UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
&
DEPARTMENT OF CIVIL, ENVIRONMENTAL AND NATURAL RESOURCES ENGINEERING LULEÅ, SWEDEN

TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER L’AMBIENTALE E IL TERRITORIO

TITOLO

Methane Oxidation Within Covering Soil Consisting of Secondary Materials, Landfill of Holkesmossen, Sweden.

RELATORE
CH.MO PROF.RE FABBRICINO MASSIMILIANO

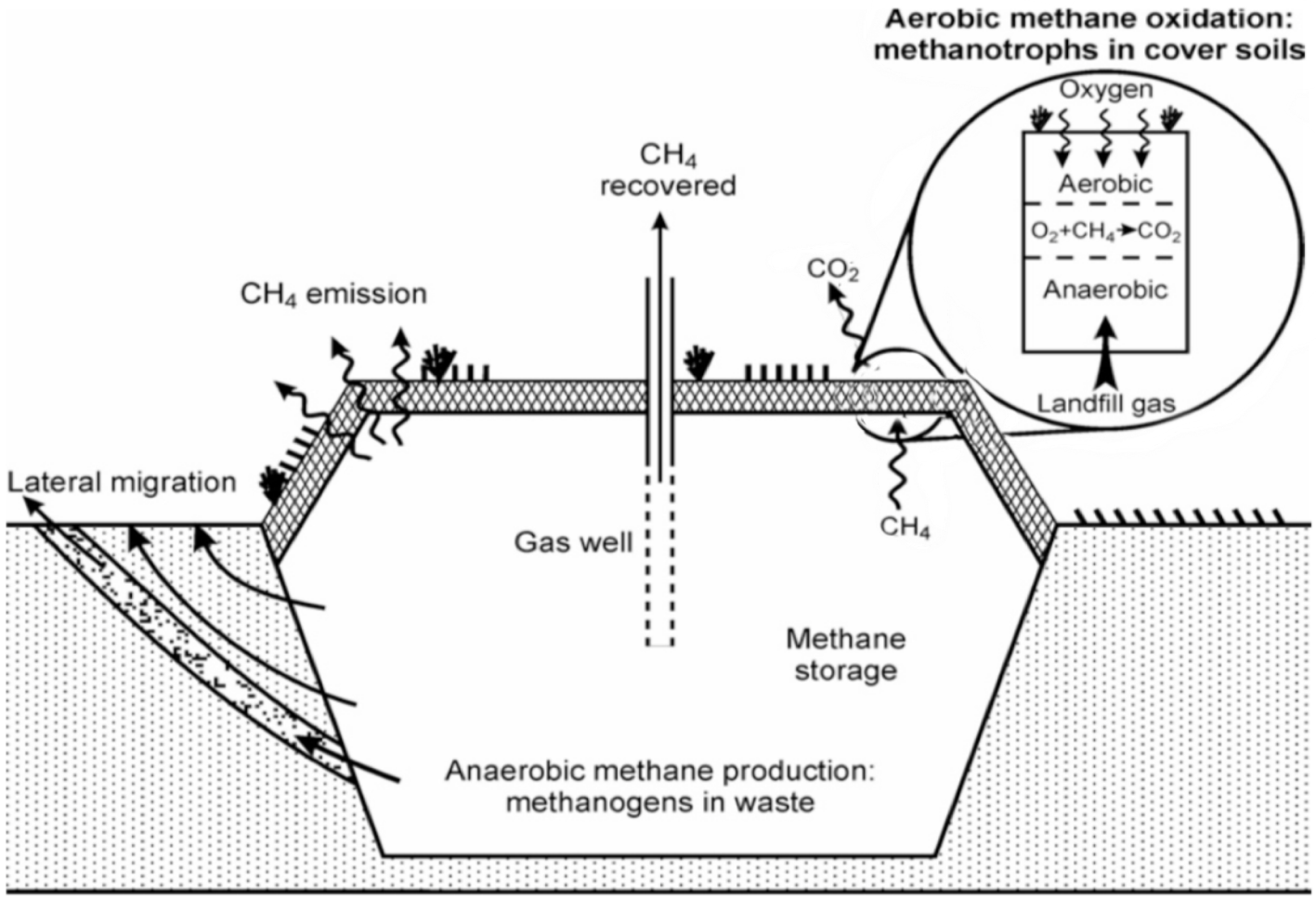
CORRELATORE
PROF.ESSA ANDREAS LALE

CANDIDATO
LAEZZA FABRIZIO
MATR. M67/469

OBIETTIVI

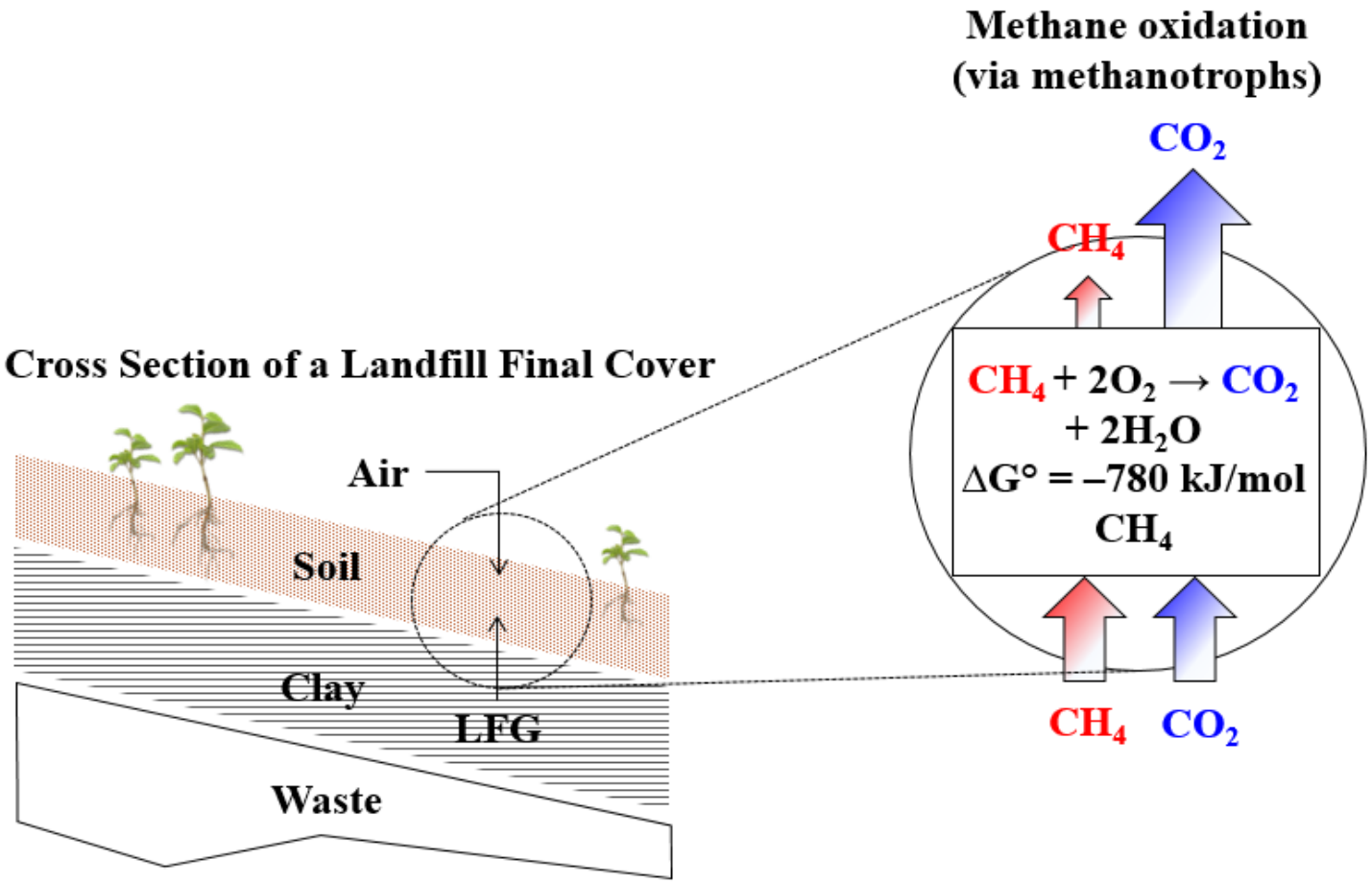
- Come e perché variano le emissioni di CH_4?
- Quali sono le ragioni delle variazioni della concentrazione di CH_4?
- In che misura si verifica l'ossidazione del CH_4 nella copertura della discarica e quali fattori favoriscono l'ossidazione del CH_4?

