

UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA
FACULTAT DE CIENCIES

DEPARTAMENT DE QUIMICA
UNITAT D'ENGINYERIA QUIMICA

**CONTAMINACIO RAMADERA EN ZONES RURALS.
TRACTAMENT ANAEROBI DE PURINS DE PORC
EN DIGESTORS CONVENCIONALS,
I EN PLANTA PILOT DIGESTOR-FOSSA
A TEMPERATURA AMBIENT**

VOLUM I

MEMORIA QUE PER A OPTAR
AL GRAU DE DOCTOR EN CIENCIES PRESENTA

JOAN RIERADEVALL I PONS

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA
Servei de Biblioteques



1500133685

**UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA
FACULTAT DE CIENCIES**

**DEPARTAMENT DE QUIMICA
UNITAT D'ENGINYERIA QUIMICA**

**CONTAMINACIO RAMADERA EN ZONES RURALS.
TRACTAMENT ANAEROBI DE PURINS DE PORC
EN DIGESTORS CONVENCIONALS,
I EN PLANTA PILOT DIGESTOR-FOSSA
A TEMPERATURA AMBIENT**

**MEMORIA QUE PER A OPTAR
AL GRAU DE DOCTOR EN CIENCIES PRESENTA**

JOAN RIERADEVALL I PONS

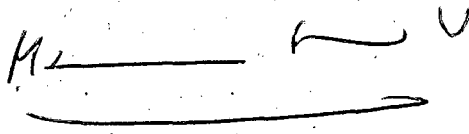


JOSEP M. PARIS I MOLINA I TERESA VICENT I HUGUET, PROFESSORS
TITULARS D'ENGINYERIA QUIMICA DEL DEPARTAMENT DE QUIMICA DE LA
UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA,

CERTIFIQUEN: que el llicenciat en Ciències Químiques En Joan Rieradevall i Pons ha dut a terme, amb la nostra direcció i en aquest Departament, el treball que amb el títol "Contaminació ramadera en zones rurals. Tractament anaerobi de purins de porc en digestors convencionals, i en planta pilot digestor-fossa a temperatura ambient" es presenta en aquesta Memòria, la qual constitueix la seva Tesi per optar al grau de Doctor en Ciències, Secció Químiques.

I, perquè en prengueu coneixement i tingui els efectes que corresponguin, presentem i apadrinem davant la Facultat de Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona l'esmentada Tesi, signant aquesta certificació a Bellaterra a vint-i-cinc d'octubre de mil nou-cents noranta-dos.

José M. Paris i Molina


Teresa Vicent i Huguet

AGRAIMENTS

Al Dr. Josep Paris que en va animar a realitzar i presentar aquest treball.

A la Dra. Teresa Vicents pel seu recolçament incondicional i entranyable i per la seva direcció final i els consells que he rebut.

Al Quim Serradell, un increïble veterinari que m'apropà a la realitat del sector ramader del nostre país.

Als habitatnts i grangers del municipi de Malla, per llur col.laboració en la realització dels estudis de camp i molt especialment al seu alcalde, Sr. Joan REDERTA que amb la seva humanitat i il.lusió per millorar les condicions ambientals de les zones rurals va afavorir la realització d'aquest treball.

A Maria Josep Anglada, Katy Torla i Xavier Olivella per ajudar-me en les tasques d'anàlisis i seguiment de la planta.

AArenas, responsable de manteniment de la Granja-Escola Torre Marimon de Caldes de Montbui, i a tot el seu equip per fer realitat les instal.lacions impossibles i llurs crítiques constructives.

Als grangers, propietaris i instal.ladors de les plantes de digestió anaeròbia ubicades a Catalunya i molt especialment de les que es va realitzar el seguiment, per les facilitats per al control i estudi de les seves instal.lacions.

A tots els companys del Serveis de Desenvolupament Rural i de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona, pels seus ajuts oportuns quan els vaig necessitar.

A l'Institut Català de l'Energia per la seva col.laboració en temes energètics.

A la Diputació de Barcelona i a la Generalitat de Catalunya -Departament d'Indústria i Energia- per haver col.laborat en el finançament d'aquest treball.

A Margarita Rodríguez per el treball dur i difícil d'interpretació dels meus escrits geroglífics i la seva transcripció mecanogràfica.

A la meva companya Silvia per la correcció d'aquesta memòria i perquè amb les seves opinions i els seus ànims m'ha facilitat finalitzar aquest treball.

1. - RESUM.
2. - INTRODUCCIO.
 - 2.1. ENTORN MEDIAMBIENTAL.
 - 2.1.1. Coyuntura socioeconòmica.
 - 2.1.1.1. Comunitat Econòmica Europea.
 - 2.1.1.1.1. Introducció.
 - 2.1.1.1.2. Interrelació de les polítiques econòmica i ambiental.
 - 2.1.1.1.3. Impacte econòmic de les polítiques ambientals.
 - 2.1.1.1.4. Les ecoindústries i l'increment dels llocs de treball.
 - 2.1.1.2. Espanya.
 - 2.1.1.2.1. Entorn econòmic.
 - 2.1.2. Entorn sociocultural.
 - 2.1.2.1. Política ambiental. Introducció.
 - 2.1.2.2. Evolució de la política comunitària de medi ambient.
 - 2.1.2.3. Quart programa comunitari del medi ambient.
 - 2.1.2.3.1. Aplicació de la legislació comunitària.
 - 2.1.2.3.2. Integració de les consideracions ambientals en altres polítiques.
 - 2.1.2.3.3. Actuacions prioritàries.
 - 2.1.2.3.4. Cinquè Programa Europeu 1992-2000.
 - 2.1.2.4. Política mediambiental local.
 - 2.1.2.5. Política mediambiental en l'estat espanyol.
 - 2.1.2.6. Opinió pública i medi ambient.
 - 2.1.2.7. Aspectes socials. Medi ambient a Espanya.
 - 2.1.2.8. Mitjans de comunicació.
 - 2.1.3. Marc legislatiu mediambiental zones rurals
 - 2.2. CARACTERISTIQUES GENERALS DE LES ZONES RURALS.
 - 2.2.1. Municipis rurals.
 - 2.2.2. Problemàtica mediambiental.
 - 2.2.2.1. Municipis catalans.
 - 2.3. ACTIVITATS ZONES RURALS.
 - 2.3.1. Introducció.

2.4. INDUSTRIES AGROALIMENTARIES.

- 2.4.1. Ubicació.
- 2.4.2. Característiques generals de la indústria agroalimentària relacionada amb tipus de residu produït.
- 2.4.3. Residus agroalimentaris.
 - 2.4.3.1. Volum de residus en funció del tipus d'indústria.
 - 2.4.3.2. Procedència dels residus - Aigües residuals.
 - 2.4.3.3. Contaminació orgànica dels residus en funció del tipus d'indústria.
- 2.4.4. Impacte ambiental.

2.5. AGRICULTURA INTENSIVA.

- 2.5.1. Rec.
 - 2.5.1.1. Aigües subterrànies.
 - 2.5.1.2. Aigües superficials.
 - 2.5.1.3. Aigües residuals depurades.
- 2.5.2. Productes fitosanitaris
 - 2.5.2.1. Impacte ambiental plagicides.
- 2.5.3. Fertilitzants.
 - 2.5.3.1. Evolució i situació actual.
 - 2.5.3.2. Impacte ambiental dels fertilitzants.
- 2.5.4. Altres activitats agrícoles.
 - 2.5.4.1. Plàstics en l'agricultura.
 - 2.5.4.2. Construccions rurals.
 - 2.5.4.3. Retolacions.

2.6. RAMADERIA

- 2.6.1. Aspectes generals.
- 2.6.2. Ramaderia porcina.
- 2.6.3. Impacte ambiental.
 - 2.6.3.1. Contaminació de l'aire.
 - 2.6.3.2. Contaminació del sòl.
 - 2.6.3.3. Contaminació de l'aigua.

2.7. DIGESTIO ANAEROBIA

- 2.7.1. Antecedents.
- 2.7.2. Aspectes microbiològics i bioquímics.
- 2.7.3. Influència dels paràmetres d'operació.
 - 2.7.3.1. Temperatura.
 - 2.7.3.2. pH.
 - 2.7.3.3. Nutrients.
 - 2.7.3.4. Factors inhibidors-estimuladors.
- 2.7.4. Aspectes tecnològics.
 - 2.7.4.1. Residus sòlids (menys del 85% humitat)
 - 2.7.4.2. Residus pastosos (entre 88 i 96% hum.)
 - 2.7.4.3. Residus líquids (superior al 97% hum.)
- 2.7.5. Digestors tipus i característiques.

- 2.7.5.1. Introducció.
- 2.7.5.2. Digestor discontinu.
- 2.7.5.3. Estany anaerobi.
- 2.7.5.4. Digestor semicontinu.
- 2.7.5.5. Digestor mescla completa.
- 2.7.5.6. Digestor flux de písto.
- 2.7.5.7. Digestor de contacte.
- 2.7.5.8. Digestor de filtre.
- 2.7.5.9. Digestor de llit de llots (UASB)
- 2.7.5.10. Digestor de llit fluiditzat
- 2.7.5.11. Digestor en pel·licula
- 2.7.5.12. Digestor de dues fases
- 2.7.6. Biogàs.
 - 2.7.6.1. Característiques del biogàs.
 - 2.7.6.2. Producció de biogàs.
 - 2.7.6.3. Tractament i depuració.
 - 2.7.6.4. Emmagatzematge.
 - 2.7.6.5. Aplicacions.
- 2.7.7. Efluent.
 - 2.7.7.1. Introducció.
 - 2.7.7.2. Efluent depurat.
- 2.7.8. Digestió anaeròbia de purins de porc.
- 2.7.9. Digestió anaeròbia a baixa temperatura.
 - 2.7.9.1. Introducció.
 - 2.7.9.2. Escala laboratori.
 - 2.7.9.3. Instal·lacions de digestió anaeròbia.
 - 2.7.9.4. Avantatges i inconvenients de la digestió anaeròbia a baixa temperatura.

3.- OBJECTIUS.

3.1. PLANTEJAMENTS

3.2. OBJECTIUS ESPECÍFICS.

- 3.2.1. Estudi de la contaminació ramadera en un municipi rural.
- 3.2.2. Seguiment de les instal·lacions de digestió anaeròbia a escala industrial que tracten purins de porc.
- 3.2.3. Digestió anaeròbia a temperatura ambient.

3.3. PLA DE TREBALL.

- 3.3.1. Estudi sobre la contaminació ramadera en un municipi rural.
- 3.3.2. Seguiment de les instal·lacions de digestió anaeròbia a escala industrial que tracten purins de porc.
- 3.3.3. Digestió anaeròbia temperatura ambient.

4. - MATERIAL I METODES

4.1. ESTUDI DE CONTAMINACIO RAMADERA EN UN MUNICIPI RURAL.

4.1.1. Materials

- 4.1.1.1. Mostres d'aigua
- 4.1.1.2. Mostres de sòl
- 4.1.1.3. Residus ramaders
- 4.1.1.4. Reactius
- 4.1.1.5. Enquestes a explotacions ramaderes.

4.1.2. Mètodes

4.1.2.1. Mètodes operatius

4.1.2.1.1. Sòl

4.1.2.1.1.1. Selecció punts mostreig.

4.1.2.1.1.2. Metodologia de presa de mostres de sòl.

4.1.2.1.2. Aigues dels aquífers de Malla.

4.1.2.1.2.1. Inventari dels pous.

4.1.2.1.2.2. Ubicació dels pous.

4.1.2.1.2.3. Metodologia de la presa de mostres.

4.1.2.1.3. Residus ramaders.

4.1.2.2. Anàlisis.

4.1.2.2.1. Sòl.

4.1.2.2.1.1. Determinació del pH.

4.1.2.2.1.2. Determinació de la conductivitat.

4.1.2.2.1.3. Textura.

4.1.2.2.1.4. Alcalins. Potassi i sodi

4.1.2.2.1.5. Alcalinotenis. Calci i magnesi.

4.1.2.2.1.6. Metalls. Coure i zenc.

4.1.2.2.2. Aigua.

4.1.2.2.2.1. Determinació del pH.

4.1.2.2.2.2. Determinació de la conductivitat.

4.1.2.2.2.3. Clorurs.

4.1.2.2.2.4. Nitrats.

4.1.2.2.2.5. Nitrits.

4.1.2.2.2.6. Nitrogen amoniacal.

4.1.2.2.2.7. Fòsfor.

4.1.2.2.2.8. Demanda Química d'Oxigen

4.1.2.2.2.9. Sodi.

4.1.2.2.2.10 Potassi.

4.1.2.2.2.11 Calci.

4.1.2.2.2.12 Magnesi.

4.1.2.2.2.13 Coure.

4.1.2.2.2.14 Zenc.

4.1.2.2.3. Residus ramaders.

4.1.2.2.3.1. Determinació dels sòlids totals (ST) i sòlids volàtils (SV).

4.2 INVENTARI I SEGUIMENT D'INSTAL·LACIONS DE DIGESTIO ANAEROBIA A ESCALA INDUSTRIAL A CATALUNYA.

4.2.1. Materials

- 4.2.1.1. Enquestes d'inventari de les plantes de biogàs.
- 4.2.1.2. Fulls de seguiment.
- 4.2.1.3. Equips de control energètic.
 - 4.2.1.3.1. Antecedents.
 - 4.2.1.3.2. Calorímetre o comptador de calories.
 - 4.2.1.3.3. Comptador elèctric.
 - 4.2.1.3.4. Comptador de gas.
 - 4.2.1.3.5. Termòmetres.
- 4.2.1.4. Mostres de residus
- 4.2.1.5. Mostres de gas
- 4.2.1.6. Reactius.

4.2.2. Mètodes.

- 4.2.2.1. Operatius.
 - 4.2.2.1.1. Inventari i selecció de les plantes de seguiment de biogàs.
 - 4.2.2.1.2. Seguiment químic.
 - 4.2.2.1.3. Seguiment energètic.
 - 4.2.2.1.4. Termografica.
- 4.2.2.2. Analítics.
 - 4.2.2.2.1. Residus.
 - 4.2.2.2.2. Gas.
 - 4.2.2.2.3. Mètodes Analítics.
 - 4.2.2.2.3.1. Determinació dels sòlids totals (ST) i sòlids volàtils (SV),.
 - 4.2.2.2.3.2. Determinació dels àcids grassos volàtils (AGV).
 - 4.2.2.2.3.3. Determinació demanda química d'oxigen (DQO).
 - 4.2.2.2.3.4. Determinació nitrògen amoniacal.
 - 4.2.2.2.3.5. Determinació del pH.
 - 4.2.2.2.3.6. Determinació del potencial redox.
 - 4.2.2.2.3.7. Determinació de l'alcalinitat.
 - 4.2.2.2.3.8. Determinació de la composició del gas.

4.3. DIGESTIO ANAEROBIA A TEMPERATURA AMBIENT.

4.3.1. Materials.

- 4.3.1.1. Matèria primera. Purins de porc.
- 4.3.1.2. Reactius.
- 4.3.1.3. Muntatge laboratori
- 4.3.1.4. Material planta pilot.

- 4.3.1.4.1. Digestor-fossa
- 4.3.1.4.2. Coberta gasomètrica i tancament hidràulic del digestor.
- 4.3.1.4.3. Agitador.
- 4.3.1.4.4. Bombes de càrrega.
- 4.3.1.4.5. Circuit de gas.
- 4.3.1.4.6. Control científic.
- 4.3.2. Mètodes analítics.

5. - CONTAMINACIO RAMADERA EN UN MUNICIPI RURAL PILOT.

5.1. PLANTEJAMENT.

5.2. CARACTERISTIQUES GENERALS DEL MUNICIPI DE MALLA I ELS DEL SEU ENTORN.

- 5.2.1. Localització.
- 5.2.2. Població.
- 5.2.3. Activitat econòmica.
- 5.2.4. Superfície.
- 5.2.5. Mancomunitat.

5.3. MEDI FISIC.

- 5.3.1. Característiques geològiques.
 - 5.3.1.1. Situació geològica.
 - 5.3.1.2. Descripció del subsòl.
 - 5.3.1.3. Disposició dels materials.
- 5.3.2. Superfície del municipi de Malla.
 - 5.3.2.1. Ordenació del territori.
- 5.3.3. Climatologia.

5.4. ACTIVITATS DEL MUNICIPI

5.4.1. Agricultura

- 5.4.1.1. Introducció
- 5.4.1.2. Tipus de conreus
- 5.4.1.3. Superfície de conreus.
- 5.4.1.4. Període d'adobament orgànic
- 5.4.1.5. Quantitat de residus sòlids i líquids ramaders aplicats anualment.
- 5.4.1.6. Adobament inorgànic.

5.4.2. Ramaderia.

- 5.4.2.1. Ramaderia a Catalunya.
- 5.4.2.2. Ramaderia del municipi de Malla.
 - 5.4.2.2.1. Introducció.
 - 5.4.2.2.2. Cens, tipus de granja i animals.
 - 5.4.2.2.3. Densitat.
 - 5.4.2.2.4. Distàncies entre explotacions ramaderes.
 - 5.4.2.2.5. Energia a les explotacions ramaderes.

5.5. RESIDUS.

5.5.1. Residus ramaders.

5.5.1.1. Antecedents.

5.5.1.2. Residus ramaders del municipi de Malla

5.5.1.2.1 Característiques.

5.5.1.2.2. Producció d'excrements.

5.5.1.2.3 Característiques físico-químiques dels residus.

5.5.1.2.4. Matèria seca, matèria orgànica, nitrogen total i amoniacal, fòsfor, potassi, coure i zenc calculats per al bestiar boví.

5.5.1.2.5 Matèria seca, matèria orgànica, nitrogen total i amoniacal, fòsfor, potassi, coure i zenc calculats per al bestiar porquí.

5.5.1.2.6. Composició i producció teòrica de nutrients dels excrements de porc i vaca del municipi de Malla.

5.5.2. Residus urbans.

5.5.3. Residus industrials.

5.6. EMMAGATZEMATGE RESIDUS RAMADERS.

5.6.1. Sistema.

5.6.2. Característiques de les fosses.

5.6.3. Període o temps d'emmagatzematge.

5.6.3.1. Antecedents.

5.6.3.2. Estat actual del període d'emmagatzematge del municipi de Malla.

5.7. CONTAMINACIO

5.7.1. Contaminació de l'aire.

5.7.1.1. Estat de la qüestió.

5.7.1.2. Contaminació de l'aire del municipi de Malla.

5.7.1.3. Actuacions enfront al problema d'olors.

5.7.2. Contaminació de les aigües.

5.7.2.1. Introducció.

5.7.2.2. Anàlisi.

5.7.2.3. Evolució del nivell dels pous.

5.7.2.4. Planificació de l'estudi.

5.7.2.5. Qualitat de l'aigua. Potabilitat.

5.7.2.5.1. Referències preliminars.

5.7.2.5.2. Infiltració d'aigües de riu.

5.7.2.5.3. Adobament intensiu residus ramaders i adobs inorgànics.

5.7.2.5.4. Lixiviats dels abocadors i aigües residuals urbanes.

5.7.2.5.5. Nitrats.

5.7.2.5.6. Conductivitat.

5.7.2.5.7. Demanda Química d'Oxígen.

- 5.7.2.5.8. Fosfats.
- 5.7.2.5.9. Nitrits.
- 5.7.2.5.10 Amoníac.
- 5.7.2.5.11 Cations: sodi i potassi
calci i magnesi
coure i zinc
- 5.7.2.5.12 Clorurs.
- 5.7.3. Contaminació del sòl.
 - 5.7.3.1. Aportació de residus orgànics als camps de conreu.
 - 5.7.3.2. Distribució geogràfica dels excrements als camps.
 - 5.7.3.3. Aportacions inorgàniques al sòl.
 - 5.7.3.4. Anàlisi de contaminació ramadera en diferents sòls del municipi de Malla
 - 5.7.3.4.1. Característiques dels camps seleccionats.
 - 5.7.3.4.2. Característiques específiques dels sòls.
 - 5.7.3.4.3. Resultats de l'anàlisi del sòl.
- 5.8. RESULTATS I DISCUSSIO DE LES ACTUACIONS A DESENVOLUPAR PER DISMINUIR LA CONTAMINACIO RAMADERA EN UN MUNICIPI RURAL.
 - 5.8.1. Resultats.
 - 5.8.1.1. Residus.
 - 5.8.1.2. Emmagatzematge.
 - 5.8.1.3. Contaminació.
 - 5.8.2. Actuacions per disminuir l'impacte ambiental generat per les explotacions ramaderes.
 - 5.8.2.1. Millora de la gestió dels residus ramaderes.
 - 5.8.2.1.1. Actuacions específiques del municipi ramader pilot.
 - 5.8.2.1.2. Actuacions en zones ramaderes
 - 5.8.3. Aplicació i avaluació de les tecnologies de tractament anaerobi dels residus ramaders.
- 6.- SEGUIMENT D'INSTAL.LACIONS DE DIGESTIO ANAEROBIA A CATALUNYA.
 - 6.1. INTRODUCCIO.
 - 6.1.1. Digestió anaeròbia a Catalunya.
 - 6.1.2. Problemes d'implantació de la digestió anaeròbia.
 - 6.1.2.1 Antecedents.
 - 6.1.2.2 Problemes.
 - 6.1.2.2.1. Digestor i operacions de funcionament.
 - 6.1.2.2.2. Circuit de biogàs.
 - 6.1.2.2.3. Residus.
 - 6.1.2.2.4. Químics i bioquímics.

6.2. POSADA EN MARXA DEL SEGUIMENT

6.2.1. Seguiment i control físic-químic.

6.2.2. Seguiment energètic.

6.3 RESULTATS I DISCUSSIO DEL SEGUIMENT

6.3.1. Resultats i discussió de l'anàlisi dels problemes químics i tecnològics.

6.3.1.1. Problemes en la instal·lació, digestor i equips.

6.3.1.2. Problemes del biogàs. Circuits, emmagatzematge i utilització energètica.

6.3.1.3. Problemes dels residus. Composició, emmagatzematge.

6.3.2. Manteniment.

6.3.2.1. Resultats.

6.3.2.2. Discussió.

6.3.3. Seguiment físic-químic. Depuració.

6.3.3.1. Procediment

6.3.3.1.1 Resultats

6.3.3.1.2. Discussió dels resultats de les característiques dels purins de porc.

6.3.3.3. Paràmetres operacionals.

6.3.3.3.1. Resultats.

6.3.3.3.2. Discussió.

6.3.3.4. Depuració.

6.3.3.4.1. Resultats.

6.3.3.4.2. Discussió.

6.3.3.5. Biogàs.

6.3.3.5.1. Resultats. Percentatge de metà en el biogàs.

6.3.3.5.2. Discussió dels resultats. Percentatge de metà en el biogàs.

6.3.3.6. Rendiment.

6.3.3.6.1. Resultats del rendiment.

6.3.3.6.2. Discussió del rendiment.

6.3.4. Seguiment energètic. Resultats i discussió.

6.3.4.1. Procediment.

6.3.4.2. Producció de biogàs.

6.3.4.2.1. Discussió dels resultats.

6.3.4.3. Biogàs no utilitzat, pèrdues.

6.3.4.3.1. Resultats

6.3.4.3.2. Discussió.

6.3.4.4. Contingut de metà en el biogàs.

6.3.4.5. Rendiment del procés de transformació energètica del biogàs.

6.3.4.5.1. Resultats.

6.3.4.5.2. Discussió.

6.3.4.6. Energia aplicada a les instal·lacions de digestió anaeròbia.

6.3.4.6.1. Resultats i discussió.

6.3.4.6.2. Energia teòrica aplicada per escalfar l'influent a la tem-

- peratura de digestió.
- 6.3.4.6.3. Energia teòrica aplicada al manteniment tèrmica del digestor.
- 6.3.4.6.4. Ponts tèrmics/termografies.
- 6.3.4.6.5. Energia elèctrica aplicada a la instal·lació de digestió anaeròbia.
- 6.3.4.7. Energia tèrmica i elèctrica produïda per instal·lacions de biogàs i utilitzada per les granges.
- 6.3.4.8. Estalvi d'energia granja.

7 - DIGESTIO ANAEROBIA A TEMPERATURA AMBIENT. RESULTATS I DISCUSSIO.

7.1. INTRODUCCIO.

- 7.1.1. Digestió anaeròbia.
- 7.1.2. Ramaderia porcina.
- 7.1.3. Planificació.

7.2. ACLIMATACIO I POSADA EN MARXA DE DIGESTORS ANAEROBIS DE MESCLA COMPLETA ESCALA LABORATORI QUE TRACTEN PURINS DE PORC.

- 7.2.1. Posada en marxa.
 - 7.2.1.1. Aclimatització. Inoculació amb efluent de reactor mesofílic.
 - 7.2.1.2. Posada en marxa.
- 7.2.2. Increment càrrega purins de porc. Període de temperatures altes psicrófiliques.

7.3. MATERIAL DE CONSTRUCCIO PER A DIPOSITIS D'EMMAGATZEMATGE I TRACTAMENT DELS RESIDUS LIQUIDS RAMADERS.

- 7.3.1. Introducció.
- 7.3.2. Fosses d'emmagatzematge.
 - 7.3.2.1. Fosses de formigó.
- 7.3.3. Digestors.
- 7.3.4. Digestors-emmagatzematge.

7.4. ESTUDI DE L'EVOLUCIO DE LES TEMPERATURES DELS PURINS DE PORC EMMAGATZEMATS EN UNA FOSSA DE FORMIGO ESTANDARD SOTERRADA, RESPECTE A LES CONDICIONS CLIMATIQUES DE L'ENTORN.

- 7.4.1. Posada en marxa.
- 7.4.2. Resultats.
- 7.4.3. Discussió dels resultats.

7.5 - DIGESTOR-FOSSA

- 7.5.1. Antecedents
- 7.5.2. Instal·lació

- 7.5.3. Diagrama de flux de la instal·lació
 - 7.5.3.1. Purins.
 - 7.5.3.2. Biogàs.
 - 7.5.3.3. Control científic.
- 7.5.4. Descripció dels equips.
 - 7.5.4.1. Circuit de purins i control.
 - 7.5.4.2. Pre-fossa.
 - 7.5.4.3. Digestor-fossa.
 - 7.5.4.3.1. Impermeabilització del digestor-fossa.
 - 7.5.4.4. Casetes d'aixopluc per als equips i material de control.
 - 7.5.4.5. Circuit de biogàs.
- 7.6. POSADA EN MARXA D'UNA PLANTA PILOT DE DIGESTOR-FOSSA A TEMPERATURA AMBIENT.
 - 7.6.1. Proves inicials, hidràuliques i d'estanqueitat
 - 7.6.2. Inoculació.
 - 7.6.3. Resultats i discussió de la posada en marxa.
 - 7.6.4. Estudi energètic de la instal·lació.
 - 7.6.4.1. Energia elèctrica exterior consumida en la instal·lació.
 - 7.6.4.2. Anàlisis tèrmiques dels purins de porc.
 - 7.6.4.3. Anàlisis termogràfiques del digestor-fossa i naus.
- 7.7. ESTUDI ENERGETIC COMPARATIU DEL DIGESTOR-FOSSA AMB DIGESTORS DE MESCLA COMPLETA QUE TRACTEN PURINS DE PORC.
- 7.8. ESTUDI ECONOMIC D'AMORTITZACIO DE L'ADAPTACIO DEL DIGESTOR-FOSSA EN FUNCIO DE LA PRODUCCIO DE BIOGAS, TIPUS D'ENERGIES SUBSTITUIDES I MANTENIMENT.
 - 7.8.1. Introducció.
 - 7.8.1.1. Procediment.
 - 7.8.1.2. Ingressos.
 - 7.8.1.3. Despeses. Costos anuals de la instal·lació.
 - 7.8.1.4. Amortització.
 - 7.8.2. Resultats i discussió.
 - 7.8.2.1. Resultats.
 - 7.8.2.2. Discussió.
- 8. - CONCLUSIONS.
- 9. - ANNEXOS.

1. RESUM.

En aquest treball es presenta un estudi sobre la contaminació ramadera en un municipi rural, l'adaptació tecnològica dels reactors anaerobis convencionals a escala industrial que tracten purins de porc en granges, i les experiències preliminars en un digestor-fossa pilot a temperatura ambient.

Per tal de dur-lo a terme i situar l'estat de la qüestió, s'ha realitzat una revisió bibliogràfica extensa.

S'han posat a punt els mètodes analítics necessaris per al seguiment i control de les diferents fases.

La primera fase de l'estudi ha estat l'anàlisi global d'un municipi rural amb una producció de residus mitjana, en el qual l'activitat principal era agrícola-ramadera. Aquesta ha contemplat la població, el medi físic, les activitats, els residus ramaders i llur impacte ambiental.

S'ha realitzat la quantificació i caracterització dels residus ramaders i el seu maneig des del seu emmagatzematge al seu abocament. S'ha observat una gran heterogeneïtat de formes de gestió dels residus.

S'ha estudiat la contaminació atmosfèrica pels residus ramaders i s'ha detectat problemes d'olors desagradables, principalment en època estival.

S'ha fet un treball de camp de la qualitat de les aigües subterrànies a través de la xarxa de pous del terme municipal i s'ha trobat que un terç estaven contaminats.

S'ha avaluat la presència de coure i zinc en diferents camps adobats amb purins de porc, però no s'hi han detectat nivells de toxicitat.

S'han proposat actuacions de gestió i tractament dels residus ramaders encaminades a minimitzar el seu impacte ambiental en zones rurals.

S'ha efectuat en l'àmbit del tractament dels residus ramaders un estudi de les característiques generals de les instal·lacions de digestió anaeròbia a Catalunya i un seguiment posterior de quatre d'elles que tracten purins de porc a escala industrial.

S'ha procedit a la instal·lació dels sensors energètics necessaris -comptadors de gas, d'electricitat i de

Kcalories- per tal d'obtenir un balanç energètic del procés.

S'han estudiat els problemes de funcionament i s'han observat fuites de gas en les instal·lacions, degradació dels gasòmetres, obturacions de canonades, utilització d'equips no adequats i inhibició de la digestió.

Altres estudis han conduït a la determinació dels paràmetres de funcionament i de manteniment.

S'ha avaluat el grau de depuració d'aquestes instal·lacions, que ha estat igual i inferior al 50% de la càrrega contaminant.

S'ha realitzat un balanç energètic global per a calcular la producció de biogàs, la total i la utilitzada. S'ha observat que algunes instal·lacions tenen pèrdues elevades de biogàs.

S'han quantificat les energies tèrmica i elèctrica utilitzades per les explotacions ramaderes i per les instal·lacions de digestió anaeròbia.

S'han fet estudis energètics addicionals sobre els ponts tèrmics dels digestors i dels deficients aïllaments dels equips energètics, però no s'han detectat problemes greus en la part constructiva.

En la fase final s'ha realitzat una investigació de digestió anaeròbia a temperatura ambient.

S'han muntat i posat en marxa els reactors anaerobis que tracten purins de porc a temperatura ambient, a escala laboratori.

S'han fet estudis addicionals dels materials de construcció dels dipòsits d'emmagatzematge i de tractament anaerobi dels purins de porc, que evidencien que el formigó és el material majoritàriament emprat.

S'ha analitzat l'evolució anual de la temperatura dels purins de porc en una fossa estàndard de formigó i s'ha constatat que les oscil·lacions i les condicions tèrmiques permeten un procés de digestió anaeròbia a baixa temperatura.

S'ha realitzat l'estudi de disseny i enginyeria del digestor-fossa pilot, i el control del procés de construcció, dels dispositius a col·locar, obra civil i instal·lacions de gas, electricitat i control científic.

S'ha portat a terme proves dels materials

d'impermeabilització de la fossa, comprovació dels equips, d'estanqueïtat de les canonades de gas i del digestor, i el calibratge i temporització dels residus i dels equips.

S'avaluat la posada en marxa del digestor-fossa, mitjançant l'aplicació d'un inòcul convencional i s'ha observat la viabilitat d'aquest procés.

S'han fet estudis addicionals energètics i termogràfics de la instal·lació. S'observa menor consum elèctric que en instal·lacions convencionals i inexistència de ponts tèrmics en el digestor-fossa.

S'ha realitzat un estudi energètic comparatiu del digestor-fossa amb un de reactor convencional, així com una avaluació econòmica de l'adaptació d'un digestor-fossa.

2.1. - ENTORN MEDIAMBIENTAL.

2.1.1. Coyuntura socio-econòmica.

2.1.1.1. Comunitat Econòmica Europea.

2.1.1.1.1. Introducció.

A mitjans dels anys 70 en plena recessió econòmica es plantejava de forma raonada si la Comunitat Econòmica, com a unió destinada principalment a la promoció del desenvolupament i del creixement continuat, no es trobaria enfrontada constantment entre la promoció del creixement econòmic i la necessitat de protegir el medi ambient, els quals es podrien considerar objectius oposats. Això ocasionà que els desitjos d'alguns governs comunitaris d'evitar imposar costos addicionals a les indústries amb conflictes provoquessin la reticència d'aquests governs a aplicar una major rigidesa en els controls de contaminació.

Hores d'ara es reconeix que un creixement econòmic sòlid i durader i una protecció del medi ambient no són objectius en conflicte sinó interdependents. El futur desenvolupament econòmic està en funció de l'administració racional dels recursos naturals, ja que els recursos constitueixen, al mateix temps, la base i els límits del desenvolupament econòmic. (1).

2.1.1.1.2. Interrelació de les polítiques econòmiques i ambientals.

Les activitats econòmiques ajuden a determinar el tipus de política ambiental que s'ha de seguir i la seva evolució.

La innovació tecnològica pot produir nous mètodes de control o supervisió de la contaminació.

La política ambiental té uns efectes directes sobre l'activitat econòmica, com són les obligacions directes que imposen els límits d'emissió de contaminants, el disseny de les fàbriques, les característiques dels productes, i la planificació i ús de la terra.

Tot això repercuteix en els costos de producció, preus, competitivitat, rendibilitat, demanda i ús.

2.1.1.1.3. Impacte econòmic de les polítiques mediambientals.

a) Costos.

- Increment de les despeses a la indústria, agricultura i serveis, per controlar i disminuir la contaminació.
- Substitució de determinats productes o matèries primeres.
- Augment dels controls de seguretat i exàmens mèdics als treballadors.
- Dissenys de productes que no afectin al medi ambient.
- Augment del cost del producte final al consumidor.
- Restricció de l'expansió e inversió d'algunes empreses. Però es poc probable que les mesures mediambientals siguin les que determinin la viabilitat econòmica d'una fàbrica, una explotació agrícola o una empresa de serveis. (2).

b) Beneficis.

Es difícil valorar en termes financers els beneficis que una política medi ambiental reporta a una societat, però de forma general són:

- Entorn més saludable; disminució dels efectes nocius per a la salut.
- Conservació del medi natural.
- Protecció del paisatge.
- Conservació del patrimoni arquitectònic.

Aquests beneficis són considerables si es té en compte les despeses que representen a la societat l'eliminació de l'impacte de la contaminació. Exemple de despeses públiques relatives al medi ambient: als països de l'OCDE es situen entre 1,1 i el 2% del PNB per any. Però aquests països gasten entre el 3 i el 5% del PNB anual per a solucionar els problemes generats per la contaminació. (2)

Exemple: la contaminació dels combustibles fòssils, centrals elèctriques, vehicles i plantes de calefacció ocasionen uns perjudicis en boscs, llacs, collites i edificis de 4.000 milions d'ECUS/any a la CEE, sense quantificar l'impacte a la salut humana.

El reciclatge dels residus pot ser molt important, ja que la Comunitat importa el 56% de les seves necessitats energètiques, el 50% del paper i el 90% dels metalls.

2.1.1.1.4. Les ecoindústries i l'increment dels llocs de treball.

La política mediambiental crea uns llocs de treball directes a la indústria, serveis i administració, i altres d'indirectes.

Un exemple: en els tres programes relacionats amb el medi ambient, desenvolupats entre 1975 i 1983, a Dinamarca es varen crear uns 12.000 nous llocs de treball.

També es creen llocs de treball indirectes, relacionats amb les indústries de subministrament d'equips, amb la construcció i funcionament de sistemes de reducció de la contaminació, recol·lecció, eliminació i reciclatge de residus.

Un altre exemple el trobem a França: per cada lloc directament relacionat amb la depuració de les aigües residuals, es creen quatre llocs de treball indirectes.

La importància de les fonts de creació de llocs de treball a la CEE és elevada. Finalment és important esmentar que els programes de medi ambient previstos a Alemanya crearan uns 400.000 llocs de treball en els sectors privat i públic i en els Països Baixos 70.000. (3).

2.1.1.2. Espanya.

2.1.1.2.1. Economia i medi ambient.

La creixent consciència i pressió social per a la preservació del medi ambient i paral·lelament, l'increment de la legislació mediambiental espanyola per reduir la contaminació tenen una profunda implicació a nivell econòmic.

En primer lloc, suposen la necessitat d'adaptació de les activitats actuals per reduir la contaminació. Això afecta en especial a sectors industrials (com són el metal·lúrgic, energètic, tèxtil, siderúrgic i petroquímic) i agrícoles (com la ramaderia, agricultura intensiva i l'explotació forestal).

En segon lloc, impliquen el desenvolupament d'un nou mercat i l'aparició d'un nou sector: l'ecoindústria o sector mediambiental, per fer front a la transformació o

expansió de les activitats industrials, agrícoles i de serveis actuals que produeixen contaminació. Això afecta en especial a activitats com la construcció d'obra civil, producció de béns d'equip i productes (instrumentació, electrònica) i a serveis tècnics especialitzats universitaris (ingenyeria, instal·lació, manteniment) lligats a la reducció de contaminació, així com a empreses de gestió de residus.

S'ha assenyalat, per exemple, que la protecció del medi ambient per part dels governs, productors i consumidors pot representar un mercat de 47 bilions de pessetes. La saturació dels mercats tradicionals, especialment per empreses relacionades amb el sector, poden promoure la recerca de nous mercats i la creació d'empreses en el sector mediambiental.

En tercer lloc provoquen un efecte multiplicador en l'economia (serveis jurídics, agències de publicitat, etcetera), així com el desenvolupament d'activitats tradicionals o noves, més d'acord amb l'equilibri mediambiental (alimentació, recreació, reciclatge de materials, mitjans de transports amb menys soroll o menys consum de combustible, detergents sense fosfats, etc.).

En quart lloc, aporten una sèrie d'avantatges: imatge, tecnologia, (millora de processos productius), comerç (possibilitat de diferenciació del producte) i financeres (estalvi en costos) per a les empreses que preserven el medi ambient. Per exemple, la inversió publicitària es dirigeix tant a aconseguir avantatges competitives ("rentat més verd", "piles ecològiques", "cotxes nets", etc.), com marketing global que millori la imatge de l'empresa (dins del denominat mecenatge i patrocini).

El mercat ambiental és important i en ràpid desenvolupament. En l'OCDE s'ha estimat en 100.000-150.000 milions de dòlars (dels quals al voltant de 70.000 corresponen a béns d'equip) en tant que als països de la CEE és d'aprox. 25.000 milions de dòlars. Per als països del sud d'Europa s'ha estimat que en 1989 era de 2.500 milions de dòlars i es pot transformar en més de 8.000 a l'any 2000. (4,5).

2.1.2. - Entorn Socio-Cultural.

2.1.2.1. Política ambiental. Introducció.

El medi ambient depèn de tres factors principals, que en molts casos tenen direccions i influències divergents:

- Medi natural i recursos (geologia, clima, hidrologia, sòl, topografia i ecologia).

- Activitat humana (indústria, agricultura, pesca...)
- Política (accions que directa o indirectament afecten el medi ambient i les activitats humanes).

Aquests factors no són fàcils d'individualitzar, ja que cadascun d'ells està interrelacionat amb els altres.

La política mediambiental constitueix una aportació econòmica i social per ella mateixa. Té una incidència sobre el mercat de treball, la innovació tecnològica, la substitució de recursos i productes, i una influència important en la formació i l'ensenyança.

La política del medi ambient en el cas de la Comunitat té una importància fonamental en un contexte més ampli. Comprenen una sèrie de mesures que afecten nivells locals, regionals i nacionals, i internacionals.

La política comunitària no està aïllada. ja que es troba coordinada amb altres polítiques adoptades per altres organismes internacionals com l'OCDE, i el Consell d'Europa.

2.1.2.2. Evolució de la política comunitària del medi ambient.

En 1971 la Comissió feia la primera comunicació del Consell de Ministres respecte a la necessitat d'una política comunitària del medi ambient.

