

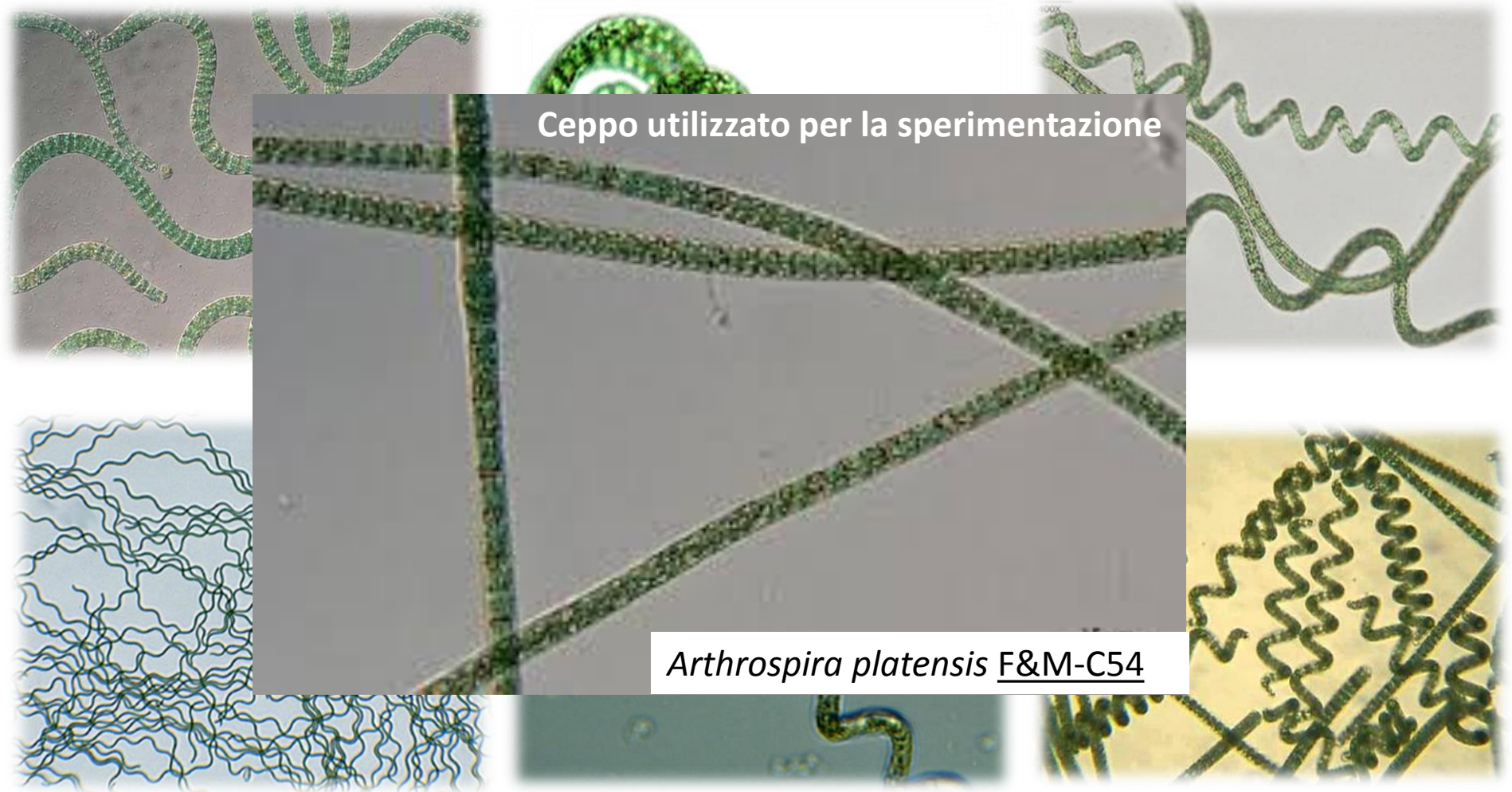
IMPIANTO SPERIMENTALE PER LA COLTIVAZIONE DEL CIANOBATTERIO *A. platensis*

Project Business Plan Rev.0

26 GIUGNO 2018



Arthrospira sp. (spirulina)