INTRODUZIONE



Microbial methane oxidation processes and technologies for mitigation of landfill gas emissions
Charlotte Scheutz, Peter Kjeldsen, Jean E. Bogner, Alex De Visscher, Julia Gebert, Helene A. Hilger, Marion Huber-Humer and Kurt Spokas

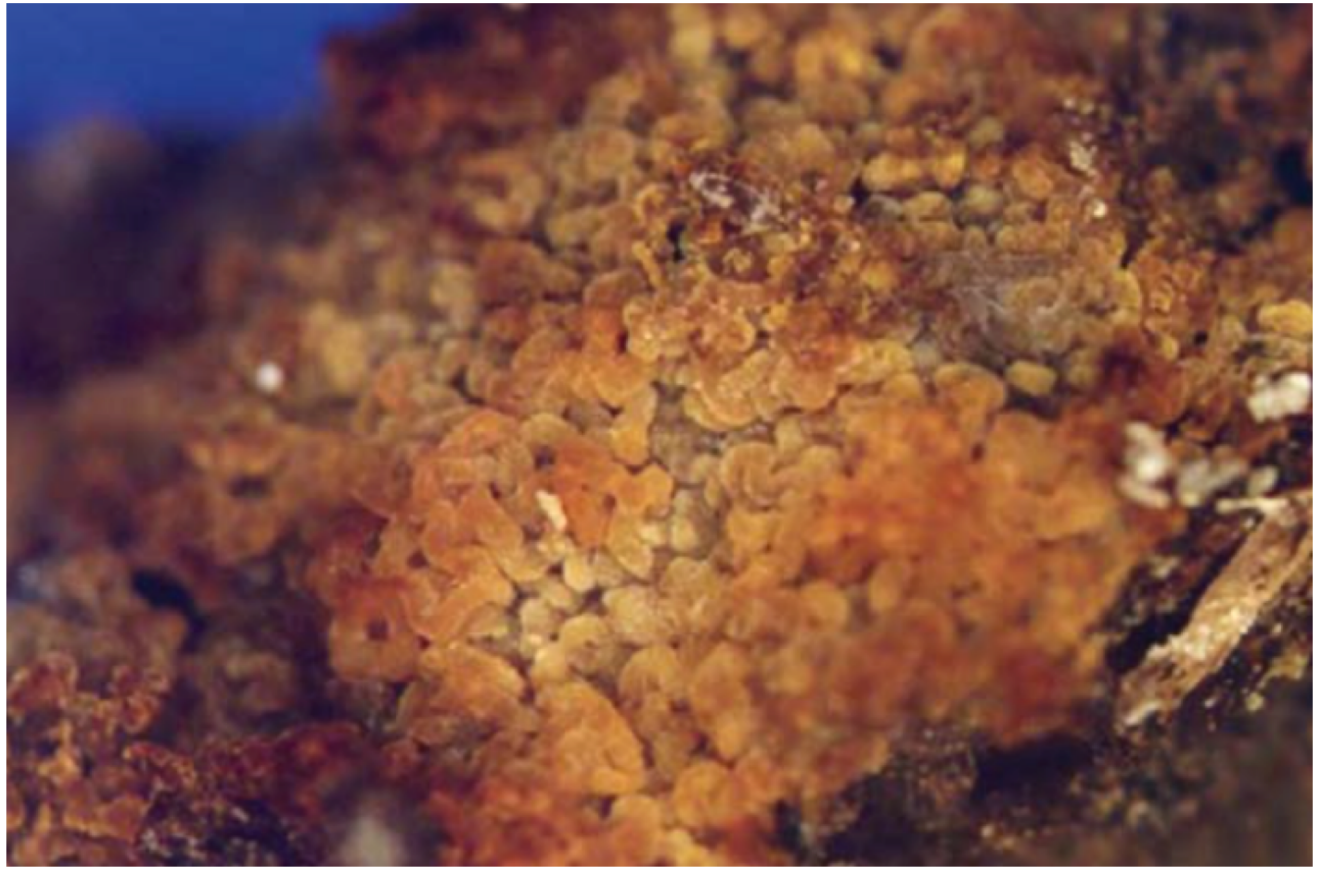
INTRODUZIONE



- Reazione esotermica → Generazione di calore:

$$\Delta G^0 = -780 \frac{kJ}{mol} CH_4$$

INTRODUZIONE



Methanotrophic bacteria (Huber-Humer, 2004)