El primer programa de la Comunitat en el camp del Medi Ambient fou elaborat i adoptat en el Consell de Ministres de 1973. Els principis essencials d'aquell acord van ser següents:

- Evitar la contaminació a l'origen.
- Qui contamina paga.
- Actuacions adaptades a cada tipus de contaminació (ramaderia, per exemple).
- Cooperació dels estats membres en iniciatives internacionals.
- Harmonització per part de la Comunitat de les polítiques mediambiental nacionals.
- La política mediambiental ha d'ésser compatible amb el desenvolupament econòmic i social.
- Els estats han d'evitar que les activitats potencialment

contaminants desenvolupades en el seu territori afectin als altres estats membres.

En síntesi, quatre grans línies:

- Reducció, eliminació i prevenció de la contaminació.
- Utilització racional del sòl i dels recursos naturals.
- Acció generalitzada de protecció del medi ambient.
- Cooperació internacional.

Des de 1973 els estats han adoptat més de 100 textos legislatius de primera importància per a la qualitat de vida i el funcionament industrial. (Veure Annex 3).

El segon i tercer programa daten del 1977 i 1983. Encara que durant aquests períodes ha aparegut nous problemes, els principis essencials són els anteriorment citats.

2.1.2.3. Quart programa comunitari del medi ambient (1987-1992).

Es evident que la CEE ha realitzat un progrés en la protecció i conservació del medi ambient europeu en els últims anys. A més a més existeix una legislació mediambiental escrita i un consentiment, tant per part de les autoritats com pels ciutadans en general per continuar l'esforç.

La política comunitària del quart programa del medi ambient té com a prioritat fonamental garantir l'aplicació total de la legislació comunitària existent.

2.1.2.3.1. Aplicació de la legislació comunitària.

La Comunitat és l'única organització internacional que té poder per adoptar una legislació obligatòria aplicable i en la que el Tribunal de Justícia Europeu s'encarrega de supervisar tot el que fa referència a la dita legislació.

Es important destacar que el ciutadà de la CEE té dret a presentar queixes a la Comissió si considera que unes mesures particulars poden infringir la llei comunitària del medi ambient.

2.1.2.3.2. Integració de les consideracions ambientals en altres polítiques.

Es essencial per a l'èxit dels esforços desenvolupats en el medi ambient, la integració de les consideracions ecològiques en les activitats econòmiques de la Comunitat.

a) Política agrària.

- Disminució de l'ús de productes químics a l'agricultura que ocasionen contaminació a les reserves d'aigua subterrània. (Veure Annex 3).

- Disminució de la tala generalitzada d'arbres.

b) Sector industrial.

- Estudi de productes i processos de producció que disminueixin l'impacte ecològic.

c) Sector transports.

- Prevenció d'accidents potencials durant el transport de productes químics, petroli i substàncies perilloses.

d) Sector energètic.

L'equilibri entre els objectius en els camps del medi ambient i l'energia és de vital importància en aquest sector.

Però l'obstacle més greu per a una política d'integració mediambiental més intensa, és la poca prioritat pressupostària de la CEE en el medi ambient que fou del 0,35% del pressupost total (35.000 milions ECUS en 1986), en comparació amb el 65% dedicat a l'agricultura.

2.1.2.3.3. Actuacions prioritàries.

Donat els reduïts recursos humans i financers disponibles, la Comissió s'ha vist obligada a concentrar la seva atenció a un reduït nombre de camps.

Els camps prioritàris seleccionats en el quart programa són:

a) Contaminació de l'aigua.

- Pla d'acció per a la protecció del Mediterrani, reducció dels abocaments procedents de terra en el mar.

- Protecció de les reserves d'aigua dolça, consistents en

el control de l'abocament d'afluents animals, reducció de l'ús de fertilitzants i normes estrictes per a la utilització de plagicides en l'agricultura.

b) Contaminació atmosfèrica.

- Definir els contaminants de l'aire que poden afectar a la salut pública i al medi en general.

- Fixar normes per al control de la contaminació atmosfèrica generada per grans instal·lacions industrials (centrals nuclears, fàbriques que cremen fuel-oil o combustibles sòlids...).

c) Productes químics.

- Revisió i adequació de l'actual legislació comunitària respecte al medi ambient.

- Estudi de l'exportació de processos industrials perillosos a tercers països.

d) Biotecnologia.

- S'estableix un sistema de notificació per a l'aplicació industrial i en el medi ambient d'organismes modificats genèticament. Cap estat membre disposa de legislació en aquest camp.

e) Contaminació acústica.

- Definició dels objectius de qualitat per a les directives sobre la contaminació acústica. Gran preocupació pública respecte a nivells de soroll.

- Reglamentació per als silenciadors de motocicletes i inspeccions de soroll de cotxes.

- Imposició de gravàmens pels soroll ocasionats en els aeroports (principi "qui contamina paga").

- Recomanacions als fabricants per produir productes que generin menys soroll.

f) Conservació de la naturalesa i recursos naturals.

- Conservació dels processos ecològics essencials i preservació de la diversitat genètica.

- Utilització acceptable d'espècies i ecosistemes.

g) Protecció del sòl.

- Mesures per fomentar una producció ramadera menys intensiva. Gestió racional dels residus agrícoles. Prevenció de l'erosió.

- Mesures per reduir els dipòsits en el sòl dels contaminants de l'aire.

- Protecció de les reserves d'aigües freàtiques.

- Recuperació i reutilització de terres abandonades o contaminades.

h) Gestió de residus.

- Utilització i desenvolupament de "tecnologies netes". L'enfocament més racional en la gestió dels residus podria ocasionar un augment de beneficis econòmics i creació de llocs de treball.

- Projectes d'investigació i demostració en el reciclatge dels residus.

i) Zones urbanes i costeres.

- La ràpida urbanització de les ciutats és conseqüència de la immigració del camp a la ciutat, que ha ocasionat la construcció d'edificis de baixa qualitat, desequilibris en l'ocupació, infraestructura i serveis deficientes, que han accelerat la degradació del medi ambient.

Es fan necessàries les següents actuacions:

- Recuperació de terres abandonades o contaminades.

- Creació de parcs.

- Rehabilitació d'habitatges.

- Coordinació dels sectors públic i privat per treballar junts en la rehabilitació de les zones urbanes i el manteniment del creixement econòmic.

- Carta Costanera Europea per a la lluita de la degradació de zones costaneres.

2.1.2.3.4. Cinquè programa europeu (1992-2000)

- Estratègia.

L'estratègia comunitària del cinquè programa comunitari de política i actuacions en matèria de medi ambient i desenvolupament sostingut es centra en els següents àmbits:

* Actuar directament sobre els agents i activitats que esgoten els recursos i ocasionen un impacte ambiental.

* Canviar les actuals tendències i pràctiques nocives del medi.

* Modificar les pautes socials de comportament actual per mitjà de la participació òptima de tots els agents.

* Prioritzar actuacions sobre els problemes ambientals específics de cada regió.

- Prioritats.

Les actuacions prioritàries d'aquest problema es centren en els següents apartats: Canvis climàtics, contaminació atmosfèrica, medi ambient urbà, zones litorals, residus.

* Actuacions generals.

Gestió sostinguda dels recursos naturals sòl, aigua, espais naturals i zones costaneres; actuacions integrades front a la contaminació; potenciació de la recollida selectiva i la reducció del volum de residus; millora del transport tot incorporant criteris mediambientals; protecció de la salut dels ciutadans front als agents contaminants i millora de la qualitat del medi ambient urbà.

* Actuacions específiques en l'àmbit de l'agricultura.

L'agricultura i la selvicultura ocupa el 80% del territori comunitari. Tradicionalment els agricultors havien estat els defensors del sòl i del camp, gràcies a una gestió prudent i integrada de l'agricultura, ramaderia i residus.

Però, com pel que fa en el sector industrial i de transports, les pràctiques agrícoles s'han modernitzat en els darrers quaranta anys. En el fons d'aquest canvi ha estat la política agrària de la Comunitat que tot adaptant-se als objectius del tractat de subministrament d'aliments a preus raonables, va afavorir aquest canvi.

Aquesta política va ocasionar uns efectes secundaris menys positius en algunes regions. Explotació excessiva, degradació dels recursos naturals (sòl, aire, aigua). Els residus animals contaminaren cada vegada més l'aigua i el

sòl. L'us excessiu dels fertilitzants a base de nitrogen i fòsfor ha ocasionat l'eutrofització de les aigües...

A més de la degradació del medi ambient, el sistema agrícola actual genera excedents a uns costos elevats. Això obliga a trobar un equilibri més just entre activitat agrícola i recursos naturals.

Aquesta apreciació ha quedat reflectida en la reforma política agrària comú.

En aquest nou programa apareixen un seguit de mesures d'ajuts econòmics per incitar als agricultors a la gestió de les explotacions de forma ecològica.

En la Taula 2.1. apareixen els objectius a llarg termini i les metes i mesures necessàries en relació a l'agricultura i selvicultura.

2.1.2.4. Política mediambiental local.

A mesura que la política mediambiental Comunitària es desenvolupa, és cada vegada més clar que els problemes ambientals són molt diferenciats. Principalment depenen de la font i el lloc de la Comunitat on es produeixin. Això succeeix perquè les condicions naturals, econòmiques i socials varien considerablement i, per tant, les pressions ambientals no són uniformes. En els pròxims capítols ens centrarem en l'estudi de zones locals rurals de baixa densitat de població, la principal activitat de les quals és agrícola-ramadera.

Les últimes tendències indiquen que per a resoldre els problemes les actuacions han de ser modulars.

L'aplicació d'una política no diferenciada presenta greus inconvenients, ja que si les peculiaritats no es tenen presents, les mesures mediambientals adoptades poden concloure en accions inapropiades en zones on no existeix el problema o no és significatiu. Tot això pot ocasionar uns alts costos de recursos financers i humans.

Parel·lelament, s'han de tractar aquestes accions locals i avaluar els resultats obtinguts i s'han d'interconnectar a la xarxa d'informació mediambiental europea (CODINE).

Un altre aspecte a considerar en les accions locals és la qüestió financera. En principi, qui ocasiona la

contaminació ha de pagar. Aquesta capacitat varia segons la localització i l'activitat desenvolupada en la

Comunitat. Es per això que la política mediambiental ha de disposar d'uns recursos financers que permetin solucionar els problemes mediambientals locals i, per tant, potenciar el desenvolupament rural integrat.

2.1.2.5. Política mediambiental a l'Estat Espanyol.

En el cas espanyol, la situació legal no ha contribuït a una millora de la situació mediambiental. Els delictes ecològics solament han produït un nombre reduït de sentències condenatòries des de 1983. A això contribueix la dispersió legal sobre aquest tipus de delictes i la reduïda sanció prevista. Una prova de la limitada pressió administrativa és que solament un total de 52 empreses foren sancionades en 1989 per realitzar abocaments de deixalles sense complir les normes ambientals. A més a més, de les 20.000 empreses existents en Catalunya, solament 6.500 realitzen anualment la declaració de les deixalles industrials que produeixen i el seu destí final.

La Constitució Espanyola en el seu Art. 40 reflecteix que "els poders públics promouran les condicions favorables per al progrés social i econòmic" i en l'Art. 45 que "els poders públics vetllaran la utilització racional de tots els recursos naturals, amb la finalitat de protegir i millorar la qualitat de vida i defensar la restauració del medi ambient recolzant-se en la indispensable solidaritat col·lectiva".

En el nou Codi Penal aprovat en 1992, s'incorporen els aspectes relacionats amb el delicte ecològic i no contemplats anteriorment.

Entre els poders públics es troba el poder judicial. La interpretació i l'aplicació de la llei, de les altres fonts del dret: el costum i els principis generals del dret constitueixen la jurisprudència.

Un conjunt de sentències recents del Tribunal Suprem sobre les activitats en zones rurals que produeixen impacte ambiental són descrites seguidament:

- Sanció de l'abocament al riu de purins de porc (6 de març de 1989, sala 3, secció 1a.).
- Condemna a una alcoholera per l'abocament de les seves vinaces (30 de maig de 1989, Sala 3, Secció 1a.).
- Condemna a una indústria d'oli pel seu abocament de morca d'alta càrrega contaminant que podria ocasionar important degradació de la qualitat de l'aigua.

No obstant, aquesta situació ha de modificar-se

progressivament com a conseqüència de la incorporació al Mercat Unic. Això suposa l'adaptació progressiva a la normativa ambiental comunitària dels diferents sectors de l'economia espanyola i en particular dels següents: energètic, químic-paperer automoció, alimentari i agro-alimentari, siderurgia i sidero-metalúrgia, mineria, tèxtil i curtits, ciments i agricultura.

Quant a la seva actuació les diferents administracions públiques (central, autonòmica i local) assumeixen un paper fonamental en la qüestió ambiental en haver realitzat un important esforç d'inversió en l'última dècada. L'estructura de la despesa total i específica per activitats ambientals ha estat en 1988 de 254.000 milions de pessetes, principalment en recollida i eliminació de residus sòlids urbans (77.400) i lluita contra la contaminació d'aigües (58.112), amb unes inversions globals de 102.703 (40% del total), i un paper predominant de l'Administració Local (126.253), que suposa un 50%.

Pel que fa a la política de l'Administració Central per fer front a l'adaptació ambiental de l'empresa es pot assenyalar el recent "Plan Industrial Medioambiental del Ministerio de Indústria y Energía" (1990) que subvencionà projectes per l'adaptació a la normativa mediambiental, inversions en tecnologia i projectes I+D en l'àrea mediambiental i activitats de formació de tècnics, enginyers i especialistes així com d'iniciatives de promoció i divulgació d'accions vinculades a la tecnologia mediambiental.

2.1.2.6. Opinió pública i medi ambient.

En els últims anys s'ha produït un augment de la preocupació pública pels temes relacionats amb el medi ambient.

L'origen d'aquesta sensibilització podem trobar-ho en diferents factors, entre els quals citarem:

a) L'interés científic pels sistemes ambientals degut als quals l'ecologia es converteix en una disciplina de primer ordre.

b) La creació de nombrosos grups de pressió en defensa del medi ambient.

c) Una sèrie de catàstrofes com l'Amoco, Cadis 1978 (petroli), Seveso, Itàlia 1976 (dioxina) i Chernobil, ex URSS 1987 (radioactivitat), que evidenciaren l'impacte medi ambiental perillós de determinades activitats.

En la primera enquesta de la Comunitat per al mediambient de data de 1973, en la qual es citaven els deu problemes mundials nacionals d'aquells moments, la contaminació ressaltà en els resultats com un problema molt important, més que la inflació, la pobresa i l'atur.

En les posteriors enquestes de 1976 i 1978, la protecció de la naturalesa i la lluita contra la contaminació figuren entre els tres problemes principals.

En l'any 1982 es realitzà una enquesta a més de 10.000 persones dels deu estats membres sobre una sèrie de problemes ecològics. Els resultats indicaven que a nivell local els problemes més greus eren la degradació del paisatge i els problemes acústics, i a nivell nacional i mundial els derivats de la contaminació marina, residus químics i nuclears. (7).

Altres problemes que despertaven inquietud:

- Deteriorament del paisatge.
- Qualitat de l'aigua potable
- Efecte sobre el medi natural de la contaminació petrolífera.
- Contaminació de rius i llacs.
- Eliminació dels residus nuclears.
- Impacte de la pluja àcida als recursos forestals.
- Extinció de plantes i animals.
- Canvis climàtics produïts per la pol·lució.

Un alt percentatge dels enquestats indicava que els ciutadans estaven disposats a acceptar preus més elevats dels productes i un cert grau de reducció del creixement econòmic, per garantir la protecció del medi ambient.

En l'última enquesta de 1986, el 60% dels enquestats indicava que la protecció del medi ambient és prioritària, independent de la situació econòmica de les regions de les persones enquestades. Es de destacar que entre regions amb alt i baix grau d'atur no es detectaven diferències significatives. En les últimes enquestes dels noranta aquesta tònica s'ha mantingut.

2.1.2.7. Aspectes socials. Medi ambient a Espanya.

Segons una enquesta realitzada per l'Institut Demoscopia (El País, 4 d'octubre de 1990), el 86% de les persones entrevistades pensa que el problema de la contaminació és greu i es destaca el problema dels fums de la indústria i dels vehicles com els més greus.

Per altra part, no cap dubte que aquesta preocupació ha generat una més gran participació ciutadana en la presa de decisions que ha suposat en alguns casos l'aparició de conflictes (uns exemples són el Plan de Residus de la

Generalitat o l'autovia de Leizaran). Igualment, aquesta problemàtica ha estimulat l'aparició d'organitzacions de defensa del medi ambient que promouen la utilització de tecnologies anticontaminants, l'ús de fonts energètiques renovables, el foment de productes biodegradables i la reutilització de les deixalles com a matèries primeres. La importància de la nova percepció del problema ambiental ha influït per que sigui cada vegada més un dels elements claus de l'estratègia política dels diferents partits parlamentaris.

A pesar d'aquesta preocupació emergent no és fàcil canviar els valors i hàbits de comportament. En general s'atribueix el problema a la indústria i no al comportament personal. Igualment, el cost que implica l'adaptació ambiental per a les empreses és un fre important.

2.1.2.8. Mitjans de comunicació.

En els últims anys s'ha produït un increment de les informacions generals, tècniques i científiques sobre el medi ambient en els mitjans de comunicació.

Aquest increment pot ser interpretat per dos factors: en primer lloc, i el més important, l'augment de la sensibilitat i preocupació pels temes relacionats amb el medi ambient per part dels ciutadans i en segon lloc l'especialització de molts periodistes en temes de medi ambient, juntament a la participació de tècnics i científics com a col.laboradors dels mitjans de comunicació.

Les aportacions dels mitjans de comunicació tant els escrits, àudio o els audio-visuals, faciliten la consolidació dels temes ambientals com un dels factors clau de qualitat de vida.

El factor de la imatge, el temor de la transcendència als

ciutadans de les irregularitats en la gestió dels residus en moltes empreses, s'està convertint en un dels factors importants en el moment de la incorporació de polítiques de protecció del medi ambient.

2.1.3. Marc legislatiu mediambiental en zones rurals.

Les competències directes, indirectes i complementàries sobre el medi ambient per part dels ens locals en funció del nombre d'habitants es troben definides en la Llei de Bases de Règim Local. A més a més d'aquesta llei que incideix en les zones rurals, hi han d'altres més interrelacionades amb el medi ambient (Veure Annex 3).

En el marc Comunitari citarem les directives següents:

- Relativa a la comercialització de productes fitosanitaris del 15 de juliol de 1991.
- Relativa a la protecció del medi ambient, en particular dels sòls, en la utilització de llots de depuradores en l'agricultura, del 12 de juny de 1989.
- Relativa als dipòsits per aliments líquids del 25 de juny de 1989.
- Relativa a l'aproximació de les legislacions dels Estats membres sobre el nivell sonor per l'audició dels conductors de tractors agrícoles o forestals amb rodes.

En l'àmbit espanyol citarem la llei de caràcter general relativa a les activitats molestes, insalubres, nocives i tòxiques, que faculta a les Administracions actuant per concedir llicències i realitzar inspeccions. (8).

Una altra llei important és la del sòl que incideix de forma directa i que s'utilitza en temes d'urbanisme per afavorir la protecció del medi en zones rurals. (9).

Altres lleis no específiques que incideixen en la gestió dels residus en zones rurals són les següents: R.D. 162/1991 que modifica la reglamentació tècnica sanitària per a la fabricació, comercialització i utilització dels plaguicides; R.D. 1310/1991 que regula la utilització dels llots de depuradora en el sector agrari; Ordre del 20 de juliol de 1990 sobre el Programa Nacional de vigilància de residus de producció fitosanitària en origen; Ordre del 18 de juny per la que s'aprova els mètodes oficials d'anàlisi de fertilitzants; Ordre del 14 juliol de 1988 sobre productes fitosanitaris i afins; R.D. 20/1986 sobre el reglament d'execució de la llei de residus tòxics i perillosos; R.D. 72/1988; Ordre del 11 de març per la que

s'aproven els límits màxims dels plaguicides en els productes vegetals.

Tota aquesta legislació incideix d'una forma general sobre el medi ambient rural, en no existir encara una llei que reculli els aspectes més generals sobre les explotacions agropecuàries (ramaderes) i medi ambient.

2.2. - CARACTERISTIQUES GENERALS DE LES ZONES RURALS.

2.2.1. Municipis rurals.

El nombre total dels municipis espanyols és de 8.062 (1988). La distribució de la població no és homogènia en tots els municipis sinó que s'observen desequilibris de població molt importants (Taula 2.2).

El 36,87% de la població viu en municipis de menys de 20.000 habitants, que representen el 96,8% de la totalitat dels municipis.

Des dels anys 50 s'observa un increment constant en el nombre de municipis de més de 20.000 habitants. Aquesta tendència de concentració de la població és similar a d'altres països europeus. L'any 1975 el 75% de la població europea vivia en grans ciutats i es calcula que augmentarà fins el 88% en l'any 2000.

En aquest estudi analitzarem els municipis rurals amb una població inferior a 20.000 habitants, amb menys del 15% del territori urbanitzat i amb una activitat principal agrícola-ramadera. Aquests tres factors: població (<20.000 habitants), territori (no urbanitzat) i la seva activitat (agrícola ramadera), molt diferenciats del medi urbà, produeixen uns problemes ambientals específics, éssent necessària una gestió mediambiental modular i diferenciada a desenvolupar en dits municipis..

2.2.2. Problemàtica mediambiental en les zones rurals.

En un estudi sobre l'estat mediambiental dels municipis espanyols desenvolupat per la FEMP i el MOPU (1986) es detectà que en un 20% dels municipis havia problemes ambientals greus o molt greus. (10).

Els problemes més greus eren els de les aigües residuals, contaminació de platges, residus sòlids urbans i procedents de les activitats ramaderes.

L'impacte dels problemes ambientals citats no era igual a tot el territori i s'observà una certa correlació de

problemes segons la quantitat de la població dels municipis.

En els municipis de menys de 20.000 habitants els problemes ambientals més greus procedeixen de les activitats agrícoles i ramaderes, aigües residuals, residus, desertització...(Taula 2.3).

2.2.2.1. Municipis catalans.

La problemàtica mediambiental dels municipis de Catalunya és d'unes característiques similars a la mitjana espanyola, excepte en els aspectes de contaminació acústica i atmosfèrica, que són greus en un nombre més elevat en el cas dels municipis catalans (Taula 2.4).

2.3. - ACTIVITAT EN ZONES RURALS.

2.3.1. Introducció.

L'activitat principal que es desenvolupa en les zones rurals espanyoles es centra en el sector primari (agricultura i ramaderia). Per exemple, la província de Barcelona, en la qual es realitzen activitats molt centrades en el sector secundari i terciari, té més d'un 40% de municipis on la seva activitat principal és agrícola-ramadera i amb una població de menys de 20.000 habitants (12) (13).

Altres activitats que es troben implantades en zones rurals en menor proporció i molt localitzades geogràficament són les indústries agroalimentàries i el turisme.

L'agricultura i la ramaderia, bases del desenvolupament de la nostra civilització en els segles passats, han sofert una evolució ràpida amb la implantació de noves tecnologies que ha permès un augment dels rendiments (més producció per hectàrea i índex de transformació) i major control sobre els recursos, però al mateix temps ha ocasionat un impacte en l'entorn (degradació de l'aigua, aire i sòl).

La mecanització excessiva ha facilitat l'erosió del sòl, el reg incorrecte i la salinització. L'aplicació incontrolada de plaguicides químics ha permès l'acumulació de tòxics en la cadena tròfica. La indústria agroalimentària, la contaminació de les aigües. I els fertilitzants, l'eutrofització i salinització. Entre altres, aquests són els factors que han ocasionat un impacte ambiental directe en les zones rurals i una

incidència indirecta en el medi urbà.

Seguidament analitzarem les principals activitats que incideixen en el medi ambient dels municipis rurals, com indústria agroalimentària, agricultura i ramaderia.

2.4. - INDUSTRIA AGROALIMENTARIA.

2.4.1. Ubicació.

La majoria de les indústries agroalimentàries es troben ubicades en les zones rurals de les Comunitats Autònomes, on el sector agrari representa una part important en la seva economia (14).

De tots els estudis podem destacar que les indústries agroalimentàries de conserves vegetals es troben principalment a les Comunitats de Múrcia, València, Extremadura, Navarra i La Rioja; les d'olis a Andalusia; les vinícoles a Castella-La Manxa i a Catalunya i les de fruits secs a Balears, Andalusia, Múrcia, Catalunya i Aragón. (15)(16).

2.4.2. Característiques generals de les indústries agroalimentàries, relacionades amb el tipus de residu produït.

Com s'ha observat en l'apartat anterior, la major concentració d'aquest tipus d'indústria es troba en les zones rurals (16).

El funcionament en un gran nombre d'aquestes plantes és estacional (17) i existeix en tots els apartats del procés de fabricació un alt consum d'aigua, la qual cosa ocasiona que al voltant del 10% del producte inicial s'incorpora al aigua residual, principalment en la indústria transformadora de fruites i vegetals (18)(19).

Les característiques més significatives d'aquestes aigües residuals és que el seu contingut majoritari és orgànic, i és destacar que llurs components més usuals són: albúmina, hidrats de carboni, greixos, sals minerals i terra.

2.4.3. Residus agroalimentaris.

Les quantitats de residus agroalimentaris que es produeixen anualment són d'uns 5 milions de tones aproximadament, segons el Ministeri d'Agricultura i la FAO, lleugerament inferior als subministrats per altres fonts (20)(21).

Els residus procedents de la indústria agroalimentària es diferencien dels residus agraris en que són diluïts i que es troben molt concentrats geogràficament; aquest dos factors faciliten la instal·lació de plantes de depuració de tipus biològic i la reutilització posterior de part de l'aigua tractada i dels subproductes energètics (biogàs).

El manteniment d'aquestes plantes és més fàcil que el de les que tracten aigües residuals agrícoles i ramaderes, ja que la indústria disposa d'una infraestructura tècnica i recursos humans més qualificats.

2.4.3.1. Volum de residus en funció del tipus d'indústria agroalimentària.

Es disposa de poca informació exacta sobre la disponibilitat de residus de les indústries agroalimentàries espanyoles.

La producció aproximada de residus en diferents sectors de la indústria agroalimentària no és homogènia. Els sectors làctic, sucrer, càrnic, cerveser i vinícola són els màxims generadors de residus.

2.4.3.2. Procedència dels residus - Aigües residuals.

La procedència de les aigües residuals d'una indústria agroalimentària (18)(22) pot desglosar-se en els següents apartats: a) Domèstica. b) Neteja. c) Serveis. d) Procés.

Aquesta última és la generada en la transformació dels productes agrícoles, com és la procedent de l'extracció de suc, colada de destil·lació, aigües mares, recuperació, purgues.

El coneixement de la seva procedència és de vital importància per a l'estudi de la seva recirculació, tipus de tractament, parcial o total, i la seva possible minimització (23).

2.4.3.3. Contaminació orgànica dels residus en funció del tipus d'indústria.

A partir del volum total de residus produïts en cada indústria agroalimentària i el seu grau de contaminació expressat en D.B.O., s'ha estimat la càrrega contaminant anual ocasionada per aquest tipus d'indústries.

Les indústries agroalimentàries que produeixen les aigües residuals més concentrades són les extractores d'olis, fàbriques de llevats i alcohols, amb valors superiors a 10

g DBO5/l. Aquest factor de concentració és important a l'hora de seleccionar el tipus de tractament a aplicar.

L'estimació de la càrrega contaminant mitjana anual per a les cinc indústries agroalimentàries més contaminants expressat en Tones de DBO5/any és la següent: 41.000 per les indústries d'oli; 30.000 per les alcoholerres; 25.010 per les càrniques; 16.380 per les sucreres i 13.545 per les cerveseres (19)(24).

2.4.4. - Impacte ambiental.

L'impacte ambiental de les aigües residuals en les lleres receptores dependrà de la intermitència de cada abocament, de la seva naturalesa, així com del seu cabal i temperatura.

Els possibles impactes que ocasionen es poden desglossar en físics, químics i biològics (19).

Els impactes físics més freqüents són els abocaments de residus a altes temperatures que ocasiona l'elevació en la temperatura de les lleres, amb la consegüent disminució de l'oxigen dissolt. Els sòlids en suspensió sedimentables presents en les aigües residuals ocasionen la impermeabilitat de les lleres i això dificulta la filtració i, al mateix temps, facilita les fermentacions anaeròbies, ocasionant la disminució de l'oxigen dissolt i, per tant, la mortalitat de peixos i altres éssers vius. Altres efectes físics remarcables són la terbolesa i reducció de la llum ocasionada pels sòlids en suspensió.

Des del punt de vista de l'impacte químic, podem destacar la interacció de diferents compostos i la seva fermentació que ocasionen una disminució de l'oxigen dissolt, la variació i principalment els descens del pH, que condueix a l'eliminació dels éssers vius i a l'augment de la conductivitat (19).

La contaminació biològica procedent de l'abocament d'aquestes aigües residuals es tradueix en un possible increment de patògens en el medi.

2.5. - AGRICULTURA INTENSIVA.

A Espanya l'aplicació massiva de productes fitosanitaris i fertilitzants i el reg en grans superfícies agrícoles acompanyat de mecanització de les feines agrícoles en un gran nombre de municipis, principalment els del litoral espanyol des d'Huelva fins a Girona, ha permès l'obtenció d'altres cotes de rendibilitat econòmica i afavorir un

desenvolupament social de dits municipis. Aquesta situació és pot veure avortada per la sobreexplotació dels recursos locals que s'estan utilitzant (21).

En el món les necessitats d'aliment creixen un 3,7% anual fins l'any 2000 i la producció s'incrementa un 2,7%. Els increments de la producció agrícola, segons estudi de la FAO procediran de la utilització de noves terres en un 28% i el 72% restant de la utilització eficaç de fertilitzants, productes fitosanitaris i noves tècniques de cultiu.

La tendència europea és el manteniment de la producció agrícola mitjançant l'aplicació de tècniques de cultiu de menys cost amb una disminució de l'impacte ambiental d'aquesta activitat. (Cultius energètics).

2.5.1. Reg.

El reg ha estat i es mantindrà en la dècada dels noranta com l'activitat de major utilització de l'aigua en el món. En canvi el consum d'aigua en la indústria i en la mineria augmenta progressivament i té el doble de tasa de creixement anual. Del 26% de 1967 es preveu passar al 46% del consum mundial (25).

Les fonts d'aportació d'aigua al reg poden ser subterrànies, superficials i residuals. A Espanya la superfície de reg en quinze anys s'ha incrementat un 30% (26).

2.5.1.1. Aigües subterrànies.

L'explotació intensiva dels aqüífers de moltes zones rurals està ocasionant un greu impacte ambiental en incrementar-se els nivells de sals, l'assecament de zones naturals (per exemple, a les "Tablas de Daimiel" on en incrementar-se el reg amb els recursos hídrics que alimentaven el parc s'ha ocasionat el seu assecament parcial i la destrucció d'una ampla zona de turberes, i desaparició d'ecosistemes associats).

Altre impacte de la sobreexplotació dels aqüífers és el cost econòmic i energètic indirecte en ésser necessària la implantació d'equips de bombeig més potents i altament consumidors d'energia.

2.5.1.2. Aigües superficials.

La construcció d'embassaments reguladors ha ocasionat la pèrdua d'amples superfícies agrícoles, impacte en la flora



i fauna dels rius i importants canvis paisagístics.

2.5.1.3. Aigües residuals depurades.

La utilització d'aigües residuals depurades per al reg, permet disposar dels recursos hidràulics locals per a altres aplicacions de major prioritat (seguretat en l'abastament, població, serveis...), disminuir el seu impacte en les lleres i aqüífers (menor eutrofització, millora organolèptica de les aigües, disminució dels problemes sanitaris) i recuperar nutrients (les aigües residuals tenen un valor de 2 pessetes/m³ de mitjana en funció dels nutrients que disposen) recarregant a la vegada els aqüífers (27).

Tots aquests aspectes positius vindran condicionats per la idoneïtat d'aquestes aigües amb un alt o baix contingut de metalls pesats i compostos tòxics, si s'aboquen les aigües residuals urbanes aigües procedents de processos industrials, pel tipus de sòl i cultius (millor si s'utilitzen per al reg d'activitats lúdiques com camps de golf, parcs, cultius de consum no directe).

La utilització de les aigües residuals per al reg es troba regularitzada en molts països europeus i a Espanya es troba en fase de normalització (Veure Annex 3).

2.5.2. Productes fitosanitaris.

2.5.2.1. Impacte ambiental dels plaguicides.

Es coneix l'impacte ambiental dels productes fitosanitaris a curt termini i estan encara en fase d'estudi les conseqüències de la seva aplicació a mitjà i a llarg termini (28).

Els productes fitosanitaris, mitjançant les seves característiques estructurals químiques, actuen front a les males herbes i insectes, però a la vegada aquests productes causen accions no desitjades en altres éssers vius (mitjançant la seva incorporació per l'aigua o greixos). Altres problemes ambientals procedeixen dels metabolits o productes de degradació procedents de l'oxidació dels productes fitosanitaris.

La poca biodegradabilitat d'aquests productes ocasionen una acumulació residual que pot afectar l'entorn pròxim i el llunyà. Un exemple de l'impacte llunyà d'aquests productes és la detecció de DDT en el fetge de les foques de la Mar del Nord.

El desenvolupament de la resistència a aquests productes

és causa de l'increment de les dosis i la utilització de productes més agressius, amb el consegüent increment dels riscos per al medi.

L'augment d'impactes locals, derivats de la seva toxicitat específica, està ocasionant l'eliminació d'éssers vius beneficiaris.

A més a més de l'impacte sobre animals i plantes, aquests també pot incidir directament en l'home mitjançant la inhalació o dèrmicament, produint un gran nombre d'efectes perniciosos per a la salut (compostos tòxics clorats, organoclorats, carbonatats, sals, òxids, etc.) Aquests problemes per a la salut poden tenir una repercussió econòmica negativa indirecta per a un gran nombre de municipis rurals espanyols, a causa de les barreres sanitàries-comercials d'altres estats europeus després de 1993, ja que encara que no existiran les barreres protectores econòmiques no s'admetran determinades collites segons la concentració de residus plaguicides.

2.5.3. Fertilitzants

2.5.3.1. Evolució i situació actual.

En totes les zones rurals d'Espanya s'ha produït un increment generalitzat de l'ús de fertilitzants inorgànics des de 1960, d'unes 700.000 Tm/any fins més de 2.000.000 actualment -principalment en 14 províncies consumeixen actualment el 60% del total de fertilitzants, i 30 províncies monopolitzen el 90%.

En 30 anys les tones de derivats de nitrogen consumits s'han multiplicat per cinc, les de fòsfor per dos i les de potassi per sis (Taula 2.5) (29).

En grans zones s'estan aplicant quantitats inadequades i excessives per un conjunt de pressions d'ordre econòmic, comercial, tècnic i social.

Des del punt de vista econòmic, principalment en cultius intensius, el cost dels fertilitzants que no és el factor principal sobre el cost total i els agricultors els apliquen amb el concepte "que per excès no és perjudicial".

La gran disponibilitat d'adobs orgànics (granges, compost de residus sòlids urbans..) ocasiona, per falta de regulació, una aplicació incontrolada en els camps.

Un altre factor és de tipus comercial; és l'aplicació generalitzada d'adobs complexes moltes vegades no adaptats

a les necessitats locals del sòl.

En un gran nombre d'explotacions no es realitzen anàlisis sistemàtiques del sòl i de les fulles. (30)

2.5.3.2. Impacte ambiental dels fertilitzants.

La utilització massiva de fertilitzants està ocasionant un increment mitjà anual de 2 a 4 mg de nitrats de les aigües d'abastament tant en les zones rurals com urbanes.

L'impacte ambiental dels fertilitzants procedeix de l'acumulació de nitrats i derivats del fòsfor en les aigües, que ocasiona problema d'eutrofització, amb el consegüent impacte en la fauna i flora de les aigües (30).

Un altre problema d'ordre sanitari és l'increment de nitrats en les aigües d'abastament, que segons R.D. 1138/1990 del 14 de setembre han de tenir menys o igual a 50 mg/l de nitrats. Els nitrats i principalment els nitrits tenen efectes perillosos per a la salut humana i produeixen enfermetats com la metahemoglobinèmia i l'augment del risc de patir càncer.

La presència de nitrats en les aigües superficials és inferior a 40 mg/l nitrats en molts rius espanyols (30). Les dades són inferiors a nivells permissibles, però, s'ha de tenir present que donada la interrelació entre les aigües superficials i subterrànies aquest problema pot ser més greu.

L'acumulació de nitrats procedents d'activitats agrícoles és important en els aqüífers espanyols com és l'exemple de la conca de l'Ebre (0 a 300 mg/l nitrats) en la qual s'observa que són l'aport majoritari. Aquests nivells alts de nitrats presents en els aqüífers és greu donat que un percentatge elevat de les aigües d'abastament municipal són subterrànies en les zones rurals espanyoles.

2.5.4. Altres activitats agrícoles.

2.5.4.1. Plàstics en l'agricultura.

Grans superfícies d'hivernacles estan cobertes de plàstics d'una o dos temporades i en sols un reduït nombre són de vidre, policarbonats o plàstics de gran resistència.

Els canvis de plàstics es realitzen normalment dues vegades a l'any, de juny a agost i de febrer a març, segons les zones.

L'impacte ambiental és paisatgístic i produeixen gasos tòxics quan són eliminats per incineració en els propis camps.

Una de les recomanacions és el reciclatge per les pròpies subministradores dels plàstics de temporada i evitar mitjançant la seva recol·lecció la seva dispersió pel medi. En el sud d'Espanya s'ha estudiat tot un programa de reciclatge de plàstics agrícoles.

2.5.4.2. Construccions rurals.

L'increment del nombre de construccions agrícoles, ramaderes i habitatges, i la utilització en la seva construcció de noves tècniques i materials, sense considerar els aspectes estètics locals, està ocasionant un impacte paisatgístic important.

Per tal de disminuir aquesta degradació del paisatge, una de les accions a desenvolupar pels municipis en el moment de la concessió de les llicències d'obra és que els projectes incorporin la utilització de materials autòctons que tinguin present l'entorn (densitat de vegetació, color del paisatge, qualitat...) i la seva harmonització amb antigues construccions (color...).

2.5.4.3. Retolacions.

L'expansió de nous conreus està ocasionant en determinades zones l'eliminació de la vegetació autòctona.

L'impacte ambiental que ocasioni dependrà de les condicions on es realitzi l'actuació (pendent, pluja, temperatura, sòls...). La degradació del medi afectarà principalment a l'erosió del sòl, perills d'inundacions i despreniments, desaparició de la flora i fauna autòctona i possibles alteracions climàtiques en funció de la superfície de retolacions (32).

L'Administració, en el moment de la concessió del permís d'activitat, ha d'obligar a incorporar al projecte un estudi d'impacte, segons la superfície afectada del municipi i en superfícies menors, la no eliminació de la vegetació extreta i l'aplicació de tasques del camp que no facilitin l'erosió o les inundacions que afectin a la població del municipi.

2.6. - RAMADERIA

2.6.1. Aspectes generals.

Quan la ramaderia estava integrada a l'agricultura, la

producció de residus ramaders no eren cap problema, ja que representava una font d'ingressos en ser utilitzats directament com adob. El cens d'animals excloent la ramaderia menor queda expressat en la Taula 2.6 (29).

La província de Barcelona és la segona en major nombre de caps de bestiar porcí del territori espanyol.

La producció total anual de residus ramaders en les diferents espècies queda reflectida a la Taula 27 (33).

La província de Barcelona produeix el 10% de residus ramaders de bestiar porcí d'Espanya.

2.6.2. Ramaderia porcina.

En el sector ramader el cas més greu d'impacte ambiental és ocasionat per la ramaderia porcina, que serà estudiat seguidament de forma monogràfica.

En Europa i, concretament a Espanya, s'ha observat un increment en el consum de productes derivats del porc; pel que fa referència a l'aportació de la seva carn a la dieta europea ha augmentat aproximadament un quilo per any des de la meitat dels anys setanta, el que ha representat un canvi ràpid en les estructures d'aquest sector i s'observa un augment en l'especialització de tots els processos tals com els de producció, matança i transformació.

Aquests canvis en els processos de producció ha ocasionat un increment del nombre d'explotacions ramaderes intensives de dimensions cada cop més grans, però amb un nombre més reduït de treballadors per granja; això ha comportat l'adopció de sistemes de maneig de residus en forma líquida per reduir el temps invertit en el transport, emmagatzematge i altres operacions.

El desenvolupament del sector porcí s'ha concentrat en municipis de Lleida, Barcelona, Segòvia, Osca, Múrcia...; en el cas de Catalunya als municipis de les comarques del Segrià, Urgell, Noguera, Osona, la qual cosa ha comportat greus problemes ambientals.