Ceppo utilizzato per la sperimentazione

Arthrospira platensis F&M-C54

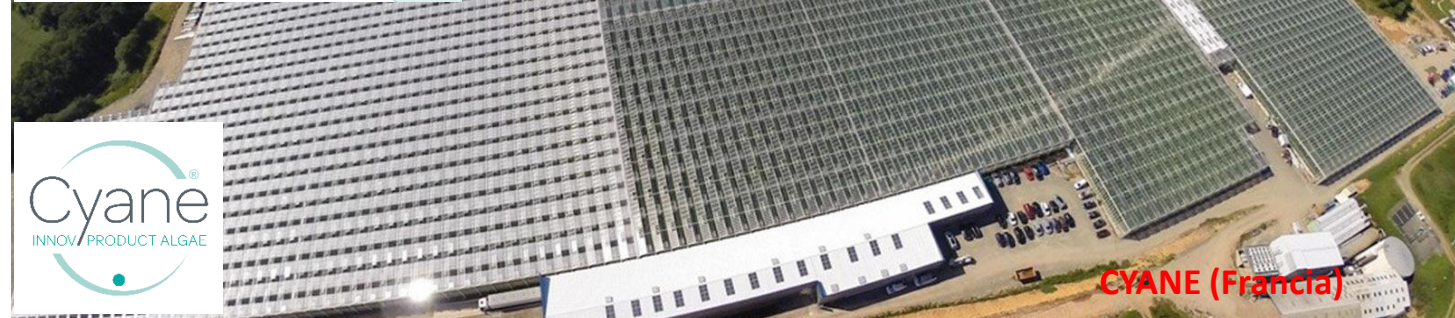
Arthrospira	
Scientific classification	
Kingdom:	Bacteria
Phylum:	Cyanobacteria
Class:	Cyanophyceae
Order:	Oscillatoriales
Family:	Phormidiaceae
Genus:	Arthrospira

Circa # 35 specie. Solo #2 considerate food o food supplements
«NOVEL FOOD CATALOGUE» (Reg. CE 2283/2015)

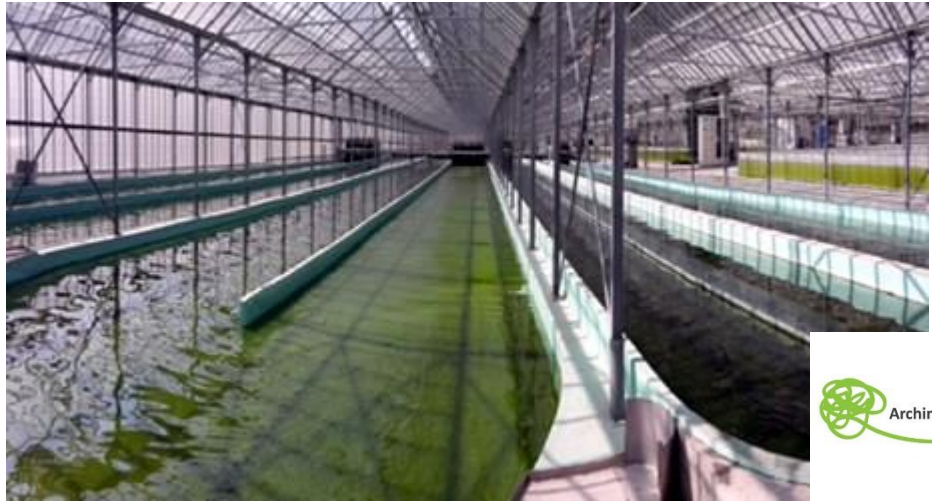


Bloom naturali di Arthrospira (spirulina). Da secoli raccolta e consumata in Africa, Asia e Sud-America...

...da decenni coltivata in impianti industriali



...la produzione in Italia



SEVERINO BECAGLI
Spirulina made in Tuscany



Altre decine di piccoli produttori.

Il mercato globale della spirulina

GLOBAL SPIRULINA (USD Million) MARKET BY FORM (2015-2022)

Form	2015	2016	2017	2022	CAGR (2017-2022)
Powder	111.3	118.7	126.6	179.9	7.3%
Tablet	26.8	28.6	30.5	42.7	7.0%
				11.7	5.4%

EUROPE: SPIRULINA (USD Million) MARKET SIZE BY COUNTRY (2015-2022)

Country	2015	2016	2017	2022	CAGR (2017-2022)
Germany	9.80	10.46	11.17	15.92	7.3%
France	9.43	10.11	10.65	14.93	7.0%
U.K.	9.34	9.87	10.60	14.82	6.9%
The Netherlands	7.26	7.76	8.15	10.98	6.2%
Italy	2.96	3.10	3.29	4.44	6.2%
RoE	6.46	6.76	7.24	10.01	6.7%
Total	45.26	48.06	51.11	71.10	6.8%

	Food and Beverages	Nutraceuticals	Pharmaceuticals	Veterinary	Cosmetics
2017	78.4	41.5	31.9	11.6	6.0
2022	111.8	60.1	43.9	15.5	7.1
CAGR %	7.3	7.7	6.6	5.9	3.7

EUROPA
(Bulk spirulina)



SEVERINO BECAGLI
Spirulina made in Tuscany



30-150 €/Kg



ECOLOGIC
GREEN FARM
Soc. Agricola Serenissima s.s.