Tipo I

↓

Ambienti con basso CH_4 e alto O_2

↓

Strati superiori della copertura

Tipo II

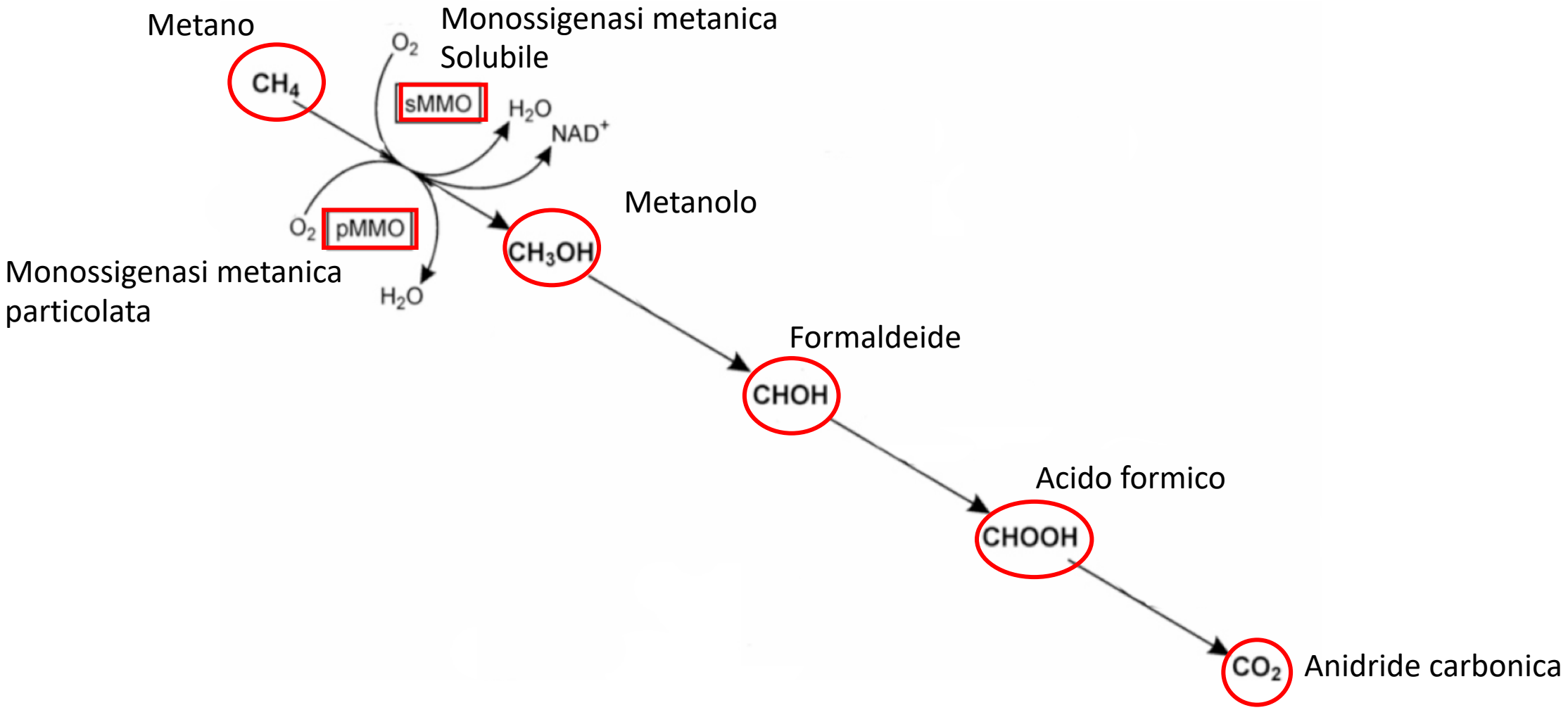
↓

Ambienti con alto CH_4 e basso O_2

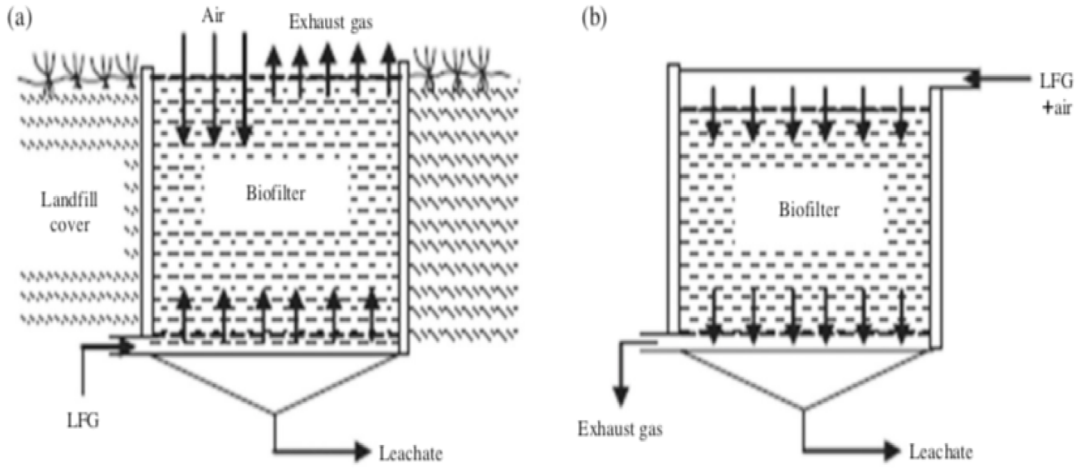
↓

Strati inferiori della copertura

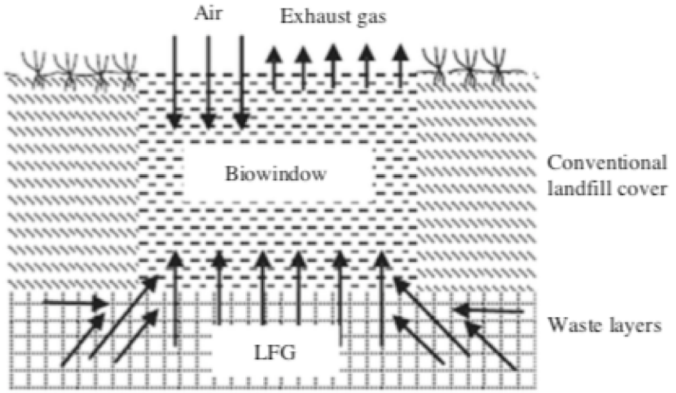
INTRODUZIONE



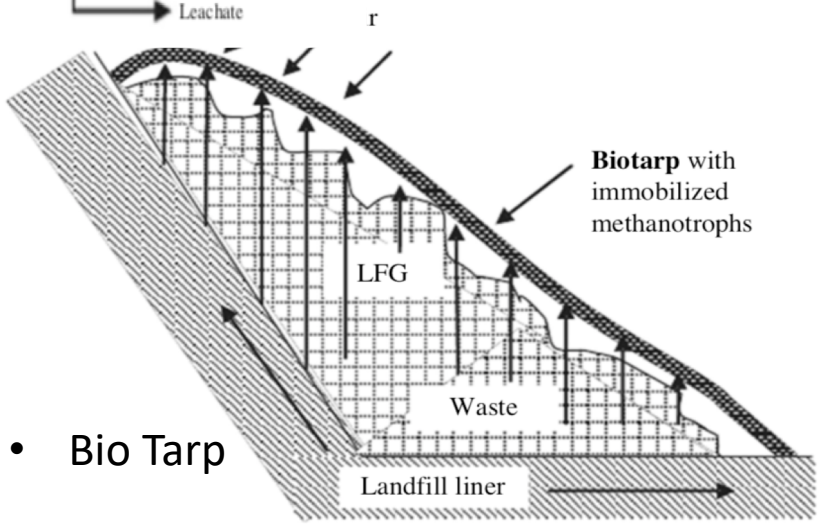
Possibile progettazione del sistema di ossidazione del metano



- Bio Filtri



- Bio Finestre

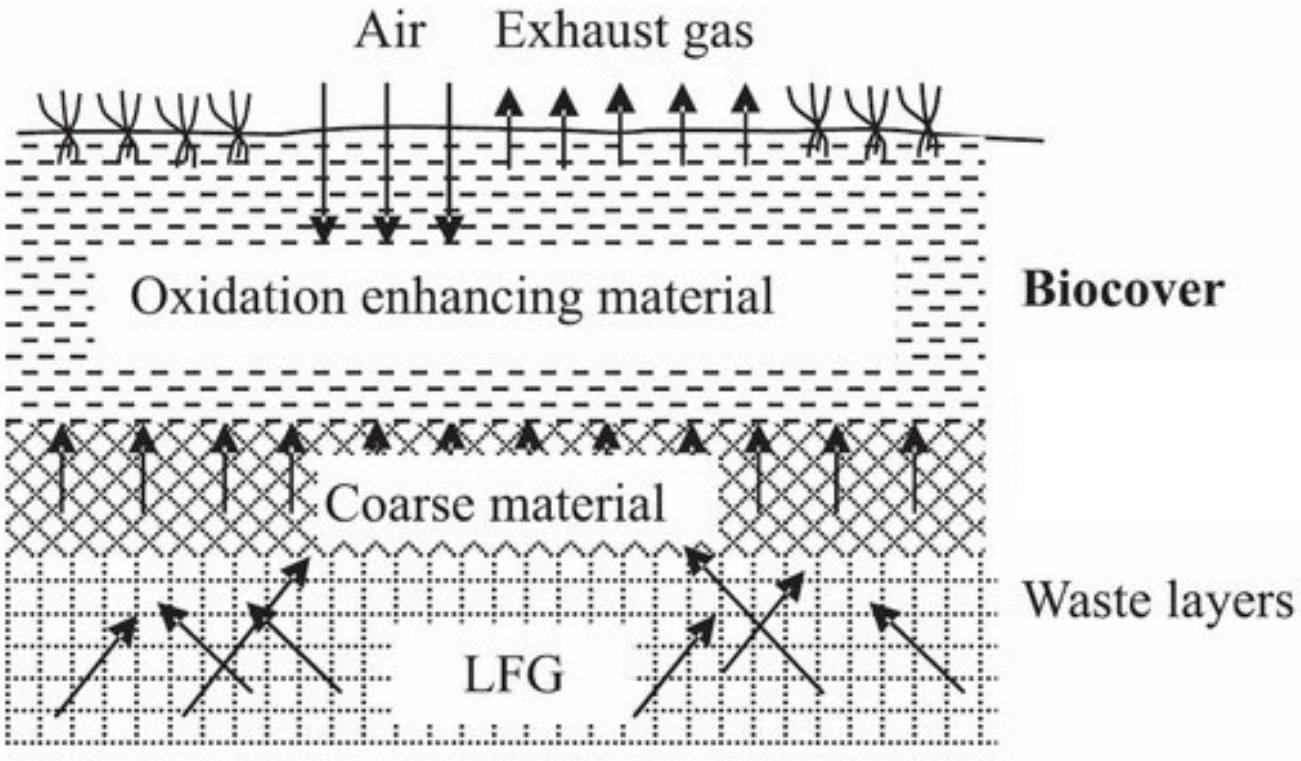


- Bio Tarp

Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Possibile progettazione del sistema di ossidazione del metano

