les segones són sòlides i contenen jaç (palla, serradures o altre material lignocel·lulòsic). Les dejeccions de gallines ponedores són susceptibles de produir biogàs, encara que l'alt contingut que tenen en nitrogen i en sòlids pot ocasionar problemes d'inhibició i de maneig. Per aquest motiu cal afegir aigua a la dilució, la qual cosa pot ser un limitant important a la implantació.



F28. Explotació d'aviram.

5.6.4. Aplicació d'altres residus orgànics

Molts residus de la indústria alimentària també poden produir biogàs. Sovint, tot i tenir un alt contingut en matèria orgànica, la seva composició no permet una digestió estable per manca d'alcalinitat o per manca dels nutrients necessaris per al creixement dels microorganismes, amb la qual cosa la mescla amb fems o purins pot ajudar a obtenir el màxim profit d'aquests materials.



F29. Contenidor de restes orgàniques.

Es pot comprovar que els residus amb un alt contingut de greix tenen un potencial de producció molt alt. El problema que presenten és que els àcids

grassos, producte de la descomposició dels lípids, són inhibidors del procés a altes concentracions. Per aquest motiu, cal diluir per fer el procés possible. Per tal que la dilució no representi un cost elevat, aquesta s'ha de fer amb un altre residu que contingui molta aigua i que alhora la seva digestió presenti interès. El procés de digestió anaeròbica de mescles s'anomena codigestió.

5.7. LA PLANTA DE BIOGÀS: INSTAL·LACIONS I FUNCIONAMENT

Idea i models

L'idea de l'aprofitament d'aquest gas prové majoritàriament d'Alemanya, on és una pràctica estesa a centenars de granges i explotacions. A Catalunya també s'ha estès, però malauradament no tant, ja que a l'Estat espanyol hi ha legislacions que no afavoreixen aquesta pràctica.

5.7.1. Instal·lacions

Per una planta d'aquestes característiques es necessiten dispositius de recepció (líquids i sòlids), dues prebasses per fer les barreges adequades, dos digestors, un de principal per recollir gas i un de secundari per recollir els gasos de la mescla ja digestada que encara puguin sortir. També una bassa exterior per guardar el material digestat que surt del sistema i que espera ser abocat als camps. I naturalment unes instal·lacions de tractament dels gasos, el motor per cremar-los i un



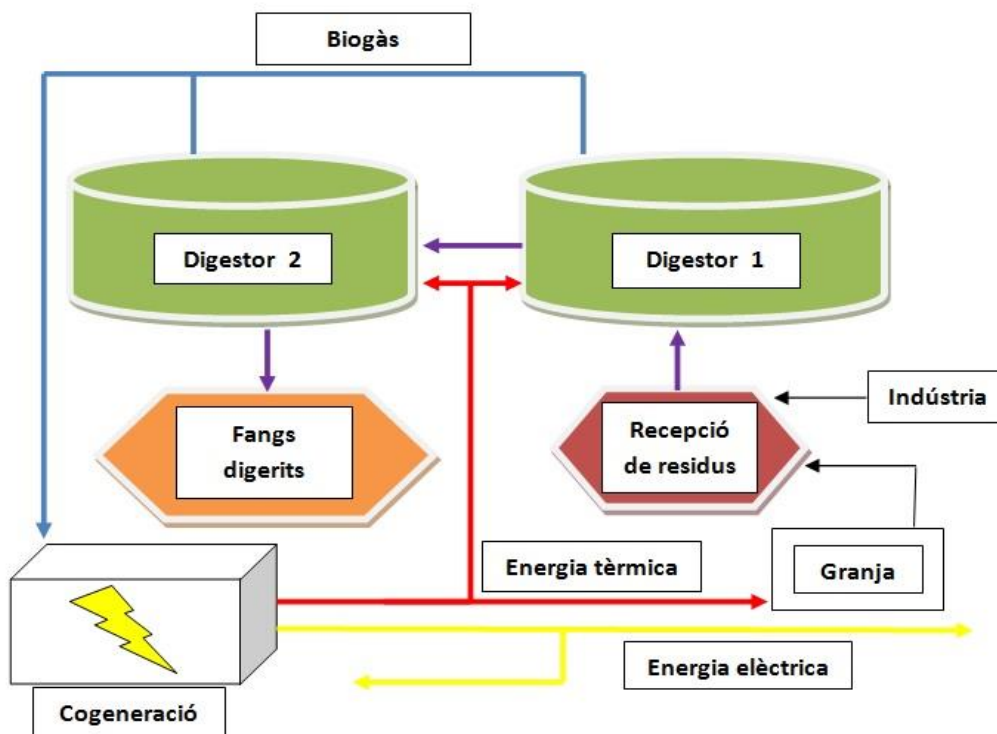
F30. Vista aèria de la planta de biogàs de Cassà de la Selva.

generador enganxat al motor per produir electricitat, a part d'altres sistemes no menys importants de seguiment i seguretat.