La contaminació per purins de porc que es pot desglossar en el medi aquós, sòl i aire, ha estat ocasionada per la ubicació inadequada de les granges prop de nuclis de població, deficiències en el transport i en l'aplicació incontrolada en els camps de cultiu, entre altres.

2.6.3. Impacte ambiental.

2.6.3.1. Contaminació de l'aire.

La contaminació del medi atmosfèric ocasionat per les explotacions ramaderes porcines procedeix de la fàcil difusió de les olors procedents de la ventilació de les naus, dels aerosols generats per una aplicació inadequada dels purins de porc en els cultius i pel seu transport.

Aquesta problemàtica ambiental ja està recollida en el Decret 833/1975 del 6 de febrer sobre protecció del medi ambient, en el seu annex II, que qualifica les explotacions ramaderes porcines de més de mil caps com potencialment contaminants de l'atmosfera i tipificades en el primer grup.

Les olors desagradables procedents de la ventilació de les naus tenen el seu origen en una fermentació incontrolada dels residus acumulats, són molt molestes, principalment als mesos d'estiu. Per reduir aquestes olors és important aconseguir la reducció del temps de permanència dels residus en les naus i, en cas que no sigui possible, és preferible que el tipus de fermentació en les naus sigui anaeròbia, ja que és més lenta que l'aeròbia. Els sistemes de purificació de l'aire són molt cars i, per tant, difícils d'aplicar (34).

Pel que fa a les males olors registrades als camps de cultiu adobats amb purins de porc, depenen de si s'ha realitzat o no algun tipus de tractament previ i de la forma d'aplicació.

En un test realitzat a la R. F. Alemanya d'uns camps, dels quals un va ser adobat amb purins de porc no tractats i l'altre amb uns tractats aeròbicament, es constatà que en el primer, a les 5 hores es detectaven males olors a 500 metres del camp a diferència de l'últim que únicament es detectaven lleugeres olors a 50 metres.

Els tractaments més idonis per disminuir les olors són els aerobis, amb o sense separació sòlida i líquida, i els anaerobis. Aquests últims resulten més prometedors ja que a més de disminuir les olors no es detecten pèrdues de nitrogen, tot aportant energia en forma de biogàs a diferència dels aerobis que necessiten 36 Kw.h per porc i any.

Si no és possible realitzar un tractament previ de desodorització, és recomanable aplicar els residus mitjançant la seva injecció en el camp de cultiu.

2.6.3.2. Contaminació del sòl.

L'abocament controlat del purí generat en les explotacions ramaderes és la millor simbiosi granja-camp sempre que la planta pugui assimilar els nutrients presents; en aquest tipus de residus això es possible mitjançant la seva adequada aplicació en determinats períodes de l'any i amb unes quantitats en funció de les característiques del residu i del tipus de cultiu a adobar (34) (30).

Quan l'aplicació dels purins es realitzada de forma descontrolada i en excés té les següents conseqüències en el medi:.

a) Disminució de la producció agronòmica. En una experiència realitzada en el municipi d'Almena (Lleida) s'utilitzà com adob el purí de porc en dosis de 0 fins 110 m³/Ha.any i adobs inorgànics per al cultiu d'ordi, i es detectà una disminució de la producció del camp a partir de la aplicació de purins superior a 50 m³/Ha.any (30).

b) Fitotoxicitat del camp ocasionada per l'adob massiu en els sòls àcids, amb purins de porcs rics en coure (dieta fins ara per animal 200 mg coure/Kg ramat), que serà patent a mig i llarg termini de 15 a 20 anys.

c) Pèrdua de nutrients. L'abocament de purins en períodes no actius de les plantes, principalment a l'hivern, ocasiona greus pèrdues de nitrogen per evaporació en forma d'amoniac o per lixiviació dels nitrats i nítrits generats, que comporta una contaminació de les aigües superficials i de les subterrànies.

Les diferents normatives en els països europeus recomanen una dosi màxima de purí expressada entre 20 i 40 porcs/Ha. A Catalunya existeix una certa dificultat de compliment, ja que un nombre elevat d'explotacions intensives (30% del total de porcs) no disposa de cultius suficients per a l'abocament de tots els residus generats (Plànol 5.2) i per tant, depenen de les explotacions agrícoles del seu entorn per absorbir aquests excedents i no contaminar el medi; això és més greu en zones de gran densitat ramadera on la relació ramaderia-agricultura es troba molt desequilibrada.

Part dels problemes esmentats es poden solucionar mitjançant un emmagatzematge controlat i una aplicació del purí a la primavera i a la tardor, període de màxima assimilació de nutrients per part dels conreus (35).

2.6.3.3. Contaminació de l'aigua.

La contaminació de les aigües subterrànies i superficials

per part dels purins de porc procedeix de l'emmagatz en dipòsits inadequats, adobat dels camps en è inadequades per al cultiu, principalment durant l'hi encara més greu en èpoques de gelades i de p transports deficients i per mitjà de la lix d'aquestes aigües residuals (36).

La matèria orgànica present en aquests residus sol és un perill contaminant (i més en un país com el no on existeix deficiència de matèria orgànica en els de cultiu), quan el purí es abocat directament a un a un llac.

Els elements potencialment contaminants quan el s'aplica incontroladament són el nitrogen i el fòsfor que són els que ocasionen a curt termini l'eutrofitz de les aigües.

El nitrogen és un dels mes importants macronutrients ocasionen l'eutrofització. Procedeix de l'aplic inadequada del purí durant l'hivern en camps de f pendent, per la seva infiltració en el sòl facilitada les pluges.

El fòsfor està present en el purí de forma inorgànica, part de la qual procedeix dels detergents utilitzats en neteja de les naus; el percentatge de fòsfor de neteja més important en els residus de vaca.

El 10% del fòsfor present a les aigües és de procedèn agrícola.

Per reduir la contaminació de les aigües és de destacar construcció de dipòsits amb uns mínims de qualita l'aplicació racional del purí com adob en els camps i disminució dels volums d'aigua de neteja i dels detergen fosfatats (35).

Actualment, donat el gran nombre d'explotacions intensive i l'ús massiu d'adobs inorgànics s'estan ocasionant greu problemes sanitaris de contaminació del medi rural degut a l'emmagatzematge incontrolat en les explotacions en se aplicats de forma incontrolada com adobs en quantitat excessives en el camp o abocats directament als rius rierols. S'han detectat abocament de dejeccions d'animals a les conques dels rius i rierols, sobre tot en dies de pluja.

2.7. - DIGESTIO ANAEROBIA.

2.7.1. Antecedents.

La digestió anaeròbia és un dels mecanismes més comuns utilitzats per la naturalesa per degradar la matèria orgànica.

L'interès científic de la digestió anaeròbia amb finalitat energètica data de l'any 1776, quan Volta identifica la relació que té la descomposició de la matèria orgànica en un medi sense oxigen amb la producció de gas, el qual va ésser definit com "gas dels pantans".

Estudis posteriors van donar com a resultat la realització de les primeres instal·lacions de digestió anaeròbia, una de les quals fou la construïda a Bombay (Índia) a principis de segle.

Actualment els problemes de contaminació ocasionats per les explotacions ramaderes intensives, així com el constant increment de la seva partida energètica -consum més gran i augment continu dels preus dels productes energètics- obliga a estudiar sistemes de depuració que no encareixin els costos globals d'aquestes explotacions i que, al mateix temps, tinguin un gran poder depurador amb un senzill disseny, fàcil manteniment i un estalvi d'energia.

Un dels sistemes de depuració més idoni, enfront als sistemes aerobis i d'emmagatzematge emprats en les explotacions agràries, és la digestió anaeròbia, que combina DEPURACIO-PRODUCCIO. En primer lloc s'eliminen les olors desagradables, els gèrmens patògens en funció de la temperatura de digestió i disminueix la demanda química d'oxigen (DQO) en substracte digerit; en segon lloc s'obté una font d'energia en forma de gas (biogàs) i un residu tractat equilibrat, apte per ésser utilitzat en l'agricultura. (Taula 2.8) (14).

2.7.2. Aspectes microbiològics i bioquímics.

La conversió biològica de la matèria orgànica en metà és portada a terme per poblacions bacterianes molt diverses que operen a diferents nivells tròfics. El metà obtingut és bioquímicament inert en condicions anaeròbies i en absència d'acceptors d'electrons, la qual cosa assegura la continuïtat de la composició orgànica. (36)

El procés de digestió anaeròbia s'ha dividit clàssicament en tres etapes: en la primera, els polímers orgànics són hidrolitzats a molècules senzilles i solubles, que són

fermentades a àcids orgànics, etanol, amoniac i mesclades d'hidrogen i diòxid de carboni. Durant l'acetogènesi es metabolitzen els productes de l'etapa hidrolítica-fermentativa i es forma acetat. Aquestes reaccions bioquímiques són endergòniques i, per tant, termodinàmicament desfavorables. Malgrat tot, a causa de pressions parcials d'hidrogen molt baixes, són factibles i la variació de l'energia lliure és suficient per permetre la síntesi d'ATP i el creixement de les bacteries. En el cas de propionat, es fa notar que l'esmentada pressió parcial és molt inferior a la corresponent als altres metabolits, la qual cosa explica que l'àcid propiònic és el primer en acumular-se en cas de desestabilització d'un digestor anaerobi (Figura 2.1).

Una altra via mitjançant la qual es forma acetat és l'anomenada homoacetogènesi, en la qual es forma com a únic metabòlit a partir de la fermentació de sucres o a partir de la mescla H₂/CO₂.

La metanogènesi es produeix a partir de l'acetat (per descarboxilació) i de la mescla H₂/CO₂ (per reducció) o de metilamines. S'ha descrit fins ara més de 20 espècies metanogèniques que tenen unes característiques peculiars, entre elles l'existència d'una sèrie de factors o coenzims, molts dels quals tenen la propietat de fluorescència, que pot permetre la seva identificació. Es destaca la importància de la possible competició entre microorganismes sulfatoreductors i els metanogènics, ja que la reducció de sulfat és molt més favorable termodinàmicament que la metanització. Per tant, en medis rics en sulfat, aquesta última es pot veure fortament inhibida (37).

2.7.3. Influència dels paràmetres d'operació.

2.7.3.1. Temperatura.

Es un dels paràmetres més importants. Es poden distingir tres intervals de temperatura, en els quals poden treballar els microorganismes anaerobis:

psicròfil: 5 a 25 C.
mesòfil: 25 a 45 C.
termòfil: 45 a 70 C.

El primer interval ha estat relativament poc estudiat fins ara. No obstant, existeix actualment un interès creixent pels processos de tractament anaerobis a baixes temperatures per les aigües residuals d'origen ramader o urbà.

El tractament de les aigües residuals de la indústria agroalimentària es porta a terme normalment en els òptims mesòfils o termòfils (35 i 55 C, respectivament)

2.7.3.2. pH.

El valor òptim segons els diferents microorganismes és:

hidrolítics: entre 7,2 i 7,4
àcetogènics: 7,2
metanogènics: entre 6,0 i 8,0

Segons les espècies, la seva activitat pot ésser afectada considerablement pel pH, per la qual cosa és desitjable que l'operació es porti a terme el més a prop possible del pH neutre.

2.7.3.3. Nutrients.

No són normalment inhibidors, ja que el contingut en carboni, nitrògen, fòsfor o potassi, etc., així com la proporció entre ells, solen ésser adequats. La relació C/N/P que es considera òptima en aquest cas és de l'ordre de 150/5/1. En el cas d'excés de nitrògen (exemple: en alguns excrements animals), aquest es pot acumular en forma d'amoniac, que pot arribar a nivells tòxics per als bacteris.

2.7.3.4. Factors inhibidors-estimuladors.

Les baixes concentracions de metalls alcalins i alcalinoterris tenen un efecte estimulador. En canvi, a altes concentracions pode ésser altament inhibidors. Malgrat això, el límit entre aquests no està encara ben definit, i depèn de la temperatura del procés.

Alguns metalls pesats, com el níquel i el ferro, són necessaris per al creixement dels bacteris anaeròbis. No obstant, concentracions relativament baixes d'alguns d'ells, com el zinc i el coure, poden inhibir-se fortament de la metanització. Aquest efecte es pot combatre afegint quantitats moderades de sulfurs que els precipiten, excepte en el cas del crom que forma una sal soluble (38).

Finalment, s'ha d'evitar la presència de determinats dissolvents orgànics, pesticides, antibiòtics i detergents en les aigües a tractar per via anaeròbia, ja que poden inhibir l'activitat metanogènica.

2.7.4. Aspectes tecnològics.

La tecnologia utilitzada als digestors ve condicionada principalment per les característiques físico-químiques del substrat a digerir.

S'han realitzat estudis de desenvolupament bacterià amb diferents suports (plàstic, vidre tractat amb àcid, barreges d'argila). S'ha observat que el suport d'argila és un dels més interessants, atesa la seva porositat i pel seu contingut en ferro, que estimula el creixement bacterià metanogènic (39).

Els substrats que han estat tractats amb aquest digestor són principalment residus industrials (40) i ramaders (41).

D'acord amb això, es poden agrupar els diferents tipus de digestors segons s'apliquin substàncies sòlides, pastoses o líquides.

2.7.4.1. Residus sòlids (menys del 85% d'humitat).

En aquest grup es troben inclosos els excrements de vaca, conill, gallina amb o sense residus agraris (palla, encenalls de fusta ...) que a causa del seu estat sòlid impedeixen la utilització de reactors de càrrega continua, ja sigui mitjançant decantació natural o mitjançant la utilització de bombes. Per tant, les úniques alternatives són els digestors discontinus o de dues fases, o la seva dilució a pastosos o líquids.

2.7.4.2. Residus pastosos (humitat entre 88 i 96%).

Es el purí de porc. Els digestors inclosos en aquest grup són d'alimentació contínua. El desenvolupament tecnològic d'aquestes instal·lacions s'ha realitzat tant als països industrialitzats com als subdesenvolupats.

2.7.4.3. Residus líquids (humitat superior al 97%).

La procedència d'aquests residus és urbana, agroalimentària o de residus ramaders líquids tamisats, que requereixen digestors més sofisticats. Per tant, són els digestors de filtre i els de pel·lícula els més usats al sector ramader porcí (42).

2.7.5. Digestors. Tipus i característiques.

2.7.5.1. Introducció.

Segons el sistema de càrrega i l'estat de la biomassa bacteriana dins del digestor s'obté la següent classificació de tipus de digestors (Taula 2.9).

2.7.5.2. Digestor discontinu.

El procés consisteix en abocar de cop tota la biomassa a digerir dins del digestor, tot inoculant-la amb un residu procedent d'una digestió anterior rica en població bacteriana amb la finalitat d'arrencar més ràpidament la fermentació (Figura 2.2).

Els tipus de residus més aplicats en aquest procés, són els sòlids agrícoles o els ramaders (43) (44) (45).

El sistema té una sèrie d'avantatges respecte dels tractaments en continu, les quals són:

- a) Minimitzar les necessitats de maneig i pretractament dels residus.
- b) Disseny senzill.
- c) Manteniment econòmic.
- d) Baixes necessitats tèrmiques en el manteniment del digestor.
- e) Tractament de diferents tipus de residus orgànics.
- f) Idoneïtat per aplicar a explotacions petites i mitjanes.

Els problemes més greus que presenta aquest sistema són:

- a) Una producció de gas no constant i amb una composició diferent.
- b) Problemes mecànics en la càrrega i descàrrega, així com en l'estancament dels digestors.
- c) Difícil d'aplicar a les grans explotacions (46).

Els primer estudis científics d'aquests digestors van ser realitzats a Algèria per Ducellier i Isman. Posteriorment Ch. Mariaux i diferents grups de l'INRA han continuat els estudis dins d'aquesta àrea. El major nombre d'instal·lacions d'aquest tipus existents a Europa es troben localitzats a França (43).

2.7.5.3. Estany anaerobi.

Aquest sistema consisteix en un dipòsit que té la coberta del digestor oberta a l'aire lliure (Figura 2.3). La

profunditat del dipòsit de fermentació és superior a tres metres per tal de facilitar les condicions anaeròbies. La finalitat d'aquest sistema és depurar, ja que el gas produït no és recollit ni emmagatzemat.

2.7.5.4. Digestor semi-continu.

Aquests digestors tenen les següents característiques: la construcció es realitza amb materials autòctons, sense aïllament, volum petit, no hi ha calefacció, ni agitació i la càrrega es realitza de forma semi-continu.

Aquest grup de digestors es realitzen les experiències a l'Índia (projecte Gobar), Xina i Taiwan (47).

El digestor indi (48) té una forma cilíndrica construïda amb totxanes, amb una paret interior que el divideix en dos, unes canonades de càrrega i descàrrega que arriben fins al fons dels digestor i amb una coberta de gasòmetres de placa de ferro. La instal·lació està enterrada (Figura 2.4).

El volum del digestor és d'uns dos metres cúbics. Els residus tractats en la digestió són excrements de vaca i humans amb un temps de permanència dins del digestor d'uns 55 dies. Els problemes més greus són la corrosió de la campana, les pèrdues de calor i la forma del digestor, que té més profunditat que amplada, la qual cosa dificulta els flux del substrat i es produeix una estratificació.

El digestor xinès (49) té una forma cilíndrica que ha estat construïda amb un nombre molt variat de materials pedres, maons, formigó... (Figura 2.5).

El volum és normalment de 5 a 10 m³ i pot arribar fins a 60 m³. Els elements mòbils existents en el digestor indi han estat eliminats, s'ha obtingut la pressió del gas mitjançant la fossa de descàrrega. El gas produït és utilitzat directament en les explotacions agrícoles i l'efluent és aplicat com a fertilitzant. Els problemes que té són d'estanqueïtat i de construcció.

Els digestors de Taiwan (50) són aplicats en explotacions porcines amb un nombre superior a 20 unitats. Aquest són molt semblants als indis; les úniques diferències interessants són: la coberta de plàstic i l'aplicació de l'efluent en cultius aquàtics de microalgues.

El cost d'aquests digestors és reduït. Per tal d'obtenir un òptim funcionament és necessari un mínim manteniment per part de l'explotador agrícola.

2.7.5.5. Digestors de mescla completa.

Es el tipus de digestor més utilitzat, tant en plantes pilot com industrials, per al tractament de residus líquids de procedència ramadera, industrial i urbana. El digestor és carregat diàriament, en alguns casos cada dos o tres dies, i en menor nombre de forma continuada (Figura 26). El substrat dins el digestor és homogenitzat per mitjà de diferents tipus d'agitació mecànica i pneumàtica. El temps de retenció hidràulica es troba entre 10 i 30 dies, encara que existeixin experiències en temps inferior a 5 dies. Les temperatures de treball normalment emprades al digestor estan entre 25 i 35 C (mesofíl), però existeix un nombre reduït d'experiències en psicròfil (15-25 C) i termòfil (45-65 C).

L'efluent depurat té la següent composició: substància digerida, substància fresca i una fracció de població bacteriana activa. Això és produït per l'homogenització interior del digestor i perquè el temps de retenció hidràulic és igual al temps de retenció de la biomasa bacteriana.

El volum dels digestors és molt variat, des de 10 m³ fins a 354.950 m³ a Achere (París) (51).

Els materials de construcció i funcionament del digestor són molt diferents vist el gran nombre d'experiències realitzades en aquest camp.

2.7.5.6. Digestor de flux de pistó.

Consisteix en un flux horitzontal de les substàncies dins del digestor per mitjà d'agitació mecànica lateral (52) d'injecció (Figura 2.7)

Segons Hawkes (53), si el funcionament del flux pistó fos perfecte, no es produiria mai gas, ja que les bactèries serien desplaçades. En la realitat això no passa perquè els components sòlids i líquids de les substàncies a digerir es comporten de diferent manera. Els sòlids es desplacen de forma seqüencial a diferència dels líquids que es mesclen ràpidament.

El nombre d'experiències amb aquest digestor ha estat important tant als països occidentals (USA) com als asiàtics (Taiwan).

Els aspectes positius d'aquest sistema són poder tractar substàncies amb elevada concentració de sòlids en suspensió, i baix cost de construcció i manteniment d'aquestes instal·lacions.

Contràriament hem de dir que existeixen inconvenients produïts per les incrustacions dins el digestor -agitació deficient- i que el volum del digestor és limitat a no més de 1.000 m³.

2.7.5.7. Digestor de contacte.

Consisteix en la separació i recirculació de llots existents a l'efluent d'un digestor de mescla, per mitjà d'un decantador sòlid-líquid (Figura 2.8).

Aquest procés evita les pèrdues de biomassa bacteriana, ja que el temps de retenció del sòlid bacterià és superior a l'hidràulic.

L'eficàcia del procés és superior a la del digestor de mescla. El punt més conflictiu del procés és la decantació i reciclatge dels llots (54).

Els sistemes utilitzats en el procés per tal de facilitar la decantació són la desgasificació, el tractament tèrmic i el químic. Les instal·lacions d'aquest tipus són les més emprades per al tractament de residus agroalimentaris industrial a Europa (55).

2.7.5.8. Digestor de filtre.

Es un digestor que està reblit de material compacte i fixe, en el qual els microorganismes poden quedar adherits, incrementant-se la població bacteriana anaeròbia estricta i facultativa. Els materials emprats són closques de molusc, plàstic, pedres calcàries i granítiques (56)(57). La superfície específica dels suports és de 100 a 200 m²/m³.

L'efluent normalment utilitzat procedeix de la indústria agroalimentària, el qual es diluït i sense materials en suspensió per tal d'eliminar problemes de colmatació. S'han realitzat algunes experiències amb purins de porc. (58).

El flux dins el digestor és ascendent i descendent (Figura 2.9), la qual cosa permet una retenció més important de les partícules no solubles que sedimenten.

El procés bacterià és lent (ja que solament un nombre reduït de bactèries anaeròbies té la propietat d'adherència (59)), però quan el digestor es troba a règim és molt estable i resistent als agents tòxics i als antibiòtics, ja que les bactèries dels intersticis disposen d'un microclima protector. Els problemes més

greus que presenta aquest sistema són els de colmatació, taponament i camins preferencials dins del digestor.

Aquesta tecnologia ja es troba en fase industrial per al tractament de residus industrials i en fase d'experimentació pels ramaders.

2.7.5.9. Digestor de llit de llots (UASB).

Aquest digestor està basat en l'increment de la població bacteriana dins del digestor mitjançant la floculació i coagulació de determinats tipus de fang, sense aplicar cap tipus de suport fix o mòbil (Figura 2.10).

L'influent que circula té un flux ascendent del fermentador per tal de facilitar l'homogenització del digestor. El digestor està acompanyat de separadors de fase líquida, floculs i gas. D'aquesta manera es mantenen els floculs en la part inferior del digestor (60).

Els residus emprats són de procedència agroalimentària: indústries transformadores de la patata, sucres, destil·ladores; també són emprats en indústries que treballen amb pasta de paper.

Els problemes que presenta aquesta tecnologia són:

- a) Si el bombatge és ràpid, existeix el perill de trencar les unions bactèria-flòcul.
- b) La formació de camins preferencials.
- c) Si les substàncies a tractar contenen partícules en suspensió poden interferir en la formació d'aglomerats.

2.7.5.10. Digestor de llit fluiditzat.

El suport emprat en aquests casos és inert i no fixe. Els materials utilitzats són grans de sorra, grànuls de plàstic, carbó activat i altres (61).

La superfície específica per unitat de volum és de 1.000 a 4.000 m²/m³ en funció de les dimensions de les partícules, molt superior a les aconseguïdes pels digestors de filtre.

El procés consisteix en una circulació ascendent amb una recirculació parcial (Figura 2.11).

Els aspectes positius en el funcionament mecànic del digestor són: mínims problemes de difusió i formació de camins preferencials. En contraposició existeixen

problemes de regulació del flux homogeni de l'influent del digestor.

S'han realitzat experiències en aquest digestor amb diferents tipus de residus líquids agroalimentaris (62).

2.7.5.11. Digestor amb pel·lícula.

Té característiques tècniques semblants al digestor de filtre, però es diferencia d'aquest en que de fet la càrrega es fa per la part superior del digestor i el suport està ordenat, la qual cosa disminueix els problemes de colmatació (Figura 2.12) (40).

2.7.5.12. Digestor de dues fases.

La digestió anaeròbia es realitza en les fases següents: hidròlisi, acidogènesi, metanogènesi. En cada una d'elles participen diferents tipus de microorganismes amb característiques metabòliques diferents.

El digestor en dues fases està constituït per dos fermentadors. En cada un d'ells es realitza una part del procés fermentatiu citat (Figura 2.13).

L'interés per realitzar el procés en fases separades és el d'obtenir per a cada grup de microorganismes el seu medi òptim, amb la finalitat de produir una màxima depuració de gas, tot reduint-se, al mateix temps, el volum total de digestió.

S'han realitzat les següents experiències:

- a) Acidogènica i metanogènica per separat.
- b) Hidròlisi en un reactor i l'acidogènesi i metanogènesi en un altre (63) (64).

Un aspecte problemàtic en aquests digestors és el de les interrelacions que existeixen entre els microorganismes de les diferents fases acidogènica i metanogènica i el fet que la seva separació pot produir situacions desfavorables en el sistema.

2.7.6. Biogàs.

2.7.6.1. Característiques del biogàs.

Les característiques del biogàs (65) són les indicades en

les Taules 2.10 i 2.11.

El biogàs des de la seva obtenció en el digestor mitjançant la descomposició anaeròbia dels residus fins a l'aplicació sofreix una successió de manipulacions que poden resumir-se en les etapes següents: residus digestor, producció, transport, tractament, depuració, magatzematge i aplicacions energètiques.

El biogàs és el component energètic de la digestió anaeròbia. És el factor principal per a la realització d'estudis econòmics.

2.7.6.2. Producció de biogàs.

La producció de biogàs en una planta de digestió anaeròbia ve condicionada pels següents factors:

- a) El residu a digerir i la seva composició química.
- b) El tipus de càrregues diàries aplicades al digestor.
- c) Paràmetres de funcionament del digestor (temperatura, temps hidràulic de retenció, agitació).
- d) El tipus de digestor.

La composició química del residu a digerir no solament afecta a la producció de biogàs sino també a la seva composició en metà i diòxid de carboni (66) (Taula 2.12)

La producció de biogàs es pot expressar en funció dels metres cúbics de biogàs per matèria orgànica del substrat a digerir (67) (Taula 2.13).

2.7.6.3. Tractament i depuració.

Les diferents formes de tractament de biogàs venen condicionades per la seva aplicació posterior.

Els tipus de tractaments són els següents: Eliminació de partícules, separació de condensat, eliminació de H₂S i de CO₂.

El tant per cent de H₂S en el biogàs depèn de la composició química del residu a digerir i dels paràmetres de funcionament del digestor.

L'eliminació de l'H₂S és necessària per tal d'impedir la corrosió en els aparells de transformació energètica del biogàs -caldera, motogenerador, compressor...- i la

contaminació en les cuines, naus ramaderes o habitacles humans ocasionats pel SO₃ i SO₂ derivats de la seva combustió.

El nombre d'instal·lacions que disposa d'equips d'eliminació de H₂S és reduït i amb un funcionament deficient.

L'eliminació de CO₂ és només justificable en cas que el biogàs sigui emmagatzemat a mitja i alta pressió per tal d'incrementar el poder calorífic del biogàs. Les formes d'eliminar-lo són per mitjà de la seva dilució directament en aigua, i amb aigua a baixa pressió més òxid de calci. A les instal·lacions estudiades a Catalunya no n'hi ha cap en la qual s'elimini de forma controlada el CO₂.

2.7.6.4. Emmagatzematge.

En les explotacions agrícoles o en les indústries agroalimentàries on hi han instal·lades plantes de digestió anaeròbia, poden tenir problemes en l'aprofitament total del biogàs produït.

Els factors més conflictius són els següents:

- a) El biogàs produït diàriament té unes fluctuacions de + 20%.
- b) Existeixen uns pics màxims de consum.

Per subsanar els problemes esmentats és necessari que existeixin instal·lacions d'emmagatzematge a fi de sincronitzar la producció de biogàs amb el seu consum.

Els tipus d'emmagatzematge poden dividir-se en tres macrogrups: connexió de la planta a una xarxa general de gas o electricitat, emmagatzematge directe i indirecte (68) (Taula 2.14).

El sistema d'emmagatzematge directe més utilitzat és el de baixa pressió en les plantes petites i mitjanes de digestió per al tractament dels residus agraris.

Els gasòmetres d'emmagatzematge indirecte en els dipòsits de líquids a alta temperatura i en dipòsits de pedres són molt poc emprats en les instal·lacions de biogàs.

2.7.6.5. Aplicacions.

El biogàs produït en les instal·lacions de digestió anaeròbia pot substituir les diferents formes energètiques

que són utilitzades en les explotacions agrícoles i agroalimentàries (69).

Els aparells aplicats han d'ésser dimensionats en funció de les demandes de les explotacions i indústries a fi d'obtenir-se un bon rendiment.

Les aplicacions tèrmiques del biogàs són per mitjà de la generació d'aigua calenta que és utilitzada en la calefacció del digestor, naus industrials i habitacles, i d'aigua d'ús sanitari.

La producció d'electricitat s'aplica en el funcionament dels equips de l'explotació ramadera o industrial (llum, bombatge, muniidores automàtiques) i venda a la xarxa. (Taula 2.15).

2.7.7. Efluent

2.7.7.1. Introducció.

Les característiques de l'efluent vénen condicionades en primer lloc pel tipus de residu a digerir. Aquest depèn de múltiples factors. Els més importants són: tipus d'animal, edat, raça i estat fisiològic, sistemes d'explotació, índex de conversió, quantitat i qualitat d'aliment, tipus i quantitat de jaç i condicions ambientals, entre altres.

A més del residu hi han altres factors físics com la seva manipulació (dilució i trituració) i tecnològics (tipus de digestor aplicat, paràmetres de funcionament, temperatura, temps hidràulic de retenció). Tot això configura les característiques de l'efluent a aplicar.

La digestió anaeròbia actua sobre els residus tot produint una descomposició en molècules senzilles (CO₂, CH₄, NH₃...) i al mateix temps uns productes estabilitzats heterogenis de color fosc i amb capacitat de retenció d'ions (molècules de 200 a 1.000 de pes molecular), no degradats com hemicel·luloses, lignines, fècules i derivats inorgànics solubles i insolubles, àcids i sals (70), (71), (72); així s'obté també una disminució de la Demanda Química d'Oxigen (DQO) i dels sòlids volàtils (SV) de l'influent al digestor. Això comporta una disminució de la pol·lució orgànica en el medi ambient (sòl o aquàtic).

L'efluent depurat (disminució DQO i gèrmens patògens, sense olor, derivats insolubles dels metalls) pot ser aplicat fàcilment com a pinso aprofitant el seu valor agronòmic i energètic sense ocasionar greus problemes ambientals (70).

L'aprofitament de l'efluent és important per tal d'obtenir una major rendibilitat en el procés, com ara en una instal·lació de digestió anaeròbia per 5.000 vaques

(Canadà), en la qual gràcies a l'aplicació del 35% com a complement alimentari el període d'amortització ha estat inferior a 5 anys (73).

.7.7.2. Efluent depurat.

La matèria orgànica de procedència animal, industrial i urbana és el pol·lucionant més comú present a les aigües. La matèria orgànica pol·luciona perquè els microorganismes aeròbics que la degraden consumeixen l'oxigen dissolt a l'aigua en respirar i ocasionen la mort de peixos i altres tipus de vida aquàtica.

El cas dels excrements animals és particularment problemàtic, ja que no solament contenen una alta concentració de matèria orgànica, sino perquè al mateix temps hi ha una població bacteriana rica, la qual fa que els efectes de desoxidació del medi aquàtic siguin ràpids.

Els indicadors químics de la pol·lució orgànica en les aigües són la demanda bioquímica d'oxigen (DBO), la demanda química d'oxigen (DQO) i els sòlids en suspensió (SS).

Els residus ramaders són normalment abocats sense tractament en grans quantitats en els camps de conreu, una part dels quals van a parar tard o d'hora a rierols pròxims al camp, en els quals ocasionen llur eutrofització.

En algunes ocasions més isolades, l'abocament es realitza directament al riu, la qual cosa genera greus problemes de pol·lució.

Els sistemes anaeròbics poden tractar residus amb un alt contingut de matèria orgànica i amb un cost més econòmic que l'aerobi.

En la majoria dels casos de digestió anaeròbia es redueix la DBO en 70-90% i la DQO en un 60%.

2.7.8. Digestió anaeròbia de purins de porc.

La digestió anaeròbia constitueix un dels processos més ben adaptats per al tractament dels residus porcins, cosa que és confirmada pel gran nombre d'instal·lacions en

funcionament, sobretot en alguns països de la CEE.

Els digestors industrials de purins de porc són normalment reactors de tanc agitat i flux de pistó, encara que en l'actualitat s'estan estenent els de biomassa fixada. Els reactors de tanc agitat més emprats solen tenir un temps de residència hidràulica entre els 7 i 35 dies i operen a interval mesòfil amb una reducció de DQO als voltants del 50% (74 a 76). La càrrega orgànica aplicada fluctua entre 1 i 4 Kg SV/m³ d., i la producció de gas sol estar entre 0,3 i 0,6 m³ de biogàs/Kg SV, el que representa uns 0,25 m³ de gas per animal i dia, amb un contingut de metà del 60 al 70%.

Una enquesta realitzada al 1982 als països de la CEE i a Suïssa donava un total de 378 digestors industrials i 42 plantes pilot. Per al tractament de residus de granges, de les quals se sap que 144 operen amb purí de porc i 45 amb una barreja de purí de porc i excrements bovins, el que representa quasi bé el 50% dels digestors.

2.7.9. Digestió anaeròbia a baixa temperatura.

2.7.9.1. Introducció.

La digestió anaeròbia es produeix en la naturalesa en un ampli marge de temperatures: de 4 a 90 C, 4 C en els glaciers, de 5 a 15 C en els sediments marins i llacs, 30 C en els fermentadors, 39 C en la panxa dels rumiants i de 60 a 90 C en els géisers (77) (78).

En les plantes de digestió anaeròbia les temperatures majoritàriament aplicades al procés es troben dins del rang mesofílic (30 a 45 C). Les experiències en el rang termofílic han estat desenvolupades a escala laboratori i pilot (50 a 65 C). Existeix un nombre molt reduït de resultats en el rang psicofílic (75) (79).

Els estudis desenvolupats a baixa temperatura indicaven unes condicions operacionals no estandaritzades; la utilització d'inòculs inadequats; gran heterogeneïtat de resultats de producció de biogàs; temps de retenció llargs i elevats percentatges de metà en el biogàs (7.9).

2.7.9.2. Escala laboratori.

Les experiències a escala laboratori indicaven que la producció de biogàs sofria un descens lineal fins arribar a 0 i 8 C (80). En altres resultats s'observen produccions de biogàs a temperatures inferiors a 4 C amb llots (81) i (82).

Aquesta diferència de criteris podria ser interpretada pel diferent període d'adaptació dels microorganismes a baixes temperatures. Els resultats d'uns experiments desenvolupats al Canadà indicaven que després d'un any d'adaptació de microorganismes anaerobis a baixa temperatura, la temperatura crítica va decreixer de 8 a 5 C (83).

- Microbiologia

S'han aïllat cinc espècies metanògenes psicròfiles de sediments de llac i de mar (84) (85) (86) (87) : Metanogenium mariashigri, Metanogenium cariaci, Metanolobus tindarius, Metanococcus voltae, Metanosarcina acetivorans.

Estudis desenvolupats en l'anàlisi dels bacteris metanògens presents en sediments de rius, llacs i mar, indicaven una major concentració de biomassa activa i una varietat més amplia d'espècies metanògenes en els llots de rius (88) i (89).

Les baixes concentracions de biomassa activa observades en els sediments marins i de llacs es poden atribuir al baix contingut de matèria orgànica i a la seva dilució.

- Inhibició.

S'han desenvolupat estudis d'inhibició a baixa temperatura en comparació amb els processos a temperatura mesofílica (90 a 95).

Els efectes d'inhibició produïts pels metalls alcalins, alcalins-terris i pesats a baixa temperatura (20 C), respecte als obtinguts a temperatura mesofílica per purins de porc, indiquen que per al zenc i al potassi eren semblants, per al magnesi i sodi s'inicia la inhibició a concentracions més baixes i per al coure s'observa menor inhibició.

El níquel i el ferro van detectar-se com ions més activadors del procés a baixes que a altes temperatures.

Respecte als antibiòtics cloranfenicol i penicilina tenien en les experiències realitzades a baixa temperatura (20 C) un comportament semblant que a 35 C, a diferència de una major inhibició detectada amb les tetraciclins.

Els efectes inhibidors dels desinfectants a baixa temperatura (20 C) eren menors que els valors en rang mesofílic citats en la bibliografia (89).

- Processos.

Les experiències a baixa temperatura a escala laboratori s'han desenvolupat amb l'aplicació de diferents càrregues a una gran varietat de digestors que tractaven diferents tipus de residus (96).

2.7.9.3. Instal·lacions de digestió anaeròbia.

- Plantes de digestió anaeròbia a baixa temperatura a països subdesenvolupats.

La instal·lació i el desenvolupament de digestors convencionals de baix cost a temperatura ambient per explotacions petites i mitjanes van ser realitzades en els anys setanta i vuitanta a l'Índia, Xina i Taiwan. Les seves característiques principals eren les següents: la construcció es realitzava amb materials autòctons, volum petit, absència de materials aïllants en la construcció, el règim de càrrega era semicontinu i estaven aïllats. (47 a 50).

La influència de la temperatura en aquests digestors rurals i en concret en els digestors xinesos (83) va ser: de 8 a 10 C, la velocitat de producció de biogàs resultava ser d'un 10% de la producció òptima. Un augment de les temperatures a 12 a 13 C (temperatura ambient durant l'hivern en la Xina) va donar de 23 a 40% de la producció òptima. L'activitat metanogènica era menor a aquestes temperatures baixes, però la producció total era compensada en aplicar temps de retenció més llargs. Un dels altres aspectes que es va observar és que s'aconseguien uns increments significatius de producció de biogàs un cop els microorganismes s'havien adaptat a temperatures baixes.

- Països desenvolupats. Europa.

Durant la dècada dels vuitanta, les experiències en països desenvolupats, i en concret a Europa, amb reactors de baix cost a baixa temperatura han tingut com objectius disminuir els costos de construcció molt alts en instal·lacions convencionals de digestió anaeròbia, i millorar els nivells baixos del balanç d'energia del procés (97) (98).

Experiències desenvolupades amb dipòsit de formigó ubicat sota l'explotació ramadera (97) que tractava purins de porc amb 6,5% SV, temps de retenció hidràulic de 100 dies a 15 C indicaven la necessitat d'una bona posada en marxa i una adequada homogenització dels purins dins del reactor per aconseguir un bon funcionament del procés. Al cap de tres mesos la producció dels inicis dels processos sense

inoculació la producció a 18 C era molt baixa de 0,015 m3 biogàs/Kg SV afegits. Posteriorment es va inocular amb 10% del volum útil del reactor amb un inòcul procedent d'un altre digester que treballava a temperatura ambient i es va obtenir a 20 C una producció de 0,185 m3 biogàs/Kg SV afegits.

Altres experiències indicaven que en aquests reactors, entre 5 i 10 C la producció de biogàs era independent i que entre 10 i 20 C s'observà un augment lineal de la producció. Un aspecte positiu observat és la disminució de problemes de corrosió en els circuits de gas produïda per la disminució de vapor d'aigua en el biogàs (99) (100).

2.7.9.4. Avantatges i inconvenients de la digestió anaeròbia a baixa temperatura.

Els estudis de digestió anaeròbia a baixa temperatura es troben en una fase inicial en comparació amb els estudis desenvolupats en el rang mesofílic. Els resultats actuals indiquen que el procés a baixa temperatura ofereix els avantatges i inconvenients següents:

- Avantatges.

* Balanç energètic: en els processos a temperatura mesofílica són necessàries elevades inversions d'energia en escalfar els influents a digerir (90%) i en el manteniment tèrmic del digester (10%), a diferència dels processos a baixa temperatura en els quals tota l'energia produïda es troba disponible per ser utilitzada en l'explotació ramadera o indústria on es troba ubicada la planta.

* Econòmica: menor inversió en infraestructures de les plantes de digestió anaeròbia (intercanviadors de calor, bombes, aïllament del digester i canonades, circuits auxiliars...)

* Biogàs: altes concentracions de metà en funció del residu tractat (70%) i baixes concentracions de vapor d'aigua.