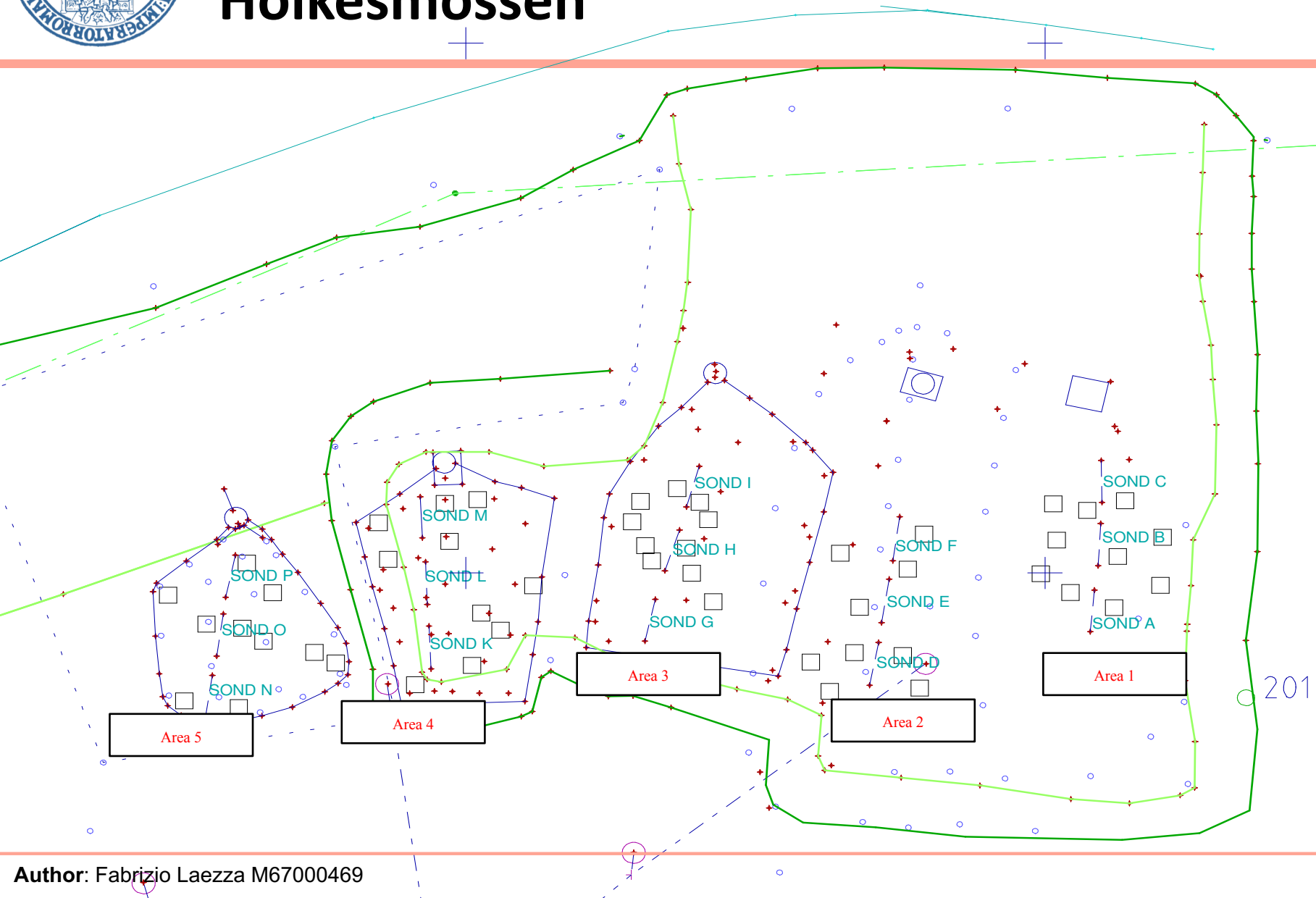


- Bio copertura

Vantaggi:

- Funzionamento a lungo termine
- Elevata capacità ossidativa
- Crescita di vegetazione

Discarica di Holkesmossen



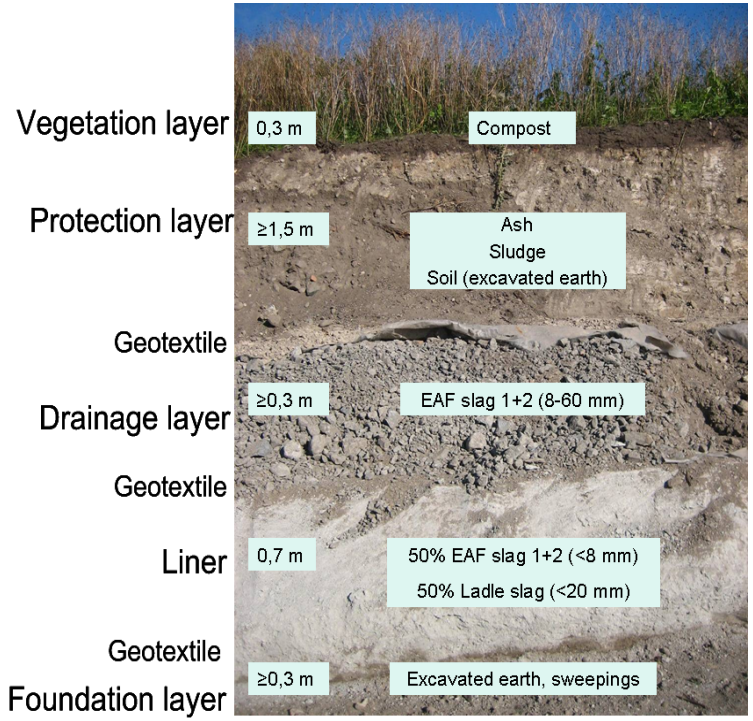
- Si estende su 16 ha
- In funzione dal 1960
- Temperatura esterna media 4,6 °C.
- Prima ricopertura nel 2005

Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Descrizione delle Aree

	Area 1 2005	Area 2+3 2007, 2008	Area 4+5 2010, 2011	
Vegetation layer	Compost	Compost	Compost	$\geq 0.25\ m$
Protection layer	80% borrow soil 10% bio ash 10% treated sludge *9.1 E-09 m/s*	100% borrow soil *2.5 E-08 m/s*	80% borrow soil 10% bio ash 10% treated sludge *3.1 E-09 m/s*	$\approx 1.5\ m$
Geotexile				
Drainage layer	EAFS 1+2 (8-60 mm)	EAFS 1+2 (35-60 mm)	EAFS 1+2 (20-60 mm)	$\geq 0.3\ m$
Geotexile				
Liner	>50% EAFS 1+2 (<8 mm) <50% LS (<20 mm) *< 2.2 E-11 m/s*	>65% EAFS 1+2 (<35mm) <35% EAFS 4+ LS (<20 mm) *< 1.2 E-10 m/s*	>50% EAFS 3 (<20 mm) <50% EAFS 4+LS (<20 mm) *< 2.2 E-11 m/s*	$\approx 0.7\ m$
Foundation layer	Sweepings	Sweepings	EAFS 1+2 (0-150 mm)	$\geq 0.3\ m$
	Waste	Waste	Waste	