5.7.2. Funcionament

El funcionament d'una planta de biogàs és simple. S'usen materials en descomposició, com poden ser: purins, restes de les indústries alimentàries i restes orgàniques urbanes. Es poden fer servir gairebé totes les matèries que es descomponguin. Les restes orgàniques es descomponen gràcies a microorganismes, que durant aquest procés produeixen diversos gasos i majoritàriament gas metà (CH_4), altament inflamable i contaminant.

Aquests materials es posen dins uns grans dipòsits, calculant-ne les proporcions, temperatura i aliment (fent referència a les restes orgàniques), per tal que el rendiment de producció de biogàs sigui el màxim.



F31. Esquema del funcionament de les instal·lacions.

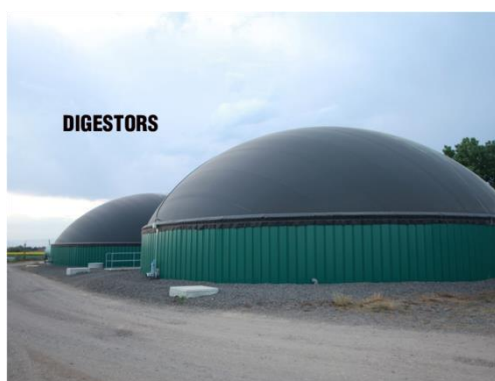
Un cop s'està obtenint aquests gasos es recullen per una canonada que els transporta fins a una estació de tractament, es treu el vapor d'aigua que hi pugui haver i es refreda perquè el gas estigui en les condicions òptimes de combustió. Un cop fet aquest procés es pot utilitzar el producte obtingut per cremar en una caldera o bé en un motor d'explosió connectat a un generador per produir electricitat. A més, el tub descapament del motor també s'escalfa i aquesta energia es pot utilitzar per escalfar la mateixa mescla de materials orgànics, una granja, habitatges...

Fent aquest procés en una granja, s'utilitza la bassa de purins i gràcies a recollir el gas es produeix un 95% menys de pudors quan s'escampen les restes ja descompostes.

5.7.3. Descripció d'instal·lacions

5.7.3.1. Digestor

El digestor és el cor de la instal·lació. Ha de ser un recipient estanc, amb un volum ocupat per la massa en digestió que correspon al temps de retenció de disseny, i un volum de cap, ocupat pel gas, suficient per acumular escumes que es produeixin i perquè aquestes no passin al circuit de gas. El tipus de digestor més utilitzat és el de mescla completa, que consisteix en un digestor cilíndric en el qual un sistema d'agitació permet homogeneïtzar el material de digestió i evitar que els sòlids se sedimentin i s'acumulin al fons. Si ho fessin, podria minvar el volum útil de digestió i, per tant, el temps efectiu de retenció. Malgrat un bon disseny, sovint no es pot evitar l'acumulació de sorres i altres materials que s'arrosseguen amb els residus a



F32. Digestors de la planta de Cassà de la Selva.

digerir.

- Cada dia a la planta de PORGAS 2010 S.L. s'inserten uns 11 m³ de fangs (restes organiques provinents de les indústries) , 32 m³ de purins de porc i 2 m³ d'olis (provinents de les indústries).

5.7.3.2. Dipòsits d'entrada i sortida

El dipòsit d'entrada funciona com el dipòsit de gasolina d'un cotxe, ha d'estar cobert, per evitar l'entrada d'aigües pluvials i l'emissió de males olors.

És convenient que el dipòsit de sortida també estigui cobert, però en aquest cas per a aprofitar el biogàs que es genera encara de l'efluent digerit. Amb la perspectiva que el magatzem de digerit haurà de ser d'alguns mesos per complir amb el requisit legal d'aplicació agrícola, una coberta estanca servirà per a recollir el biogàs que es va produïnt durant aquest temps.