* Estabilitat front a les fluctuacions de temperatures (+ 2 C) i a determinades concentracions de metalls, antibiòtics i detergents. Aquest factor comporta un menor temps dedicat al manteniment i inversions inferiors en control i regulació.

- Inconvenients.

* Posada en marxa. períodes llargs i molt sensibles al tipus d'inòcul urilitzat.

* Baixa producció de biogàs: les velocitats de producció de biogàs són més baixes que a temperatures mesofíliques. Gran heterogeneïtat de les dades disponibles de producció de biogàs a baixa temperatura.

* Econòmics. necessitat de reactors de volum més grans que a temperatura mesofílica per obtenir les mateixes produccions de biogàs.

Taula 2.1 - Programa d'actuacions medi ambientals Comunitàries per a la dècada dels noranta en les activitats agrícoles

Cuadro 4: AGRICULTURA Y SILVICULTURA				
OBJETIVOS.	METAS HASTA EL AÑO 2000	MEDIDAS	CALENDARIO	AGENTES
Mantener los procesos naturales básicos indispensables para un sector agrario sostenible, especialmente mediante la conservación de los recursos hídricos, edáficos y genéticos.	Frenar o reducir los niveles de nitratos en las aguas subterráneas.	Aplicar de forma estricta la Directiva sobre nitratos.	A partir de 1994	EM + AGR
	Reducir la incidencia de las aguas de superficie que tengan un contenido en nitratos superior a 50 mg/l o que provoquen la eutrofización de lagos y mares.	Establecer normas de emisión a nivel regional aplicables a las explotaciones ganaderas nuevas (NH ₃) y a los silos (silaje).	En curso	EM + AL
		Programa de reducción del uso de fosfatos.	1995	CE + EM
	Estabilizar o aumentar los niveles de materia orgánica en el suelo.	Conceder primas y otras compensaciones económicas supeditadas al cumplimiento estricto de la legislación de medio ambiente.	A partir de 1995	CE EM + AL + AGR
Reducir el uso de productos químicos hasta que dejen de afectar a cualquiera de esos procesos.	Reducir significativamente el uso de plaguicidas por explotación y conseguir que los agricultores apliquen los métodos de la Lucha Integrada contra las Plagas, por lo menos en todas las zonas de importancia para la conservación de la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> - Registros de ventas y consumo de plaguicidas - Control de las ventas y el consumo de plaguicidas - Promocionar la "Lucha Integrada" (especialmente por medio de actividades de formación) y la agricultura biológica 	En curso 1995 A partir de 1992	CE + EM + AGR CE + EM + AGR CE + EM + AGR
Equilibrar la cantidad de nutrientes que reciben suelos y vegetales y su capacidad de absorción.	El 15% del espacio agrario bajo contratos de gestión.	Programas dirigidos a regiones de agricultura ecológica con primas financiadas por el FEOGA.	1992	EM + CE
		Protección de todas las razas de animales domésticos amenazadas.	En curso	EM
	Planes de gestión en todas las regiones rurales en peligro.	Volver a estudiar las condiciones de las autorizaciones de riego y las ayudas estatales al drenaje.	1995	EM + CE
		Formar a los agricultores, promocionar las visitas de intercambio entre las regiones que se enfrenten a situaciones similares por lo que respecta a la gestión del medio ambiente.	A partir de 1992	CE + EM + AL
Optimizar los bosques para que puedan realizar todas sus funciones.	Crear cada vez más masas forestales, incluso en terrenos agrarios.	Crear nuevas masas forestales y regenerar las ya existentes con los medios más adecuados para el medio ambiente (árboles de crecimiento lento, repoblación mixta, etc.)	En curso	CE + EM + AL + Propietarios de bosques
	Mejorar su protección (salud e incendios forestales).	Más medidas contra los incendios forestales	idem	idem

(1) IIASA : Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados, Austria, Executive Report 17, Febrero de 1991.
 (2) COM (88) 255; DO L165; de 15.6.1989

Taula 2.2 - Municipis de cada província agrupats pel nombre d'habitants (1988). Anuari estadístic espanyol.

PROVINCIAS	Total	Hasta 100 habitantes	De 101 a 500 habitantes	De 501 a 1.000 habitantes	De 1.001 a 2.000 habitantes	De 2.001 a 3.000 habitantes	De 3.001 a 5.000 habitantes	De 5.001 a 10.000 habitantes	De 10.001 a 20.000 habitantes	De 20.001 a 30.000 habitantes	De 30.001 a 50.000 habitantes	De 50.001 a 100.000 habitantes	De 100.001 a 500.000 habitantes	Mas de 500.000 habitantes
Total.....	8.062	699	2.897	1.254	1.021	558	517	527	311	115	54	55	48	6
Alava.....	51	—	21	15	9	2	1	1	—	1	—	—	1	—
Albacete.....	86	1	10	23	20	16	7	4	1	3	—	—	1	—
Alicante.....	139	3	36	18	23	2	10	21	12	7	3	2	2	—
Almeria.....	103	—	28	22	13	13	11	7	6	1	1	—	1	—
Asturias.....	78	—	3	9	12	10	10	11	13	4	1	3	2	—
Avila.....	247	20	160	36	16	7	4	3	—	—	1	—	—	—
Badajoz.....	162	1	11	31	42	27	19	21	5	3	—	1	1	—
Baleares.....	66	—	3	7	7	7	15	12	9	4	1	—	1	—
Barcelona.....	308	13	70	38	41	27	30	32	25	8	12	5	6	1
Burgos.....	372	99	209	36	13	8	1	3	—	1	1	—	1	—
Caceres.....	218	—	51	69	52	24	10	8	2	—	1	1	—	—
Cádiz.....	42	—	2	—	3	4	3	9	8	5	1	5	2	—
Cantabria.....	102	1	12	17	26	22	8	8	6	—	—	1	1	—
Castellón.....	135	11	50	24	19	8	9	5	5	2	1	—	1	—
Ciudad Real.....	99	1	7	22	25	9	8	16	6	3	—	2	—	—
Córdoba.....	75	—	—	9	13	7	15	18	7	4	1	—	1	—
Coruña (La).....	93	—	—	—	5	8	14	39	21	2	1	2	1	—
Cuenca.....	238	28	122	45	23	9	5	4	1	—	1	—	—	—
Gerona.....	222	7	104	36	25	18	13	7	7	2	1	1	—	—
Granada.....	168	—	19	27	53	23	15	19	7	3	1	—	1	—
Guadalajara.....	288	124	132	14	11	2	2	1	1	—	—	1	—	—
Guipúzcoa.....	64	1	17	10	14	4	8	10	15	1	2	1	1	—
Huelva.....	79	1	12	11	9	13	10	14	8	—	—	—	1	—
Huesca.....	201	15	125	26	22	3	3	2	4	—	1	—	—	—
Jaen.....	96	—	—	11	16	18	18	19	8	2	2	1	1	—
Leon.....	212	—	43	66	60	16	14	7	4	—	—	1	1	—
Lerida.....	229	8	104	54	32	12	9	6	3	—	—	—	1	—
Lugo.....	66	—	1	—	4	15	23	16	5	1	—	1	—	—
Madrid.....	178	11	44	27	35	16	7	12	5	5	4	5	6	1
Málaga.....	99	—	12	9	19	18	21	2	8	4	3	2	—	1
Murcia.....	45	—	—	1	5	1	3	11	14	5	2	1	2	—
Navarra.....	265	24	130	35	24	23	16	6	5	1	—	—	1	—
Orense.....	92	—	—	2	15	25	31	14	4	—	—	—	1	—
Palencia.....	191	20	125	22	9	7	4	3	—	—	—	1	—	—
Palmas (Las).....	34	—	—	1	1	4	4	11	5	4	2	1	1	—
Pontevedra.....	61	—	—	1	—	4	10	21	17	5	1	1	1	—
Rioja (La).....	174	43	82	21	10	8	3	4	2	—	—	—	1	—
Salamanca.....	362	21	237	73	20	3	4	1	2	—	—	—	1	—
Santa C. de Tenerife.....	53	—	—	—	5	7	10	18	6	4	1	—	2	—
Segovia.....	207	39	121	27	12	3	2	2	—	—	—	1	—	—
Sevilla.....	103	—	2	4	11	11	26	20	16	8	2	2	—	1
Soria.....	183	68	90	12	4	3	3	2	—	—	1	—	—	—
Tarragona.....	181	8	65	41	27	8	14	8	6	2	—	1	1	—
Teruel.....	236	50	126	37	11	4	5	1	1	1	—	—	—	—
Toledo.....	204	2	45	51	44	27	17	14	2	—	—	2	—	—
Valencia.....	263	5	41	42	56	29	23	28	17	14	4	3	—	1
Valladolid.....	225	23	131	34	22	5	3	5	1	—	—	—	1	—
Vizcaya.....	106	1	20	19	20	4	10	14	7	4	1	4	2	—
Zamora.....	248	2	141	69	31	2	—	1	1	—	—	1	—	—
Zaragoza.....	291	48	133	50	32	12	6	6	3	—	—	—	—	1
Ceuta.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Melilla.....	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—

Taula 2.3 - Problemes ambientals més greus dels municipis espanyols en funció del tamany de població.

Habitants	Algües residuals	Residus	Incendis desertització	Contaminació Atmosfèrica	Activitat ramadera	Sorpoll Parcs i vibra cions
> 5000	X	X	X	-	X	-
5000 a 20000	X	X	X	-	-	-
20001 a 100000	X	X	-	X	-	X
> 100000	X	X	-	X	-	X

Taula 2.4 - Problemàtica medi ambiental del municipis de Catalunya.

Tipus de Problema Medi Ambiental	Municipis amb problemes greus o molt greus (%)	N O T E S
Aigües residuals	46	Greu en municipis de més de 20.000 habitants i industrials. Zona litoral.
Sorolls i vibracions	24	Municipis de més de 50.000 habitants i zones del litoral.
Residus sòlids urbans	29	Abocadors i punts negres incontrolats.
Contaminació atmosfèrica	-	Catalunya és una de les CCAA. amb més municipis amb nivells alts de contaminació.
Platges	36	Municipis de més de 20.000 hab.
Contaminació rius	49	Conques rius Llobregat i Besòs, zones més conflictives.
Forestals, incendis o desforestació	30	Millora de les infraestructures contra incendis.
Parcs i jardins, deficiències	16	Ha millorat molt en els darrers anys, duplicació superfície de parcs per habitants.
Contaminació ramadera	-	Zones rurals, alta densitat, Osona, Urgell, la Noguera.

Taula 2.5 - Consum total, i per hectàrea de superfície fertilitzada, de Nitrogen, Fòsfor i Potasi en l'estat espanyol de 1955 a 1981.

Años	Superficie Fertilizante (1) — Miles de Ha	Consumo de N		Consumo de P ₂ O ₅		Consumo de K ₂ O	
		Total — Tm	Por hectàrea — Kg/Ha	Total — Tm	Por hectàrea — Kg/Ha	Total — Tm	Por hectàrea — Kg/Ha
1955	16.188	178.826	11,0	224.073	15,0	54.607	3,4
1960	16.255	242.824	14,9	287.145	17,7	69.308	4,3
1961	16.337	301.892	18,5	295.221	18,1	90.211	5,5
1962	16.592	338.489	20,4	327.196	19,7	98.209	5,9
1963	16.636	340.437	20,5	309.113	18,6	97.707	5,9
1964	16.224	379.300	23,3	319.415	19,7	92.492	5,7
1965	16.155	399.470	24,7	330.209	20,4	105.168	6,5
1966	16.181	402.431	24,9	322.100	19,9	113.515	7,0
1967	16.119	455.775	28,2	336.965	20,9	148.909	9,2
1968	16.137	520.797	32,2	368.856	22,9	172.918	10,7
1969	16.315	586.638	35,9	389.033	23,8	205.912	12,6
1970	16.978	614.761	36,2	398.741	23,5	210.631	12,4
1971	16.996	620.609	36,5	453.848	26,7	236.317	13,9
1972	17.105	664.625	38,9	466.815	27,3	258.839	15,1
1973	17.062	716.048	42,0	481.175	28,2	264.533	15,5
1974	17.271	748.152	43,3	511.842	29,6	256.313	14,8
1975	17.156	749.369	43,7	487.871	28,4	263.384	15,3
1976	17.007	747.702	44,0	470.063	27,6	278.825	16,4
1977	16.734	850.193	50,8	477.990	28,6	288.482	17,2
1978	16.955	793.484	46,8	434.281	25,6	272.553	16,1
1979	16.794	903.460	53,8	456.274	27,2	282.468	16,8
1980	17.057	984.808	57,7	473.472	27,8	294.011	17,2
1981	16.965	806.019	47,5	419.991	24,8	253.864	15,0
1982	17.222	883.674	51,3	404.662	23,5	255.336	14,8
1983	17.216	687.518	39,9	366.150	21,3	224.093	13,1
1984	17.379	870.277	50,1	428.722	24,7	277.183	15,9
1985	17.300	942.293	54,5	463.340	26,8	303.900	17,6

Fuente: Dirección General de la Producción Agraria.

(1) Superficie cultivada, menos barbecho, más prados naturales.

Taula 2.6 - Cens ramader espanyol per províncies i global (1986)

PROVINCIA	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Caballar	Mular	Asnal
Total	5.088.271	17.640.858	2.850.179	13.387.238	247.878	117.131	139.612
Alava	31.276	89.528	5.892	44.634	2.872	147	241
Albacete	9.453	715.164	87.831	58.749	1.128	1.492	1.536
Alicante	6.862	91.760	29.836	55.244	1.685	666	293
Almeria	4.327	159.764	127.328	161.779	592	3.131	3.361
Asturias	410.484	63.431	28.869	87.828	23.540	3.335	7.453
Avila	169.909	322.172	93.400	60.282	7.532	1.308	6.689
Badajoz	157.542	1.368.058	129.818	292.680	7.401	10.312	9.433
Balears	60.772	292.764	14.872	116.377	4.322	2.525	1.472
Barcelona	172.403	202.327	23.243	1.135.522	3.703	526	274
Burgos	82.079	484.826	20.028	309.241	3.544	1.343	995
C�ceres	201.498	933.821	263.019	101.932	12.854	8.146	10.251
Cádiz	171.064	49.293	96.712	70.660	6.145	13.729	2.455
Cantabria	345.963	59.789	24.706	25.072	22.771	1.217	3.703
Castellón	7.717	145.506	25.012	300.901	1.265	1.738	502
Ciudad Real	69.841	861.137	195.573	62.973	2.873	1.825	2.337
Córdoba	121.230	504.304	69.572	153.213	5.602	5.224	2.106
Coruña (La)	356.052	47.474	7.188	548.942	12.266	382	9.250
Cuenca	6.574	531.067	36.726	67.199	588	1.971	1.485
Gerona	138.830	146.854	7.144	581.639	2.783	436	182
Granada	22.300	369.450	146.456	66.766	2.387	9.877	4.173
Guadalajara	10.875	443.820	46.904	20.886	518	1.114	496
Guipúzcoa	54.866	115.011	5.808	27.958	6.444	225	5.451
Huelva	42.136	211.027	77.518	73.478	6.313	3.886	3.504
Huesca	78.640	728.414	16.324	875.767	690	532	359
Ja�n	31.850	243.761	78.030	146.177	2.635	6.711	4.168
Le�n	158.847	558.046	42.830	118.399	6.282	2.921	2.796
Lérida	133.933	375.075	13.562	1.737.368	2.032	514	121
Lugo	505.484	109.351	23.238	69.563	13.254	3.280	6.455
Madrid	89.470	198.324	36.208	416.059	3.785	885	1.025
Málaga	33.715	111.013	232.047	146.786	7.028	7.362	3.948
Murcia	26.302	400.530	81.000	876.005	2.366	1.660	1.383
Navarra	82.005	553.494	21.605	426.779	8.824	—	—
Orense	120.406	97.433	39.770	262.321	2.580	2.629	7.039
Palencia	49.483	330.597	7.072	39.313	1.044	389	278
Palmas (Las)	20.368	13.953	98.729	30.138	1.030	377	1.341
Pontevedra	165.941	55.856	14.777	217.721	13.392	220	4.247
Rioja (La)	36.637	219.665	20.669	117.595	3.360	1.872	587
Salamanca	269.582	548.754	55.742	224.138	5.127	3.673	5.324
Santa Cruz de Tenerife	9.443	5.417	66.376	25.822	832	520	1.809
Segovia	78.629	341.078	7.568	612.035	2.407	953	742
Sevilla	103.536	194.985	116.027	159.204	8.927	3.770	2.270
Soria	17.780	529.902	8.560	224.685	1.136	631	175
Tarragona	11.648	99.361	13.148	436.281	738	1.127	351
Teruel	15.766	786.805	20.554	259.950	582	1.872	516
Toledo	113.453	535.729	159.737	414.222	3.820	3.476	2.783
Valencia	27.277	212.372	28.138	283.315	3.780	1.301	656
Valladolid	45.104	449.154	7.334	142.122	1.474	676	474
Vizcaya	73.839	37.883	8.419	7.474	7.812	267	4.418
Zamora	91.253	672.047	39.192	213.484	3.054	3.054	7.705
Zaragoza	43.827	1.023.712	30.068	480.560	759	1.904	1.000

Fuente de información: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Taula 2.7 - Producció de residus ramaders (1.000 Tm/any). (1986)

PROVINCIA	BOVÍ	OVI	PORCÍ	AUS	CONILLS	EQUI	CABRUM
Barcelona	1,111	74	1257	158	34	40	5
Girona	974	83	651	67	18	25	4
Lleida	781	202	997	241	109	20	6
Tarragona	76	63	563	544	9	31	7
Catalunya	2,862	424	3,463	1,009	163	117	22
Espanya	33,311	8,152	13,572	3,624	383	2,807	1,162

Taula 2.8 - Comparació dels tractaments aerobi i anaerobi, des de la perspectiva de característiques de les aigües residuals tractades, instal·lació energètica, depuració i subproductes finals.

	AEROBI (fangs activats)	ANAEROBI (reactor convencional)
AIGÜES RESIDUALS A TRACTAR		
Nivells adequats de D.Q.O. (mg./l.)	(*) <2500	(*) >2500
Concentració	(-) diluïts	(+) concentrats
Càrregues permeses	(*) mitges	(+) altes
Necessitat de nutrients	(-) major	(+) menor
	(*) 100/5/1	(*) 100/2,5/0,5
INSTAL·LACIÓ PLANTA DEPURACIÓ		
Costos inversió	(+) menors	(-) majors
Costos explotació	(-) majors	(+) menors
Complexitat instal·lació	(+) menor	(-) majors
Tamany reactor	(-) major	(+) menor
ENERGIA		
Kw/Kg D.Q.O. eliminat	(-) 5,7	(+) 1
(%) necessitats energètiques procés	(-) 100	(+) 10
Aport energia	(-) positiu	(+) negatiu
Aport energia calefacció	(+) negatiu	(-) positiu
Subproducte energètic	(-) negatiu	(+) positiu, biogàs
DEPURACIÓ		
Disminució O.B.O./D.Q.O.	(+) alt	(+) alt
Eliminació patògens	(-) nul	(*) parcial
Eliminació olors	(-) parcial	(+) total
Pèrdua nutrients	(-) mitja	(+) baixa
SUBPRODUCTE DEL PROCÉS		
- Fang		
Producció biomassa	(-) alta	(+) baixa
Conversió DBO en llots (%)	(-) 60-70	(+) 5-20
Estabilització	(-) baixa	(+) alta
Deshidratació	(-) difícil	(+) fàcil
- Energia		
Biogàs	(-) nul	(+) en funció del residu

+ = positiu

- = negatiu

* = nul

Taula 2.9 - Classificació dels digestors en funció del tipus de càrrega i biomassa bacteriana.

CÀRREGUES	BIOMASSA BACTERIANA	DIGESTOR
Discontinua	No fixada	Discontinuu batch
Contínua	No fixada	Estany anaerobi Continuu convencional Mescla completa Flux pistó
Recirculada	Contacte	
	Fixada	Filtre Llit de llots (UASAB) Llit fluiditzat Llit en pel·licula
	Separada	Dues fases

Taula 2.10 - Característiques del biogàs.

Percentatge volumètric	50 a 70 % CH ₄ (metà) 30 a 50 % CO ₂ (diòxid de carboni) < 1 % H ₂ (hidrògen) < 2 % SH ₂ (dihidrògen sulfur)
Poder calorífic inferior (P.C.I.)	5,250 Kcal/m ³ (60% CH ₄) El P.C.I. del biogàs per unitat de volum és el més petit dels hidrocarburs utilitzats i el més gran d'aquests per unitat de pes.
Interval d'inflamació	5 a 12 % de volum en l'aire. Aquest interval ve en funció del tant per cent de diòxid de carboni que contingui el biogàs.
Temperatura inflamació	600 °C
Pressió crítica	82 Bar
Temperatura crítica	- 82,5 °C
Densitat	1,2 Kg/m ³ . És menys dens que l'aire (Densitat de l'aire en condició normal 1,293 Kg./m ³)

Taula 2.11 - Propietats dels components gasosos del biogàs.

PROPIETATS	COMPONENTS DEL BIOGAS			
	CH ₄	CO ₂	H ₂	SH ₂
Component energètic	SI	NO	SI	NO
Olor	inodor	inodor	inodor	ous podrits (1)
Color	incolor	incolor	incolor	incolor
Toxicitat	NO	NO solament per asfixia	NO	10 p.p.m.
Productes de la combustió	CO ₂ i H ₂ O (2)	---	---	SO ₂ i H ₂ S (3)
Densitat (Kg/m ³)	0,72	1,98	0,09	1,54

1. 0,1 p.p.m. és detectable olfativament.

2. Si el contingut de CO₂ en el biogàs és superior al 50%, dificulta la combustió i dona flama incolora.

3. Perillós si en el lloc de combustió no hi ha ventilació.

Taula 2.12 - Quantitats teòriques i composicions del biogàs obtingut de la fermentació anaeròbica dels principals tipus de derivats carbonatats.

MATERIAL	COMPOSICIÓ BIOGAS en pes (%)		VOLUM DE BIOGAS I META (m ³ per 1 kg matèria seca)		COMPOSICIÓ BIOGAS EN VOLUM	
	% CO ₂	% CH ₄	Biogàs m ³	CH ₄ m ³	% CO ₂	% CH ₄
Carbohidrats	74	27	0.75	0.37	50	50
Lípids	52	48	1.44	1.04	28	72
Proteïnes	73	27	0.98	0.49	50	50

Taula 2.13 - Producció de biogàs en funció de la matèria orgànica del residu.

BESTIAR	FACTOR BESTIAR (UGB)	EXCREMENTS (l/dia)	MATÈRIA ORGÀNICA (Kg/dia)	BIOGAS (m ³ /Kg. MO)
1 vaca	1	50	4,8	0,270
1 porc	0,11	10-11	0,35	0,400
1 truja amb				
10 garrins	0,27	25-35	0,85	0,400
1 cabra/ovella	0,8	40	3,0	0,200-0,300
100 gallines d'ou o				
200 pollets sobre jaç	1	7	4,0	0,200-0,300

Taula 2.14 - Sistemes d'emmagatzematge directe i indirecte.

Emmagatzematge directe (forma de gas)

- Baixa pressió (<50 mbar)

Material:

gasòmetres metàl·lics
gasòmetres membrana
gasòmetres polièster

Situació:

separat del digestor
adaptat sobre el digestor

- Mitja pressió (2 a 20 bar)

- Alta pressió (200 bar)

Emmagatzematge indirecte (transformació gas)

- Dipòsits de líquids alta temperatura (95 °C) - aigua, oli -
 - Dipòsits de pedres o grava a temperatura (350°C)
-

Taula 2.15 - Tipus de conversió, aparells i aplicacions finals del biogàs.

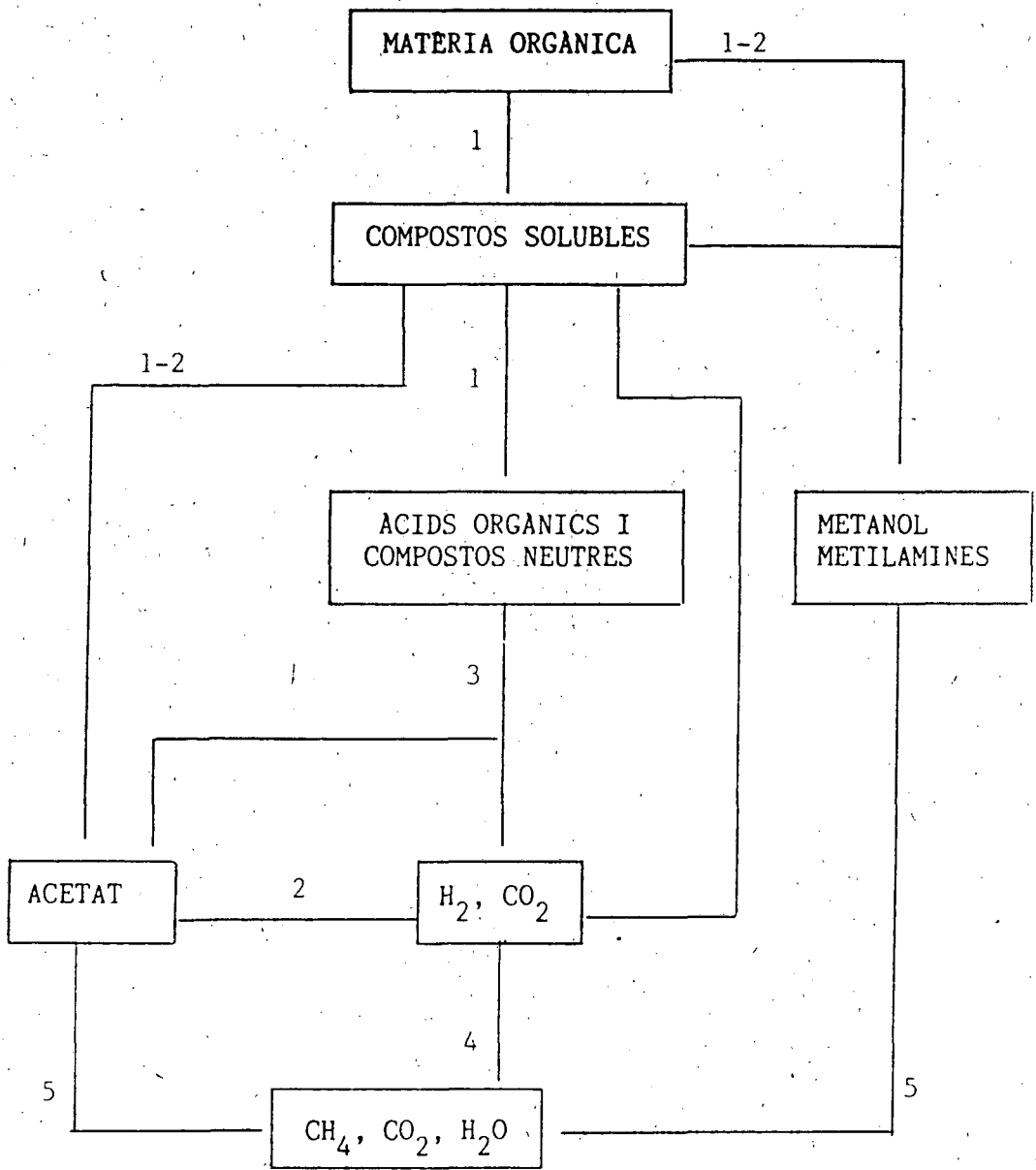
TIPUS CONVERSIÓ	APARELLS	APLICACIONS
Elèctrica	Motogenerador	Enllumenat, aparells domèstics, bombeig muniidora
Mecànica	Motors estàtics o vehicles	Per transport i treballs diversos
Tèrmica		
Vapor	Cremadors	Formatgeria autoclau
Aire calent	Aeroterms	Secatge calefacció
Aigua calenta	Caldera	Calefacció aigua calenta
Llum	Llum de gas	Enllumenat
Radiació	Pantalles calefactores	Calefacció i irradiació

H
I
D
R
O
L
I
T
I
C
A

A
C
I
D
O
G
E
N
I
C
A

A
C
E
T
O
G
E
N
I
C
A

M
E
T
A
N
O
G
E
N
I
C
A



- 1.- BACTERIES HIDROLÍTIQUES-ACIDOGENIQUES
- 2.- BACTERIES HOMOACETOGENIQUES
- 3.- BACTERIES ACETOGENIQUES
- 4.- BACTERIES METANOGENIQUES HIDROGENOFILES
- 5.- BACTERIES METANOGENIQUES ACETOCLASTIQUES

Figura 2.1 - Etapes de la digestió anaeròbia.

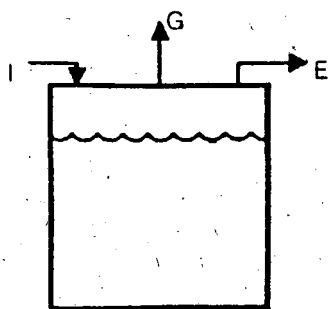


Figura 2.2 Discontinuu

ESTANY ANAEROBI

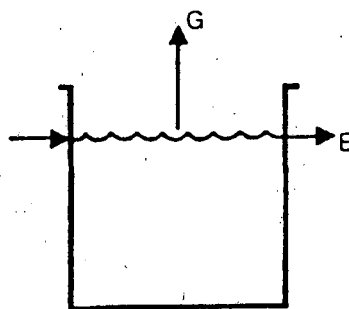


Figura 2.3 Estany anaerobi

NO FIXADA

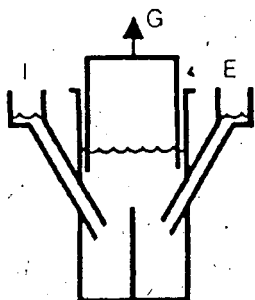


Figura 2.4 Continu convencional tipus indi

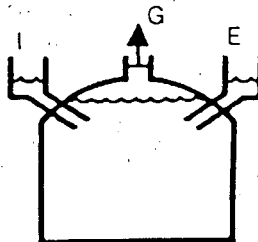


Figura 2.5 Continu convencional tipus xinès

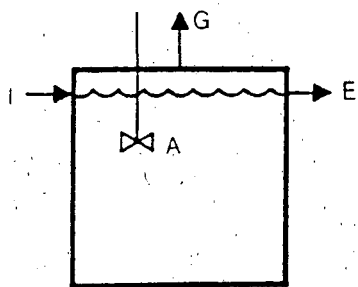


Figura 2.6 Mescla completa

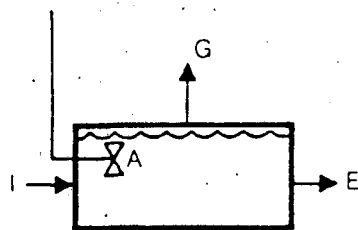


Figura 2.7 Flux de pistó

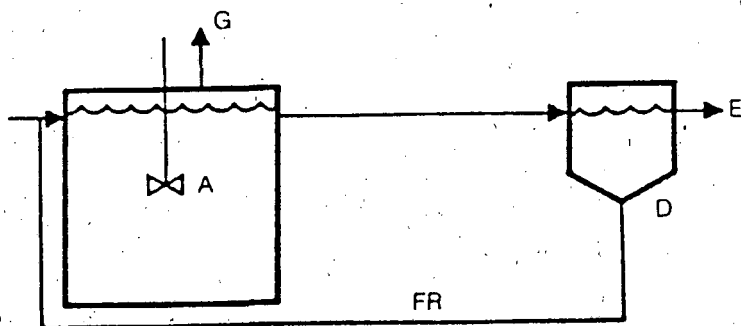


Figura 2.8 Contacte

3. - OBJECTIUS.

3.1. PLANTEJAMENT.

El sector ramader a Catalunya representa actualment més del 60% de la producció total agrària. Aquesta situació ocasiona un desequilibri agricultura-ramaderia, afavorit principalment pel gran creixement del sector porcí en els últims vint anys.

La implantació d'explotacions ramaderes porcines intensives ha ocasionat un increment de la demanda energètica -calefacció, il.luminació, bombeig...- i un augment de la contaminació -abocaments incontrolats, degradació de sòls, olors desagradables, contaminació d'aqüífers...-

En front de les necessitats energètiques i problemes de contaminació esmentats, la digestió anaeròbia es presenta com un dels processos, més adequats per al tractament dels residus ramaders, perquè és un sistema depurador-productor d'energia.

Es constata: La manca de dades precises sobre l'impacte ambiental que l'activitat ramadera porcina intensiva està ocasionant sobre la qualitat de l'aire, aigua i sòl dels municipis rurals del nostre país.

La insuficiència de dades sobre la gestió, balanç energètic i depuració de les instal.lacions de digestió anaeròbia que tracten residus ramaders ja en funcionament en les granges porcines catalanes.

La inexistència d'experiències de processos de digestió anaeròbia a baixa temperatura i amb digestors de baix cost en nostre país.

Totes aquestes llacunes d'informació de coneixement científic i tècnic mostraven la necessitat de desenvolupar un treball global sobre la gestió i el tractament dels residus ramaders en zones rurals.

Aquest estudi engloba des de les anàlisis dels problemes de gestió i contaminació presents en un municipi rural de densitat ramadera mitjana, passant pel grau d'adaptació tecnològica-energètica-depuració de les instal.lacions de digestió anaeròbia convencionals ja existents en les zones rurals, fins a l'inici d'estudis de digestió anaeròbia a temperatura ambient i amb reactors adaptats a les característiques reals de la ramaderia catalana.

3.2. - OBJECTIUS.

2.2.1. Estudi de la contaminació ramadera en un municipi rural.

L'objectiu global és conèixer els problemes de contaminació ambientals ocasionats per un deficient maneig dels residus ramaders en els municipis rurals i trobar les respostes específiques, tecnològiques i de gestió més adequades per solucionar-los.

Els objectius d'aquesta part del present estudi es poden concretar en:

- Posada a punt de mètodes analítics necessaris per realitzar el control de residus, aigua i sòl.

- Anàlisi de les característiques generals d'un municipi rural de densitat ramadera mitjana. Medi físic, medi humà i activitats.

- Estudi de la gestió integral dels residus agropequaris. Producció, emmagatzematge i aplicació.

- Avaluació de l'impacte ambiental dels residus pequaris en la qualitat de l'aire, aigua i sòl del municipi seleccionat.

- Proposta de noves pràctiques agrícoles en equilibri amb la ramaderia, per afavorir la protecció de l'entorn.

- Proposta de noves formes de gestió dels residus ramaders per disminuir la contaminació a curt i mitjà termini.

- Proposta d'incorporació de noves tecnologies de tractament en la gestió global de residus.

3.2.2. Seguiment d'instal·lacions de digestió anaeròbia a escala industrial que tracten purins de porc.

L'objectiu d'aquesta segona fase de l'estudi pot concretar-se en els següents apartats:

- Estudi general de les plantes de digestió anaeròbia instal·lades en explotacions ramaderes a Catalunya.

- Posada a punt dels mètodes analítics necessaris per al seguiment químic dels processos de digestió dels reactors anaerobis a escala industrial.

- Aplicació de nous sensors de control energètic del

biogàs, electricitat i calories a les instal·lacions, per tal d'obtenir un balanç energètic complet del procés.

- Estudi del manteniment i seguiment dels paràmetres de treball reals de les plantes de biogàs.
- Estudi dels problemes de disseny de les instal·lacions.
- Estudi del grau de depuració en les instal·lacions de digestió on es realitza el seguiment.
- Estudi del balanç energètic del procés: energia no utilitzada invertida en la instal·lació i aplicada en la granja.
- Avaluació dels problemes energètics en el disseny dels reactors mitjançant termografies.
- Avaluació de l'adaptació de la tecnologia anaeròbia estrangera i local a les característiques reals de la ramaderia catalana.

3.2.3. Digestió anaeròbia a temperatura ambient.

L'objectiu d'aquesta fase final de l'estudi, després d'avaluar els problemes reals de contaminació ramadera en zones rurals i els problemes reals d'adaptació tecnològica de la digestió anaeròbia, es pot concretar en els següents apartats:

- Posada a punt de mètodes analítics necessaris que permetin el seguiment del procés a escala de laboratori i pilot.
- Posada a punt de la instal·lació experimental de laboratori.
- Anàlisi de la influència de la temperatura ambient sobre l'aclimatació, la posada en marxa dels reactors i l'increment de la càrrega.
- Estudi del comportament tèrmic d'un dipòsit d'emmagatzematge estàndard de purins de porc al llarg de l'any.
- Estudi dels materials dels dipòsits d'emmagatzemage i tractament dels residus líquids ramaders.
- Avaluació dels problemes tècnics i constructius en la reconversió d'una fossa en un digester i possibles solucions.

- Estudi d'enginyeria de la planta pilot de digester-fossa.
- Estudi dels diferents equips -bomba, surpresor de gas, agitador antideflagant...-
- Proves hidràuliques d'estanqueïtat.
- Estudi de materials d'impermeabilització del formigó.
- Estudi de la inoculació i posada en marxa en digester-fossa.
- Avaluació del procés en el digester-fossa.
- Estudi energètic dels reactors a baixa temperatura en comparació amb els reactors convencionals mesofílics.
- Estudi econòmic del digester-fossa i harmonització de la instal·lació.

3.3. - PLA DE TREBALL.

3.3.1. Estudi sobre la contaminació ramadera en un municipi rural.

Per dur a terme els objectius esmentats en aquesta fase de l'estudi el pla de treball es desglossa en els següents apartats:

- Recerca bibliogràfica respecte als estudis sobre contaminació general pels residus pequaris en els municipis rurals.
- Planificar i seleccionar els àmbits a estudiar en el municipi rural de densitat ramadera mitjana triat per a l'estudi.
- Reunió preliminar informativa amb tots els explotadors ramaders que participaran en l'estudi.
- Posada a punt dels diversos mètodes analítics que permetin caracteritzar les aigües, sòls i residus.
- Confecció d'enquestes adreçades als explotadors ramaders que recullen els apartats de les característiques generals de l'explotació, gestió dels residus i dels problemes ambientals.
- Presa de mostres i anàlisis d'aigües de pou, sòls i residus.

- Avaluació dels resultats obtinguts.

- Actuacions de gestió i de tecnologia front a la contaminació ramadera.

3.3.2. Seguiment de les instal·lacions de digestió anaeròbia a escala industrial que tracten purins de porc a Catalunya.

El programa de seguiment es desglossa en els següents apartats:

- Recerca bibliogràfica d'altres estudis de seguiment de plantes de digestió anaeròbia.

- Anàlisis de totes les instal·lacions de digestió anaeròbia a escala industrial ubicades a Catalunya que tracten residus ramaders.

- Avaluació dels problemes globals de disseny i de funcionament

- Selecció de les instal·lacions on es desenvolupa l'estudi.

- Posada a punt dels diversos mètodes analítics de seguiment i control del procés.

- Instal·lació dels equips energètics (comptadors de gas, electricitat i calories) necessaris en cadascuna de les plantes per realitzar un balanç energètic integral.

- Disseny i confecció de les enquestes i fulls de seguiment (explotadors, químic i energètic).

- Seguiment energètic i depuració de les plantes de biogàs.

- Estudi de les dades energètiques, de depuració i de gestió de les instal·lacions de digestió anaeròbia.

3.3.3.- Digestió anaeròbia a temperatura ambient.

Per dur a terme els objectius esmentats, el pla de treball proposat és el següent:

- Recerca bibliogràfica sobre la digestió anaeròbia a baixa temperatura (psicrofílic) i baix cost.

- Posada a punt de les tècniques analítiques necessàries per al seguiment dels processos a escala laboratori i pilot.

- Muntatge i posada en marxa dels reactors a escala de laboratori.
- Inoculació i posada en marxa.
- Avaluació de la influència de la temperatura ambiental en reactors a escala de laboratori.
- Estudi de l'evolució tèrmica al llarg de l'any dels purins de porc emmagatzemats en una fossa estàndard de formigó.
- Estudi dels dipòsits d'emmagatzematge i tractament residus líquids ramaders.
- Readaptació d'una fossa de purins en un digestor-fossa pilot de baix cost.
- Estudi d'enginyeria dels materials i equips instal·lats en la planta pilot.
- Posada en marxa.
- Avaluació dels resultats energètics.
- Estudi energètic, econòmic i de viabilitat de la planta pilot en el digestor-fossa.

4. - MATERIALS I METODES

En aquest apartat es descriuen els materials i mètodes del treball, agrupats en tres diferents apartats principals que seran desenvolupats al llarg de l'estudi.

4.1. ESTUDI DE LA CONTAMINACIO RAMADERA EN UN MUNICIPI RURAL.

4.1.1. Materials.

Els materials analitzats procedeixen del sòl, aigües dels aqüífers i residus de les granges del municipi de Malla, comarca d'Osona, ubicada al nord-est de la província de Barcelona.