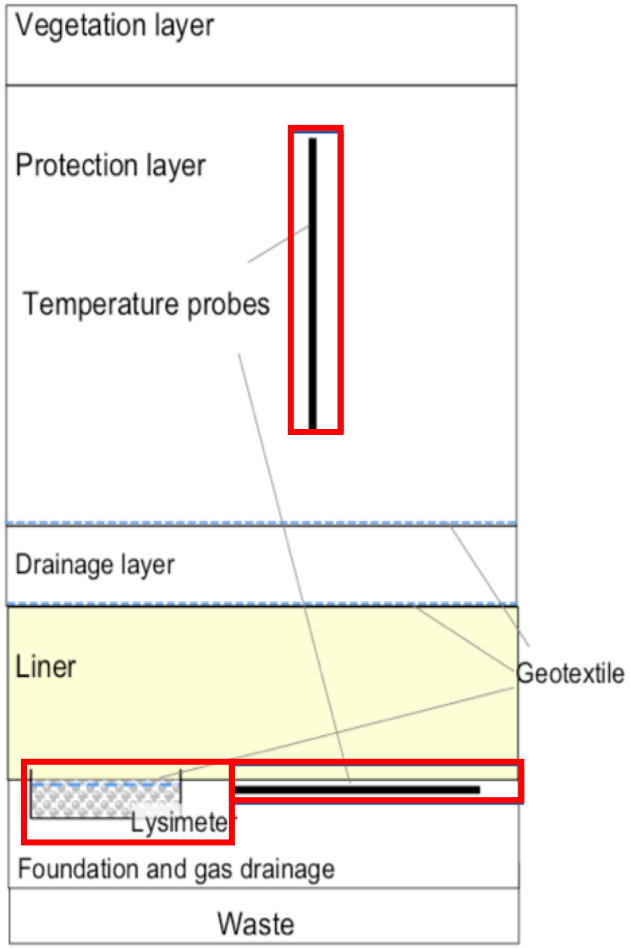


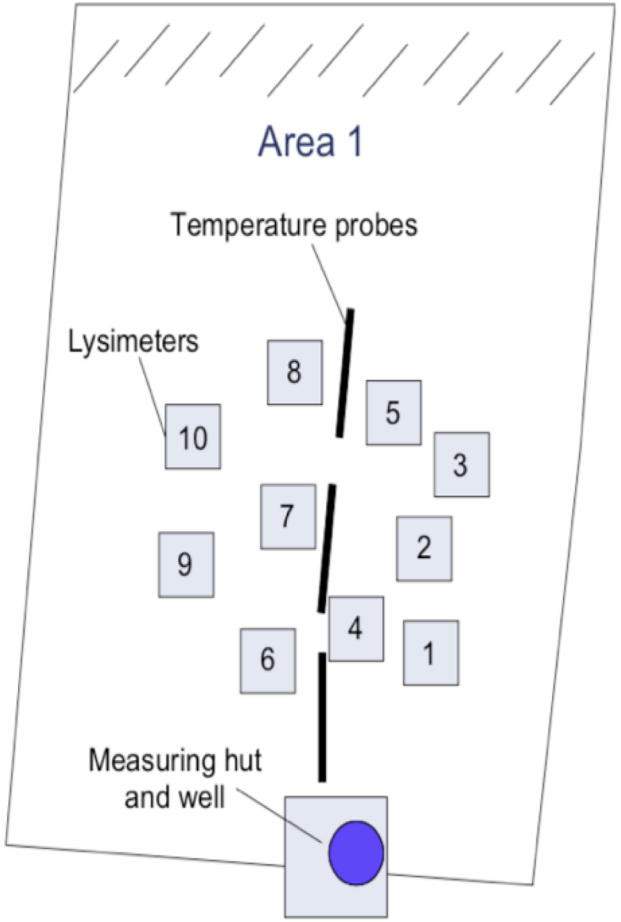
Area 1

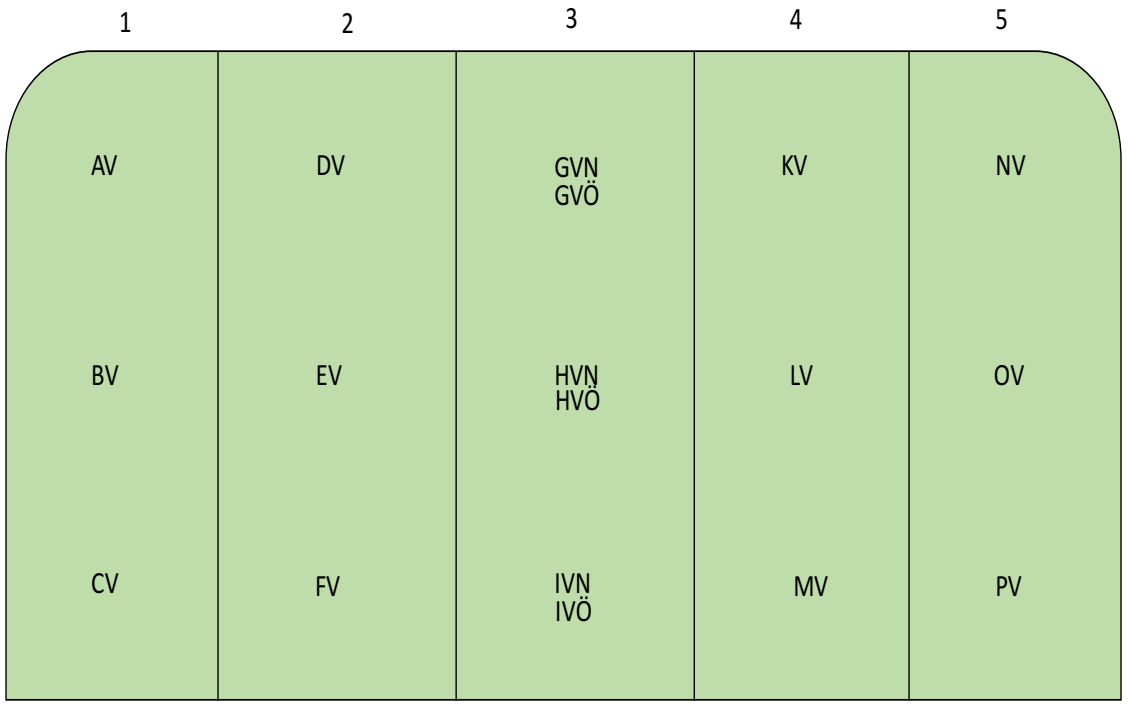
Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Apparecchiature di misurazione







Sonde nella zona di protezione

Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Raccolta Gas dalla discarica

Pompa peristaltica

Fiale di 22ml

Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Risultati

Emissions from landfill

Valori Medi

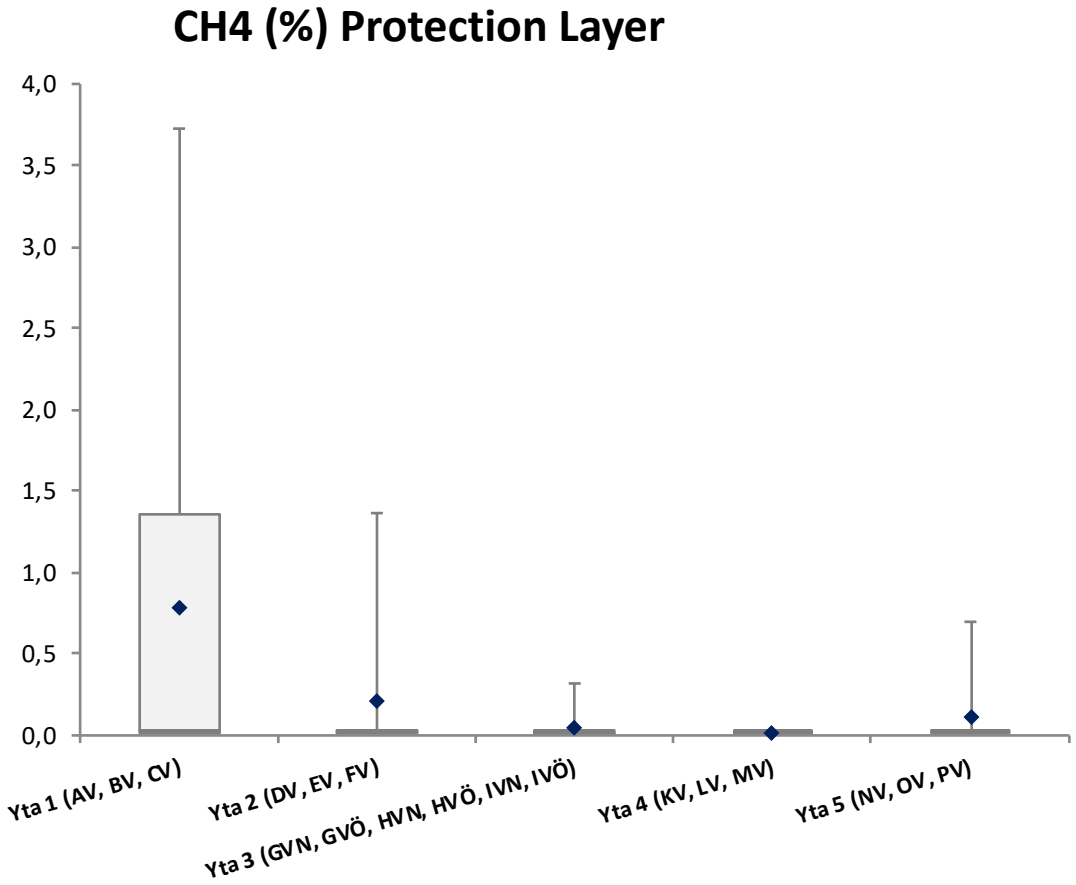
Area	Probe	O2 %	N2 %	CH4 %	CO2 %
1	AV	19,6	78,7	1,0	0,7
	BV	19,3	78,6	1,1	0,4
2	CV	16,1	80,6	0,2	3,4
	DV	18,8	79,3	0,3	1,8
	EV	19,5	78,4	0,2	1,7
	FV	20,0	79,0	0,2	1,0
3	GVN	20,0	79,3	0,0	1,0
	GVÖ	18,8	79,4	0,0	2,0
	HVN	19,4	78,2	0,0	1,6
	HVÖ	20,3	79,1	0,0	0,8
	IVN	18,2	80,7	0,1	1,3
	IVÖ	20,0	79,1	0,2	1,0
4	KV	20,6	79,4	0,0	0,4
	LV	20,6	79,6	0,0	0,3
	MV	21,8	78,1	0,0	0,5
5	NV	17,1	76,9	0,0	2,6
	OV	16,3	81,4	0,0	1,2
	PV	17,3	81,5	0,2	1,4