F33. Comporta d'entrada de matèries primeres del primer

5.7.3.3. Tractament del gas

El biogàs surt del digester saturat d'humitat i pot contenir concentracions apreciables de sulfur d'hidrogen (H₂S), el qual és corrosiu i pot afectar greument tant l'equip de cogeneració com la caldera o motor. La humitat que porta el biogàs es va condensant a les canonades del circuit de gas i cal disposar de purgadors (petits dipòsits amb aixeta de buidat) per anar recollint l'aigua condensada i evitar que s'acumuli en el circuit.



F34. Conductes i refrigeradors del gas.

El gas és condicionat gràcies a uns refrigeradors que el posen a la temperatura ideal per a la combustió.

5.7.3.4. Vàlvula de seguretat i torxa

Quan la velocitat de consum de biogàs és inferior a la velocitat de producció, es pot donar una acumulació de gas en el circuit i un augment de pressió. Per tal que aquest augment de pressió no afecti cap element del circuit (per exemple el gasòmetre que, malgrat ser flexible, podrà admetre fins a una pressió màxima determinada), la vàlvula de seguretat ha de poder obrir el circuit de forma automàtica quan s'arriba a una pressió de consigna.



L'evacuació de biogàs a l'atmosfera per la vàlvula de seguretat s'ha de produir tan sols en casos aïllats. Normalment, la sortida s'hauria de fer de manera controlada, cremant el gas en una torxa comandada per un pressostat per tal de no alliberar CH₄ sinó CO₂ (producte de la combustió). El CH₄ té un efecte d'hivernacle 21* vegades superior al CO₂.

F35. Torxa (cilindre enfosquit del centre).

5.7.4. Paràmetres de funcionament

5.7.4.1. Paràmetres generals

- **Agitació:** en digestors on els bacteris es troben en suspensió cal mantenir un grau d'agitació moderat, suficient per mantenir les partícules en suspensió, però no prou violent com per trencar els agregats de bacteris. L'energia de l'agitació ha d'estar compresa entre 30 i 100 Wh/m³·dia.

-Temperatura: es pot fer la digestió anaeròbica en tres rangs de temperatura: Psicròfila, a l'entorn de 15 a 20°C. A mesura que puja la temperatura augmenta la velocitat del procés, però també s'agreugen els problemes de control i d'estabilitat (per exemple, més problemes d'inhibició per amoníac). És usual treballar en el rang mesòfil, entre 20 i



F36. Termòmetre d'un digestor.

45°C, però si el nitrogen amoniacal no és limitant, pot ser recomanable treballar en el rang termòfil, superior a 45°C. En aquest rang es millora la higienització del residu.

- Temps de retenció: és el temps que el material a digerir es troba en procés. El temps de retenció hidràulic (TRH) és el quocient entre el volum del digestor i el cabal de tractament. Per exemple, si el volum és de 150 m³ i el cabal és de 10 m³/dia, el temps de retenció hidràulic és de 15 dies. El temps de retenció cel·lular (TRC) és el temps mitjà en què els microorganismes són al digestor. En un digestor completament mesclat, els dos temps coincideixen. Si aquest té un sistema de retenció de sòlids, el TRC és més alt que el TRH i el TRH pot baixar per sota del valor del digestor completament mesclat per a una mateixa eficiència.

5.7.4.2. Dades concretes de la planta de Cassà de la Selva

Actualment la planta de Cassà de la Selva treballa amb uns 32 m³ de purins, 2 m³ d'olis (provinents de d'indústria) i 11 m³ de fangs, entenent per fangs les restes orgàniques provinents de la indústria, com poden ser les restes alimentàries; peles de patata, restes de làctics,... De vegades, no són exclusivament de matèria orgànica, sinó altres productes químics degradables, com ara la naftalina, que pot venir de la petroquímica de València.

Segons els paràmetres que s'han establert a la planta amb el mètode d'assaig i error, la quantitat de fangs i de purins al llarg del temps és variable, ja que les restes de les indústries no són regulars i, per tant, s'han de complementar amb quantitats variables de purins. Els purins són produïts a la mateixa granja.