4.1.1.1. Mostres d'aigua.

Les aigües analitzades procedeixen de la presa de mostres d'aigües subterrànies a través dels pous seleccionats en funció de llur proximitat a explotacions ramaderes.

4.1.1.2. Mostres de sòl.

Les mostres de sòl procedeixen dels camps de conreu del municipi de Malla adobats amb diferents volums de purins de porc.

4.1.1.3. Residus ramaders.

Els excrements ramaders analitzats en aquesta fase de l'estudi procedeixen de les explotacions de bestiar boví i porcí ubicades en Malla.

4.1.1.4. Reactius.

Els reactius emprats en les anàlisis han estat Panreac i Merck i sempre de qualitat d'anàlisi.

4.1.1.5. Enquestes a explotacions ramaderes.

Per a la realització de l'estudi es van confeccionar dos tipus d'enquestes, a aplicar en dues fases diferents. En una primera fase i amb l'objectiu d'estudiar la gestió dels residus i sistemes d'emmagatzematge es va

confeccionar l'enquesta: "Tipus de fosses d'emmagatzematge d'excrements", que conté els següents apartats: tipus de bestiar; nombre d'animals; explotació agrícola i forestal; distàncies; conreus; energia; residus i característiques generals del sistema d'emmagatzematge; aplicació i impacte ambiental (Annex 4).

En una segona fase es confeccionà una enquesta sobre l'aplicació dels residus al camp en les explotacions agropequàries (Annex 4).

4.1.2. Mètodes.

4.1.2.1. Mètodes operatius.

4.1.2.1.1. Sòl.

Es pretén realitzar un estudi de la possible contaminació dels sòls de Malla ocasionat per un abocament excessiu de purins de porc.

Els elements més potencialment contaminants són el coure i el zinc, que són aportats als porcs com a correctors alimentaris i excretats posteriorment en la major part.

4.1.2.1.1.1. Selecció dels punts de mostreig.

El criteri seguit a l'hora d'escollir els diferents camps per realitzar les anàlisis va ésser la quantitat de purí abocada per diferents ramaders, tot tenint com a base l'enquesta realitzada prèviament.

Es van escollir els camps de blat de:

- Puig (>50.000 litres purins/Ha.any).
- Torre Magra (=30.000 litres purins/Ha.any).
- Puig-Bosc
- Boules (no adobament orgànic)

De major a menor quantitat aportada de purins per Ha i any.

Es va creure convenient mostrejar una zona de bosc del municipi per tal que servis de referència com indret en el qual no s'han fet abocaments.

4.1.2.1.1.2. Metodologia de presa de mostres del sòl.

La presa de mostres es va realitzar en hivern. Els terrenys estaven molt tous, a causa de les pluges recents.

L'estudi a profunditats de 20 a 120 cm es va realitzar per estudiar la distribució dels contaminants.

Pressa de mostres amb una barrina metàl·lica a diferents profunditats verticals - 20, 40, 60, 80, 100 i 120 cm - amb un perfil de 20 cm per cada mostra.

4.1.2.1.2. Aigües dels aquífers de Malla.

Es va observar en una fase preliminar de l'estudi que en més de la meitat dels pous s'havia produït una disminució dels nivells, indistintament de llur profunditat des de l'any 1984 fins ara.

Els pous de les explotacions ramaderes estudiades amb els números de referència 8, 13 (de 7 m) i 15 (de 45 m) es van assecar a l'estiu de 1987.

S'observa una tendència a la substitució dels pous superficials (<20 m) per pous de més profunditat.

4.1.2.1.2.1. Inventari dels pous.

La selecció de pous s'ha realitzat en funció de la ubicació de proximitat de les explotacions ramaderes, amb l'objectiu d'observar i avaluar el possible efecte de contaminació dels aquífers a partir de l'adobament orgànic sòlid o líquid dels camps de conreu propers als pous (Plànol 5.2).

4.1.2.1.2.2. Ubicació dels pous.

La situació dels pous inventariats i estudiats del municipi de Malla estroben descrits en el Plànol 5.2 així com la fondària.

El nombre total de pous en els quals s'ha realitzat la presa de mostres és de 38. La meitat, amb menys de 20 metres, i l'altra meitat, amb profunditats que no superen els 70 metres, excepte el pou de l'Ajuntament de Malla ubicat prop de l'explotació ramadera de la fàbrica i amb una profunditat de 150 m. (Plànol 5.1).

4.1.2.1.2.3. Metodologia de la presa de mostres.

Bombeig de l'aigua del pou durant cinc minuts, posterior recollida d'una mostra de 2 litres i anàlisi de nitrogen amoniacal "in situ". Transport fins al

laboratori de les mostres en dipòsits isotèrmics.

4.1.2.1.3. Residus ramaders.

Les mostres analitzades procedeixen de les explotacions ramaderes de bestiar boví i porcí. La presa de mostres s'ha realitzat a la sortida de les canonades de sanejament de les naus als dipòsits d'emmagatzematge.

4.1.2.2. Anàlisis.

4.1.2.2.1. Sòl.

Els mètodes analítics emprats són els publicats pel Ministeri d'Agricultura l'any 1984 i adoptats pel laboratori agrari de la Diputació de Barcelona.

4.1.2.2.1.1. Determinació del pH.

Les mesures de pH es varen fer amb un electrode de vidre connectat amb un pH-metre Erison. La sensibilitat de l'aparell és de 0,01 unitats de pH. El procés consisteix en la mesura en suspensió de sòl amb aigua en una proporció 1:2,5. S'aplicà una agitació de la mostra diluïda durant 15 minuts, i es deixà reposar durant 5 minuts abans de la mesura.

4.1.2.2.1.2. Determinació de la conductivitat.

Les mesures de conductivitat es van determinar utilitzant un conductímetre, marca METROM, que disposa d'una cel·la de pipeta, de constant 0.97.

L'extracte s'obté per la filtració d'una suspensió sòl i aigua, d'una proporció 1:5 agitat 15 minuts prèviament a través d'un filtre de vidre de 0,45 micres de gruix de la marca Shleider & Shuell.

4.1.2.2.1.3. Textura.

Mitjançant sedimentació i mesura de les densitats per hidròmetre de Boyoucus. Les mostres utilitzades en la mesura de la textura han estat prèviament tractades amb aigua oxigenada, per destruir la matèria orgànica i amb Calgon per dispersar la matèria calcària.

4.1.2.2.1.4. Alcalins. Potassi i sodi.

Prèviament és va procedir a l'extracció del potassi i el sodi mitjançant acetat amònic pH 7.0.

L'extracte es mesurà per fotometria d'emissió mitjançant un espectrofotòmetre d'absorció atòmica (e.a.a.)

4.1.2.2.1.5. Alcalinoterris. Calci i magnesi.

Primerament el calci i el magnesi es varen extreure amb acetat sòdic de pH 8.2.

La concentració dels alcalinoterris a l'extracte es va mesurar per espectrofotometria d'absorció atòmica (e.a.a.)

4.1.2.2.1.6. Metalls - Coure i zinc.

El coure i el zenc assimilable es varen extreure amb DIPA. Posteriorment els extractes van ser llegits amb espectrofotometria d'absorció atòmica.

4.1.2.2.2. Aigua

Els mètodes analítics emprats són els mateixos que el de l'actual reglament que es troben descrits en el "R.D. 1138/1990 del 14 de setiembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público."

4.1.2.2.2.1. Determinación pH.

Mètode: Potenciometria.

Es realitza mitjançant un pH-metre provist d'un electrode selectiu de vidre. Mesura el potencial elèctric que es crea en funció de l'activitat dels ions d'hidrogen a ambdós costats de la membrana.

L'aparell es calibra amb una solució tampó de pH 7,00.

El resultat s'expressa en unitats de pH.

4.1.2.2.2.2. Determinació de la conductivitat.

Mètode: Potenciometria.

Es mesura mitjançant un conductímetre ORION model 101, provist d'una cèl.lula de conductivitat específica. La lectura es fa per comparació de la mostra amb un standard de clorur de potassi 0,01 m (ambdós d'igual temperatura).

El resultat s'expressa en micromhos/cm a 20 C.

4.1.2.2.2.3. Clorurs

Mètode: Potenciometria.

S'utilitza un electrode selectiu de clorurs i un electrode de referència. Es mesura en mV l'activitat produïda pels ions clorurs.

Es prepara una recta de calibració amb patrons de NaCl, que permet extrapolar el valor en mV de les mostres a concentració.

Els resultats s'expressen en ppm de clorurs.

4.1.2.2.2.4. Nitrats

Mètode: Espectrofotometria (UV)

Per a mostres amb poca quantitat de matèria orgànica.

L'ionhitrat absorbeix la radiació ultraviolada de 220 nm de longitud d'ona.

Es prepara una recta de calibració amb patrons de 0,0, 5,0, 10,0, 15,0, 20,0 i 25,0 ppm de NO₃

Per evitar la interferència produïda per una concentració alta d'hidròxids o carbonats, s'afegeix 1 ml de HCl 1N per 50 ml de mostra.

Per evitar la interferència produïda per la matèria orgànica (absorbeix la radiació UV a 220 i 275 nm), es fa una lectura de la mostra a 275 nm. El resultat es resta de la lectura a 220 nm.

Els resultats s'expressen en ppm de NO₃

4.1.2.2.5. Nítrits.

Mètode: Colorimetria. S'utilitza un colorímetre de doble feix (autoanalitzador Technicon) amb cubetes de 1,5 mm.

Els nítrits de les mostres reaccionen en condicions àcides amb sulfamida, per a formar un compost diazo. Aquest reacciona amb diclorhidrat de N-1-naftilendiamina per a formar un complex de color rogenc, que es mesura colorimètricament a 520 nm de longitud d'ona.

Es prepara una recta de calibració de 0,01, 0,025, 0,05 i 0,1 ppm de NaNO₂.

Els resultats s'expressen en ppm de NO₂.

4.1.2.2.2.6. Nitrogen amoniacal.

Mètode: Colorimetria (Kits)

S'utilitza un kit de detecció d'amoni d'escala de color de 0,05-2,0 ppm.

Els resultats s'expressen en ppm de NH_3 .

4.1.2.2.2.7. Fòsfor.

Mètode: Colorimetria.

S'utilitza un colorímetre de doble feix (autoanalitzador Technicon) amb cubetes d' 1,5 mm.

Els ortofosfats de les mostres reaccionen, en medi àcid, amb una solució de molibdat amònic per a formar fosfomolibdat. Aquest és reduït per àcid ascòrbic i forma blau de molibdè, que es mesura colorimètricament a 660 nm de longitud d'ona.

En el sistema s'introdueix un bany isotèrmic a 37,5 graus C.

Es prepara una recta de calibració amb patrons de 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0 i 10,0 ppm de KH_2PO_4 .

Els resultats s'expressen en ppm de P_2O_3 .

4.1.2.2.2.8. Demanda Química d'Oxigen (DQO).

Mètode: Digestió-titolació.

Aquest test indica la quantitat de compostos oxidables, tant orgànics com inorgànics.

La mostra es sotmet a una oxidació en excés de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ i medi àcid i en ebullició (2h 30min aprox., a 150 C), en presència d' Ag_2SO_4 com a catalitzador i Hg_2SO_4 com a acomplexant de clorurs.

L'oxidació amb dicromat és més completa que amb permanganat.

El dicromat que sobra de l'oxidació es determina per mitjà d'una solució normalitzada de sulfat de ferro i amoni. Com a indicador s'utilitza la fenantroïna, que forma complexes estables amb el ferro. Es forma una coloració verda que vira a marró-rogenca.

Es realitza també, pel mateix procediment, una anàlisi

d'un blanc.

Els resultats s'expressen en ppm de 02.

4.1.2.2.2.9. Sodi.

Mètode: Electroscòpia d'emissió.

El sodi es determina per emissió a una longitud d'ona de 589,0 nm i una flama d'aire-acetilè (1:1).

Es prepara una recta de calibració amb patrons de 0,0, 5,0, 10,0 i 15 ppm de NaCl.

Els resultats s'expressen en ppm de Na.

4.1.2.2.2.10. Potassi.

Mètode: Espectroscòpia d'emissió.

El potassi es determina per emissió a una longitud d'ona de 766,5 nm i una flama d'aire-acetilè (1:1)

Es prepara una recta de calibració amb patrons de 0,0, 1,0, 5,0 i 10,0 ppm de KCl.

Els resultats s'expressen en ppm de K.

4.1.2.2.2.11. Calci.

Mètode: Espectroscòpia d'Absorció Atòmica.

El calci és detectat per absorció atòmica a una longitud d'ona de 422,7 nm i una flama produïda per aire/acetilè (1:1).

Es fa una recta de calibració en patrons 0,0, 1,0, 2,0 i 3,0 ppm de Ca.

Els resultats s'expressen en ppm de Ca.

4.1.2.2.2.12. Magnesi.

Mètode: Espectroscòpia d'Absorció Atòmica.

El magnesi es detecta per absorció atòmica, a una longitud d'ona de 285,2 nm i una flama d'aire-acetilè.

Es prepara una recta de calibració amb patrons de 0,0, 1,0, 2,0, i 5,0 ppm de Mg.

Els resultats s'expressen en ppm de Mg.

4.1.2.2.2.13. Coure

Mètode: Colorimetria (kits).

S'utilitza en kits de detecció de coure d'escala de color 0,3 a 0,5 ppm.

4.1.2.2.2.14. Zinc.

Mètode: Colorimetria (kits).

S'utilitzen kits de detecció de zinc d'escala de color 0,1 a 5,0 ppm.

Els resultats s'expressen en ppm de Zn.

4.1.2.2.3. Residus ramaders.

4.1.2.2.3.1. Determinació sòlids totals (ST) i sòlids volàtils (SV).

Per determinar la concentració de sòlids totals es somet durant 24 hores a 105 C una quantitat coneguda de mostra de residus ramaders fins que el seu pes sigui constant. El contingut en sòlids volàtils es calcula determinant la pèrdua de pes que experimenta la mostra seca en ser calcinada a 550 + 50 C fins pes constant. Per ambdues determinacions es segueixen les normes del Standard Methodes..

4.2. INVENTARI I SEGUIMENT D'INSTAL·LACIONS DE DIGESTIO ANAEROBI A ESCALA INDUSTRIAL A CATALUNYA.

4.2.1. Materials.

El material utilitzat per la realització de l'estudi general i el posterior seguiment de les plantes seleccionades va consistir en una primera fase en l'aplicació de dues enquestes, una enquesta inicial específica complimentada posteriorment per altra enquesta global en col·laboració amb la Universitat de Lovaine (Bèlgica), dins del projecte "Biogas plant in Europe an Updated data-bank".

En una segona fase, ja en les plantes de biogàs seleccionades, es va procedir a la confecció d'uns fulls de seguiment, a la instal·lació d'equips de control energètic i posta a punt de les anàlisis físico-químiques de les mostres de gas i residus. En la tercera fase es va desenvolupar el seguiment mitjançant els controls

d'explotació, control energètic i de depuració (Annex 4).

4.2.1.1. Enquestes d'inventari de les plantes de biogàs.

Per a la confecció de l'enquesta es consultà els treballs realitzats a França, Itàlia, Dinamarca i Suïssa, referents a inventaris i caracterització de les plantes.

Els apartats generals seleccionats per l'enquesta van ser: característiques generals de la planta, característiques del digestor, instal·lació de biogàs, transport i emmagatzematge dels residus, condicions de funcionament del digestor, problemes en el procés i manteniment de la planta. Productes i subproductes del procés (biogàs i residu tractat), utilització del biogàs i equips aplicats i finalment ús del residu tractat. Les característiques de l'enquesta estan descrites en l'Annex 4.

En una segona fase s'utilitzà una enquesta estàndard europea desenvolupada per la universitat de Lobaine (Bèlgica) (Annex 4).

4.2.1.2. Fulls de seguiment.

Després de l'inventari i selecció de les plantes de biogàs a estudiar es va procedir al seu seguiment, tot utilitzant uns fulls de seguiment estandaritzats en els seus apartats generals i diferenciats els subapartats en funció del nombre i tipus de sensor instal·lats.

Els fulls de seguiment emprats van ser els següents:

- Full sensors de control energètic - Aquest full era complimentat per l'explotador ramader i s'especificaven els valors diaris enregistrats en els comptadors d'electricitat, de gas i calorímetres, temperatures i càrrega emprades (Annex 6).

- Full paràmetres de treball i notes complementàries - (càrrega, funcionament de les bombes, periodicitat dels sistemes d'agitació...) (Annex 6).

- Fulls d'anàlisi química. Aquest full era complimentat a partir de la presa sistemàtica de mostres de l'influent, efluent i biogàs i llurs anàlisis en els següents aspectes: (sòlids totals, sòlids volàtils, DQO, pH, nitrogen amoniacal, nitrogen total, àcids volàtils, gas, CH₄, CO₂, coure...)(Annex 6).

4.2.1.3. Equips de control energètic.

Comptadors de gas, comptadors elèctrics, calorímetres, termòmetres.

4.2.1.3.1. Antecedents.

Després de l'estudi general de totes les instal·lacions de digestió anaeròbia s'han seleccionat quatre plantes de biogàs, en les quals s'ha realitzat una anàlisi exhaustiva de les seves característiques, així com el temps que han funcionat i els resultats ja obtinguts.

Estudi de detall dels circuits de gas, electricitat i aigua calenta de les plantes de biogàs i explotacions ramaderes, per tal de determinar el nombre d'equips de control energètic i els necessaris per tal de poder realitzar un balanç energètic total granja-digestor.

Una vegada seleccionats els punts i el nombre d'equips a instal·lar, s'han determinat les característiques tècniques de cada equip en funció del cabal de gas, cabal i temperatures de l'aigua i potència elèctrica.

4.2.1.3.2. Calorímetre o comptador de calories.

- Equip.

El calorímetre és la combinació d'un comptador d'aigua calenta amb uns sensors electrònics -dos-, un instal·lat a l'anada i l'altre al retorn. La diferència de temperatura registrada entre els dos sensors és multiplicada pel volum mesurat pel comptador i el resultat és expressat en unitats físiques reals (Kwh) (Figura 41).

- Instal·lació.

El calorímetre s'instal·la en la conducció de retorn de l'aigua calenta. S'instal·la, a més, una vaina de 1/2", en les condicions d'anada i l'altre en les de retorn, on es col·loquen dos sensors de temperatura (Figura 4.2).

- Equips instal·lats.

Els calorímetres instal·lats tenen uns cabals nominals d'1,5, 2,5 i 3,5 m³/h. (Taula 4.1).

4.2.1.3.3. Comptador elèctric.

- Inventari.

En una primera fase es va avaluar el nombre de comptadors existents i els necessaris per la realització de l'estudi.

- Equip.

Comptadors d'energia activa, segons NORMA UNE 21310-80

Part II, classe de precisió 2, en caixa de doble aïllament, provist de dos discos i dos elements motors situats en forma diametral (Figura 4.3).

- Instal.lació.

Els comptadors elèctrics es troben situats a cada granja-planta de biogàs en la part del circuit on són necessaris per tal de poder realitzar el balanç energètic total, consum de la planta de biogàs provinent de la xarxa, producció del cogenerador utilitzada a la granja i altres apartats per obtenir un balanç energètic total (Taula 4.2).

- Equips instal.lats.

El nombre i característiques dels comptadors de corrent alternà trifàsica, instal.lats en les plantes de biogàs, es troben descrits a la Taula 4.3.

4.2.1.3.4. Comptador de gas.

- Antecedents.

Es va realitzar un inventari dels comptadors de gas existents abans de la realització de l'estudi (Taula 4.4).

- Equip.

Els monitors de gas són comptadors secs de gas estandard, dels utilitzats pel registre del consum de gas-ciutat, natural o propà (Figura 4.4).

- Instal.lacions.

Els comptadors de gas han sigut instal.lats en la granja-planta de biogàs a la part del circuit de gas on eren necessaris per realitzar un balanç complet de producció, utilització i pèrdues de la producció de biogàs en cada reactor i del biogàs utilitzat en la planta de digestió anaeròbia i a la granja.

- Equips d'instal.lació.

Els comptadors instal.lats tenen com a rendiment màxim entre 2,6 i 30 m³/h. El nombre de instal.lacions i les seves característiques són reflectides a la Taula 4.5.

4.2.1.3.5. Termòmetres.

- Equip.

Termòmetres de màxima i mínima per al registre de les

variacions de la temperatura ambient en les diferents instal·lacions de biogàs.

- Equips instal·lats.

El nombre de termòmetres instal·lats és d'un per a cada explotació.

4.2.1.4. Mostres de residus.

Els excrements líquids de porc - purins de porc procedeixen dels influents i efluents dels digestors anaerobis seleccionats en l'estudi del seguiment. Les anàlisis es van realitzar al laboratori de la Diputació de Barcelona ubicat a la Granja-Escola Torre Marimon de Caldes de Montbui.

4.2.1.5. Mostres de gas.

Les mostres de gas procedeixen dels gasòmetres de les plantes de digestió anaeròbia seleccionades per al seguiment.

4.2.1.6. Reactius.

Els reactius i gasos emprats en les anàlisis han estat: Panreac, Merck, Tecnocroma i Oxigeno Linde, sempre de qualitat d'anàlisis.

4.2.2. Mètodes.

4.2.2.1. Operatius.

4.2.2.1.1. Inventari i selecció de les plantes de seguiment de biogàs.

En la fase preliminar es va realitzar el cens i caracterització de totes les plantes instal·lades a Catalunya de les quals van ésser preseleccionades per a la realització del seguiment les que tractaven excrements líquids ramaders, en volums de reacció superiors a 100 m³ i ubicades en explotacions ramaderes estàndard.

En aquestes instal·lacions preseleccionades s'analitzaren les característiques generals -classe d'explotació ramadera, localització, tipus de residus, característiques del digestor, paràmetres de funcionament...- i es determinaren els problemes de funcionament. Aquestes dades van permetre seleccionar les

plantes en les qual es realitzà el seguiment durant tres anys.

4.2.2.1.2. Seguiment químic.

En les quatre instal·lacions seleccionades (7 reactors) s'han determinat els punt de presa de mostres de l'influent, efluent i gas produït.

El transport de mostres de les instal·lacions al laboratori es realitzaven en recipients de 2 litres col·locats dins d'un contenidor isotèrmic.

Les anàlisis químiques aplicades a l'influent i efluent del digestor han estat les següents: sòlids totals (ST), sòlids volàtils (SV), D.Q.O., pH, N-amoniacal, redox, alcalinitat, àcids volàtils (acètic, propíonic, iso-butíric, butíric, iso-valèric, valèric), segons les normes FAO per a excrements líquids ramaders.

L'anàlisi de la composició del gas (CH₄, CO₂ i aire) s'ha realitzat mitjançant cromatografia de gasos.

La presa de mostres en les instal·lacions seleccionades es realitzà cada 15 dies, en els períodes d'estabilització del procés i es transportà al laboratori per a la seva anàlisi i procesament informàtic i llur difusió.

4.2.2.1.3. Seguiment energètic.

Es seleccionen els equips energètics necessaris per a realitzar un balanç energètic integral en cada una de les instal·lacions. Aquests equips inclouen comptadors de gas, d'energia tèrmica de fluïts i d'electricitat.

Els explotadors ramaders registren diàriament els valors d'aquests comptadors omplint uns fulls de control especialment dissenyats per a cada planta segons el tipus d'instal·lació i segons els diferents aparells i equips de que disposen.

Cada dues o tres setmanes es va fer una visita tècnica a les instal·lacions i un recull dels fulls de control, per comprovar el funcionament de la planta de biogàs i omplir un qüestionari sobre incidències, tals com: problemes de circuits, aturada del digestor, problemes a la caldera, a les bombes i notes complementàries sobre el tractament amb antibiòtics, canvi de residus normalment vertits a la pre-fossa, disminució del nombre d'animals, etc.

L'estudi posterior de les dades registrades permet

Es segueix la metodologia analítica proposada per la Standard Methods.

4.2.2.2.3.1. Determinació del Sòlids Totals (S.T.) i Sòlids Volàtils (S.V.):

La concentració en S.T. es va determinar assecant en una estufa, a 105 C durant 24 hores una quantitat coneguda de mostra, fins a un pes constant. El contingut en S.V. del residu es calculà mitjançant la determinació de les pèrdues de pes en calcinar les mostres de matèria seca a 450 C, durant aproximadament 4,5 hores. Una part de la matèria volàtil es pot perdre en determinar el contingut en S.T. El mètode per la determinació de S.T. depèn de l'homogenització de la mostra obtinguda.

4.2.2.2.3.2. Determinació dels àcids grassos volàtils (A.G.V.):

Els àcids acètic, propiònic, butíric, iso-butíric, iso-valèric i valèric són analitzats sobre el sobrenadant d'una mostra centrifugada a 4.000 r.p.m. durant 60 minuts, utilitzant un cromatògraf de gasos Hewlett-Packard 5840A, equipat amb un detector de flama (FID).

Per quantificar cadascun d'aquests àcids s'utilitzà un patró extern que és una barreja dels sis A.G.V. anteriorment esmentats.

La separació dels àcids té lloc en una columna FFAP de 2 metres de llargada i 1/2" de diàmetre extern, reblida amb Chromosorb WHP 100-120 malles impregnada al 10% amb àcid fosfòric, que suporta una temperatura màxima de 275 C.

El fluxe del gas portador (nitrogen pur) és de 22 ml/min.

Les condicions d'operació són:

Temperatura de l'injector: 150 C.

Temperatura de la columna: 115 C.

Temperatura del detector: 130 C.

El calibratge del patró es troba descrit en l'Annex 5.

4.2.2.2.3.3. Determinació de la demanda química d'oxigen (D.Q.O.).

Es va determinar la D.Q.O. total a partir de la mostra total del residu i la D.Q.O. soluble a partir del sobrenadant de la mostra preparada centrifugant-la a 4.000 r.p.m. durant 1 hora, i mitjançant el mètode

proposat per la Standard Methods. La mostra és oxidada per dicromat potàssic en medi àcid, mantenint-la en ebullició durant dues hores. Es valora, per retrocés, el dicromat potàssic no consumit, amb sulfat ferrós amònic.

4.2.2.2.3.4. Determinació del nitrogen amoniacal.

Mesurat amb un electrode específic ORION model 95-12 prèviament calibrat amb solucions estàndard de clorur amònic i connectat a un pH-metre CRISON model pH/mv meter digit 501.

El calibratge de l'electrode: a un volum conegut de mostra (aprox. 25 ml) se li afegeix 1 ml d'hidròxid sòdic 10 M, homogeneitzant continuament amb un agitador magnètic. El nitrogen amoniacal contingut en la mostra és alliberat en forma d'amoniac i detectat per la cèl.lula de l'electrode.

La resposta estabilitzada del pH-metre en mv es relaciona amb la concentració de nitrogen amoniacal de la mostra.

El calibratge es troba reflectit en l'Annex 5.

4.2.2.2.3.5. Determinació del pH.

Les mesures de pH es fan amb un electrode de vidre CRISON connectat a un pH-metre CRISON model pH/mv meter digit 501. Es fa directament sobre la mostra.

4.2.2.2.3.6. Determinació del potencial redox.

Per a la seva mesura s'utilitzà un electrode específic marca CRISON model Pt, connectat al pH-metre CRISON model pH/mv meter digit 501. Es mesura directament sobre la mostra líquida.

4.2.2.2.3.7. Determinació de l'alcalinitat.

Per a la seva mesura s'utilitzà el mateix ph-metre i electrode de vidre que es fa servir en la determinació del pH. Es calcula a partir dels ml de H₂SO₄ 0.1N necessaris per portar la mostra diluïda fins pH= 4,5, segons "Standard Methods for the Examination of Waste Water 13th edition, 1971".

4.2.2.2.3.8. Determinació de la composició del gas.

L'anàlisi qualitativa i quantitativa del gas es realitzà amb un cromatògraf de gasos Hewlett-Packard, model 5790A, equipat amb un detector de conductivitat tèrmica (TCD).

Es tracta d'una cromatografia d'absorció gas-sòlid en una columna Porapak Q de 3 metres de longitud i 1/8" de diàmetre exterior de 100 malles i d'acer inoxidable.

Les condicions d'operació són:

Temperatura de l'injector: 90 C

Temperatura de la columna: 70 C

Temperatura del detector: 90 C

S'utilitza heli com a gas portador amb un cabal de 20-21 ml/minut.

El calibratge es va realitzar injectant quantitats conegudes de cadascun dels gasos (CH₄ i CO₂) i representant la resposta del cromatògraf (àrea del pic) en front al volum injectat. El mateix es va fer injectant quantitats conegudes d'aire. Les rectes del calibratge es mostren a l'Annexe 5.

El metà i diòxid de carboni emprats per a fer el calibratge tenien una puresa del 99,0% i 99,8%, respectivament.

4.3. DIGESTIO ANAEROBIA A TEMPERATURA AMBIENT.

4.3.1. Materials.

4.3.1.1. Matèria primera. Purins de porc. Experiència en reactors a escala laboratori.

El purí de porc procedia de la granja de porcs d'engreix situada en la Granja-Escola Torre Marimon de Caldes de Montbuí. Té característiques diferents segons el lloc de presa de la mostra sigui dins de la nau o fora de la nau, a la comporta entre la canonada que surt de la nau i la pre-fossa. El material recollit dins de la nau slat, sota el solat de formigó, al final de la pendent, té un contingut en sòlids total d'aproximadament 0,85% ja que molta de la part sòlida de l'excrement està dipositada en el fons, mentre que el purí agafat a la comporta té 2,16% de sòlids totals (Taules 4.6 i 4.7 dels diferents punts de presa de mostres).

El purí emprat correspon a porcs d'engreix que entren amb un pes mitjà de 25-30 Kg i surten a l'escorxador amb un pes mitjà de 90 Kg i que han estat alimentats amb 0,5-1,5 Kg pinso/animal i dia.

L'inòcul que es va utilitzar procedia de l'efluent d'un

reactor anaerobi de mescla completa que treballa a temperatura mesofílica, i que es troba ubicat a Caldes de Montbuí, amb un contingut en sòlids totals d'1,23%. Les seves característiques es troben descrites a la Taula 4.8.

El residu utilitzat en els experiments escala laboratori es congelava (-20 C) fins a la seva posterior utilització. Prèviament a la càrrega es descongelava fins arribar a la temperatura ambient.

- Experiència a escala pilot. Digestor-fossa.

Els purins de porc procedien solament de les naus de maternitat en la primera fase, ja que els porcs d'engreix per problemes sanitaris havien estat tractats amb antibiòtic. En la meitat del procés de posada en marxa es van barrejar els dos residus i això va facilitar l'increment dels influents (>4% ST).

L'inòcul utilitzat procedeix del mateix digestor anaerobi que les experiències a escala laboratori.

4.3.1.2. Reactius.

Els reactius emprats durant tota l'experiència van ser Panreac i Probus. Les bombones de gas pels cromatògrafs van ser subministrades per Oxigeno Linde, S.A., de qualitat d'anàlisi.

4.3.1.3. Muntatge.

Per tal de poder reproduir a escala laboratori les temperatures ambientals, que es produïrien en un fossa d'emmagatzematge de purins de porc, els digestors es troben dins d'un bany d'aigua, sense sistemes de calefacció-refrigeració i dins d'una nau del laboratori sense climatització.

Es va muntar una bateria de 12 reactors. Eren reactors que treballaven en semi-contínu, als quals se'ls alimentava periòdicament. Cada reactor constava d'un erlenmeyer, 10 amb un volum de 2 litres i 2 de 1 litre, amb una sortida pel gas que es produïa i una boca per on es realitzava l'entrada i sortida dels purins de porc i líquids (Figura 4.5).

La conducció de gas que disposava d'una presa de mostra, anava des del reactor fins el gasòmetre de vidre de 2 litres de capacitat. El gas produït era enregistrat gràcies al desplaçament d'una solució salina àcida, per una canonada de goma des del gasòmetre a un recipient plàstic a pressió atmosfèrica.

L'agitació dels reactors era mecànica i prèvia a la càrrega.

4.3.1.4. Materials planta pilot.

Consta d'una fossa de formigó estandard de 7 metres d'ample per 7 metres de llarg per 3 metres de fons, separada d'altra fossa adjacent de majors dimensions mitjançant un mur també de formigó. Aquesta segona fossa farà la funció de dipòsit de material digerit. Al costat d'aquesta es troba la pre-fossa (Plànol 7).

4.3.1.4.1. Digestor fossa.

Es procedí a la reparació de figures i segellat de la connexió subterrània entre les dues fosses.

Per a la impermeabilització de la fossa al gas, s'estudiaren diferents mètodes i materials. Es realitzà un estudi sobre permeabilitat del formigó a l'aire. En base als resultats, es va seleccionar com a material de recobriment de les parets del digestor l'"evaloy-PVC".

4.3.1.4.2. Coberta gasomètrica i tancament hidràulic del digestor.

Es construí tot seguint el perímetre de la fossa un canaló de formigó de 700 cm de llarg per 700 cm d'ample, amb un gruix de 20 cm, per una altura de 40 cm. L'interior del canaló té unes mides de 10 cm d'ample per 30 de profunditat. El canaló es recobrí del mateix material que el digestor. Aquest canaló realitza la funció d'ancoratge de la coberta gasomètrica, mitjançant una canonada d'una polsada que discorre pel seu fons, així com de tancament hidràulic i vàlvula de seguretat, després del seu ompliment amb aigua fins 250 m.

El gasòmetre és una coberta de 7 metres de llarg per 7 metres d'ample, amb una altura màxima com semiesfera d'1,5 metres, anclat en el fons del canaló, de manera que el nivell d'aigua assegura la seva estanqueïtat. Està fabricat d'un teixit de poliester Trevira, recobert de PVC per les dues cares.

- Característiques mecàniques.

Resistència al trencament (norma DIN 53354 da N/5 cm), 480 d'ordit i 420 de trama.

Resistència al desgarrament iniciat (norma DIN 53356 da N), 81 d'ordit i 92 de trama.

- Característiques físico-químiques.

realitzar el balanç energètic mensual i anual avaluant la producció total del biogàs i la producció utilitzada.

En quant a les energies en les quals es transforma el biogàs -tèrmica i elèctrica- es determina el tant per cent del biogàs invertit en el propi digestor, en la granja, en la venda a la xarxa o el no utilitzat.

4.2.2.1.4. Termogràfic.

Per complementar l'estudi energètic, es va realitzar una inspecció termogràfica dels digestors i equips energètics en el període fred (desembre).

La tècnica termogràfica per infrarrojos va permetre avaluar les pèrdues energètiques i les temperatures superficials dels elements estudiats.

L'equip de termografia consistia dels següents accessoris: càmbra Polaroid 107, càmbra Polaroid SLR 680, anemòmetre, termòmetres digitals, cos referència, recipient amb nitrogen líquid i equip informàtic de tractament.

4.2.2.2. Analítics.

4.2.2.2.1. Residus.

Els influents i efluents dels digestors de les plantes de digestió anaeròbia seleccionades per al seguiment.

La presa de mostres es realitza en les plantes de forma periòdica i es transporten en recipients de dos litres en dipòsits isotèrmics.

4.2.2.2.2. Gas.

El gas (biogàs) a analitzar procedeix dels gasòmetres de les plantes de digestió anaeròbia seleccionades per la realització del seguiment:

Els dipòsits de presa de mostres són de 100 ml de volum i de vidre especialment normalitzat per a la presa de mostres i transport de mostres gasoses.

L'anàlisi d'aquestes mostres de gas es realitza per cromatografia de gasos.

4.2.2.2.3. Mètodes analítics.

Les anàlisis es van realitzar al Laboratori de Bioenergia del Servei d'Agricultura i Ramaderia de la Diputació de Barcelona.

- Estabilitat tèrmica (norma British Standard 3424/73), 28/+70 graus C.

- Atac per microorganismes (norma U. N. E. 53238) avaluació 0.

Permeabilitat del metà, valor mitjà, (norma DIN 53350, % humitat relativa, cm³ NTP/m² x dia x bar), a 23 C 542, a 40 C 1.020 i a 50 graus C 1.480.

4.3.1.4.3. Agitador.

S'instal·là dins de la fossa un agitador de pales, motor antideflagant amb funcionament temporitzat 10' cada 30'.

4.3.1.4.4. Bomba de càrrega.

S'instal·là en la prefossa una bomba, que fa a la vegada la funció d'agitador i de càrrega del digestor. Aquest es realitza a través d'un tub de PVC que s'introdueix fins el centre del digestor un cop al dia.

4.2.1.4.5. Circuit de gas.

El gas surt del digestor per una canonada flexible, connectada a la membrana gasomètrica. Aquesta està connectada a una canonada de gas, de coure d'1", instal·lada amb una pendent de 5 mm/m per facilitar la recollida de condensador. S'ha instal·lat seguidament a un condensador d'aigua un filtre d'hidrogen sulfur i un comptador de gas.

El supressor està ubicat a la sortida del comptador i ambdós protegits de les condicions climàtiques mitjançant una caseta aixopluc.

El motor del supressor és antideflagant. El seu funcionament és automàtic regulat per 2 pressostats de màxima i mínima, que mantenen la pressió dins del gasòmetre.

4.3.1.4.6. Control científic.

Es construí una caseta aixopluc, on s'instal·là el control científic automatitzat de les variables ambientals, consistint en una unitat d'adquisició de dades connectada a 8 sondes de T situades:

- 4 dins del digestor a diferents nivells
- 1 en la prefossa.
- 1 ambient
- 1 ambient granja
- 1 slats de la granja.

S'instal·là també el quadre de comanaments per a la temporització i control de la bomba de càrrega i agitador.

4.3.2. Mètodes analític.

Les anàlisis es van realitzar al Laboratori de Bioenergia del Servei d'Agricultura de la Diputació de Barcelona, i es va comptar amb el suport del seu equip.

Es segueix la metodologia analítica proposada per la Standard Methods. Es troben descrits en l'apartat 4.2.2.2.3. del seguiment d'instal·lacions de digestió anaeròbia

Taula 4.1 - Tipus i nombre de calorímetres (comptador de kcalories) instal·lats en les plantes de biogàs estudiades en el seguiment

Calorímetres (m ³ /h)	Instal·lacions de digestió anaeròbia			
	A	B	C	D
1,5	-	-	1	-
2,5	1	3	2	3
3,5	-	-	1	-

Taula 4.2 Característiques, respecte al seu registre, dels comptadors elèctrics existents en les plantes de digestió anaeròbia del seguiment.

Comptador elèctric característiques	Instal·lacions de digestió anaeròbia			
	B	A	C	D
consum total granja xarxa	x	x	x	x
produc. coogenerador	x	x	-	-
Cons. planta biogàs provinent xarxa	x	(x)	(x)	(x)
prod. coog. utilitzada a la granja	-	(x)	-	-
energia venuda xarxa	x	-	-	-
vendes més consum granja provinent del coog.	(x)	-	-	-

(x) = equips instal·lats pel seguiment.

x = equips ja existents a les plantes de biogàs abans del seguiment.

Taula 4.3 - Nombre i tipus de comptadors elèctrics instal·lats per al seguiment de les plantes de biogàs

Comptadors elèctrics	Instal·lacions digestió anaeròbia			
	A	B	C	D
Trifàsic 30 A	-	-	1	1
Trifàsic 40 A	2	-	-	-
Trifàsic 50 A	-	1	-	-

Taula 4.4 Característiques respecte al seu registre, dels comptadors de gas existents a les plantes de digestió anaeròbia del seguiment.

Comptador gas característiques	Instal·lacions			
	A	B	C	D
Producció total biogas	x	x	-	⊗ (1)
consum còogenerator	⊗	x	-	-
Produc. utilitzada granja	-	-	-	x
Produc. utilitz. planta biogas.	-	-	-	x
Pèrdues xarxa	-	-	⊗	-
Producció utilitzada	-	-	x	-

x= equips ja existents.
 (1) dos comptadors, un per cada reactor.
 ⊗= instal·lats pel seguiment.

Taula 4.5 - Nombre i característiques dels comptadors de gas instal·lats en les plantes de digestió anaeròbia avaluades per al seguiment.

Comptadors gas (m ³ /h)	Instal·lacions de digestió anaeròbia			
	A	B	C	D
3	-	-	1	-
6	-	-	-	2
30	1	-	-	-

Taula 4.6 - Composició dels purins de porc procedents dels slats

D.Q.O. total	24785 mgr O ₂ /l.
D.Q.O. soluble	---
pH	7
NH ₃	1457 p. p. m.
S.T.	0.86 %
S.V.	0.48 %
Alcalinitat	4.26 mgr. CaCO ₃ /l.
Redox	- 356 mv.
A. G. V.	
Ac. acètic	4295 p. p. m.
Ac. propiònic	831 p. p. m.
Ac. isobutíric	85 p. p. m.
Ac. butíric	3925 p. p. m.
Ac. isovalèric	132 p. p. m.
Ac. valèric	63 p. p. m.