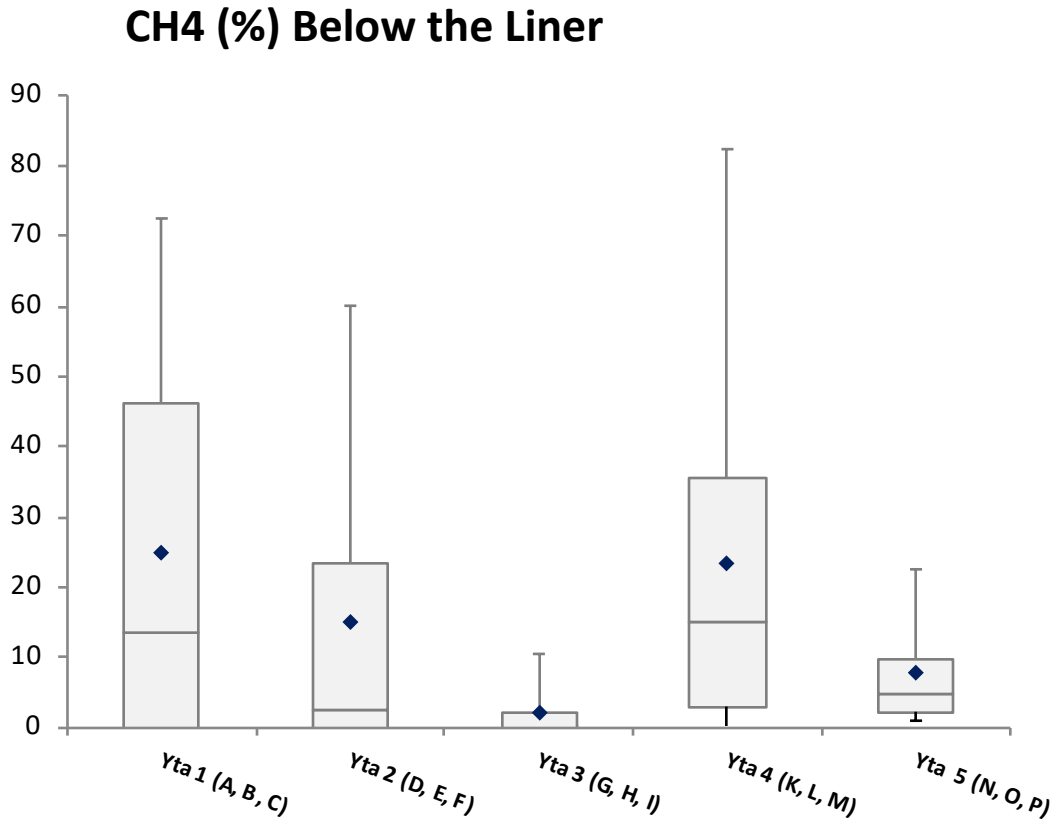
Derivazione standard

Area	Probe	O2 %	N2 %	CH4 %	CO2 %
1	AV	1,81	1,40	1,69	0,62
	BV	1,64	3,08	1,55	0,75
2	CV	3,02	1,97	0,58	1,88
	DV	2,34	1,41	1,07	1,52
	EV	0,94	1,32	0,56	1,28
	FV	20,00	79,06	0,08	1,05
3	GVN	1,71	1,14	0,01	1,37
	GVÖ	2,13	1,58	0,01	1,81
	HVN	1,47	2,62	0,01	1,30
	HVÖ	1,01	1,11	0,01	0,66
	IVN	3,19	2,64	0,24	0,96
	IVÖ	1,11	1,34	0,43	0,70
4	KV	0,66	1,27	0,00	0,36
	LV	0,45	1,33	0,01	0,12
	MV	0,47	1,45	0,07	0,19
5	NV	3,81	3,86	0,05	1,30
	OV	6,87	6,35	0,05	1,42
	PV	6,12	6,00	0,67	0,69

Risultati

Variazione delle emissioni e delle concentrazioni del CH_4



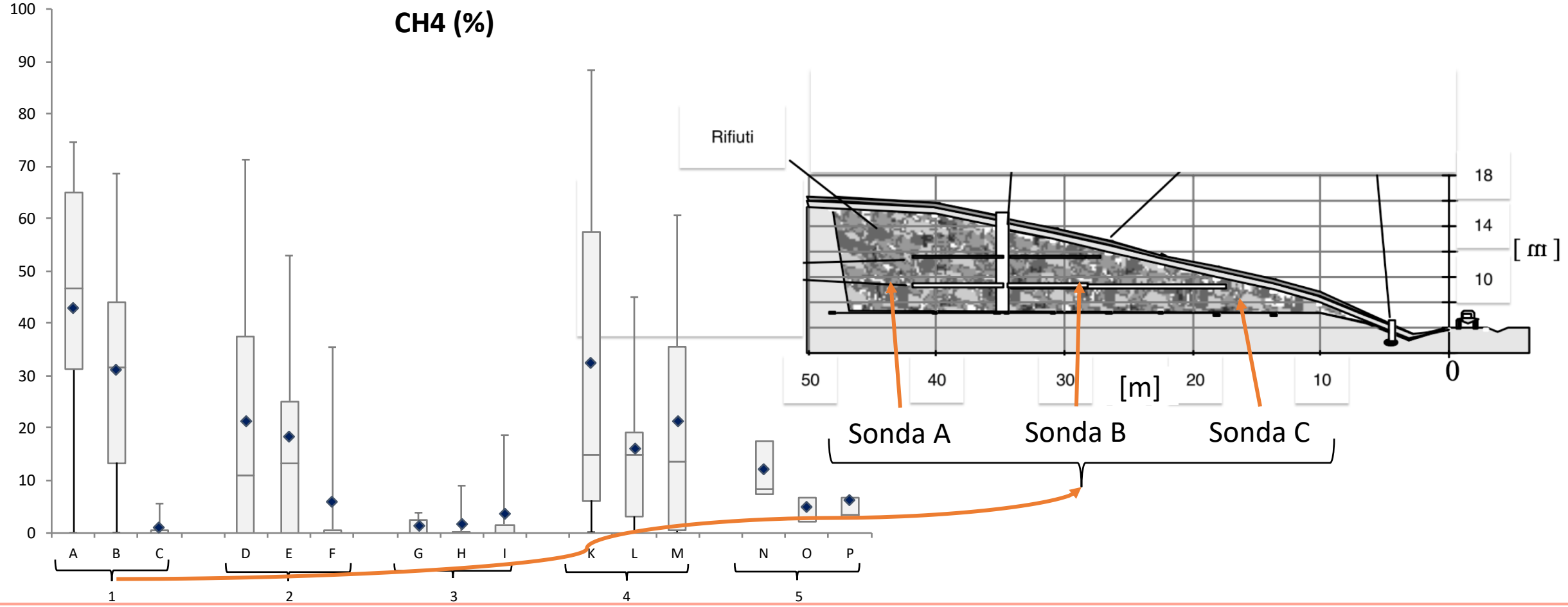


Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Risultati

Variazioni della concentrazioni del CH_4 al di sotto del liner in accordo con la pendenza della discarica



Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Risultati

Rapporto tra N_2/O_2

$$CH_4 + 2O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Nell'aria il rapporto tra $\frac{N_2}{O_2} = 3.73$

In discarica, se:

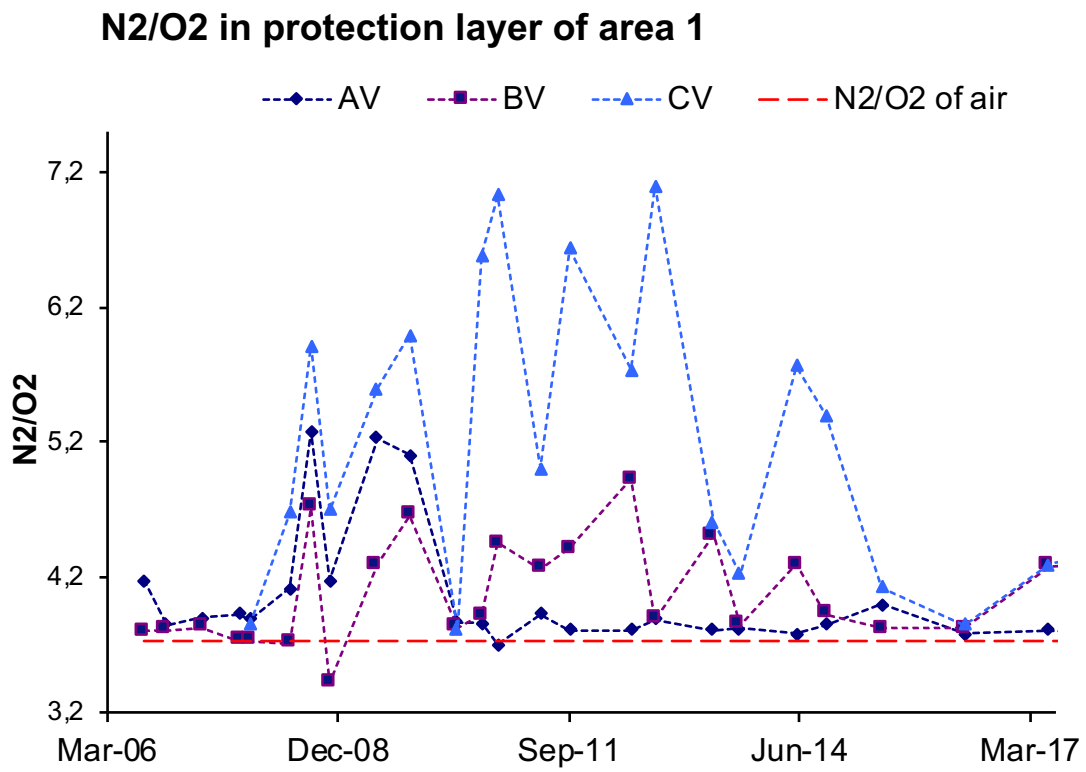
$\frac{N_2}{O_2} \cong \mathbf{3.73}$ → Ossidazione del metano