ASIA
(Bulk spirulina)

25kg/drum
Double Plastic Bags Inside

Surnature



7-30 €/Kg



HerbStoreUSA.COM

Spirulina Organic



AFFIDABILITA' DELLA QUALITA' ?

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 4 août 2017

AVIS
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

relatif aux « risques liés à la consommation de compléments alimentaires contenant de la spiruline »

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail adopte les recommandations du groupe de travail « Nutrivigilance » et du comité d'experts spécialisé « Nutrition humaine ».

L'Agence souligne que les produits contenant de la spiruline peuvent être contaminés par des cyanotoxines, par des bactéries ou par des éléments traces métalliques. Dans ce contexte, l'Agence recommande aux consommateurs de privilégier les circuits d'approvisionnement les mieux contrôlés par les pouvoirs publics (conformité à la réglementation française, traçabilité, identification du fabricant).

spirulina 0.8%



spirulina 1.1%



spirulina 1%
Chlorella 1%



spirulina 0.5%



spirulina 1.5%



spirulina 1.5%

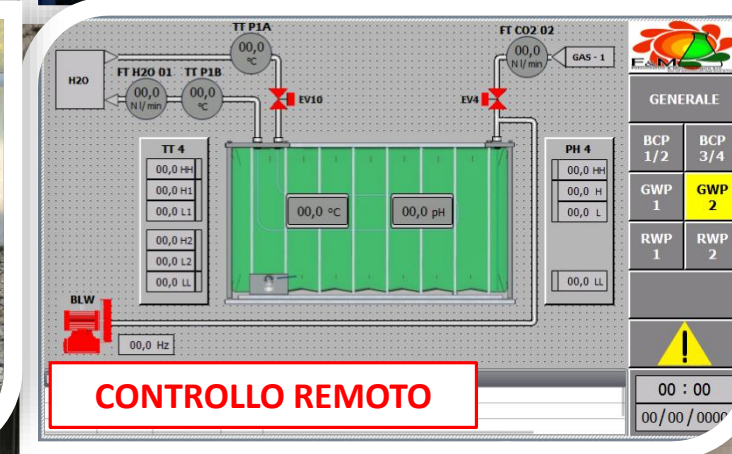


Impiego di microalghe come ingrediente alimentare generalmente in quantità < 2%

OBIETTIVO DELLA SPERIMENTAZIONE

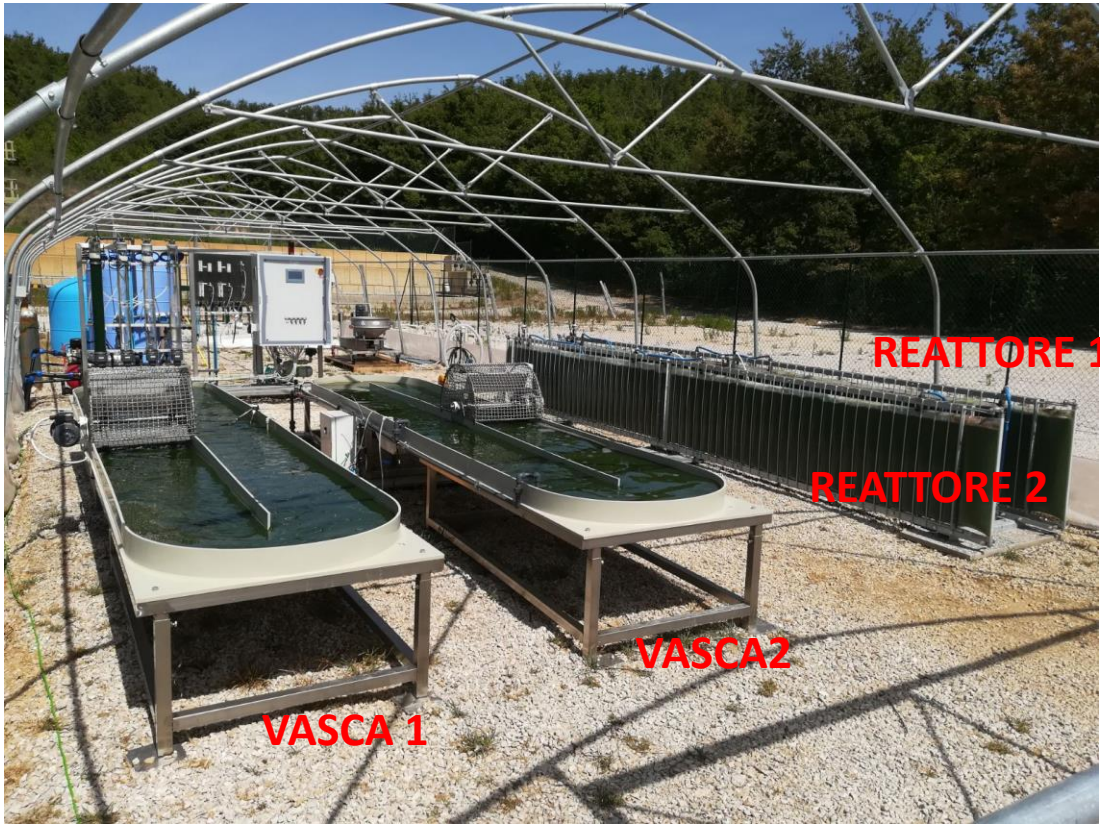
Verificare la fattibilità tecnico-economica della produzione di *A. platensis* (spirulina) integrata ad un impianto geotermico rispetto a sistemi di coltivazione convenzionale.