Segons els valors de pH als digestors i els valors de nitrogen amoniacal que dona la mescla en digestió (és a dir, la que es troba dins dels digestors) es varien les quantitats de barreja purí-fang que entren al digestor per tal de millorar-ne el rendiment. De totes maneres, l'"alimentació" que es fa de la planta és molt estable i el seu pH sol estar sempre entre el 7,5 i el 7,9.

Els paràmetres que es controlen perquè la planta tingui un bon rendiment són els següents (se'n fan analítiques mensuals, excepte que el rendiment no sigui l'adequat, i, aleshores, és interessant fer una anàlisi suplementària per esbrinar a què es deu la pèrdua de rendiment):

- **El pH:** s'ha de controlar periòdicament; els nivells han d'estar entre 7 i 8. Es controla amb les analítiques, però també se'n van controlant els nivells més regularment amb un pHmetre. Si es dona el cas que se situï en valors anormalment alts, se sol compensar afegint més proporció de fang (que té el pH més baix) per equilibrar la diferència.

- **Matèria seca:** s'entén com a matèria seca, el resultat de fer escalfar una mostra extreta del digestor a un forn a 104 °C. Un cop obtingut aquest residu sec, es fan els càlculs per obtenir-ne el %. La planta sol tenir un 4% de matèria seca.

- **Matèria orgànica:** la proporció d'aquesta varia a causa de les matèries que es tenen, però la seva proporció és bo que sigui alta, de manera que la relació C/N de la mescla sigui l'adequada, per una bona activitat de les bactèries.

- **Nivells de nitrogen amoniacal:** s'ha de mirar que els seus nivells no siguin massa alts, ja que, en excés, el nitrogen amoniacal pot arribar a desactivar les bactèries.

Quan les condicions de la planta són les òptimes, pot produir uns 130 m³ de biogàs a l'hora, coincidint amb el que es pot cremar amb el motor de combustió. Cada m³ de gas en condicions estàndard emet 1815 kJ d'energia.

Les dades de la planta són força estables; per tant, podem dir que amb 32 m³ de purins i 11 m³ de fangs i 2 m³ d'olis es poden produir 3.120 m³ de biogàs al dia, produeixen 204484,8 kW/dia que equivalen a 65,54 kW/h, dels quals uns 22,94 kW/h en són d'electricitat i 19,66 kW/h de potència tèrmica. El rendiment es troba al voltant del 35% i del 30% respectivament.

Cal destacar que cada planta d'aquestes característiques és diferent, a causa dels diferents factors que hi intervenen, i per tant, les proporcions que serveixen per a aquesta planta de Cassà pot ser que no acabin d'anar bé en altres plantes.

5.7.5. Ús energètic del biogàs: caldera o cogeneració

Quan tan sols es desitgi cobrir demandes d'energia tèrmica (per exemple, calefacció de les naus de parts i primera edat en una granja de porcs) serà adient l'ús d'una caldera de gas. El rendiment d'una caldera pot estar entorn del 90%. El cremador s'haurà de modificar lleugerament per tenir en compte que el biogàs conté una part apreciable de CO₂, aconseguint menys velocitat de sortida del gas i assegurant que la flama no es desenganxi del cremador.

Si es desitja cobrir demandes d'energia elèctrica i tèrmica, cal utilitzar un equip de cogeneració. En aquests equips, el gas es crema en un motor de combustió interna que acciona un alternador, produint energia elèctrica. Del circuit de refrigeració de l'equip i dels fums d'escapament es recupera energia



F37. Motor de cogeneració de la planta de biogàs de Cassà.

tèrmica en forma d'aigua calenta o vapor.

El rendiment elèctric pot estar comprès entre el 30 i el 40% depenent de l'equip, i el rendiment global (elèctric més tèrmic) pot arribar fins al 85%.

A la foto 36, es mostra un equip de cogeneració alimentat amb biogàs.

Un exemple

Una planta de biogàs, alimentada amb 53 m³/dia de purins de porc d'una granja de cicle tancat, produeix 852 m³ de biogàs/dia. S'utilitza un equip de cogeneració amb un rendiment elèctric del 35% i un rendiment tèrmic del 30%. Calcular l'energia elèctrica i tèrmica obtinguda.

Energia del biogàs: $852 \text{ m}^3/\text{dia} \times 17.9 \text{ kWh/m}^3 = 15250,8 \text{ kWh/dia}$.

Energia elèctrica: $15250,8 \text{ kWh/dia} \times 0,35 = 5337.8 \text{ kWh/dia}$. La potència elèctrica és de 222,4 kW.