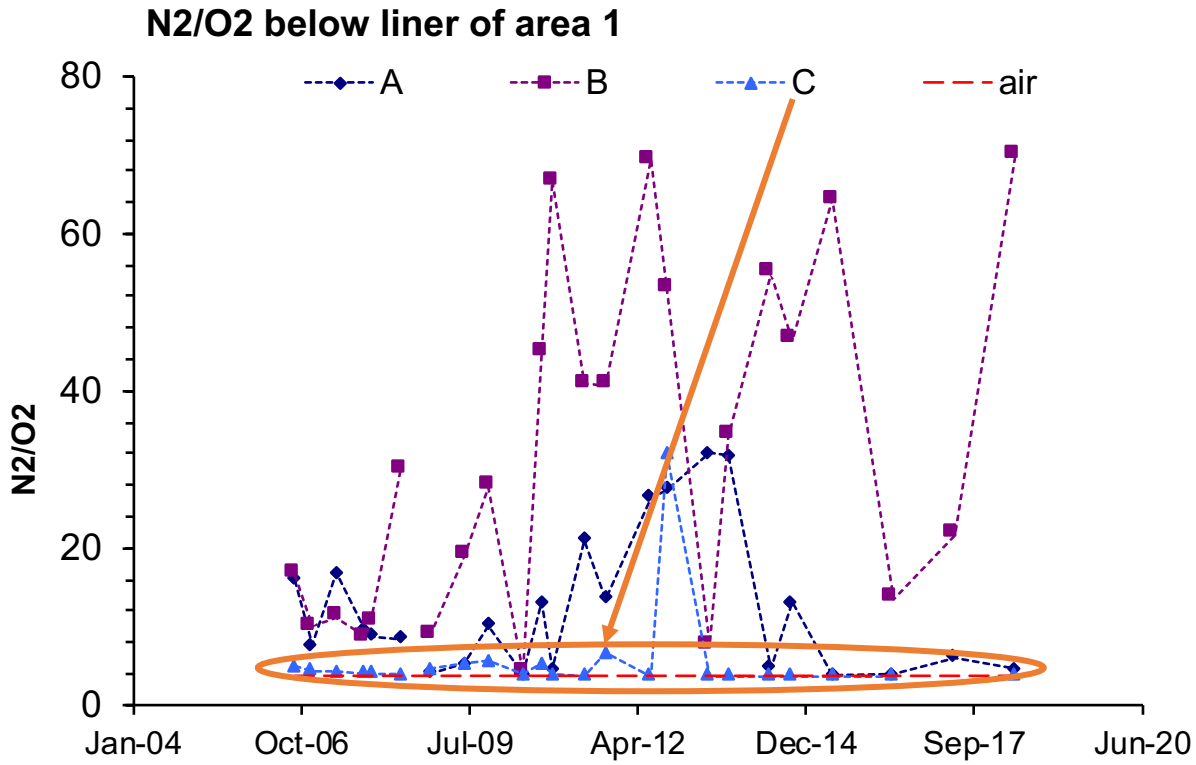
$\frac{N_2}{O_2} > \mathbf{3.73}$ →Presenza e produzione di metano

- Segni di ossidazione del metano prevedono livelli di N_2 superiori all'80%.

Risultati

Rapporto tra N_2/O_2 nella zona di protezione e al di sotto del liner





Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Risultati

Rapporto tra CH_4/CO_2

$$CH_4 + 2O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Nello strato protettivo, se:

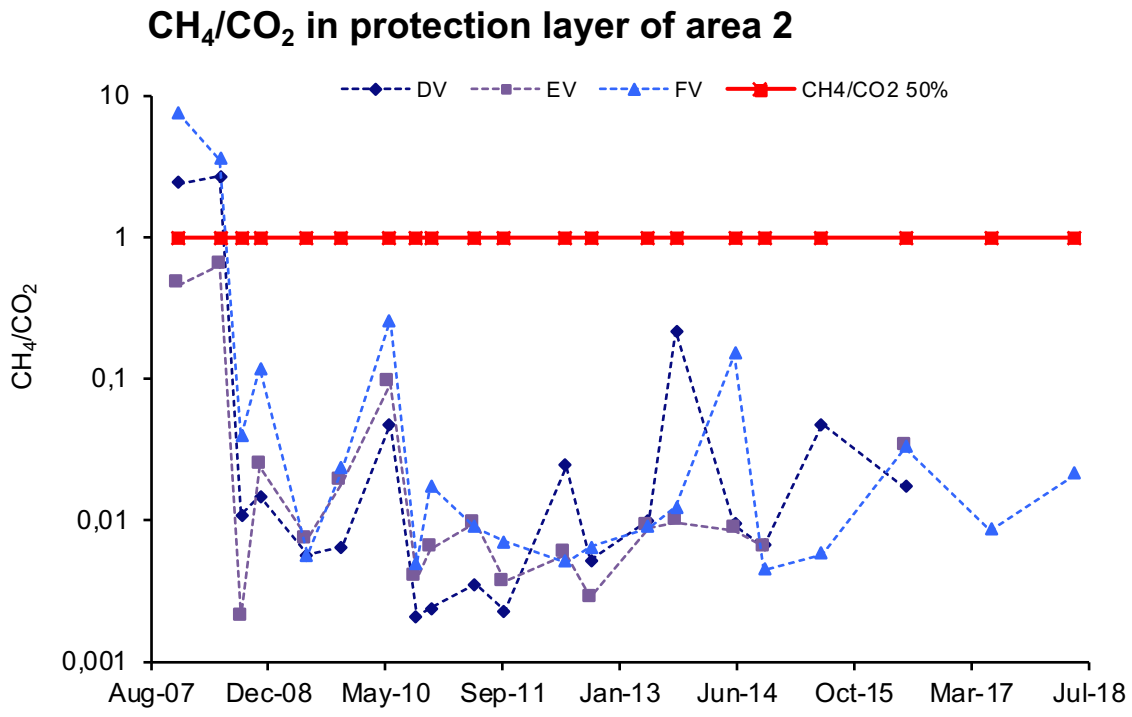
$\frac{CH_4}{CO_2} > 1$ → Produzione di CH_4 e consumo di CO_2.

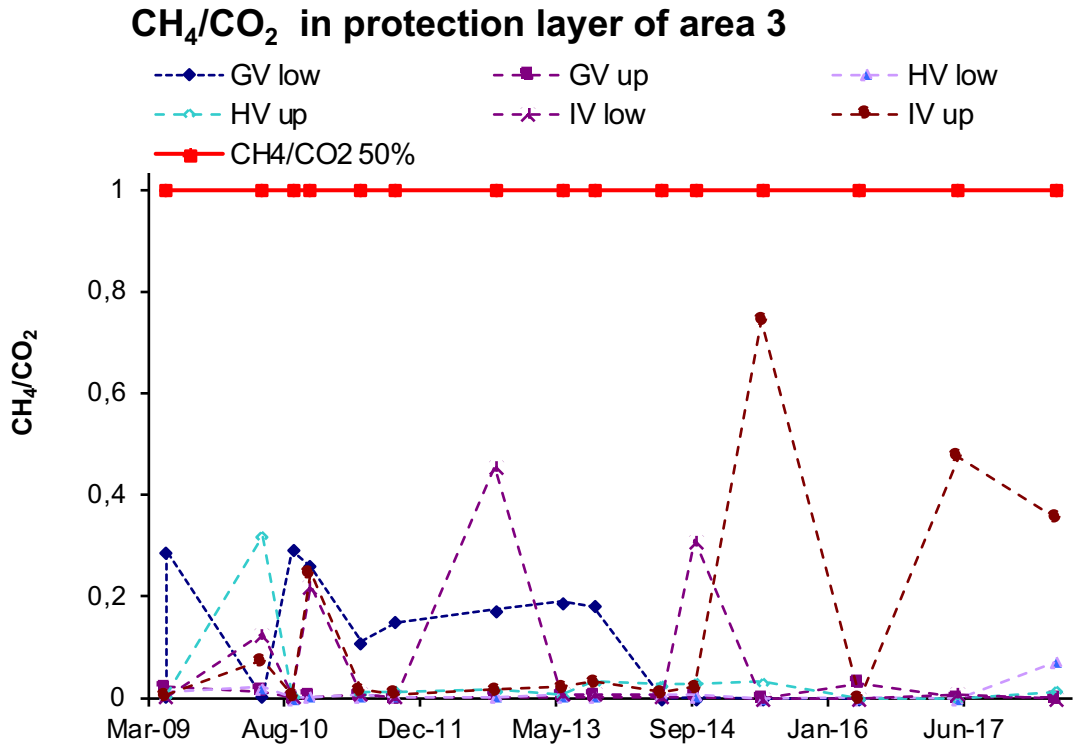
$\frac{CH_4}{CO_2} < 1$ → Ossidazione del metano.

- Il consumo di CO_2 all'interno della discarica è causato dai carbonati.
- La CO_2 reagendo con le ceneri e le scorie, nella copertura, produce idrossido di calcio, che potrebbe ostruire i pori del terreno.