Taula 4.7 - Composició dels purins sortida nau engreix

D.Q.O. total	34800 mgr O ₂ /l.
D.Q.O. soluble	16971 mgr O ₂ /l.
pH	7.5
NH ₃	2064 p. p. m.
S.T.	2.16 %
S.V.	1.64 %
Alcalinitat	7.42 mgr. CaCO ₃ /l.
Redox	- 470 mv.
A. G. V.	
Ac. acètic	11508 p. p. m.
Ac. propiònic	2509 p. p. m.
Ac. isobutíric	447 p. p. m.
Ac. butíric	1138 p. p. m.
Ac. isovalèric	344 p. p. m.
Ac. valèric	157 p. p. m.

Taula 4.8 - Composició de l'inòcul digestor anaerobi mesofílic

D.Q.O. total	27600 mgr O ₂ /l.
D.Q.O. soluble	---
pH	8
NH ₃	2914 p.p.m.
S.T.	1.23 %
S.V.	0.55 %
Alcalinitat	11.23 mgr. CaCO ₃ /l.
Redox	- 420 mv.
A.G.V.	
àc. acètic	441.5 p.p.m.
àc. propiònic	traces
àc. isobutíric	traces
àc. butíric	traces
àc. isovalèric	traces
àc. valèric	traces

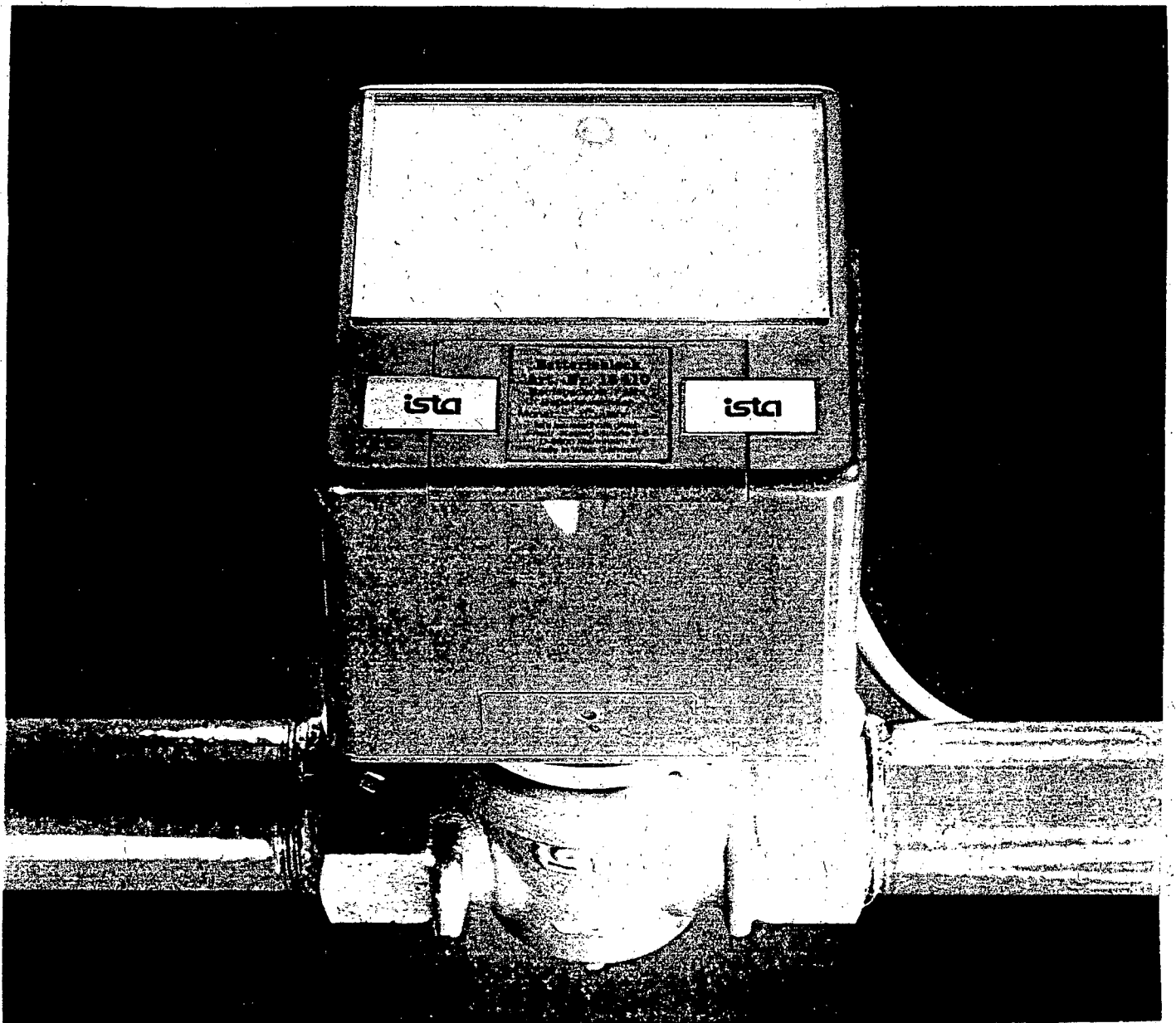


Figura 4.1 - Comptador de calories (Kwh) utilitzat en el seguiment de les plantes de biogà. Equip adaptat a la canonada d'aigua calenta.

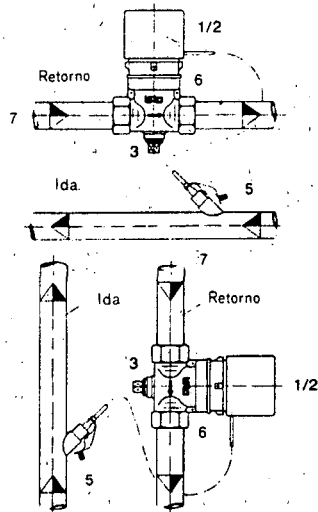
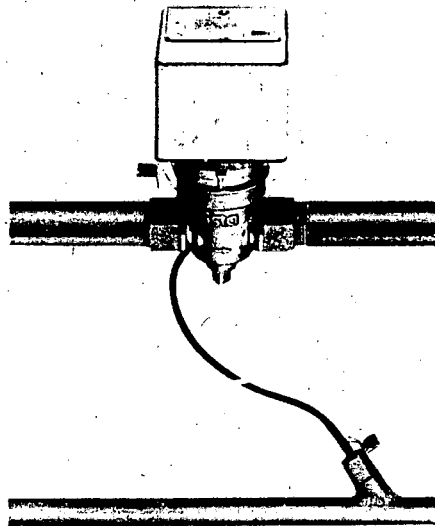
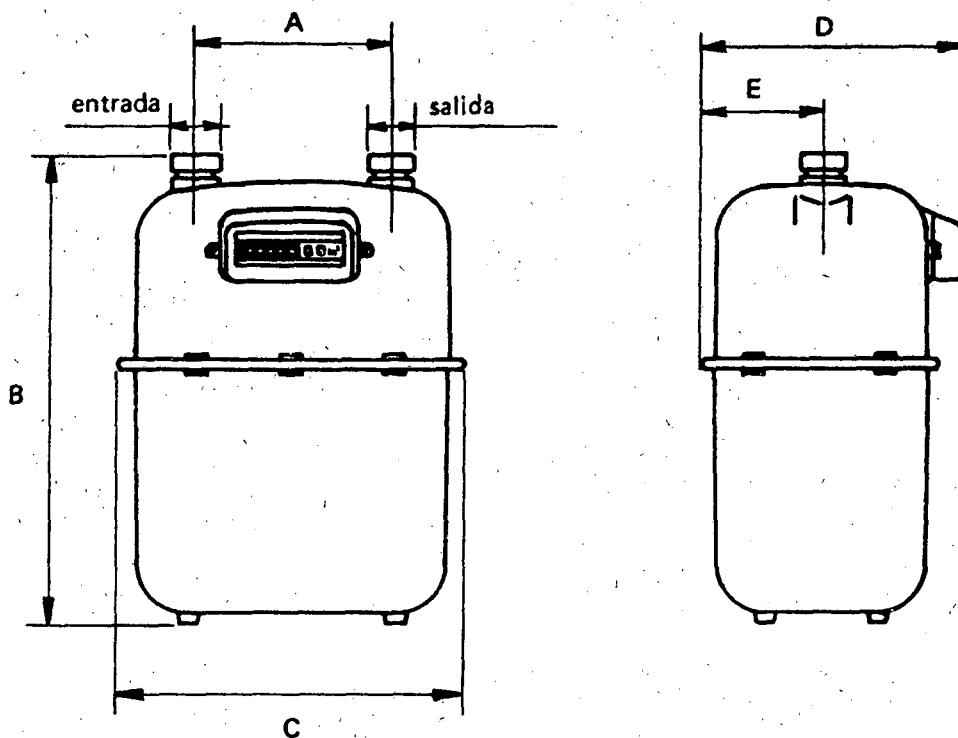


Figura 4.2 - Muntatge dels comptador de calories en les canonades d'anada i de retorn.



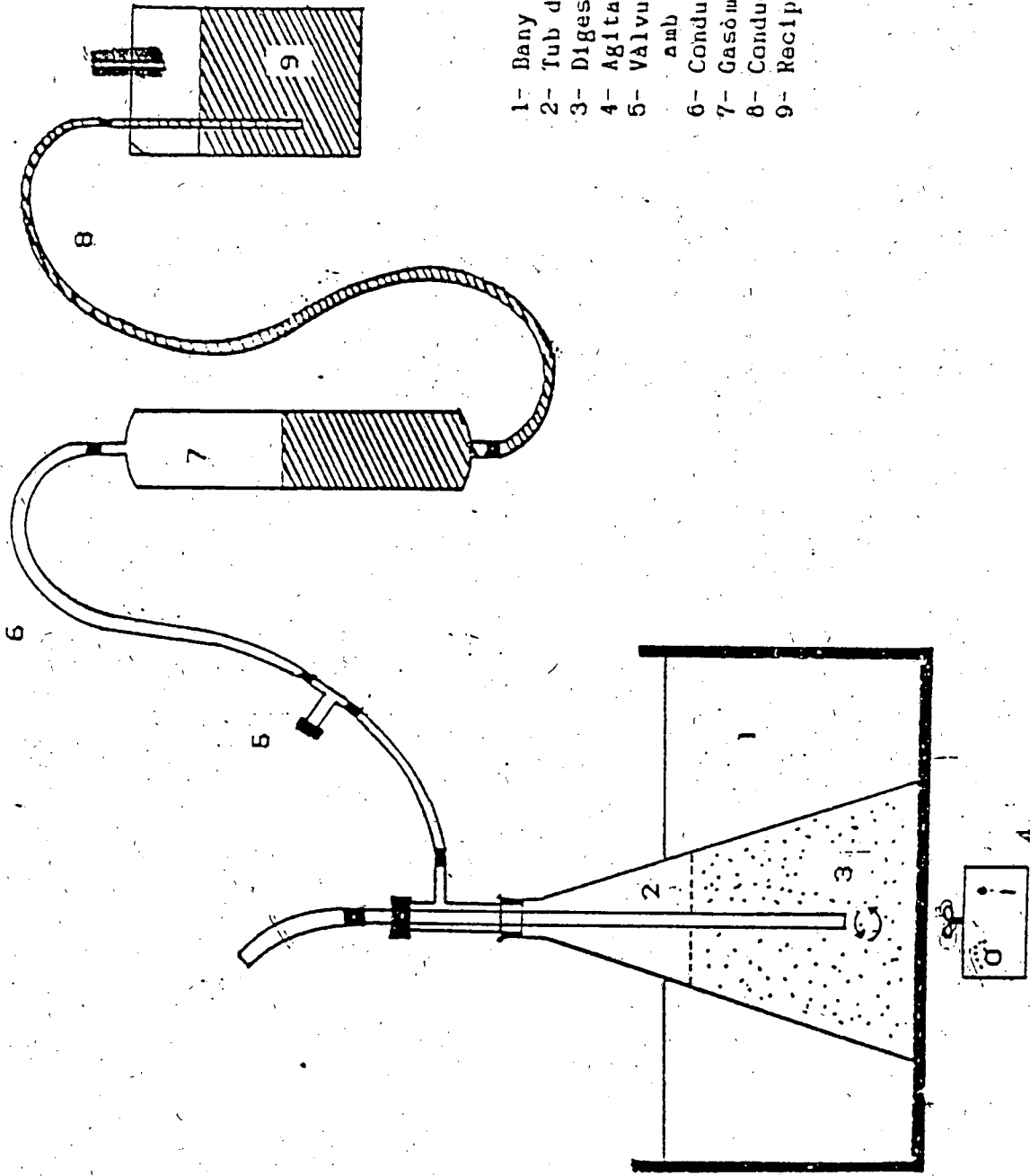
Figura 4.3 - Comptador elèctric de corrent altern utilitzat en el seguiment energètic de les plantes de biogàs



CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTADORES

Contador tipo	Capacidad V = dm ³	Rendimiento máximo		Presión máx. de utilización	Conexiones		Medidas en mm.					Peso aprox. kg/h
		m ³ /h aire	kg/h Propano		Entrada	Salida	A	B	C	D	E	
G-2'5	2	4	4'-	100 g/cm ²	hembra	macho	160	275	222	176	80	3'5
					M-20 x 1'5							
G-4	2	6	8'-	100 g/cm ²	hembra	macho	160	275	222	176	80	3'5
					M-20 x 1'5							
G-6	5	10	20'-	100 g/cm ²	macho	macho	250	345	272	210	98	5'4
					1 1/4" gas							
G-16	10	25	30'-	100 g/cm ²	macho	macho	280	414	405	232	106	8'1
					2" gas							
G-25	20	40	60'-	100 g/cm ²	macho	macho	335	508	465	288	138	14'-
					2 1/2" gas							

Figura 4.4 - Comptadors de gas utilitzats en el seguiment de les plantes de biogàs. Característiques generals.



- 1- Bany d'aigua.
- 2- Tub de càrrega i descàrrega.
- 3- Digestor
- 4- Agitador magnètic.
- 5- VALVULA de presa de mostra de gas
amb séptum. Purgador
- 6- Conducció blogàs.
- 7- Gasòmetre.
- 8- Conducció blogàs.
- 9- Recipient d'expansió. Líquid gasomètric.

Figura 4.b - Muntatge laboratori

5. - CONTAMINACIO RAMADERA EN UN MUNICIPI RURAL PILOT

5.1. - PLANTEJAMENT

El sector ramader ocupa un lloc important dins l'economia global de Catalunya.

El sector ha evolucionat d'una ramaderia en equilibri amb l'agricultura, fins a una ramaderia intensiva i amb una agricultura que utilitza de forma massiva adobs inorgànics i els residus ramaders constitueixen un greu problema que deriva en una font de contaminació del medi.

Aquests problemes de contaminació procedent dels residus ramaders són observables principalment en determinades comarques (Segrià, Urgell, Noguera, Osona...) per la gran concentració de bestiar, principalment porquí, que tenen.

Amb l'objectiu d'avaluar l'impacte real de la contaminació ramadera en zones rurals i determinar les mesures tecnològiques i de gestió per fer-li front, es va seleccionar un municipi pilot representatiu, que tingués les següents característiques: Baixa densitat de població, activitat principal agrícola ramadera, amb una superfície agrícola i forestal equilibrada i una producció de residus mitja.

5.2. CARACTERISTIQUES GENERALS DEL MUNICIPI DE MALLA I ELS DEL SEU ENTORN.

5.2.1. Localització.

El municipi seleccionat ha estat el de Malla, que està ubicat en la comarca d'Osona i els municipis del seu entorn són Vic, Santa Eugènia de Berga, Taradell, Tona i Muntanyola, respecte al nucli principal, i Taradell, Tona, Seva i Balanyà, respecte a l'apartat Malla-Quadro. (Figura 5.1)

5.2.2. Població.

La població del municipi en les dades de l'últim cens és de 285 habitants. (101)

Si es compara la població de Malla amb els municipis del seu entorn, tots, excepte el de Muntanyola, tenen com a

mínim, sis vegades més de població -Vic (28.735 hab.), Taradell (4.112 hab.), Tona (5.076 hab.), Muntanyola (196 hab.), Seva (1.470 hab.) i Hostalets de Balanyà (2.947 hab.)- amb una densitat per Km més gran.

L'estructura de la població de Malla és equilibrada, així com a la majoria dels municipis veïns. (Figura 5.2). (102)

La dedicació laboral de la població als municipis de Malla Muntanyola i Seva és agrícola-ramadera, a diferència dels altres municipis, que és industrial.

5.2.3. Activitat econòmica.

L'activitat econòmica principal del municipi de Malla és agrícola-ramadera, la qual es reproduïx a tots els municipis del seu entorn, excepte a Vic, Santa Eugènia de Berga i Balanyà, on és industrial. (Figura 5.3)

Els nous projectes en el Municipi de Malla es centren en el sector agrari i serveis. (102)

5.2.4. Superfície.

La superfície total del municipi de Malla és de 989 Ha, les superfícies dels altres municipis del seu entorn són les següents: Vic (3.172 Ha), Santa Eugènia de Berga (634 Ha), Taradell (2.841 Ha), Tona (1.600 Ha), Muntanyola (3.857 Ha), Seva (2.910 Ha) i Hostalets de Balanyà (1.847 Ha). (101)

5.2.5. Mancomunitat.

Malla es troba mancomunat amb Santa Eulalia de Riuprimer, Seva, Muntanyola i El Brull, quant als serveis de recollida de les escombreries, servei d'assistència social, mecanització de les oficines municipals, i altres segons el decret 157/82 del 27 de maig, DOGC n'um. 241 del 16-7-82. L'adhesió de Tona, Decret 423/82 del 4 de novembre DOGC núm. 284 del 15-12-82.

5.3. MEDI FISIC.

5.3.1. - Característiques geològiques.

5.3.1.1. Situació geològica.

El municipi de Malla es troba situat en la Plana de Vic

que forma part de la depresió central catalana.

Els materials que aforen corresponen al període Quaternari i l'Eocè.

5.3.1.2. Descripció del subsòl.

El nivell Quaternari està format per sorres, llims i argiles -predominen les sorres i llims amb petites quantitats d'argiles-; els gruixos van des de 0 a 10 metres. Aquest nivell té dipòsits al·luvials i col·luvials formats per l'acció conjunta de petits cursos d'aigua amb aports laterals de les vessants.

El nivell Eocè està format per marges blaves de Mantlleu amb petites quantitats de sorres, i el seu gruix arriba a ser de l'ordre de 400 metres. A la part superior de les marges, es troben els nivells de gresos de Voltregà que forma el sostre. Aquest nivell correspon a la zona distal, un sistema sedimentari d'estuari.

5.3.1.3. Disposició dels materials.

El material quaternari recobreix horitzontalment i parcialment les marges blaves del nivell Eocè (Figura 5.4).

Les marges blaves també tenen una disposició horitzontal amb petits cabussaments, normalment inferiors al 5 graus en direcció oest.

No es troben accidents tectònics de certa entitat.

5.3.2. - Superfície del municipi de Malla.

5.3.2.1. Ordenació del territori.

La superfície total de Malla de Malla més el Quadro és de 989 Hectàrees. (101).

La superfície no urbanitzable és de 985 Hectàrees, éssent la superfície no urbanitzable per capita de 3,5 Ha. (Plànol 6.1)

Ordenació ocupacional: agrícola, forestal i altres activitats.

La distribució en superfície agrícola i no agrícola del municipi de Malla es troba descrita als Plànol 6.1.

Han estat estudiades 32 explotacions agropequàries del

municipi, en allò que fa referència a la superfície total, forestal, agrícola i no utilitzada veure. Les dades de cada explotació i la seva ubicació es troben descrites a la Taula 5.1 i Figura 5.6.

La superfície total estudiada ha estat de 580,45 Ha, (60% del total del municipi o 80% si exceptuem la zona segregada del Quadro) de les quals el 76,40% és agrícola, el 21,56% és forestal i el 2,03 és ocupat per les explotacions.

La superfície mitjana de les explotacions agrícoles de Malla és de 18,13 Ha i la majoria tenen 12 Ha. El 70% de les explotacions tenen una superfície entre 8 i 18 Ha.

Totes les explotacions agropequàries disposen de camps de conreu, però no més hi ha una amb més de 40 Ha. de conreu.

5.3.3. - Climatologia

Les dades agroclimàtiques generals procedents de l'estació de Vic (Període 1950-1969), ens indiquen, de forma general que el tipus de clima del municipi de Malla és temperat, càlid i humit. (103)

Les temperatures mitjanes de les màximes, mitjanes i mitjana de les mínimes anuals són, respectivament: 18,3, 12,3 i 6,3 graus.

La precipitació mitjana anual és de 728 mm, durant els mesos de juny, juliol, agost i setembre. L'evotranspiració és superior a les precipitacions.

El nombre mig anual de dies de pluja, neu i granissada és, respectivament de 84, 4 i 1,6.

5.4.1. - Agricultura.

5.4.1.1. Introducció

S'ha realitzat una enquesta a les vint-i-sis explotacions agropequàries més significatives del municipi de Malla, - les 26 primeres de la Taula 5.1 - les quals se'ls hi ha aplicat una bateria de preguntes relacionades amb la seva agricultura tals com: tipus i superfície dels diferents conreus, període de recol·lecció i adobament, adobament orgànic, quantitat i tipus i finalment adobament inorgànic tipus i quantitat (Enquesta, Annex..)

5.4.1.2. Tipus de conreus.

El tipus de conreu de les diferents explotacions estudiades es troba descrit a la Taula 5.2.

Els cereals, blat i ordi són els tipus de conreus més normals en aquestes explotacions, amb un 80,7% i 88,7% del total.

El blat de moro també és conreat per un nombrós grup d'explotacions (84,6%).

Patates, naps, Ray Grass i sorjo són conreats per menys del 65% de les explotacions, en funció dels camps disponibles i de forma sincronitzada amb blat i ordi.

El conreu d'alfals és minoritari, menys del 30% i ocupa de forma continuada els camps, durant més de dos anys, essent el seu cultiu independent dels cereals.

La civada és un conreu marginal.

5.4.1.3. Superfície de conreus.

La superfície que al llarg de l'any ocupa els conreus de cada una de les explotacions es troba descrita a la Taula 5.3.

Més de la meitat de la superfície dels conreus realitzats al llarg de l'any és ocupada pel blat i l'ordi (55,1%). (Taula 5.4)

La resta de conreus tals com patates, Ray Grass, naps, sorjo i civada ocupen superfícies cadascun d'ells inferiors al 9%.

L'únic conreu complementari amb una superfície important, més del 15% del total, és el blat de moro.

5.4.1.4. Període d'adobament orgànic.

L'època d'adobament orgànic en els diferents conreus es per cada una de les instal·lacions. (Taula 5.5)

El sistema convencional d'adobament, plantació i recol·lecció dels diferents tipus de conreus està descrit a la Taula 5.6. Si la comparem amb la Taula 5.5 amb el tipus de conreu per cada explotació, s'observen dos tipus o grups d'explotacions:

Primer grup: Es el sistema més tradicional que consisteix en plantar en gran part del terreny blat i ordi (adobament orgànic a l'octubre) i de forma rotacional naps (adobament a l'agost) amb patates (adobament al març). Aquesta forma de conrear indica que l'interval SENSE PODER APLICAR EXCREMENTS sòlids o líquids al camp es troba comprès entre 3 i 6 mesos.

Segon grup: Aquest grup, sistema modern, com a l'anterior, la majoria del temps els camps es troben ocupats pels dos cultius majoritaris blat i ordi (adobament orgànic a l'octubre), adaptades en algunes parcel·les al sorjo (adobament al juny) en un percentatge més reduït Ray Grass (adobament a l'octubre) amb blat de moro (adobament al maig), això indica que en funció de cada tipus d'explo-tació hi ha un període comprès entre 4 i 9 MESOS SENSE PODER APLICAR EXCREMENTS SOLIDS O LIQUIDS ALS CAMPS.

El sistema de conreus condiciona el període d'emmagatzematge dels excrements sòlids o líquids que, en funció de les característiques agrícoles i gestió dels residus estarà comprès entre 3 i 9 mesos.

5.4.1.5. Quantitat de residus sòlids i líquids ramaders aplicats anualment.

Les quantitats d'excrements sòlids i líquids aplicats en cada un dels cultius a les diferents instal·lacions es troba descrita a la Taula 5.7.

Les característiques físiques (sòlid o líquid) dels adobs orgànics aplicats a cada conreu són variades, i no és preponderant cap dels estats físics. (Taula 5.8)

L'adobament mig amb purins està comprès entre 36 i 77 Tn/Ha.any, conreu, essent molt alts els adobaments als cultius de patates i alfals.

En els cultius adobats amb excrements sòlids les quantitats són lleugerament més baixes que per al cas anterior. Es remarcable el 77,6 Tn/Ha. any, de conreu de patata.

Els adobaments mixtes, residus sòlids i líquids són aplicats a un grup molt reduït d'explo-tacions.

5.4.1.6. Adobament inorgànic

Les quantitats emprades per cada instal·lació per als diferents cultius és la següent. (Taula 5.9)

Els valors aplicats estan compresos entre 75 i 600 Kg de diferents tipus d'adobs inorgànics per Ha de cultiu. En alguns cultius no s'afegeixen adobs inorgànics.

5.4.2. - Ramaderia

5.4.2.1. Ramaderia a Catalunya.

El sector ramader és un sector important dins l'economia global de Catalunya: El cens animal, incluint la ramaderia menor, queda expressat a la Taula 5.10, i la distribució ramadera a la Figura 5.7; en aquestes dues representacions queda reflectida la gran importància del sector perquè al nostre país. En el cens de 1986 els valors de caps de bestiar de porquí es van incrementar en un 40% (104).

Dins del sector ramader es destaca que la ramaderia porquina ha experimentat un gran creixement (s'ha multiplicat per 22 en els últims 25 anys). Les causes d'aquest fenomen poden ser atribuïdes a:

- a) la necessitat d'elevat els ingressos totals de les explotacions agrícoles petites,
- b) la facilitat de venda dels productes elaborats,
- c) l'existència de moltes empreses d'integració que promocionen els sistemes d'explotació ramadera intensiva.

5.4.2.2. Ramaderia del municipi de Malla.

5.4.2.2.1. Introducció.

L'activitat principal del municipi de Malla se centra en l'agricultura i ramaderia.

Els tipus de bestiar majoritaris són el porquí i el vaquí, hi ha un nombre molt reduït d'instal·lacions amb altres tipus de bestiar, (aviram...).

5.4.2.2. Cens, tipus de granja i animal.

Han estat enquestades trenta-dues explotacions ramaderes,

(Planol 5.1), que són aproximadament el 90% les existents al municipi (Figura.....)4

Els resultats de l'enquesta referents al tipus de granja i nombre i tipus de caps de bestiar es troben descrits a la Taula 5.11.

El 78% del total d'explotacions gestionen bestiar porquí i boví i és molt reduït el nombre de granges intensives que només disposen de bestiar porquí (3,12%).

El tipus d'explotació de porquí és, principalment, la de cycle tancat, que representà el 66,6% del total. Aquesta dada coincideix amb el tipus de granja porquina més comú de la plana de Vic i els municipis del seu entorn, a diferència de l'altre centre porquí'importància com és el de Lleida capital i el seu entorn on el bestiar d'engreix és el majoritari.

A la Figura..... es descriu la distribució en els municipis de la comarca d'Osona de les explotacions de bestiar porquí: granges de cycle tancat amb menys de 100 mares.

A l'apartat de cycle tancat amb menys de 100 mares. El municipi de Malla té un nombre d'explotacions lleugerament superior a la d'alguns municipis del seu entorn. Això indica una tendència cap a explotacions petites i que es troben dins de la zona de densitat mitjana alta ramadera, de la comarca d'Osona (Taula)

Les granges d'engreix són en un nombre molt inferior a les de cycle tancat. (Plànols....) amb valors mitjans de la comarca d'Osona.

La Figura ens indica el tamany mitjà i petit de la majoria de les explotacions ramaderes de Malla a diferència d'altres municipis del seu entorn i en concret el municipi de les Masies de Sant Hipòlit de Voltregà, que té un nombre de caps de porcs superior deu vegades al de Malla. El nombre d'explotacions de tamany petit és més reduït que a Malla. Això indica grans concentracions intensives de bestiar porquí.

El nombre total de porcs d'engreix, truges i garrins és de 5176, 755 i 1.500 respectivament. L'explotació ramadera 21, té el 32,8% dels porcs d'engreix del municipi.

Les explotacions de boví de llet representen el 61,29% d'aquest sector i en més de la meitat del casos (52%) són de tamany petit ja que tenen menys de 25 vaques. Hi han

5 explotacions - una de 25 a 50 vaques, dues de 50-100 vaques i dues i dues explotacions de més de 100 vaques -

El nombre total de vedells d'engreix i vaques és de 957 i 1.243.

Al sector de vedells d'engreix, les explotacions 21 i 31 tenen el 47% dels caps del municipi.

A les explotacions de vaques només hi ha una explotació amb més de 250 vaques.

5.4.2.2.3. Densitat.

El nombre de porcs i vaques equivalent per Hectàrea, de conreu, per cada explotació es troben descrits a la Taula 5.12. (Els porcs equivalents s'obtenen a partir dels garrins, truges, engreix i mascles, multiplicats per uns factors de vonversió respectius de 0,32, 2,02 i 2,42).

La densitat mitja bé (d) si es considera tota la superfície del municipi estudiada, indica per als 7.239 porcs engreix i 1587 vaques engreix equivalents, uns valors de 16,32 porcs equivalents i 3,58 vaques equivalents per Hectàrea.

La distribució de densitat animal no és homogènia en tot el municipi.

Respecte als porcs equivalents per Hectàrea hi ha un 57,6% que tenen menys de 20. (Figura 5.7). El valor de 20 porcs d'engreix/Ha és el màxim recomanable a molts països europeus a l'hora de donar permisos i autoritzacions per explotacions porquines intensives (106). En un 19,3% de les explotacions hi han més de 40 porcs/Ha valor dues vegades superior al recomanable: les explotacions núm. 3, 4, 12 i 30. En el cas de l'explotació 10 es tindrà en compte el seu possible subministrament de purin a altres granges. En aquestes últimes instal·lacions podria haver problemes d'excés de purins en relació a les terres disponibles.

A les explotacions amb vaques, el 65,6% tene menys de 4 vaques equivalents per Hectàrea, (Figura 5.8.) i només hi ha un grup molt reduït d'explotacions amb més de 8 vaques equivalents/Ha que són les números 2, 9, 10, 29 i 32. En aquest últim grup pot haver problemes de dos tipus, en primer lloc, una dificultat de autosubministrament de l'aliment per part de la superfície agrícola de l'explotació, és a dir, integració agricultura-ramaderia, i en segon lloc problemes d'excés de residus.

En l'apartat de residus, que posteriorment serà comentat, cal esmentar que al ser majoria les granges que tenen porcs i vaques, la densitat total per Hectàrea d'explotació és més alta en sumar-se les dues densitats animals esmentades, amb l'increment conseqüent de problemes principalment en la gestió i aplicació dels residus.

5.4.2.2.4. Distància entre explotacions ramaderes.

La distància entre les explotacions ramaderes es visible al Plànol 6.1.

El nombre mitjà de granges ubicades en un radi a l'entorn de cada granja en el municipi de Malla és de 0,25 per distàncies petites (200 metres) 1,18 per distàncies fins a 400 metres i de 6,25 fins a 1.000 metres.

Aquest valor mig que cada granja té en un radi d'1 quilòmetre, més de 6 granges, indica una alta densitat ramadera i la dificultat legal d'introduir noves granges porquines, ja que la legislació ens indica que s'ha de respectar una distància d'un quilòmetre o més per concedir el permís de nova instal·lació. (Annex).

Aquesta proximitat entre granges podria ser un focus de problemes sanitaris.

Les distàncies recomanades entre explotacions ramaderes o llocs habitats a Europa són en funció, normalment, del nombre de caps de bestiar de l'explotació i varia de més de 10 metres per menys de 10 caps de porc fins més de 500 metres per explotacions de 500 porcs. (107, 108, 109)

5.4.2.2.5. Energia a les explotacions ramaderes.

L'electricitat és el tipus d'energia majoritàriament emprat a les explotacions ramaderes del municipi de Malla. (Taula 5.13).

El consum mensual és molt heterogeni i varia entre 272 a 5.336 kw.h/mensual mitjos. El consum mig de 18 explotacions en dades disponibles és de 1.451.72 kw.h/mes.

El sistema de calefacció de les naus està relacionat amb l'energia elèctrica i, per tant, és majoritari l'ús de bombetes.

Els nous sistemes de calefacció elèctrica terra radiant per aigua i aeroterms es troben en un nombre molt reduït d'instal·lacions, això podria indicar l'antiguitat i

gestió tradicional de moltes granges.

Un reduït nombre d'explotacions (8%) utilitzen altres tipus d'energia com són els derivats de la biomassa (subproductes agrícoles, fusta, carbó...).

Per tant, la introducció de nous sistemes de depuració i estalvi d'energia, com és el cas de la digestió anaeròbia, seran difícils i s'haurà de realitzar un cert grau d'obres per l'adaptació dels sistemes de calefacció d'energia a gas.

5.5. - RESIDUS RAMADERS.

5.5.1. - Residus ramaders. Antecedents.

Quan la ramaderia estava integrada en l'agricultura, la producció de residus ramaders no generava cap problema, ja que representava una font d'ingressos en ser utilitzada directament com adob.

La producció total anual de residus ramaders en les quatre províncies catalanes i Espanya en les diferents espècies queda reflectida a la Taula 5.13. (110)

Actualment, el gran nombre d'explotacions intensives l'ús massiu d'adobs inorgànics o químics, ocasiona problemes de gestió, com els produïts per un emmagatzematge no controlat en les explotacions i la contaminació del medi rural en ser aplicats residus ramaders d'una forma incontrolada en el camp o abocats directament als rius o riarols.

La situació més greu es produeix amb els purins de porc, pel seu gran volum i pel seu estat líquid que permet una ràpida contaminació, tant a les aigües superficials com a les subterrànies de les diferents zones ramderes de Catalunya.

5.5.1.2. Residus ramaders del municipi de Malla.

5.5.1.2.1. Introducció.

- Dejeccions del bestiar boví.

La producció diària de dejeccions per cap de bestiar boví es dona en funció del pes, edat, alimentació, l'època de l'any i climatologia entre altres.

La mitja de producció de fems de bestiar boví a aplicar

en el càlcul teòric del municipi de Malla, s'ha obtingut a partir de les dades de diferents autors, (Taula 5.4) (105, 112, 113, 114).

Aquest valor és del 7% del pes viu de l'animal.

Les característiques físiques i químiques dels fems en ésser aplicats al camp depenen no solament de la producció teòrica, sino també del maneig d'aquests: tipus d'estabulació, sistema d'emmagatzematge, tipus de jaç...-

- Dejeccions del bestiar porquí.

El càlcul teòric de la producció d'excrements de porc s'ha obtingut a partir de diferents autors, en funció dels tipus i pes de l'animal, veure taula .

Els valors utilitzats per a la producció diària d'excrements a partir del tipus d'animal i la mitjana del seu pes viu són els següents:

animal	pes mig	excrements % del pes viu
truges	250	2,5
garrins	10	10,0
engreix	50	6,2
masclles	300	2,5

La majoria d'aquests excrements es troba en forma líquida (purins) i no barrejats amb diferents tipus de jaç.

Un dels factors que pot afectar a les concentracions finals d'aquests residus, pot ésser la quantitat d'aigua de pluja i neteja que arriba a les fosses d'emmagatzematge.

5.5.1.2.2. Producció d'excrements.

El càlcul de la producció d'excrements s'ha realitzat a partir del nombre de caps de bestiar censats en les enquestes i dels coeficients de producció de residus esmentats.

Els valors de producció d'excrements de bestiar porquí i de boví, per cada explotació es troben descrits a la Taula 5.16.

La producció total d'excrements de totes les explotacions enquestades és de 22.413,738 Tm d'excrements de boví i 8.129,379 Tm de porquí (Taula 5.17), 22,27 tones d'excrements per dia.

El valor de tones d'excrements de porquí per dia en el municipi de Malla, s'ha obtingut tot considerant la producció total d'excrements i la superfície total resultant de l'enquesta.

Aquest valor, si el comparem amb el resultat de la producció de residus a partir del cens ramader de 1986 per a la comarca d'Osona (Figura 5.8), es pot considerar que coincideix.

En analitzar les dades de la Figura 5.8 cal destacar que Malla es troba en un grup de municipis de producció d'excrements intermitjà, molt inferior al de Masies de Sant Hipòlit de Voltregà, ja que la producció d'aquest municipi és gairabé deu vegades superior a la d'un terme municipal de superfície semblant, però amb l'agreujament que la superfície forestal és majoritària.

Es va comparar el valor teòric de producció d'excrements a partir del cens d'animals per granja, amb el càlcul aproximat realitzat per l'explotador ramader. L'enquesta que es troba descrita a la Taula 5.18 dona com a resultat global una diferència de menys de 24% respecte al càlcul teòric d'excrements. Aquesta diferència pot ser atribuïda a la descripció ràpida del ramader sense haver realitzat cap càlcul volumètric.

5.5.1.2.3. Característiques físico-químiques dels residus.

- Característiques físiques.

L'anàlisi de les característiques físiques del residu de les diferents explotacions enquestades ens indica que el 46% de les explotacions gestionen residus sòlids i líquids conjuntament, el 42,5 sòlids i només el 11,5% en forma líquida. Aquests valors indiquen una certa tendència generalitzada en totes les explotacions a gestionar de forma tradicional -forma sòlida- el residu.

- Característiques analítiques.

S'ha realitzat una presa de mostres de residus de vaca i porc en un conjunt de 16 explotacions ramaderes de forma aleatòria i paral·lelament a la realització de l'enquesta.

Les anàlisis aplicades són de matèria seca, matèria

orgànica i nitrogen total -aquest només en un grup reduït d'instal·lacions-.

L'interès d'aquesta anàlisi és relacionar-la amb respostes de l'enquesta i comprovar l'estat del residu, ja que condiciona el seu maneigament i aplicacions finals.

Els resultats en les granges de cicle tancat indiquen dues tipologies molt diferents de granja: les que gestionen de forma líquida el residu en concentracions inferiors al 3% ST (38% de les enquestades) i les que ho gestionen en forma sòlida de l'ordre del 20% ST (62% enquestades).

Respecte a les explotacions d'engreix es tornen a repetir uns resultats molt semblants als del cicle tancat, la qual cosa indica instal·lacions antigues i l'existència de fosses en un reduït nombre d'explotacions.

En les explotacions de boví, els valors dels excrements frescos estan a l'entorn del 15% dels sòlids totals, valors molt normals per aquest tipus d'explotacions.

5.5.1.2.4. Matèria seca, matèria orgànica, nitrogen total i amoniacal, fòsfor i potassi teòrics del bestiar boví.

Si apliquem a la producció teòrica total de residus de boví la composició mitjana de matèria seca, matèria orgànica i N/P/K de diferents autors (Taula 5.18), s'obtenen unes produccions totals d'aquests components per tot el municipi desglossades per a vedells d'engreix, vaques de llets i total (Taula 5.19) (105, 112, 117).

5.5.1.2.5. Matèria seca, matèria orgànica, nitrogen total i amoniacal, fòsfor, potasi, coure i zinc teòrics de bestiar porquí.

A partir del nombre de caps de bestiar i els valors mitjos de la composició dels excrements (Taulas 5.20 i 5.21), s'obtenen unes produccions totals i per cada tipus de porc que es troben descrites a la Taula 5.22.

5.5.1.2.6. Composició i producció teòrica de nutrients dels excrements de porc i de vaca del municipi de Malla.

Els valors es troben reflectits a la Taula 5.23 i ens indiquen una producció Tm/any molt alta de nutrients; amb un bon sistema d'emmagatzematge i aplicació racional al camp s'obtindria un elevat estalvi d'adobs inorgànics.

5.5.2. Residus urbans.

Els residus sòlids urbans del municipi de Malla o són reciclats en les pròpies explotacions ramaderes i/o masies o bé són transportats a la planta incineradora o a l'abocador que es troba ubicat en el municipi de Tona en uns terrenys annexes i confrontats al municipi de Malla.

5.5.3. Residus industrials.

Existeix un nombre molt reduït d'indústries o instal·lacions del sector industrial -mobles, automòbils, ferralla...- que no ocasionen cap impacte ambiental remarcable donat el tipus de residus de reduït volum que generen.