Energia tèrmica: $15250,8 \text{ kWh/dia} \times 0,30 = 4575.24 \text{ kWh/dia}$. La potència tèrmica és de 190.6 kW.

Als valors anteriors caldrà descomptar els consums del propi equip i dels equips de la planta de biogàs per obtenir l'energia susceptible de ser venuda o aprofitada en altres instal·lacions.

5.8. FACTORS BUROCRÀTICS

Pel que fa a permisos i llicències, s'han hagut de presentar diverses instàncies, tant a l'Ajuntament com a les diferents administracions de la província.

A l'Ajuntament s'han presentat: diverses llicències d'urbanisme, modificacions de llicències en el sentit de poder gestionar residus d'empreses d'alimentació per poder garantir una òptima producció, llicències ambientals per a dur a terme una instal·lació de l'activitat dedicada a la valorització de purins porcins i altres subproductes orgànics. A més s'han hagut d'anunciar a través de documents a la Direcció General d'Arquitectura i Paisatge la construcció de la instal·lació, com també anunciar-ho als diaris perquè els veïns puguin presentar al·legacions (Tauler d'anuncis de la Diputació de Girona).

S'han hagut de fer informes urbanístics, informes d'Afectació al Patrimoni Cultural de les actuacions en sòl no urbanitzable, informes tècnics de l'Agència Catalana de l'Aigua, informes agroquímics i informes d'enginyers tècnics industrials de Lleida (ja que l'empresa constructora és de Lleida).

5.9. FACTORS AMBIENTALS

5.9.1. El procés en el marc de la gestió dels residus i de l'energia

En l'actualitat, i des de les últimes dècades, és ben palesa la necessitat de protegir el medi ambient, tant des del punt de vista de l'explotació dels recursos naturals com de la contaminació per emissions d'efluents gasosos i líquids i per la disposició de residus sòlids. La legislació és cada cop més estricta en aquest sentit, i afecta tots els sectors: municipal, industrial, ramader, de serveis, etc. A Catalunya, la gestió de residus ve regulada per la Llei 6/1993, de 15 de juliol, reguladora dels residus, actualitzada per la Llei 15/2003, de 13 de juny. La jerarquia d'opcions de gestió dels residus prioritza la minimització, seguida de

la valorització i una de les opcions és la valorització energètica.

D'altra banda, el Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015 té l'objectiu d'impulsar fortament les energies renovables i potenciar les tecnologies d'estalvi i d'eficiència energètica. L'any 2006 la participació de les energies renovables en el balanç d'energia primària a Catalunya representava el 2,4% i aquesta xifra ha d'augmentar fins al 9,5% l'any 2015. Pel que fa al biogàs, l'objectiu és que proporcioni l'any 2015 fins a 205,6 kTEP (tona equivalent de petroli), la qual cosa correspondria a un augment del 404% respecte al 2006. Es preveu una potència elèctrica instal·lada en l'àmbit del biogàs l'any 2015 de 120,2 MW, un augment del 137% respecte al 2006.

5.9.2. Paràmetres ambientals

Es consideren paràmetres ambientals els paràmetres sobre els quals usualment no s'actua directament i que depenen de les característiques dels residus que es tracten i del desenvolupament del procés. Per a mantenir un procés estable, cal assegurar que aquests paràmetres mantenen uns valors adequats.

- pH i alcalinitat

El pH òptim es troba entorn de la neutralitat, entre 6,5 i 8. Com s'ha dit abans, l'alcalinitat ha de ser suficient per a mantenir la regulació del pH. L'alcalinitat de les dejeccions ramaderes és prou alta perquè aquest no sigui un problema per al procés i, a més, pot ajudar quan es fan mesclades amb residus amb baixa alcalinitat, com els residus de processat de fruites i verdures.

- Potencial redox

Cal que sigui prou baix per poder assegurar el desenvolupament de poblacions metanogèniques estrictes, les quals necessiten que aquest potencial sigui inferior a -300 mV. Per això cal que el medi de digestió no tingui oxidants, com l'oxigen (lliure d'aire), nitrats o sulfats.