Risultati

Efficienza di ossidazione del CH_4



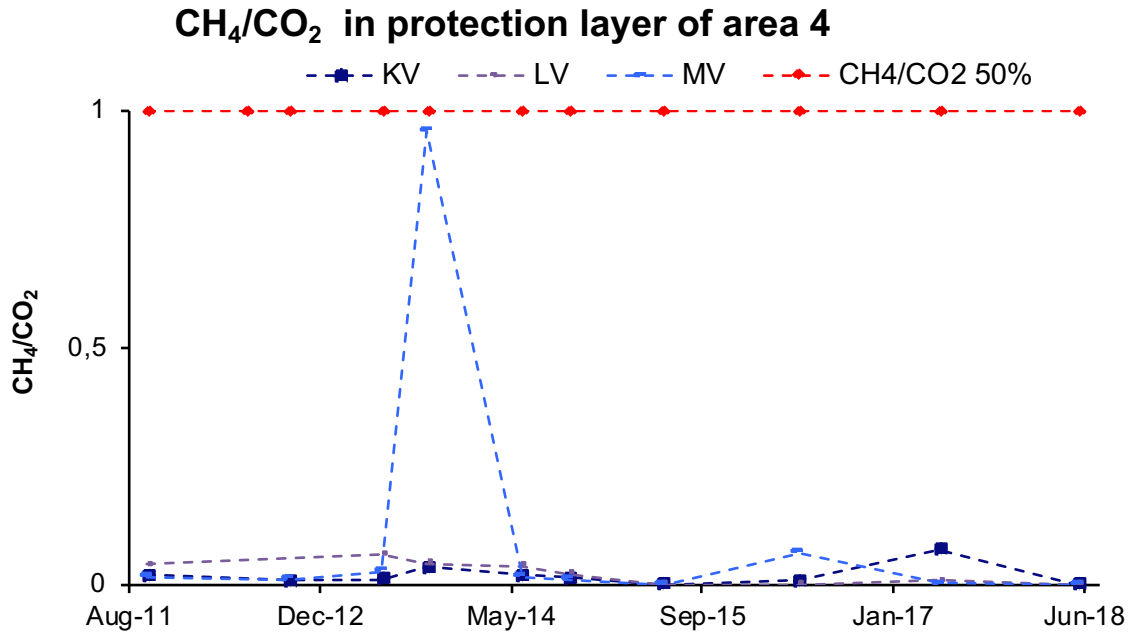


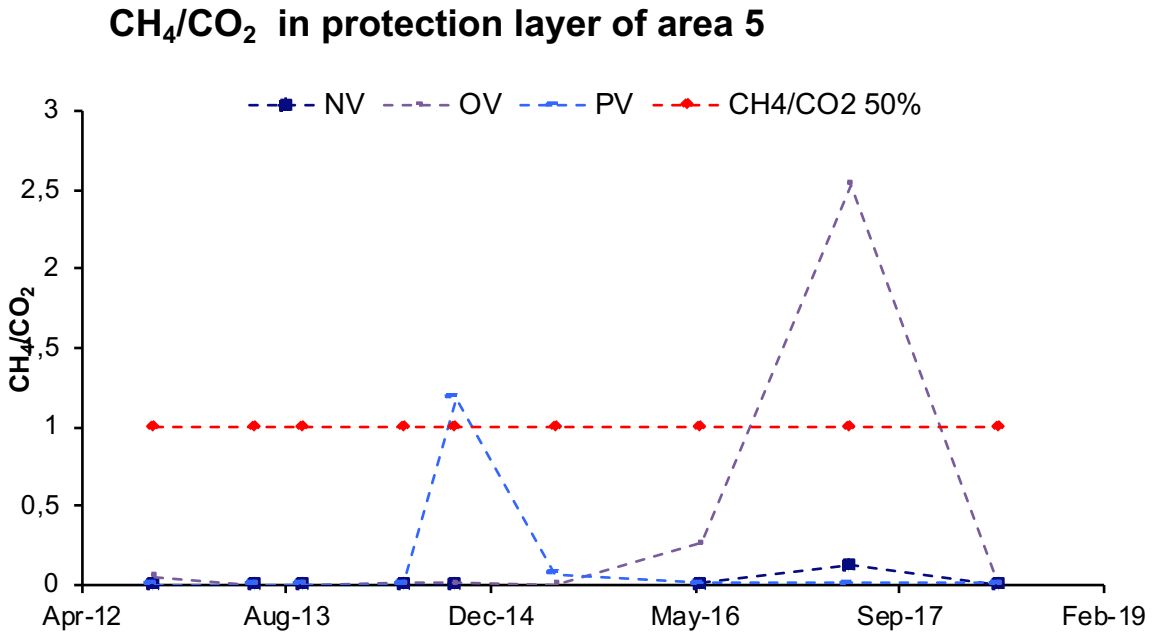
Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Risultati

Efficienza di ossidazione del CH_4





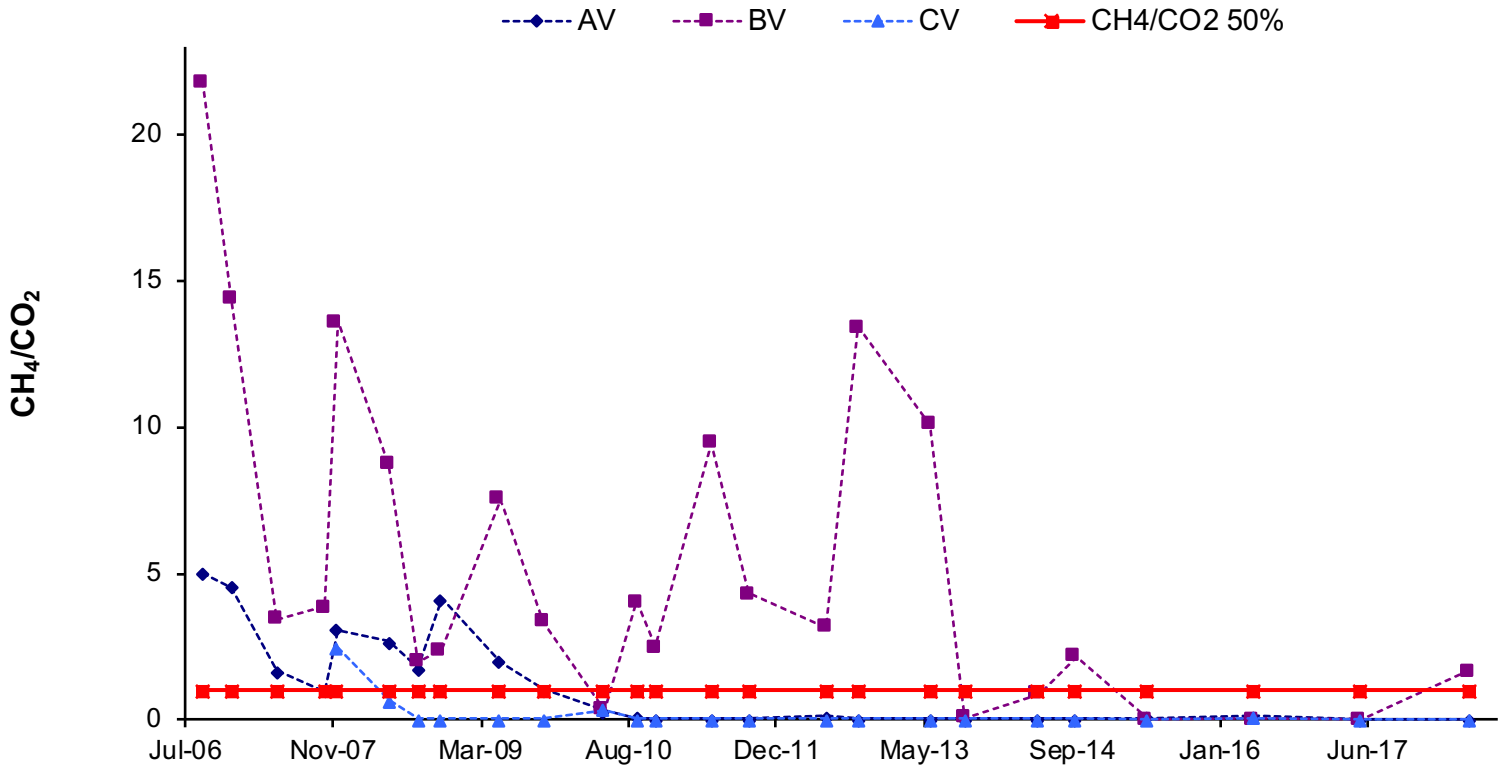
Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Risultati

Carbonatazione

CH_4/CO_2 in protection layer of area 1



Author: Fabrizio Laezza M67000469

Supervisor: Massimiliano Fabbricino & Lale Andreas

Conclusioni

- **Come e perché variano le emissioni di CH_4?**

Le emissioni del gas di discarica sono molto basse, questo potrebbe essere dovuto alla bassa produzione al di sotto del rivestimento o all'alta densità del rivestimento impermeabile. Le emissioni variano da sonda a sonda e da area a area, l'area 1 mostra le emissioni più elevate.

- **Quali sono le ragioni delle variazioni della concentrazione di CH_4?**

La concentrazione di metano varia a seconda della quantità di rifiuti presenti nelle diverse aree. Un'ulteriore variazione della concentrazione può essere causata dalla diversa composizione dello strato di protezione.

- **In che misura si verifica l'ossidazione del CH_4 nella copertura della discarica e quali fattori favoriscono l'ossidazione del CH_4?**

Più del 90% del CH_4 prodotto sotto il liner è ossidato. Uno dei fattori che promuove l'ossidazione del metano è il contenuto di umidità del terreno. Infatti le precipitazioni si verificano nel 57% dei giorni durante i mesi con temperature medie sopra lo zero con un massimo di 43 mm/giorno.

GRAZIE PER L’ATTENZIONE