5.6. - EMMAGATZEMATGE DE RESIDUS RAMADERS

5.6.1. Sistema.

Del resultat de l'enquesta feta a 32 explotacions ramaderes (veure enquesta Annex), el 61,3% de les explotacions disposen d'un o més dipòsits d'excrements líquids de porc i de vaca.

El 38,7% restant de majoria ramadera bovina, gestiona els residus de forma sòlida en femers o a l'aire lliure sense cap dipòsit de protecció.

5.6.2. Característiques de les fosses.

El material més freqüent en la construcció dels dipòsits és el formigó (50%) (Taula 5.24) es fa a la mateixa instal·lació, sense utilitzar parets prefabricades ni blocs de construcció. Aquesta és la forma més emprada de construir fosses de residus en tota l'àrea Mediterrània. (Taula 5.24).

Algunes explotacions aprofiten les característiques del terreny i el tipus de sòl per realitzar basses a l'aire lliure sense cap tipus de protecció (Taula 5.25).

Els dipòsits són majoritàriament rectangulars (73,1%), ubicats a l'exterior de les naus (74,1%) i soterrats (74,1%).

La meitat dels dipòsits estan coberts.

El volum de la majoria de les fosses està comprès entre 50 i 150 metres cúbics.

L'estat de conservació és correcta a la majoria de fosses.

5.6.3. Període o temps d'emmagatzematge.

5.6.3.1. Antecedents

La majoria de països europeus -mediterranis, centre-europeus i nòrdics- disposen d'una sèrie de prescripcions, lleis o directives sobre el període de temps en el qual han d'ésser emmagatzemats els residus, que condicionen el tamany i disseny de la fossa. El període mig de temps per als països esmentats es respectivament de 3,6, 5,6 i 5,5 mesos. (118, 119, 120, 121, 109).

Aquestes prescripcions de temps depenen condicionats de diferents factors, tals com: a) condicions climàtiques, pluja, neu, gelades....; b) períodes d'adobament idoni dels conreus i c) eliminació o contro de germens patogènics i plagues dels residus entre d'altres.

En el territori espanyol i català (Annex) la legislació no es troba definida, només hi há una sèrie de recomanacions d'ordre intern que aconsellen un període d'emmagatzematge de 3 mesos per a les noves construccions.

5.6.3.2. Estat actual del període d'emmagatzematge del municipi de Malla.

El volum total del dipòsit relacionat amb la producció teòrica d'excrements líquids diaris ens indica el període d'emmagatzematge màxim.

$$\text{Període emmagatzem. (dies)} = \frac{\text{volum dipòsit (m3)}}{\text{producció d'excrements líquids (m3/dia)}}$$

Els resultats d'aquesta enquesta indiquen una gran heterogeneïtat dels períodes d'emmagatzematge que es troben compresos entre 25 dies i 1 mes, valors el primer d'un sobredimensionat i el segon de molt petita cabuda.

Aquesta diversitat de períodes d'emmagatzematge podria ésser conseqüència de la construcció dels dipòsits sense cap relació amb les característiques de l'explotació ramadera (nombre de naus, de caps de bestiar, tipus de conreus, període o inter-períodes d'adobament).

5.7.1 - CONTAMINACIO DE L'AIRE

5.7.1.1. Antecedents.

La contaminació del medi atmosfèric ocasionada per les explotacions ramaderes, principalment les porcines, procedeix de la fàcil difusió de les olors procedents de la ventilació de les naus, dels aerosols generats per una aplicació inadequada del purí de porc en els conreus i pel seu transport. (119, 120).

Els elements químics més presents en aquestes males olors són el NH₃, H₂S, àcids grassos volàtils, indols p-cresols... (75)

Aquesta problemàtica ambiental ja està recollida en el Decret 833/1975 del 6 de febrer, sobre protecció del Medi Ambient, en el seu annex II, que qualifica en concret a les explotacions de bestiar perquè de més de mil caps com a potencialment contaminants de l'atmosfera i tipificades en el primer grup.

Les males olors procedents de la ventilació de les naus tenen el seu origen en una fermentació incontrolada dels residus acumulats en els slats i són molt molestes, principalment durant els mesos d'estiu. Per tal de reduir aquestes olors, és important aconseguir la reducció del temps de permanència dels residus en les naus i, en cas que no sigui possible, és preferible que el tipus de fermentació en les naus sigui anaeròbia, ja que aquesta és més lenta que l'aeròbia.

Els sistemes de purificació de l'aire són molt cars i per tant difícils d'aplicar. (108)

5.7.1.2. - Contaminació de l'aire del municipi de Malla.

De l'enquesta aplicada d'un nombrós grup d'explotacions ramaderes. (Annex) respecte al sistema de ventilació de les naus i dels problemes d'olors desagradables, es despren que el sistema de ventilació de les naus és el natural a la majoria de les respostes. Això ens indica de forma indirecta que hi ha un grau d'automatització i regulació tèrmica simple i no sofisticat.

L'època de l'any en la qual són més palesos els problemes de les olors és durant l'estiu i la seva procedència majoritària dels camps adobats en grans quantitats d'excrements i purins no fermentats o estabilitzats. En menor nombre de casos es detecten problemes d'olors procedents de les naus.

No s'ha observat problemes veïnals per les olors de purins possiblement degut a dos factors, el primer la llunyania d'un nucli important de població no agrícola o segona residència i en segon lloc que el problema de la generació d'olors desagradables no és provocat per un explotador ramader aïllat, sino pel conjunt de totes les explotacions del municipi.

5.7.1.3. Actuacions enfront del problema d'olors.

El problema de les olors desagradables procedeix majoritàriament de l'adobament dels camps amb excrements o purins no tractats. Enfront d'aquests problemes hi ha un conjunt de solucions o actuacions per disminuir les olors, entre les quals esmentarem les següents:

- a) Tractament aeròbic amb o sense separació de la fase sòlida i líquida -compostatge, sistemes d'aireació forçada (injecció d'aire, agitació mecànica...)-
- b) Tractament anaeròbic, sistema que resulta dels més prometedors, ja que a més de disminuir les olors com l'aeròbic ja esmentat, no es detecten pèrdues de nutrients i aporta energia en forma de gas -biogas-.
- c) En el cas que no sigui possible realitzar algun dels dos sistemes de tractament esmentats, és recomanable aplicar els residus mitjançant la seva injecció mecànica als camps de conreu i un període de tres mesos d'emmagatzematge.

5.7.2. Contaminació de les aigües

5.7.2.1. Introducció

La selecció de pous per avaluar el possible impacte de contaminació ramadera es va realitzar en funció de la proximitat de les explotacions ramaderes, amb l'objectiu d'observar i avaluar el possible efecte de contaminació dels aqüífers a partir de l'adobament orgànic sòlid o líquid dels camps de conreu propers als pous. (Plànol 6.1)

La situació i fondària dels pous inventariats i estudiats al municipi de Malla es troben descrits en el Plànol 5.1

El nombre total de pous en els quals s'ha realitzat la presa de mostres ha estat de 38. La meitat amb menys de 20

metres, i l'altre meitat, amb profunditat que no supera els 70 metres, exceptuant el pou de l'Ajuntament de Malla ubicat a prop de l'explotació ramadera de la fàbrica i amb una profunditat de 150 m. (Veure plànol 6.1)

Per la presa de mostres es bombeja l'aigua del pou durant cinc minuts, posteriorment es realitza la recol·lecció d'una mostra de dos litres i es fa l'anàlisi de nitrogen amoniacal "in situ". Es transporta fins al laboratori en cambres isotèrmiques.

5.7.2.2. Anàlisis

Les anàlisis aplicades a l'aigua procedent dels pous de Malla han estat els següents: pH, Conductivitat, Clorurs (Cl⁻), Nitrats (NO⁻³), Amoniac (NH₃), Fosfats (PO₄⁻³), Demanda Química d'Oxígen (DQO), Sodi (Na⁺), Potassi (K⁺), Calci (Ca⁺²), Magnesi (mg⁺²), Coure (Cu⁺²), Zenc (Zn⁺²).

La metodologies analítica es troba descrita en el Capítol 4.

5.7.2.3. Evolució del nivell.

S'ha observat a més de la meitat dels pous una disminució del nivell, indistintament de la profunditat dels pous des de l'any 1984 fins el moment del control analític.

Els pous de les explotacions ramaderes 8, 13 (el de 7 metres) i 15 (pou de 45 metres) es van assecar l'estiu de 1987.

S'observa una tendència a la substitució dels pous superficials (<20 metres) per pous de més profunditat.

5.7.2.4. Planificació de l'estudi.

L'estudi de la qualitat de les aigües va consistir en un estudi de potabilitat des del punt de vista químic.

5.7.2.5. Qualitat de l'aigua. Potabilitat.

5.7.2.5.1. Referències preliminars.

La interpretació de les aigües procedents dels aquífers és complexa, ja que existeix un elevat nombre de factors que incideixen en les seves característiques.

Entre aquests factors o variables es poden esmentar els següents:

- a) La recaptació o importació d'aigües del riu Gurri i la riera de Tona, que en un nombre elevat de dies de l'any van carregats d'abocaments incontrolats d'aigües residuals ramaderes.
- b) Trasvassament d'aigües subterrànies dins del mateix subsistema.
- c) Efecte de la contaminació generada per un adobament intensiu amb residus agropequaris i ados inorgànics.
- d) Impacte dels lixibats de l'abocador i de les aigües residuals urbanes.

Aquesta superposició de factors ha alterat en menor o major part el grau de la qualitat química de les aigües subterrànies, de manera que en aquests moments, només un reduït nombre de pous no es veuen afectats per l'impacte ambiental dels factors externs citats.

5.7.2.5.2. Infiltració d'aigües de riu.

El riu Gurri i la riera de Tona poden influir negativament en la qualitat de les aigües dels pous propers, donades les elevades càrregues orgàniques procedents del municipi de Tona.

5.7.2.5.3. Adobament intensiu de residus ramaders i adobs inorgànics.

L'adobat intensiu és la causa d'un augment dels nitrats, fosfats, clorurs, potasi i altres cations en les aigües subterrànies i les dels pous estudiats.

5.7.2.5.4. Lixibiats dels abocadors i de les aigües residuals urbanes.

Aquest impacte és el més reduït ja que el abocador es troba lluny de la zona estudiada.

L'abocador que es troba a l'annex al municipi de Malla i que pertany a Tona, pot ocasionar contaminació a partir de lixibitats generas. Seria necessari un estudi particular i detallat per poder detectar la magnitud del problema.

5.7.2.5.5. Nitrats (NO-3)

Els valors de nitrats, es troben desglossats, segons la profunditat del pou en tres grups: menors de 12 metres, de 12 a 25 metres i més de 25 metres. (Taula 5.26).

No es detecta una relació de disminució de la contaminació de les aigües en augmentar la profunditat dels pous. Una possible interpretació d'aquest fet podria ser que les canonades dels pous a més profunditat no estiguessin segellades i per tant aquest pou es recarregui no només de les capes freàtiques més profundes, sino també de la infiltració de les dels aqüífers superficials. (118, 119).

Deu pous (28% dels pous i 33% de les explotacions ramaderes), superen el nivell màxim admissible de nitrats (50 ppm). Les explotacions amb més de 50 ppm. NO-3 són: 10, 13, 17, 20, 25, 29, 30, 31, 32 i 33, veure Taula .

El valor mig de nitrats (NO-3) dels pous del municipi de Malla és de 50,59 ppm., valor que es troba distorsionat, ja que només el 29% dels pous superen els 50 ppm.

L'interval de valors està comprés entre 0,02 i 422,66 ppm.

El pou que subministra les aigües a l'escola i al nucli habitat del municipi té 0,02 ppm. de Nitrats (NO-3), valor molt baix, que indica que en aquests moments no representa cap problema sanitari.

Les tres zones amb més continguts de nitrats són les que es troben properes a la riera de Tona i al riu Gurri, a l'entorn de la Creu Roja, Boules i Can Pelai.

A la Figura es representen els valors de nitrats en el municipi; si el comparem amb el Plànol 5.2 de quantitat d'adobament orgànic, es detecta que en els pous amb >50 ppm. NO-3 es troben en camps adobats amb més de 40 Tm/excrements/Ha.any i els que tenen inferior nivell a 50 ppm. en zones de baix adobament orgànic (<40 Tm residus/Ha.any) en la majoria dels casos. Es de destacar la possible incidència del riu Gurri i de la riera de Tona en els pous propers als seus llits.

Les aigües subterrànies amb més de 50 mg)2/l podrien incidir en la salut dels ramaders que la consumeixen.

5.7.2.5.6. Conductivitat.

El valor mig és de 2.237 micromhos/cm. amb un elevat coeficient de variació 1.864. Els valors estan compresos

entre 864 i 11.500. Els valors de conductivitat són alts i poden tenir una certa incidència en l'aplicació d'aigua potable o de reg. El 85% dels pous tenen valors superiors als admissibles segons les normes de la Comunitat Europea.

L'aigua del pou que és subministrada a l'escola té una conductivitat de 1.090, es a dir una de les més baixes del municipi i inferior al màxim admissible.

Segons la conductivitat de les aigües, es poden desglossar en els següents grups:

micromhos/cm.	% pous
>2.750	8,4
2.250-2.750	11,3
1.750-2.250	46,0
1.250-1.750	20,1
<1.250	14,2

Amb referència a la distribució de les conductivitats dels pous és de destacar els següents punts:

- S'observen dos grups de pous segons la seva conductivitat, un està ubicat al nord-est del municipi amb uns nivells inferiors a 1.600 i l'altre grup està situat a l'oest del municipi en nivells a l'entorn de 2.000 micromhos/cm.
- No es detecta una relació directa entre adobament i conductivitat, i
- Els pous 4 i 26 tenen una conductivitat superior a 7.000 micromhos/cm molt superior als màxims de potabilitat i de difícil aplicació com aigua de reg, aquests pous podrien estar connectats a un aquífer d'aigües sulfuroses.

5.7.2.5.7. Demanda química d'oxígen.

L'anàlisi ha estat realitzada en dicromat potàsic (Cr2O7K2) a diferència de la norma espanyola que és realitzada en permanganat potàsic (MnO4K).

Els valors de la DQO es troben reflectits a la Taula . El valor mig és de 26,75 amb un coeficient de variació alt 23,81. Els valors es troben compresos entre 3,9 i 130 mg)2/l.

No s'observa una disminució de la DQO en funció de la profunditat, ja que els valors mitjos (DQO mg)2/l) per als pous de <12, 12 a 25 i >25 metres són respectivament 22,60, 31,55 i 27,63 ppm.

El 92% dels pous tenen un contingut de DQO superior al 5 mg O₂/l. Aquests resultats alts poden haver estat influenciats perquè l'anàlisi s'ha realitzat en dicromat i no en permanganat.

5.7.2.5.8. Fosfats.

Els valors enregistrats han estat baixos i en tots els casos inferiors al valor màxim de 5 ppm. del Reglament Tècnic-Sanitari d'abasteixement i control d'aigües potables (1982).

El valor mig és de 0,34, entre valors compresos entre traces (<0,01 ppm) i 2,4 ppm.

5.7.2.5.9. Nítrits.

El valor mig és de 0,07 ppm. i el valor màxim i mínim són respectivament <0,01 i 1,77.

Només el 15,7% dels pous superen lleugereament el màxim permès per la normativa espanyola.

L'explotació número 29 té uns nivells de 1,77 ppm. de nítrits (NO-2) molt més elevat que els altres pous.

Seria interessant realitzar una anàlisi periòdica d'aquest pou per veure si aquest nivell és circumstància puntual -recarregament orgànic de l'aqüífer- o constant.

5.7.2.5.10. Amoniac.

El valor mig és de 0,24, amb valors compresos entre >0,05 i 2,00.

Els valors superiors a 1 ppm d'amoníac són només els detectats en els pous de les instal·lacions 7 i 10. Aquests valors alts poden indicar que s'està produint un recarregament orgànic de l'aqüífer.

5.7.2.5.11. Cations

Sodi i Potassi

El valor mig de sodi és de 142,46, amb uns valors màxims i mínims de 1.360 i 30 ppm.

El reglament tècnic-sanitari d'abasteixement i control de qualitat de les aigües potables de consum públic no especifica els nivells tolerables o màxims de sodi; si ens referim a la Comunitat Europea (1975) el nivell màxim és de 100 ppm. En 17 pous els nivells són superiors al màxim admissible per la CEE.

En el cas de l'aigua del pou d'abasteixement del nucli principal de població de Malla (fàbrica) el nivell de sodi és de 46,80 ppm., indicador que en aquests moments no representa cap problema.

El valor mig de potasi és de 22,05 am un interval de 3,31 a 80,40. L'ús d'aquestes aigües en el reg pot presentar un aport complementari d'ion potasi.

El 60% dels pous tenen un valor superior al recomanat per la Comunitat Europea.

Calci i magnesi.

Els valors de calci i magnesi dels diferents pous del municipi de Malla ens indiquen que els valors mitjos mínim i màxim del calci i magnesi són els següents:

Catió	Valor mig	Valor mínim	Valor màxim
Calci	31,14	5,50	121,00
Magnesi	120,27	40,00	260,00

Tant el calci com el magnesi són cations importants a l'hora de calcular el valor agronòmic de les aigües.

Des dels punts de vista de potabilitat, la normativa espanyola no acota cap valor en aquests cations.

Coure i zenc.

La presència d'aquests cations en l'aigua pot ser un indicador de la infiltració directa dels purins de porc en ser aplicats en grans quantitats en els camps de conreu.

Només la instal.lació 29, amb un valor de 4,32 ppm. de

coure supera els nivells de 1,5 ppm. de la legislació espanyola. En el cas del zenc, cap instal·lació supera 5 ppm. màxim admissible que marca la legislació.

A la majoria de les aigües d'aquests pous, tant el coure com el zenc es troben a nivell de traces.

5.7.2.5.12. Clorurs.

El valor mig -incloent els valors superiors a 200 ppm- és de 282,10 ppm. Els valors mínim i màxim són respectivament 40 i 3.561 ppm.

Els valors superiors a 350 corresponen als pous de les instal·lacions 4 i 26 en els quals ja s'ha detectat una elevada conductivitat.

5.7.3. Contaminació del sòl.

5.7.3.1. Aportació de residus orgànics als camps de conreus.

L'aportació de tones d'excrements sòlid-líquids de porc i de vaca a les superfícies agrícoles de cadascuna de les explotacions ramaderes de Malla es troba descrita a la Taula 5.28.

L'adobament mig és d'unes 50 Tm/Ha.any. Els nutrients mitjos aportats pels excrements a cada hectàrea es troben descrits a la Taula 5.29. El valor d'adobament de 50 Tm/Ha.any és el valor màxim recomanable per a residus de porc a mots països d'Europa, perquè no es produeixin problemes de contaminació del sòl i de les aigües.

En el cas de Malla, com la majoria de les aplicacions són mixtes, (residus de porc i de vaca) es pot considerar que podrien abocar-se als camps quantitats lleugerament més altes sense perill de contaminació.

Si agrupem explotacions en funció de Tm residus/Ha.any, (Taula 5.29), és de destacar un grup de 13 explotacions que adoben quantitats inferiors a 50 i altre grup de 19 que apliquen més de 75 Tm.

5.7.3.2. Distribució geogràfica dels excrements als camps de conreu.

La representació gràfica s'ha realitzat a partir de les dades de Tm residus/Ha.any per explotació ramadera i les

dades d'ubicació de les parcel·les de conreu de cada explotació subministrades pel ramader a l'hora de complimentar l'emquesta. (Plànol 6.2)

Es de destacar de la Figura 5...., que descriu la distribució de l'adob orgànic, els punts següents:

- a) Les explotacions equilibrades, si es considera una distribució homogènia dels residus en tots els camps, en quantitat 50 Tm/Ha.any, representen el 40% del total amb una superfície de 216 Ha.
- b) El desequilibri per un excès d'adobament amb residus es produeix en els marges de la riera de Tona i el riu Gurri.
- c) Les superfícies limitades pels triangles formats per Can Corbateres-l'Hom-Can Bullo i Villar-Prat de Saba-Feixa, són aquells on s'aplica un adobament igual o més baix que els recomanbles (50 Tm/Ha.any).
- d) Existeixen explotacions veïnes on la diferència de quantitat d'adob orgànic aplicat als camps és de 10 a 1.
- e) La gran proximitat entre explotacions excedentàries i deficientes d'adob orgànic, permetria amb una coordinació senzilla per part dels ramaders, reequilibrar els adobaments tot facilitant una disminució de la contaminació en els aqüífers i en els sòls).

5.7.3.3. Aportacions inorgàniques al sòl.

L'adob inorgànic més emprat és el de tipus N/P/K, 0/14/7 ja que és utilitzat en el 70% de les explotacions.

El altres tipus d'adobament inorgànic depenen en molts casos de si a l'aportació inorgànica hi havia o no purins de porc, aquests altres tipus de classificacions més minoritàries tenen les següents relacions 15/15/15 i 8/15/15.

El guano com l'adob és utilitzat a un nombre molt reduït d'explotacions (15%).

5.7.3.4. Anàlisi contaminació ramadera en diferents sòls del municipi de Malla

5.7.3.4.1. Característiques dels camps seleccionats.

L'estudi pretén avaluar la possible contaminació del sòl

en els camps de Malla en funció de la quantitat de purins de porc abocats. Els elements potencialment contaminants són el coure i el zenc aportat com a correctors alimentaris.

Es van seleccionar quatre camps: Puig (>50 Tm purins/Ha.any), Torre Magra (___ 30 Tm purins/Ha. any), Puig (Bosc-Blanc) i Boules (no adobament orgànic). La metodologia i tècniques analítiques es troben descrites en el Capítol 4.

Els camps presentaven una gran homogeneïtat de forma visual en els següents apartats:

Color: marró homogeni

Textura: pesada

Pedragositat: inexistent

Pendents: inferiors al 2%, camps plans.

Per aquest motiu no es va creure convenient fer subdivisions. Només en el Puig, ja que hi havia una parcel·la amb el conreu recentment plantat (cereal).

Les extensions dels camps variaven entre les 3 Ha. del Puig a 0,5 de les Boules.

Per tal d'obtenir cada mostra es varen agafar diferents submostres (6-12), depenent de l'extensió del camp i profunditat. Aquestes submostres varen ésser barrejades per tal d'obtenir la mostra definitiva.

El mètode de mostreig aplicat a l'atzar recorrent el camp en zig-zag, i tenint present les mesures del camp.

5.7.3.4.2. Característiques específiques dels sòls estudiats.

Carbonats.

Valors alts i molt semblants en totes les mostres de les diferents parcel·les. Varia des del 25 al 35%, i s'observa una certa tendència a la disminució en augmentar la profunditat. (Taula 5.30)

L'origen d'aquests carbonats pot ser degut al tipus de sòl sedimentari (margues). Al mateix temps que poden ser de dos tipus de carbonats càlcics o magnèsic.

El clima humit i les pluges fan que aquests carbonats

càlcics es vagin dissolvent i, per tant, aportant unes quantitats de calci (Ca^{+2}) al sòl, això pot produir un efecte tamponador enfront als ions sòdics (Na^{+}) procedentes de les aigües de reg.

Matèria orgànica.

S'observa una elevada disminució del percentatge de matèria orgànica en relació a la profunditat, trobant-se valors en els primers 40 centímetres entre 2,5 i 3% (valors inferiors en el Puig: 1,5 a 2%). (Taula 5.30).

Aquests valors són relativament alts, però donat que el terreny és d'una textura pesada seria recomanable mantenir i augmentar els nivells de matèria orgànica, deguda la importància de l'equilibri agricultura-ramaderia.

Els valors alts de matèria orgànica ajuden a millorar l'estructura dels terrenys i augmentar la retenció de nutrients.

El bosc presenta valors més alts al llarg del seu perfil.

No s'observa correspondència entre els continguts de matèria orgànica presents en els sòls de les Boules i els aportos d'excrements i de purins indicats pel ramader.

Conductivitat elèctrica 1:5

La parcel·la de les Boules és la que presenta els valors més alts en profunditat (0,403), i es pode catalogar com lleugerament salins, també es produeix el mateix resultat en el Puig en la mostra superficial.

En el altres casos ($<0,3$), es poden catalogar els valors com baixos, que indueixen a pensar en una manca de problemes de salinització de moment.

Els valors son força semblants en les diferents profunditats de les parcel·les estudiades. Una possible interpretació d'aquests valors baixos, podria ser atribuïble a les precipitacions de la zona que provoquen un rentat de les sals.

Textures.

El contingut d'argiles és variable, entre 15 i 32% en les diferents mostres i profunditats, i el contingut de llims és elevat, entre 58 i 68%.

En tots els casos, els sòls d'aquestes textures es caracteritzen per ser pesats, amb un perill potencial d'asfixia dels conreus.

El fet de tenir baixos continguts d'argila fa que siguin sòls amb no gaire capacitat de retenció de nutrients (això és necessari tenir-ho present a l'hora d'escollir els diferents tipus d'adobs -solubilitat i dosi de reg).

pH

La majoria dels valors de pH oscil·len entre 7,70 i 8,12.

Els valors obtinguts en les mostres de Torre Magra són elevats i varien des de 8,12 i 8,46.

Si es considera que el tant per cent d'argila es baix, podem considerar els valors de pH com lleugerament alts (influència possible dels carbonats).

En tots els casos la diferència entre pH-aigua i pH-KCl és més petita que 0,5, unitat de pH, això assenyala un cert grau de saturació del sòl i és un indicador d'una certa tendència a la salinització sobretot en els camps de les Boules i Puig.

Cations.

- Potassi.

S'observa que els valors més baixos corresponen al bosc, a diferència dels valors més alts que han estat trobats als camps de les Boules en valors fins 680 ppm en els horitzonts superficials. El Puig conreu també presenta un contingut elevat en la mostra 20-40 cm.

Puig i Torre Magra presenten valors semblants éssent les concentracions més elevades en els horitzonts superficials i disminueixen en augmentar la profunditat.

Tenint en compte el contingut d'argila del sòl i el tipus de conreu (cereals, en el cas de les Boules) podem considerar els nivells de potassi molt alts i en el altres dos casos mig-alts. Seria recomanable disminuir el potassi dels adobs aplicats en aquests camps.

- Magnesi.

Valors molt elevats en tots els casos, presentant valors uniformes entre una mateixa parcel·la a diferents fondàries (Taula).

Una possible causa d'aquests valors tant alts pot ser el tipus d'extract utilitzat (acetat amònic, pH=7).

Desequilibri entre la relació potassi, magnesi, que pot ocasionar dificultats en l'absorció de nutrients.

- Sodi.

A totes les mostres es presenta un cert grau d'acumulació en les mostres de major profunditat.

En les Boules els valors són alts, (103.2 ppm) es pot considerar un cert perill de sodificació. Això també es detecta en les mostres de més profunditat de Puig.

Les mostres de Puig i Torre Magra, presenten valors no crítics (entre 19 i 40 ppm segons profunditat). En el bosc es troben els valors més baixos (17 ppm).

El sodi ocasiona una dispersió o disgregació de l'argila que precipita fins a formar horitzons impermeables.

5.7.3.4.3. Resultats de l'anàlisi del sòl.

1. - S'ha detectat problemes en les mostres de les Boules (contingut de matèria orgànica, sals, contaminants <0 que no corresponen a les dades preliminars de no rebre cap tipus d'adobament.

2. - L'elevada concentració de carbonats magnèsics i càlcics, actua com element tamponador a l'aport de sodi i frena el risc de disgregació de les argiles.

3. - Valors alts de matèria orgànica, que milloren l'estructura del sòl i faciliten la retenció de nutrients.

4. - Conductivitats (CE 1:5) elevades en les Boules, que indiquen un cert risc de salinització. Caldria realitzar estudis detallats.

5. - Baix contingut d'argiles, que indica una baixa capacitat de retenció de nutrients. L'alt contingut en llims implica uns sòls pesats i de baixa aireació.

6. - La baixa diferència entre pH-aigua i pH-KCl, menor a 0,5, indica una tendència accentuada a la salinització dels camps, sobretot en el cas de les Boules.

7. - L'alt contingut de Magnesi ($MgCO_3$), pot provocar desequilibris i dificultar l'absorció d'ion potassi.

8. - Els alts valors de potasi (K^+) dels camps podrien permetre un estalvi de potasi com adob inorgànic.

5.7.3.4.4. Resultats dels compostos tòxics coure i zenc

Els valors de coure i zenc total i assimilable es poden

observar a la Taula.....

Els valors més alts de coure i zenc total i assimilable es troben a les mostres de les Boules i els més baixos possibles en el bosc.

Al coure i el zenc total es detecta una certa tendència d'acumulació en els nivells superficials (0-20, 20-40 cm).

Els valors detectats més alts de coure (11,8 ppm) i zenc (19,3 ppm) són molt inferiors als valor de coure (90 ppm) i zenc (220 ppm) en els quals s'ha detectat un efecte de toxicitat en els camps de conreu i praderies.

L'aplicació de purins en el Puig en les mateixes quantitats durant els propers 25 anys podria ocasionar un cert perill de toxicitat d'ion coure al final d'aquest període.

Seria recomanable en propers estudis analitzar el contingut de coure i zenc als camps del municipi, preferentment, els de patates, ja que s'ha detectat, a partir de l'enquesta que els majors aports de purins s'han realitzat en aquest tipus de cultiu.

5.8. - RESULTATS I DISCUSSIO DE LES ACTUACIONS A DESENVOLUPAR PER DISMINUIR LA CONTAMINACIO RAMADERA EN ELS MUNICIPIS RURALS

En els anteriors apartats d'aquest capítol s'ha desenvolupat un estudi exhaustiu de característiques generals del municipi de Mall (ubicat a la comarca d'Osona, nord-est de la província de Barcelona) i específicament de l'impacte ambiental que ocasionen les activitats ramaderes (residus, emmagatzematge, contaminació de l'aire, aigua i sòl).

5.8.1. Resultats.

5.8.1.1 Residus.

La producció anual de residus ramaders en les explotacions estudiades és de 22.413 tones de residus de bestiar boví i de 8.193 tones de residus de bestiar porquí. La producció diària de purins de porc es d'unes 22 tones/dia en les zones estudiades i de 38 tones/dia en tot el municipi, és un valor mig en comparació amb altres produccions enregistrades en els municipis ramaders de l'Osona. (Figura 5.8).

Els anàlisis físico-químics de les explotacions del municipi indiquen que el 60% de les explotacions de bestiar porquí gestionen els residus en forma sòlida. Aquest valor indica que dites explotacions encara utilitzen sistemes tradicionals de maneig.

El potencial contaminant equivalent dels residus de porc i vaca és d'uns 32.525 habitants, cent vegades la població del municipi, (Taules 5.32 i 5.33), molt superior als residus urbans i industrials generats en aquest municipi.

5.8.1.2. Emmagatzematge.

El 60% de les explotacions disposa de fosses d'emmagatzematge de residus líquids de porc i/o vaca que estan construïdes amb formigó (>50%), a l'exterior de les naus i amb volums mitjos compresos entre 50 i 150 m³.

El període d'emmagatzematge de la producció de residus ramaders en les fosses es troba comprés entre 1 i 25 mesos. Aquesta heterogeneïtat podria interpretar-se per la desconexió dels períodes de construcció i ampliació de les granges amb els de construcció del dipòsit.

No s'ha observat cap relació del període de magatzematge als dipòsits amb els intervals de temps necessaris per l'aplicació dels residus en funció de les èpoques necessàries d'adobament.

5.8.1.3. Contaminació.

- Aire

Els períodes de l'any en que són més palesos els problemes d'olors han estat al període estival.

La procedència majoritària de les olors desagradables és l'adobament del camp amb residus no estabilitzats -baix període d'emmagatzematge i sense tractament biològic-. Menor nombre de casos amb problemes d'olors procedents de les naus.

El sistema més freqüent de ventilació de les naus és el natural i no forçat.

No s'han detectat problemes socials procedents de les olors -denúncies, conflictes...- ja que la majoria de les granges produeixen els mateixos problemes i la terciatzió i segona residència del municipi és encara incipient.

- Aigües.

Dels anàlisis de les aigües de 38 pous de municipis -50% amb una profunditat inferior a 20 metres- es va observar que el 28% tenien uns nivells superior al 50 ppm de nitrats. Aquests valors es van detectar en els pous que es troben dins o a prop de camps adobats en quantitats superiors a 40 tones de residus ramaders per hectàrea i any (Taula 5...).

Altres factors que poden haver incidit en la contaminació dels aqüífers són la recaptació de les aigües de la riera de Tona i el riu Gurri que en nombre elevat de dies a l'any tenen una elevada càrrega contaminant ramadera procedent de municipis annexes a l'estudiat.

El 92% de les aigües dels pous tenien concentracions de DQO superiors a 5 mg /l, essent de destacar que en cinc pous les concentracions eren superiors a 50 mg O₂/l.

- Sòl.

La quantitat mitja de residus ramaders aplicats als camps de conreu del municipi de Malla era de 50 tones/Ha.any, valor que coincideix amb el màxim recomanable a aplicar segons diferents estudis europeus.

L'aplicació dels residus no és homogènea en tots els camps, més del 50% de les explotacions ramaderes estudiades aboquen quantitats superiors a la mitja, que produeixen desequilibris en camps annexes en els quals la relació de purins abocats és de 10:1. (Plànol 6.2)

Les quantitats de coure i zinc acumulades en els camps pilots estudiats procedents dels abocaments de purins de porc, no han superat els valors d'11,8 i 19,3 ppm respectivament. Aquestes concentracions són molt inferiors a les concentracions de toxicitat mitja citades per diferents autors -90 ppm per al coure i 220 ppm zinc-. Les causes d'aquests valors baixos es podrien interpretar per que els abocaments no eren excessivament elevats, seria recomanable la realització d'un seguiment periòdic posterior i ampliar els estudis dels anàlisis dels camps amb abocaments de purins a l'entorn de 100 Tm/Ha i any i avaluar l'impacte de les noves lleis que recomanen una menor aplicació de coure i zinc com a correctors.

5.8.2. Actuacions per disminuir l'impacte ambiental generat per les explotacions ramaderes.

Per disminuir l'impacte ambiental produït per les explotacions ramaderes que ha estat detectat a partir de l'estudi del municipi rural pilot i contrastat amb altres

dades disponibles, es van desenvolupar dues possibles propostes d'actuació:

- Millora de la gestió dels residus ramaders.
- Aplicació i avaluació de les tecnologies de tractament anaerobi.

5.8.2.1. Millora de la gestió dels residus ramaders.

Les possibles actuacions per millorar la gestió dels residus i disminuir l'impacte ambiental van ser estudiades en dos àmbits, un específic que feia referència al municipi pilot en concret i un altre general per a zones ramaderes amb característiques semblants al municipi estudiat.

5.8.2.1.1. Actuacions específiques del municipi ramader pilot.

Les actuacions proposades per millorar les condicions medi ambiental del municipi per disminuir l'impacte ambiental de les activitats ramaderes, es van centrar en: l'adaptació de les pràctiques agrícoles al residu ramader, millora de la gestió dels residus, prevenció sanitària i planificació del creixement del sector ramader.

- Pràctiques agrícoles.

Major superfície dels conreus complementaris (Ray Grass, sorgo, blat de moro, patates, naps...) als cereals blat i ordi amb la finalitat de disminuir els períodes d'impossibilitat d'adobament orgànic dels camps. La disminució de 9 a 3 mesos permetrà una millor gestió dels residus i la disminució del tamany dels dipòsits i, per tant, dels costos de construcció en les explotacions que no disposen o són de tamany petit les fosses de magatzematge.

Racionalització de la quantitat i el tipus d'adobs inorgànics per cada conreu. Certa disminució del potassi en els adobs inorgànics a aplicar, donat els nivells mitjos-alts actuals del sòl.

Disminució de les elevades quantitats de purins de porc (més de 70 tm/cultiu), aplicats als cultius de patata i alfals.

Mantenir els nivells de matèria orgànica del sòl, donada la

textura pesada dels terrenys.

- Gestió dels residus.

La construcció o ampliació de les fosses amb una capacitat mínima de magatzematge de 3,5 mesos de producció d'excrements, per motius de control sanitari i gestió agronòmica racional de residus.

Protecció dels dipòsits construïts directament a terra amb material impermeabilitzant per impedir la contaminació dels aqüífers.

Una coordinació entre els ramaders per a la utilització racional dels residus de tots els municipis que permetrà una redistribució equilibrada dels excrements i disminuir la contaminació al sòl i als aqüífers. Aquesta actuació podrà ser factible gràcies a la gran proximitat entre explotacions que adoben els camps amb quantitats d'excrements grans i petites.

En granges limítrofes amb altres municipis, es podria aplicar els mateixos conceptes de l'apartat anterior, però intermunicipal.

No adobar els camps en èpoques de gelades o neu.

El no abocament incontrolat de residus ramader a la riera de Caldes i el riu Gurri, així com a determinades superfícies de conreus.

- Sanitaris.

En els pous 4, 7, 17, 18 (47) i 18 (3), 20, 23, 25, 26, 30, 31, 32 i 33 s'han detectat alguns valors químics que superen els valor màxims admissibles per la legislació espanyola o de la C.E.E. Es recomana el no consum humà d'aquestes aigües i, solament en cas de no disposar d'altres, consumir-les amb moltes precaucions. Taula 5...

Els pous 10, 13 i 29 han superat els valors màxims admissibles en tres dels paràmetres químics analitzats: en concret els alts valors de nitrats podrien ser problemàtics per als lactants. Es consideren aquestes aigües com a no potables químicament.

- Planificiació del creixement del sector ramader.

No incrementar el tamany de les explotacions ramaderes de porquí per sobre de 20 porc equivalents engreix/Ha, per

tal de disminuir els problemes de gestió i aplicació posterior dels residus, donat que el municipi es troba al límit d'equilibri agricultura-ramaderia.

A l'entorn d'un Km de cada granja hi han 6 explotacions ramaderes, aquest valor indica una gran densitat ramadera. Es recomanable que en l'autorització de noves granges per part del municipi es tingui present la legislació vigent en allò referent a distàncies mínimes per motius sanitaris.

La constitució d'una xarxa de control dels pous que permetrà observar l'evolució de la qualitat dels aqüífers i l'estudi de la contaminació produïda per activitats agrícoles, controls periòdics de nitrats, nitrits, amoniac, fosfats, productes fitosanitaris i herbicides.

5.8.2.2. Actuacions en zones ramaderes.

A partir de les dades del municipi pilot les actuacions suggerides per a zones rurals d'activitat ramadera alta són les següents: Localització de les noves explotacions lluny de zones residencials i d'altres granges; tamany de la granja en equilibri amb la superfície d'adobat - 20 porcs equivalents/Ha; estalvi d'aigua en la neteja i serveis d'explotació, separar dels circuits les aigües de pluja dels residus; guies per la construcció de dipòsits amb capacitats d'emmagatzematge de 3 a 5 mesos; anàlisis químiques dels excrements a aplicar al camp; no abocar quantitats superiors a 50 tones/ha.any i avaluar la ubicació i permisivitat d'adobament dels camps.

5.8.3. Aplicació i avaluació de les tecnologies de tractament anaerobi dels residus ramaders.

Altra de les actuacions per millorar les condicions medi ambientals en zones d'elevada concentració ramadera és el tractament anaerobi dels excedents de residus ramaders generats per tot un municipi o per una explotació ramadera de tamany mig o gran.

Es va realitzar un estudi i seguiment de les instal·lacions de digestió anaeròbia que tracten residus ramaders en zones rurals per avaluar la seva adaptació i es va complementar amb estudis de digestió anaeròbia a temperatura ambient que seran desenvolupats en els capítols següents.

Taula 5.1 - Superfície total, forestal, conreus, edificis explotació i dels camps veïns adobats amb purins de l'explotació.