- Nutrients

La relació òptima carboni/nitrogen (C/N) del material a digerir es troba entre 20 i 30, que és la relació que els bacteris necessiten per a créixer. Els valors inferiors impliquen un excés de nitrogen i possibles problemes d'inhibició per amoníac; els valors superiors, fins a 70 per a residus amb alt contingut en carbohidrats, o fins a 200 per a residus amb alt contingut en greixos, no creen problemes importants atesa la baixa taxa de transformació cel·lular dels microorganismes anaerobis. Una forma d'equilibrar aquesta relació és mitjançant mescles de residus amb relacions C/N diferents (codigestió).

- Presència de tòxics i inhibidors

La presència de desinfectants en els fems o purins i, en menor mesura, d'antibiòtics, pot provocar problemes en el desenvolupament dels microorganismes. L'inhibidor més important en les dejeccions és l'amoniac, el qual augmenta a una concentració determinada de nitrogen amoniacal a mesura que puja el pH i la temperatura. No acostumen a produir-se problemes rellevants en concentracions de nitrogen amoniacal de menys de 3 g/l. Un dels problemes per a fer possible la producció estable de biogàs, tractant gallinassa, és l'alt contingut que té en nitrogen, que passa a amoniacal en el procés.

També cal tenir en compte la concentració de metalls pesants com el coure (Cu), la qual pot presentar valors apreciables en dejeccions de porcí d'engreix. S'han mesurat baixades a la meitat en l'activitat dels bacteris per concentracions de Cu de 200 mg/l. El zinc (Zn) no presenta problemes a les concentracions típiques de les dejeccions.

- Contaminació

Quan és crema el biogàs es crea contaminació, una contaminació equivalent a la crema del gas natural, un dels combustibles fòssils amb menys impacte ambiental a l'hora de cremar-lo ja que es desprenen majoritàriament vapors d'aigua i diòxid de carboni (CO₂). És contaminant, sí, però ho és molt menys perquè el CO₂ absorbeix unes 24* vegades menys escalfor que no pas el biogàs, també s'està més temps a l'atmosfera però segueix essent menys contaminant.

Una altra contaminació que es produeix és la contaminació paisatgística, contra la qual el Departament de Medi Ambient i Paisatge ha fet contrarestar obligant a plantar arbres al voltant de la planta perquè l'impacte no sigui tan brut.

- Residus

Els residus produïts per la planta són majoritàriament restes orgàniques que poden i són fàcilment eliminables a través de l'adobament dels camps, seria com els productes que tenen totes les granges a les basses, amb l'única diferència que després d'haver passat aquest procés, les restes orgàniques estan majoritàriament descomposades i produeixen un 95% menys de pudors. També han estat controlats els nivells de pH, nitrogen amoniacal, etc. de la mescla durant el procés, així doncs es pot tenir una idea de la quantitat de purins amb les seves propietats corresponents, que es poden abocar en un camp determinat sense causar danys. Cal destacar que la quantitat de nitrats que entra a la planta és la mateixa que la que en surt, per tant, la concentració per nitrats sempre hi és present, fent o no el procés de digestió.

Altres residus són els gasos que surten de la xemeneia del motor de combustió en la crema del biogàs.

5.10. FACTORS ECONÒMICS

- Producció

La planta de PORGAS 2010 S.L. gasta al dia unes 11 m³ de fangs (restes d'indústria), 32 m³ de purins i 2 m³ d'olis al dia. Gràcies als quals es poden produir 130 m³/hora.

- Preu del kW

Actualment a la planta de biogàs del SAT Moliné, el kW es paga a 14 cèntims, és una tarifa regulada de la CNE que paga 10 cèntims d'euro i 4 cèntims els paga l'agent comercialitzador. Aquest agent comercialitzador (Endesa) ha posat molts pals a les rodes perquè aquesta planta no es construís, fent per

exemple cas omís per construir una línia elèctrica des de la planta fins a la línia general situada a 500 metres. El propietari s'ha hagut de pagar i demanar permís al veïns per fer passar els cables.

- Ingressos i despeses

Pel que fa als ingressos s'obtenen 10 cèntims d'euro per kW general de part de la CNE i un suplement de 4 cèntims de part de l'agent comercialitzador, en total uns 14 cèntims d'euro per kilowatt.

Les despeses d'aquesta planta són bàsicament de manteniment, com pot ser: el



F39. Línies elèctriques.

canvi de l'oli del motor cada 500 hores, el canvi de les bugies cada 2000 hores, i el recanvi de qualsevol peça que es pugui deteriorar. A part també, de la comisió que s'endur l'empresa constructora que són 3 euros per hora treballada.

- Amortització

L'amortització del 1,5 milions d'euros que va costar la planta, tenint en compte les subvencions establertes pel govern durant l'època de construcció de la planta, comprèn un període de 7 a 8 anys. Ara, com que s'estan traient moltes subvencions, el període de temps podria ser major.

6. CONCLUSIONS

Realitzant aquest treball, he pogut conèixer tot el procés de creació del biogàs, des de quines matèries s'usen per fabricar-lo fins a les quantitats adients amb les quals els microorganismes treballen millor, els processos pels quals passa el gas abans de ser cremat en el motor de cogeneració i, finalment, com s'envia a la xarxa elèctrica general l'electricitat obtinguda.

També he vist que l'impacte que té en el medi el fet de cremar aquest gas és positiu ja que ajuda a reduir l'efecte hivernacle. La contaminació paisatgística ara mateix també s'intenta reduir plantant arbres al voltant de la planta. També hi ha ajudat el fet de soterrar els digestors, cosa que també ajuda a mantenir una temperatura estable dels dipòsits tant a l'estiu com a l'hivern i que, passant per aquest procés, els purins desprenen un 95% menys de pudors.

Pel que fa als residus que surten del procés, aquests no són contaminants. Si els purins, juntament amb les restes orgàniques, es dipositen als camps d'una manera controlada no hi ha d'haver cap problema de contaminació del subsòl.

El tema dels permisos i llicències és més extens i estricte del que em pensava, però a la vegada necessari.

El nostre país no té una bona legislació a favor de les energies renovables. Les lleis actuals ajuden a les empreses elèctriques i aquestes el que no volen és que la gent produeixi electricitat, ja que no hi guanyen tants diners. Jo crec que això hauria de canviar i fer una gran aposta en aquest sentit a favor de potenciar les energies renovables.

He descobert que al Brasil s'han impulsat uns projectes per a la construcció, a les regions més pobres del país, de plantes domèstiques de biogàs. Són unes plantes no gaire complexes i que no es diferencien molt d'una planta com la que he estudiat. Es tracta d'aprofitar el biogàs que desprenen les defecacions humanes per fer anar els fogons o una caldera per escalfar aigua d'ús domèstic.

Pel que fa la meva opinió sobre el biogàs, a partir de tot el que he pogut aprendre fent aquest treball, crec que es podrien arribar a fer estudis sobre

l'impacte que ocasionaria construir plantes d'aquest tipus a les depuradores convencionals. Crec que es podrien combinar els residus de clavegueram i els residus orgànics que actualment es porten a plantes especialitzades.

Amb el procés no s'eliminarien els residus, però es podria obtenir electricitat, ajudariem a reduir l'efecte hivernacle, es crearien llocs de treball i així ajudariem a dependre menys dels combustibles fòssils.

El cost suplementari, que pot ser complicat de quantificar, que arriben a tenir les energies no renovables amb la contaminació que provoquen, el tractament i l'emmagatzemament de residus radioactius o l'efecte hivernacle, entre molts d'altres, segur que és elevadíssim. No estem pensant el preu que els pot costar a les generacions futures fer servir aquests tipus d'energies.

D'altra banda, quan es crea energia, es crea en gran quantitat i es transporta molt quilòmetres lluny. Això ocasiona pèrdues d'energia, que amb petites centrals, com una de biogàs, que es troben al costat del consumidor mateix, ajuden a recuperar-la i per tant poden ser més efectives. A més a més són possibles alternatives a línies com la MAT, ja que les centrals productores d'energia es troben al costat mateix dels seus consumidors potencials.

7.BIBLIOGRAFIA

http://www20.gencat.cat/docs/icaen/06_Relacions%20Institucionals%20I%20Comunicacio/04_Publicacions/Arxius/01_Produccio%20biogas.pdf

<http://www.ecobiogas.es/archivos/es/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

<http://www.gencat.cat/generalitat/eng/>

http://www.tarraconovesenergies.com/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=28&lang=es

<http://www.monografias.com/>

<http://www.slideshare.net/>

<http://www.diariodelviajero.com>

<http://energiadoblezero.com>

<http://www.biodisol.com>

<http://www.bentec.es>

<http://www.ecured.cu>

<http://www.significadodelossueños.net>

<http://gallinafeliz.wordpress.com/>