EXPLOTAC. RAMADERA	SUPERFÍCIE (Ha.)				
	Total	Forestal	Agrícola	Explotac. ram. no utilitzada	Camps veïns adobats purí. de porc.
1	16,00	3,50	12,00	0,50	—
2	5,00	—	4,50	0,50	—
3	5,35	—	5,00	0,35	—
4	15,35	4,00	11,00	0,35	—
5	24,20	—	24,00	0,20	—
6	11,25	1,00	10,00	0,25	—
7	19,50	5,00	14,00	0,50	—
8	20,25	3,00	17,00	0,25	—
9	15,25	2,00	13,00	0,25 *	—
10	12,20	3,00	9,00	0,20	40,00
11	13,20	3,00	10,00	0,20	—
12	11,25	2,00	9,00	0,25 *	(0)
13	8,25	—	8,00	0,25 *	—
14	10,25	3,50	6,50	0,25 *	—
15	19,00	2,66	16,00	0,33	—
16	25,00	1,00	23,00	1,00	—
17	18,00	—	17,00	1,00	—
18	72,00	52,00	19,50	0,05	(-)
19	31,50	15,00	15,00	1,50	(-)
20	20,50	—	20,00	0,50	27
21	50,40	6,00	44,00	0,40	25
22	24,25	12,00	12,00	0,25 *	(-)
23	11,25	1,00	10,00	0,25 *	—
24	11,25	2,50	8,50	0,25 *	—
25	27,25	3,00	24,00	0,25 *	(-)
26	15,25	—	15,00	0,25 *	—
27	10,25	—	10,00	0,25 *	—
28	4,25	—	4,00	0,25 *	—
29	30,25	—	30,00	0,25 *	—
30	7,25	—	7,00	0,25 *	—
31	13,75	—	13,50	0,25 *	—
32	2,25	—	2,00	0,25 *	—

(-) importa residu

(0) no especificat

(*) valor aproximat

Taula 5.2 - Tipus de conreu de les explotacions agrícoles del municipi de Malla.

	BLAT	ORDI	PATATA	RAY GRASS	NAPS	ALFALS	SORGO	CIVADA	BLAT DE MORO
1	*	*	*	*	*	*	*	-	*
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	-	*	-	*	-	-	*	*	-
4	*	*	*	*	*	-	*	-	*
5	*	*	*	-	*	-	*	-	*
6	*	*	*	*	-	*	-	-	*
7	*	*	*	-	-	-	-	-	*
8	*	*	-	*	*	-	-	-	*
9	*	-	-	*	-	-	-	-	*
10	*	*	-	*	-	-	*	*	*
11	*	*	*	-	*	-	*	-	*
12	*	*	*	*	-	-	*	-	*
13	-	*	-	*	*	-	*	-	*
14	*	*	*	*	*	-	-	-	*
15	*	*	-	*	-	-	*	-	*
16	-	*	-	*	*	*	*	-	*
17	*	*	*	*	*	-	-	-	*
18	*	*	-	-	-	-	-	-	*
19	*	*	*	*	*	-	-	-	*
20	*	*	*	-	*	-	-	-	*
21	*	*	*	-	-	-	-	-	*
22	*	*	*	*	*	*	-	-	*
23	*	*	*	-	*	*	-	-	*
24	*	*	*	*	*	*	*	-	*
25	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	*	*	*	*	*	*	*	-	*

* = conreu - = no conreu + = sense dades

Taula 5.3 - Superfícies dels conreus (Ha), de les explotacions estudiades al llarg de l'any.

	BLAT	ORDI	PATATA	RAY GRASS	NAPS	ALFALS	SORJO	CIVADA	BLAT DE MORO
1	6,6	3,3	1,0	+	+	+	+	-	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	3,5	3,5	2,0	2,0	2,0	-	2,5	-	3,0
5	18,0	8,6	2,0	-	2,0	-	3,5	-	3,5
6	10,5	0,5	0,3	0,5	-	1,5	-	-	1,0
7	10,0	5,0	1,5	-	-	-	-	-	2,0
8	6,0	3,3	-	3,3	2,6	-	-	-	-
9	10,0	-	-	10	-	-	-	-	10,0
10	2,5	5	-	7	-	-	10	2,5	9,0
11	4,0	3,0	1,5	-	2	-	1,0	-	1,0
12	3,5	3,5	0,5	1,5	-	-	1,5	-	1,5
13	-	3,5	-	2,0	2,0	-	3,5	-	2,5
14	3,3	1,3	0,3	0,3	1,3	-	-	-	0,3
15	6,6	5,6	-	2,6	-	-	1,6	-	4,6
16	-	12,0	-	0,3	3,0	0,3	5,0	-	4,0
17	3,0	3,0	0,2	3,0	-	-	-	-	6,6
18	5,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-
19	3,5	3,5	1,5	1,0	2,0	-	-	-	1,6
20	15,0	1,0	0,5	-	5,0	-	-	-	5,0
21	17,0	17,0	5,0	-	-	-	-	-	5,0
22	5,0	1,3	0,3	0,3	2,0	0,6	-	-	0,3
23	2,3	1,0	1,0	-	0,6	1,6	-	-	1,3
24	1,3	1,3	0,6	1,3	2,6	1,0	1,3	-	1,3
25	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	9,3	2,0	1,0	2,0	3,3	2,6	1,3	-	1,3

- = no hi ha aquest tipus de conreu + = sense dades

Taula 5.4 - Superfície total dels diferents cultius conreats a les explotacions agropecuàries durant l'interval d'un any i el tant per cent del total.

CULTIUS	SUPERFÍCIE (Ha.)	SUPERFÍCIE TOTAL %
Blat	135,9	32,7 *
Ordi	93,2	22,4 *
Patates	19,2	4,6
Ray Grass	37,1	9,0
Naps	30,4	7,3
Alfals	7,6	1,7
Sorjo	26,2	6,3
Civada	2,5	0,6
Blat de Moro	64,0	15,4

Taula 5.5 - Epoca de l'any en la qual s'aplica l'adobament orgànic als diferents tipus de conreu.

	BLAT	ORDI	PATATA	RAY GRASS	NAPS	ALFALS	SORJO	CIVADA	BLAT DE MORO
1	H	H	P	T	T	T	P	-	P
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	-	T	-	T	-	-	E	P	-
4	T	T	P	E	E	-	E	-	P
5	T	T	P	-	T	-	F	-	E
6	H	H	P	T	-	P	-	-	P
7	T	T	P	-	-	-	-	-	P
8	T	T	-	E	E	-	-	-	-
9	T (Oct)	-	-	T (Sep)	-	-	-	-	P (Maig)
10	T (Nov.)	T (nov.)	-	T (Oct)	-	-	P (maig)	T (Nov)	P (Abril)
11	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	-	E (Agost)	-	P (Maig)	-	P (Maig)
12	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	T (Sep)	-	-	E (Juliol)	-	P (Maig)
13	-	T (Oct)	-	T (Sep)	E (Agost)	-	E (Juliol)	-	P (Abril)
14	T (Nov)	H (Feb)	P (Març)	T (Sep)	T (Sep)	-	-	-	P (Maig)
15	T (Nov)	T (Oct)	-	T (Sep)	-	-	E (Juny)	-	P (Març)
16	-	T (Oct)	-	H (Gener)	E (Agost)	H (Gener)	E (Juny)	-	P (Abril)
17	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	T (Sep)	E (Agost)	-	-	-	P (Abril)
18	T (Oct)	T (Oct)	-	-	-	-	-	-	-
19	H (Feb)	H (Feb)	P (Març)	T (Sep)	E (Agost)	-	-	-	P (Abril)
20	T (Sep)	P (Març)	P (Març)	-	E (Agost)	-	-	-	P (Abril)
21	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	-	-	-	-	-	P (Març)
22	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	T (Sept)	E (Agost)	T (Abril)	-	-	P (Abril)
23	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	-	T (Nov)	H (Gener)	-	-	P (Abril)
24	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	E (Agost)	E (Agost)	H (Febrer)	E (Juny)	-	P (Abril)
25	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	T (Oct)	T (Oct)	P (Març)	T (Sept)	E (Agost)	H (Febrer)	E (Juny)	-	P (Abril)

T = tardor

H = hivern

P = primavera

E = estiu

- = NO conreu + = sense dades

Taula 5.6 - Adobament, plantació i recollecció dels diferents conreus al llarg de l'any.

MES	BLAT	ORDI	NAPS	SORJO	PATATA	RAY GRASS	ALFALS	BLAT DE MORO
Gener	0	0	0	x	x	0		x
Febrer	0	0	0	x	x	0		x
Març	0	0	R	x	P/A	0		x
Abril	0	0	x	x	0	0	Tres	x
Maig	0	0	x	x	0	R	Anys	P/A
Juny	R	R	x	P/A	0	x	ocupats	0
Juliol	x	x	x	0	0	x		0
Agost	x	x	P/A	0	0	x		0
Setembre	x	x	0	0	R	x		0
Octubre	P/A	P/A	0	R	x	P/A		R
Novembre	0	0	0	x	x	0		x
Desembre	0	0	0	x	x	0		x

A= Adobament orgànic x= Potencialment lliure

P= Plantació 0= Ocupat conreu

R= Recollecció

Taula 5.7 - Adob orgànic, quantitat Tm/Ha d'excrements sòlids de vaca o porc (S) i excrements líquids purins (L)

	BLAT		ORDI		PATATA		RAY GRASS	NAPS	ALFALS	SORJO	CIVADA	BLAT DE NOI
1	60(L)	36(L)	36(L)	96(L)	96(L)	96(L)	96(L)	96(L)	96(L)	96(L)	-	*
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	-	16(L)	16(L)	-	-	-	-	-	-	24(L)	16(L)	-
4	24(L)	24(L)	24(L)	42(L)	42(L)	42(L)	42(L)	42(L)	42(L)	42(L)	-	42(L)
5	30(L)	30(L)	32(S)	20(L)	25(S)	20(L)	25(S)	-	+	+	-	+
6	36(S)	36(S)	36(S)	40(S)	36(S)	-	-	40(S)	-	-	-	40(S)
7	36(L)	36(L)	36(L)	90(S)	-	-	-	-	-	-	-	90(S)
8	24(L)	24(L)	18(S)	-	30(L)	30(L)	30(L)	-	-	-	-	27(S)
9	60(L)	-	-	-	50(L)	50(L)	50(L)	-	-	-	-	50(L)
10	60(L)	30(S)	30(S)	-	60(L)	60(L)	60(L)	-	-	60(L)	60(L)	50(S)
11	30(L)	30(L)	15(S)	60(L)	30(S)	-	-	-	-	40(L)	-	40(L)
12	20(L)	38(S)	38(S)	35(L)	40(S)	-	-	-	-	35(L)	-	35(L)
13	-	+	+	-	-	45(L)	45(L)	-	-	45(L)	-	45(L)
14	36(S)	42(L)	54(S)	-	108(S)	+	36(S)	-	-	-	-	45(S)
15	42(L)	42(L)	42(L)	-	-	63(L)	62(S)	-	-	94(L)	-	63(S)
16	-	60(L)	27(S)	-	-	60(L)	27(S)	60(L)	60(L)	60(L)	-	27(S)
17	27(S)	60(L)	27(S)	+	-	-	-	-	-	-	-	60(L)
18	36(L)	30(L)	30(L)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	24(L)	24(L)	24(L)	72(L)	72(L)	96(L)	72(L)	72(L)	72(L)	72(L)	-	24(L)
20	50(S)	+	+	90(L)	90(L)	-	90(L)	-	-	-	-	+
21	54(L)	54(L)	54(L)	54(L)	54(L)	-	-	-	-	-	-	54(L)
22	75(L)	75(L)	75(L)	75(L)	75(L)	75(L)	75(L)	75(L)	75(L)	75(L)	-	75(L)
23	24(S)	24(S)	24(S)	60(S)	60(S)	-	18(S)	30(S)	30(S)	-	-	36(S)
24	45(S)	45(S)	45(S)	90(S)	90(S)	-	45(S)	45(S)	45(S)	-	-	45(S)
25	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
26	54(S)	54(S)	54(S)	90(S)	90(S)	72(L)	72(L)	90(S)	90(S)	72(L)	-	72(L)

Taula 5.8 - Adobament mitjà anual amb residus ramaders sòlids, líquids i per als diferents cultius. (Tm residus ramaders/Ha)

CULTIU	RESIDUS (Tn / Ha , valor mig)					
	LIQUIDS	NI	SOLIDES	Ns	LIQUID-SOLID	Nls
Blat	44,6	11	38,8	7	49,6	3
Ordi	39,7	10	33,7	8	49,6	3
Patata	* 71,5	6	* 77,6	6	* 70,0	3
Ray Grass	58,4	12	36,0	3	125	1
Naps	54,0	9	33,0	5	45	1
Alfals	* 77-	3	51,2	4	-	0
Sorjo	56,8	10	45,0	1	-	0
Civada	36	2	-	0	-	0
Blat de Moro	50,2	9	53,2	8	73,5	2

NI = nombre d'explotacions que adoben amb excrements líquids.

Ns = " " " " " " " sòlids.

Nls = " " " " " " " líquids i sòlids.

Taula 5.10 - Cens ramader any 1982

	Boví	Oví	Caprí	Porquí	Equí
Barcelona	141.877	140.320	9.702	884.611	5.588
Girona	131.942	124.546	4.626	524.816	3.971
Lleida	93.060	370.379	10.995	1.335.761	2.628
Tarragona	10.530	102.785	12.613	449.185	4.524
Catalunya	337.409	738.030	37.936	3.194.373	16.711
Espanya	4.874.315	16.456.458	2.450.351	12.022.694	586.891

Taula 5.11 - Tipus de granja i nombre i tipus de caps de bestiar

	G R A N J A		Nº D ' A N I N A L S		Mascles		Vedells Engreix		Vaques		Aviram	
	Porquí	Boví	Garrins	Truges	Engreix	Mascles	Vedells Engreix	Vaques	Aviram			
1	CT	L	300	90	--	4	10	20	--			
2	CT	L	50	40	--	1	6	47	--			
3	CT	MB	150	70	200	2	4	10	--			
4	CT	L	200	80	400	2	10	40	--			
5	CT	L	--	20	70	--	--	20	--			
6	CT	L	30	10	50	1	--	23	--			
7	M	EB	100	60	--	2	60	--	--			
8	M	MB	150	40	--	2	14	46	--			
9	E	MB	--	--	240	--	70	80	--			
10	CT	MB	320	90	480	3	50	105	--			
11	M	L	60	32	--	2	3	27	--			
12	CT	EB	48	18	400	--	40	--	--			
13	CT	MB	50	15	50	1	15	31	--			
14	CT	L	20	7	50	1	--	14	--			
15	--	L	--	--	--	--	--	61	--			
16	--	L	--	--	--	--	--	114	--			
17	CT	L	--	5	25	1	--	60	--			
18	CT	L	--	5	21	--	--	7	--			
19	CT	MB	--	30	320	1	50	24	--			
20	CT	MB	--	40	400	--	60	38	--			
21	E	EB	--	--	1.700	--	250	--	15,00			
22	M	L	--	12	--	--	--	20	--			
23	CT	L	30	15	--	--	--	15	--			
24	CT	L	--	30	100	--	--	15	--			
25	CT	L	--	35	180	--	15	46	--			
26	CT	L	--	11	80	--	--	40	--			
27	E	L	--	--	200	--	--	20	--			
28	--	L	--	--	--	--	--	20	--			
29	--	L	--	--	--	--	--	20	--			
30	E	--	--	--	300	--	--	300	--			
31	--	EB	--	--	--	--	200	--	--			
32	--	EB	--	--	--	--	100	--	--			

Taula 5.12 - Densitat de porcs i de vaques equivalents a les diferents explotacions ramaderes al municipi de Malla

EXPLOTACIÓ RAMADERA	SUPERFÍCIE CONREU	Nº DE PORCS D'EN GREIX EQUIVALENTS	Nº DE VAQUES EQUIVALENTS	D E N S I T A T	
				Porcs engreix/ Ha	vaques engreix/ Ha
1	12,0	287	23,6	23,9	2,0
2	4,5	101,2	49,1	22,5	10,9
3	5,0	394,2	11,44	78,8	2,3
4	11,0	630,4	43,6	57,3	4,0
5	24,0	110,4	20,0	4,6	0,8
6	10,0	82,2	23,0	8,2	2,3
7	14,0	158,0	19,2	11,3	1,4
8	17,0	133,6	51,0	7,9	3,0
9	13,0	240,0	105,2	18,5	8,1
10	9,0 (*40)	771,5	123,0	85,7 (15,7)	13,6 (2,5)
11	10,0	88,7	28,1	8,9	2,8
12	9,0	451,7	14,4	50,2	1,6
13	8,0	98,7	36,4	12,3	4,5
14	6,5	72,0	14,0	11,2	2,1
15	16,0	—	61,0	—	3,8
16	23,0	—	114,0	—	5,0
17	17,0	37,5	60,0	2,2	3,5
18	19,5	31,1	7,0	1,6	0,4
19	15,0	383,0	42,0	25,5	2,8
20	20,0 (*27)	480,8	59,6	24,0 (10,2)	2,0 (1,3)
21	44,0 (*25)	1.700	90,0	38,6 (24,6)	2,0 (1,2)
22	12,0	24,2	20,0	2,0	1,7
23	10,0	39,9	15,0	4,0	1,5
24	8,5	160,6	15,0	18,9	1,8
25	24,0	250,7	51,4	10,4	2,1
26	15,0	102,2	40,0	6,8	1,5
27	10,0	200	20,0	20	2,0
28	4,0	—	20,0	—	5,0
29	30,0	—	300,0	—	10,0
30	7,0	300	—	42,8	—
31	13,5	—	72	—	5,3
32	2,0	—	36	—	18,0

* camps veïnals adobats amb els residus.

Taula 5.13 - Producció de residus ramaders (Tm.10³ any)

LUCAR	BOVI	OVI	PORCI	AVIRAM	CUNICOLA	EQUI	CAPRUN
Barcelona	1.111	74	1.257	158	34	40	5
Gerona	974	83	651	67	18	62	4
Lérida	781	202	987	241	108	21	6
Tarragona	76	63	563	544	9	31	7
Catalonia	2.862	424	3.463	1.009	163	117	22
Spain	33.311	8.152	13.572	13.572	383	2.807	1.162

Taula 5.14 - Producció de residus de bestiar boví de llet i de carn, segons diversos autors.

Referència	Pes animal	Kg/animal/dia			% pes en viu	Observacions
		mínim	màxim	mitjana		
Ten Have (1.971)	50-170	7,5	15	10	-	
Labie (1.975)	50-170	-	-	6		
Van de Weghe (1.973)	50-170	--	-	7,5	7	
Rousev (1.971)	50-170	28	68	48	-	
Wheatland (1.970)	50-170	-	-	28,4	11	
Poelma (1.973)	50-170	-	-	8,2	-	
Ballester (1.982)	-	-	-	-	7-10	
Imbert (1.975)	630	-	-	40	6,3	Vaca lletera
"	450	-	-	30	6,6	Vaca lletera
"	340	-	-	22	6,4	Vaca lletera
"	540	-	-	40	7,5	Vaca lletera
"	600	-	-	54	9	Vaca en lac- tació
"	600	-	-	42	7	Vaca en ges- tació
"	450	-	-	30	6,6	Boví de carn
"	340	-	-	22	6,4	Boví de carn
Cañeque (1.980)	-	-	-	40	-	Vaca lletera
"	-	-	-	28	-	Vedell adult
"	-	-	-	15	-	Vedell de < 12 mesos

Taula 5.15 - Producció de residus per bestiar porquí segons diversos autors.

Referència	Pes animal	Kg/animal/dia mitjana	% pes viu
Imbert (1.975)	45	3	7
"	80	5,6	7
"	40	3,6	9
"	60	4,2	7
"	90	4,5	5
"	54	5,4	10
Cañeque (1.980)	40	2	5
"	80	4	5
"	> 80	6	~ 5
Boersma (1.981)	-	-	4,2
Cheverry (1.978)	-	-	7,35
A.Flors (1.980)	-	-	5,1
INRA (1.972)	5	0,65	13
"	12	1,27	10,6
"	30	2,43	8,1
"	50	2,82	5,6
"	80	4,77	5,9
"	150	6,93	4,6
"	200	9,53	4,7
"	250	5,74	2,3

Taula 5.16 - Producció anual teòrica d'excrements en les explotacions enquestades

PRODUCCIO ANUAL (Tm/any)			
Nº Instal.	PORQUI	BOVI	TOTALS
1	325,8	191,6	517,4
2	112,2	691,1	803,3
3	446,2	161,0	607,2
4	713,5	613,2	1.326,7
5	124,8	281,0	405,8
6	93,1	323,2	416,3
7	178,8	306,6	485,4
8	151,5	717,9	869,4
9	271,6	1.481,9	1.753,5
10	873,4	1.731,0	2.604,4
11	100,4	394,7	495,1
12	511,2	204,4	715,6
13	111,8	512,3	624,0
14	82,6	196,7	279,3
15	--	857,2	857,2
16	--	1.601,9	1.601,9
17	42,4	843,1	885,5
18	23,8	98,3	122,2
19	433,2	592,7	1.025,0
20	702,6	840,6	1.543,2
21	1.923,6	1.277,5	3.201,1
22	27,4	281,0	308,4
23	45,2	210,8	256,0
24	115,1	210,8	325,9
25	283,5	723,1	1.006,6
26	115,6	562,1	677,7
27	226,3	281,0	507,3
28	--	281,0	281,0
29	--	4.215,7	4.215,7
30	339,4	--	339,4
31	--	1022,-	1.022,-
32	--	511,-	511,-

Taula 5.17 - Nombre de caps de bestiar, pes mitjà, % de producció d'excrements per pes viu i producció de residus total anual. Municipi de Malla.

BESTIAR	Nº CAPS	PES MITJA (Kg)	EXCREMENTS PES VIU (%)	PRODUCCIO TOTAL ANUAL (Tn/any)
BOVI				
Vedells	957	200	7,0	4.890,270
Vaca de llet	1.243	550	7,0	17.523,468
TOTAL BOVI				22.413,738
PORQUI				
Garrins	1.508	10	10,0	550,420
Engreix	5.176	50	6,2	5.856,644
Truges	755	250	2,5	1.722,343
Mascles	23	300	2,5	62,962
TOTAL PORQUI				8.192,379

Taula 5.18 - Composició de les dejeccions de bestiar boví

Composició	Imbert (1.975) (Ref.29)		Ref.28 (1.977)
	Boví (600Kg)	Boví (80-100Kg)	Boví (< 80Kg) seguiment d'una granja de 120 plac
M.S. (‰)	140	88	13 ± 6
Cendres (‰)	33	28	5,6 ± 1,4
N total (‰)	4,5	1,8	1,9 ± 0,62
N amoniacal (‰)	0,5	0,25	1,6 ± 0,8
P ₂ O ₅ (‰)	2	0,55	0,4 ± 0,3
K ₂ O (‰)	6	0,68	1,87
CaO (‰)	4	4	0,4 ± 0,3
MgO (‰)	1,6	1,6	-
M. en suspensió (‰)	-	-	5,3 ± 1,7
DBO ₅ (mg/l)	9.500-10.000	-	7.340 ± 2.700
DCO (mg/l)	-	-	16.410 ± 10.310
SV (‰)	107	60	7,4 ± 4,6
SV/MS	0,76	0,68	0,52 ± 0,1

Taula 5.19 - Pes total. Matèria seca, matèria orgànica, nitrogen total, nitrogen amoniacal, fòsfor i potasi teòric del bestiar boví de Malla

component	Producció (Tn/any)		
	vedell engreix	vaques llet	boví municipi
Matèria seca (M.S.)	430,340	2.453,285	2.883,625
Matèria org. (M.O.)	293,410	1.875,011	2.168,421
Nitrogen total (N)	8,025	78,856	86,881
Nitrogen amoniacal(NH ₃)	1,226	8,762	9,988
Fòsfor (P ₂ O ₅)	2,690	35,047	37,737
Potasi (K ₂ O)	3,325	10,514	13,839

Taula 5.20 - Composició dels purins de porc procedent de granges de cicle tancat

	Media	Mediana	Desv. tip.	C.V.	Valores extremes	
					Maximo	Minimo
M.S. (%)	52,0	47,4	19,2	36,9	83,81	24,86
M.M./MS (%)	336,9	288,3	125,2	37,2	596,95	235,39
M.O./MF (%)	35,5	33,8	17,2	48,6	64,08	16,67
N_{TK} (kg/m ³)	4,28	4,46	0,51	12,0	4,78	3,32
N_{org} (kg/m ³)	1,28	1,38	0,50	39,5	2,05	0,48
N_{amon} (kg/m ³)	3,00	2,89	0,60	20,0	4,05	2,35
P_2O_5 (kg/m ³)	3,18	3,32	1,05	33,0	4,59	1,25
K_2O (kg/m ³)	2,76	2,71	0,67	24,1	4,02	2,10
N_{TK}/MS (%)	8,92	8,15	2,91	32,6	13,2	5,3
P_2O_5/MS (%)	6,07	5,61	1,24	20,4	8,7	5,0
K_2O/MS (%)	5,94	5,94	2,58	43,5	9,3	2,5
P /MF (%)	1,4	1,4	0,40	32,9	1,96	0,54
K /MF (%)	2,2	2,2	0,50	23,6	3,24	1,72
Ca/MS (%)	39,5	42,4	8,80	22,3	54,17	27,13
Ca/MF (%)	2,1	2,0	0,90	45,2	3,54	0,80
Mg/MS (%)	10,6	10,4	2,90	27,2	15,06	7,24
Mg/MF (%)	0,5	0,6	0,20	38,9	0,89	0,17
Na/MS (%)	19,6	17,2	8,1	41,4	36,11	12,73
Na/MF (%)	0,9	0,9	0,3	29,6	1,51	0,66
Cu/MS (ppm)	677,9	709,7	296,1	43,7	1190,48	257,61
Cu/MF (ppm)	34,5	35,0	14,6	42,4	50,07	6,40
Zn/MS (ppm)	807,5	720,1	364,8	45,2	1514,29	452,78
Zn/MF (ppm)	38,7	37,6	13,9	36,0	61,88	17,16
Fe/MS (ppm)	1206,8	870,8	1162,0	93,6	3690,50	199,20
Fe/MF (ppm)	59,1	39,6	50,3	85,2	150,82	6,47
Mn/MS (ppm)	303,2	294,5	151,4	49,9	538,10	29,55
Mn/MF (ppm)	15,0	16,7	7,5	49,8	21,98	1,56

Taula 5.21 - Composició dels purins de porc procedents de granges d'engreix.

	Media	Mediana	Desv. tlp.	C.V.	Valores extremes	
					Maximo	Minimo
M.S. (%).....	84,9	75,0	42,0	49,5	157,3	26,2
M.M./MS (%).....	263,3	262,8	45,5	17,3	360,1	186,7
M.O./MF (%).....	63,0	59,7	31,5	50,0	120,0	18,3
N _{TK} (kg/m ³).....	5,95	5,41	2,48	41,7	14,4	3,5
N _{org} (kg/m ³).....	2,53	2,53	1,32	52,3	5,8	0,3
N _{amon} (kg/m ³).....	3,42	2,91	1,61	47,0	8,7	1,8
P ₂ O ₅ (kg/m ³).....	5,27	3,60	3,30	62,7	13,1	1,1
K ₂ O (kg/m ³).....	3,64	3,53	1,33	36,6	6,5	2,1
N _{TK} /MS (%).....	7,73	7,73	2,67	34,5	12,9	3,7
P ₂ O ₅ /MS (%).....	5,80	5,67	1,30	22,4	8,1	3,2
K ₂ O/MS (%).....	4,99	4,65	2,24	44,9	8,8	1,5
P /MF (%).....	2,2	1,5	1,4	62,5	5,6	0,5
K /MF (%).....	2,9	2,8	1,1	36,5	5,2	1,7
Ca/MS (%).....	38,7	35,6	9,9	25,4	57,3	24,3
Ca/MF (%).....	3,5	2,5	2,3	66,5	8,8	0,6
Mg/MS (%).....	8,4	7,6	2,7	32,1	15,5	4,7
Mg/MF (%).....	0,7	0,5	0,4	58,9	1,7	0,2
Na/MS (%).....	16,3	14,9	5,9	36,1	28,7	8,4
Na/MF (%).....	1,2	1,2	0,5	38,8	2,4	0,7
Cu/MS (ppm).....	753,2	762,9	267,6	36,7	1396,7	93,5
Cu/MF (ppm).....	61,7	58,7	38,2	61,9	148,6	9,8
Zn/MS (ppm).....	599,8	488,4	249,3	41,6	1279,9	338,3
Zn/MF (ppm).....	47,7	36,9	25,8	54,2	99,4	18,8
Fe/MS (ppm).....	1006,4	695,5	651,1	64,7	2275,0	83,1
Fe/MF (ppm).....	88,7	57,0	86,6	97,6	357,8	2,4
Mn/MS (ppm).....	319,6	299,5	95,1	29,7	528,3	166,0
Mn/MF (ppm).....	27,9	22,3	18,0	64,5	69,2	7,2

Taula 5.22 - Pes total matèria seca, matèria orgànica, nitrogen total, nitrogen amoniacal, fòsfor (P₂O₅), potasi (K₂O), zinc (Zn) teòric del bestiar porquí del municipi de Malla.

	PRODUCCIÓ (Tn/any)				Total
	Garrins	Porcs engreix	Truges	Mascles	
Matèria Seca (M.S.)	28,621	497,229	89,562	3,274	618,686
Matèria Orgànica (M.O.)	19,540	368,968	61,143	2,204	451,855
Nitrogen Total	2,358	34,847	7,372	0,269	44,846
Nitrogen amoniacal	1,651	20,030	5,167	0,189	27,037
Fòsfor (P ₂ O ₅)	1,750	30,864	5,477	0,200	38,291
Potasi (K ₂ O)	1,519	21,318	4,754	0,174	27,765
Coure (Cu)	0,019	0,361	0,059	0,002	0,441
Zinc (Zn)	0,021	0,279	0,067	0,002	0,369

Taula 5.23 - Pes total matèria seca (M.S.), matèria orgànica (M.O.), nitrogen total (N_{tk}), nitrogen amoniacal (NH₃), Fòsfor (P₂O₅), dels excrements del bestiar boví i porquí del municipi de Malla

	Tn/any		
	BOVI	PORCI	TOTAL
M.S.	2.883,625	618,686	3.502,311
M.O.	2.168,421	451,855	2.620,276
N _{tk}	86,881	44,846	131,727
N _{NH3}	9,988	27,037	37,025
P ₂ O ₅	37,737	38,291	76,028
K ₂ O	13,829	27,765	41,604

Taula 5.24 - Característiques generals dels dipòsits per a excrements líquids de porc o vaca. Municipi de Malla.

CARACTERÍSTIQUES GENERALS

DELS DIPOSITIS D'EMMAGATZEMAT- N° DIPOSITIS PORCS/VAQUES
GE D'EXCREMENTS LÍQUIDS %

FORMA

Quadrada	2	7,7
Rectangular	19	73,1 *
Rodona	1	3,8
Irregular	4	15,4

COBERTA

Si	13	48,1
No	14	51,9 *

MATERIAL

Formigó	12	50,0 *
D'obra	7	29,2
Bassa sense recobrir	5	20,8
Altres	-	-

CAPACITAT (m³)

<50	4	16,0
50 a 150	13	52,0 *
150 a 500	6	24,0
>500	2	8,0

LOCALITZACIÓ

Sota nau bestiar	7	25,9
Exterior nau	20	74,1 *
Sota d'una edificació	-	-

POSICIÓ DEL DIPOSIT

Soterrat	20	74,1 *
Semi-soterrat	7	25,9
Superficial	-	-

CONSERVACIÓ

Excel.lent	16	66,6 *
Regular	6	25,0
Dolent	2	8,4

Taula 5.25 - Període de temps en mesos que normalment s'emmagatzemen els residus líquids, temps recomanat i existència de directrius i prescripcions sobre el període de magatzematge.

PAISES	Período de tiempo normalmente utilizado en el almacenaje (meses)	Prescripciones, Directrices sobre el tiempo almacenaje	Período mínimo de almacenaje de residuos prescrito (meses)
<u>Mediterráneos</u>			
España	1-5 (2,5)	—	3*(1)
Francia	3	SI	4
Italia	3-4 (3,5)	SI	4
Grecia	6	-	-
Portugal	3	-	-
.....			
<u>Centroeuropes</u>			
Austria	4	SI	6
Bélgica	3	SI	6
Suiza	3-7 (5)	SI	3-7 (5)
Alemania	3-6 (4,5)	SI	6
Inglaterra	3-6 (4,5)	SI	3-10 (6,5)
Irlanda	6	NO	-
Luxemburgo	3-3,5 (3)	SI	5
Holanda	3	SI	4-6 (5)
.....			
<u>Nórdicos</u>			
Dinamarca	5-6 (5,5)	SI	5-6
Suècia	6-10 (8)	NO	-
.....			
\bar{x} Países Medit.	3,6	40% SI	3,6
\bar{x} " Centroeuro.	4,12	87,5% SI	5,6
\bar{x} Nórdicos	6,75	50% SI	5,5
\bar{x} Total Países Europeos	4,3	66,6% SI	5,1

*(1) Nuevas construcciones, recomendación.

Taula 5.26 - Contingut de nitrats (ppm NO₃-) en les aigües dels dels pous del municipi de Malla de diferents profunditats.

INSTAL.LACIO	POUS (METRES)		
	<12 metres	12 a 25	>25 metres
1	5,11	-	-
2	-	-	10,04
3	-	-	10,04
4	-	-	0,85
5	-	7,97	-
6	3,18	-	-
7	13,24	-	0,02
8	-	-	2,45
9	-	2,86	24,86
10	-	-	66,02
11	-	11,95	-
12	-	12,76	-
13	422,64	-	-
14	-	-	13,53
15	-	-	37,68
16	-	-	7,54
17	-	52,81	-
18	28,87	-	34,84
19	27,46	-	33,40
20	73,07	-	-
21	-	69,54	-
22	32,81	-	-
23	16,18	-	-
24	-	41,04	-
25	36,42	-	115,57
26	39,92	1,86	-
27	-	-	0,16
28	-	-	19,85
29	-	-	58,95
30	202,97	-	-
31	154,54	-	-
32	-	175,75	-
33	-	-	56,70

Taula 5.27 - Continguts de Demanda Química d'Oxigen en les aigües dels pous del municipi de Malla a diferents profunditat. (DQO mg O₂/l).

INSTAL·LACIO	POUS (METRES)		
	<12 metres	12 a 25	>25 metres
1	21,7	-	-
2	-	-	34,5
3	-	-	34,5
4	-	-	40,5
5	-	27,6	-
6	-	19,7	-
7	35,5	-	24,7
8	-	-	17,8
9	-	8,9	-
10	-	-	55,3
11	-	9,9	-
12	-	13,8	-
13	31,6	-	-
14	-	-	7,9
15	-	-	26,6
16	-	-	33,6
17	-	112,5	-
18	69,1	-	79,9
19	7,9	-	9,9
20	7,9	-	-
21	-	3,9	-
22	7,9	-	-
23	51,0	-	-
24	4,9	-	-
25	7,9	-	3,9
26	13,8	67,1	-
27	-	-	16,5
28	-	-	10,3
29	-	-	30,9
30	24,7	-	-
31	10	-	-
32	-	20,6	-
33	-	-	15,4

Taula 5.28 - Tipus de granja, superfície agrícola, producció anual d'excrements de boví i porquí. Adobament orgànic total anual a cadascuna de les instal·lacions ramaderes del municipi de Malla.

INSTAL· RAMADERA	GRANJA	SÚPERFICIE AGRÍCOLA		PRODUCCIÓ ANUAL D'EXCREMENTS		ADOBAMENT EXCREMENTS Tn/Ha.any
		Ha.	Ha.	(Tn/any)	(Tn/any)	
		Porquí	Boví	Porquí	Boví	Totals
1	CT		L	325,8	191,6	517,4
2	CT	12,00	L	112,2	691,1	803,3
3	CT	4,50	MB	446,2	161,0	607,2
4	CT	5,00	L	713,5	613,2	1.326,7
5	CT	11,00	L	124,8	281,0	405,8
6	CT	24,00	L	93,1	323,2	416,3
7	M	10,00	EB	178,8	306,6	485,4
8	M	14,00	MB	151,5	717,9	869,4
9	E	17,00	MB	271,6	1.481,9	1.753,5
10	CT	13,00	MB	873,4	1.731,0	2.604,4
11	M	9,00(+40)	L	100,4	394,7	495,1
12	CT	10,00	EB	511,2	204,4	715,6
13	CT	9,00	MB	111,8	512,3	624,0
14	CT	8,00	L	82,6	196,7	279,3
15	---	6,50	L	--	857,2	857,2
16	---	16,00	L	--	1.601,9	1.601,9
17	CT	23,00	L	42,4	843,1	885,5
18	CT	17,00	MB	23,8	98,3	122,2
19	CT	19,50	MB	433,2	592,7	1.025,0
20	E	15,00	MB	702,6	840,6	1.543,2
21	M	20,00(+27)	EB	1.923,6	1.277,5	3.201,1
22	CT	44,00(+25)	L	27,4	281,0	308,4
23	CT	12,00	L	45,2	210,8	256,0
24	CT	10,00	L	115,1	210,8	325,9
25	CT	8,50	L	283,5	723,1	1.006,6
26	CT	24,00	L	115,6	562,1	677,7
27	E	15,00	L	226,3	281,0	507,3
28	T	10,00	L	--	281,0	281,0
29	E	4,00	L	--	4.215,7	4.215,7
30	E	30,00	L	339,4	--	339,4
31	---	7,00	EB	--	1.022	1.022
32	---	13,50	EB	--	511	511
		2,00	EB	--		255,5

Taula 5.29 - Nombre d'exploracions en funció de l'adobament orgànic ramader dels camps de conreu (Tn./Ha.any)

Nº expl. ramad.	Adobament excrements (Tn./Ha.any).				
	<25	25-50	50-75	75-100	>125
2	11	9	4	2	4

Taula 5.30 - Valors de carbonats, conductivitat, % C i % de matèria orgànica dels sòls del municipi de Malla amb diferents concentracions de purins de porc.

	Profundit.	Nº	Carbon. %	Cond. 25°C	% C	% MO
EL PUIG	0-20	1	24,39	0,338	1,18	2,04
	20-40	2	26,74	0,169	0,86	1,48
	40-60	3	25,85	0,168	0,98	1,69
	60-80	3bis	26,88	0,196	0,52	0,89
	80-150	4	25,56	0,166	1,08	1,86
	100-120	5	25,56	0,144	0,53	0,91
EL PUIG CULTIU	0-20	10	25,85	0,185	1,52	2,61
	20-40	11	26,52	0,197	1,52	2,63
	40-60	12	29,53	0,194	1,08	1,86
	60-80	13	26,44	0,192	1,01	1,74
BOSC	0-20	14	23,06	0,171	1,96	3,38
	20-40	15	25,71	0,169	1,32	2,28
	40-60	16	25,27	0,173	1,35	2,33
	60-80	17	28,20	0,144	1,05	1,82
LES BOULES POU	0-20	18	32,76	0,199	2,07	3,57
	20-40	19	34,37	0,233	2,08	3,58
	40-60	20	36,58	0,311	0,91	1,56
	60-80	21	33,79	1,196	0,56	0,97
	80-100	22	38,60	0,403	0,39	0,67
	80-100	22	38,60	0,403	0,39	0,67
Tm 020	0-20	29	29,82	0,214	1,84	3,17
TORRE MAGRA	0-20	35	28,06	0,147	1,56	2,69
	20-40	36	27,28	0,146	1,44	2,49
	40-60	37	29,23	0,122	0,84	1,45
	60-80	38	30,26	0,160	0,81	1,40

C= carboni

MO= matèria orgànica

Taula 5.31 - Els valors de Coure (Cu +2) i Zinc (Zn+2) total i assimilable dels sòls del municipi de Malla amb diferents concentracions d'adobament de puríns de porc.

	Profundit. (cm)	Nº	Cu T	Cu As.	Zn T	Zn As.
EL PUIG	0-20	1	10,4	5,0	22,8	6,7
	20-40	2	9,2	2,1	17,2	2,9
	40-60	3	10,0	3,1	17,6	5,3
	60-80	3(bis)	8,6	2,3	14,7	2,6
	80-150	4	10,0	4,3	17,7	9,0
	100-120	5	8,0	2,3	17,1	9,2
EL PUIG CULTIUS	0-20	10	10,8	3,6	18,9	3,8
	20-40	11	10,6	3,0	18,7	3,8
	40-60	12	9,8	3,5	17,0	3,5
	60-80	13	9,2	2,0	16,6	2,3
BOSC	0-20	14	8,6	1,4	16,0	2,7
	20-40	15	7,6	1,3	15,6	1,8
	40-60	16	7,8	0,8	16,8	2,3
	60-80	17	8,0	0,8	17,7	1,5
LES BOULES POU	0-20	18	11,8	4,1	19,3	13,9
	20-40	19	11,6	2,7	18,8	7,2
	40-60	20	8,4	2,5	17,8	4,0
	60-80	21	8,2	1,1	15,3	1,5
	80-100	22	7,6	1,4	15,6	2,9
TM 020	0-20	29	/	/	/	/
TORRE MAGRA	0-20	35	9,4	2,7	16,9	5,1
	20-40	36	9,0	3,1	15,2	5,1
	40-60	36	9,0	3,1	15,2	5,1
	60-80	38	7,8	2,6	16,2	3,7

T= total

As.= assimilable