- ❖ Valutare l'impiego di gas geotermico (GAS AMIS) come fonte di carbonio per la fotosintesi e per la correzione del pH delle colture in sostituzione della CO₂ alimentare.
- ❖ Valutare l'impiego di ACQUA GEOTERMICA (calda e fredda) come vettore termico per riscaldamento/raffreddamento colture.
- ❖ Verifica della qualità (microbiologica, biochimica, chimica) della biomassa prodotta.
- ❖ Raccolta dati bilanci massa ed energia per elaborazione BP.

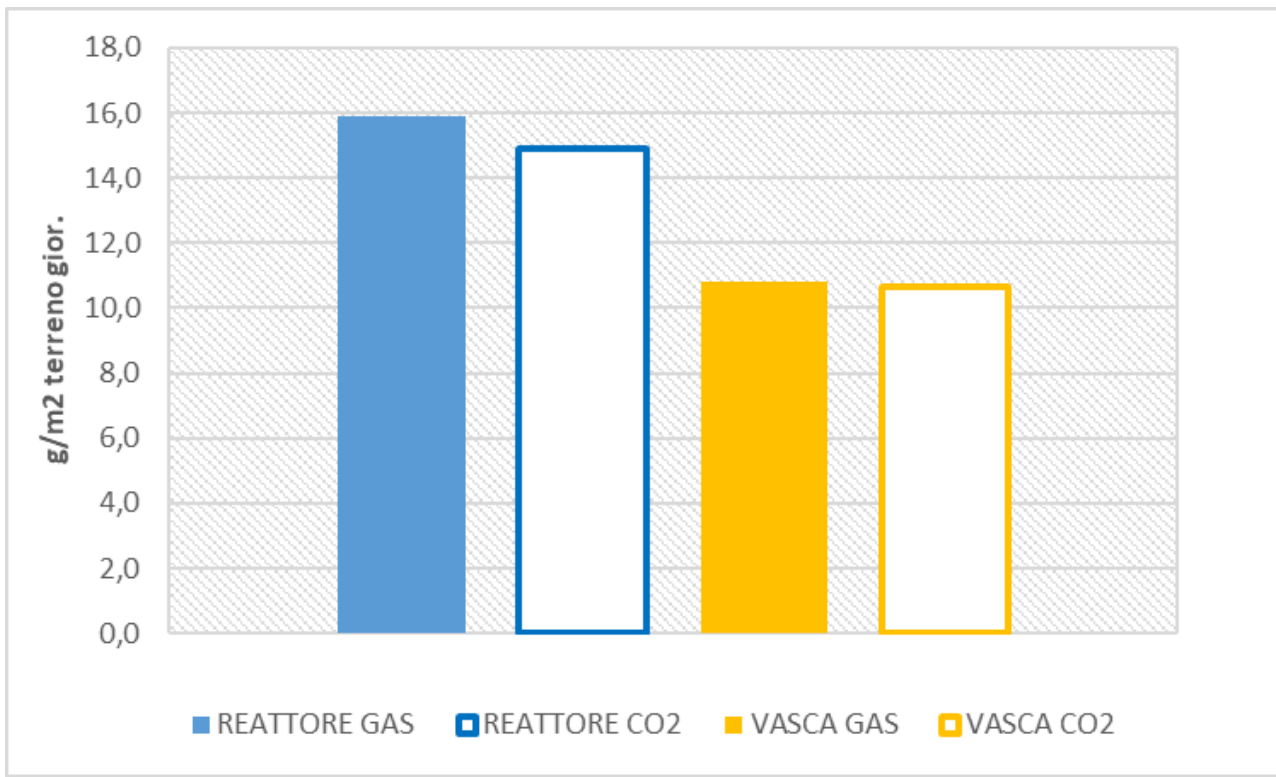
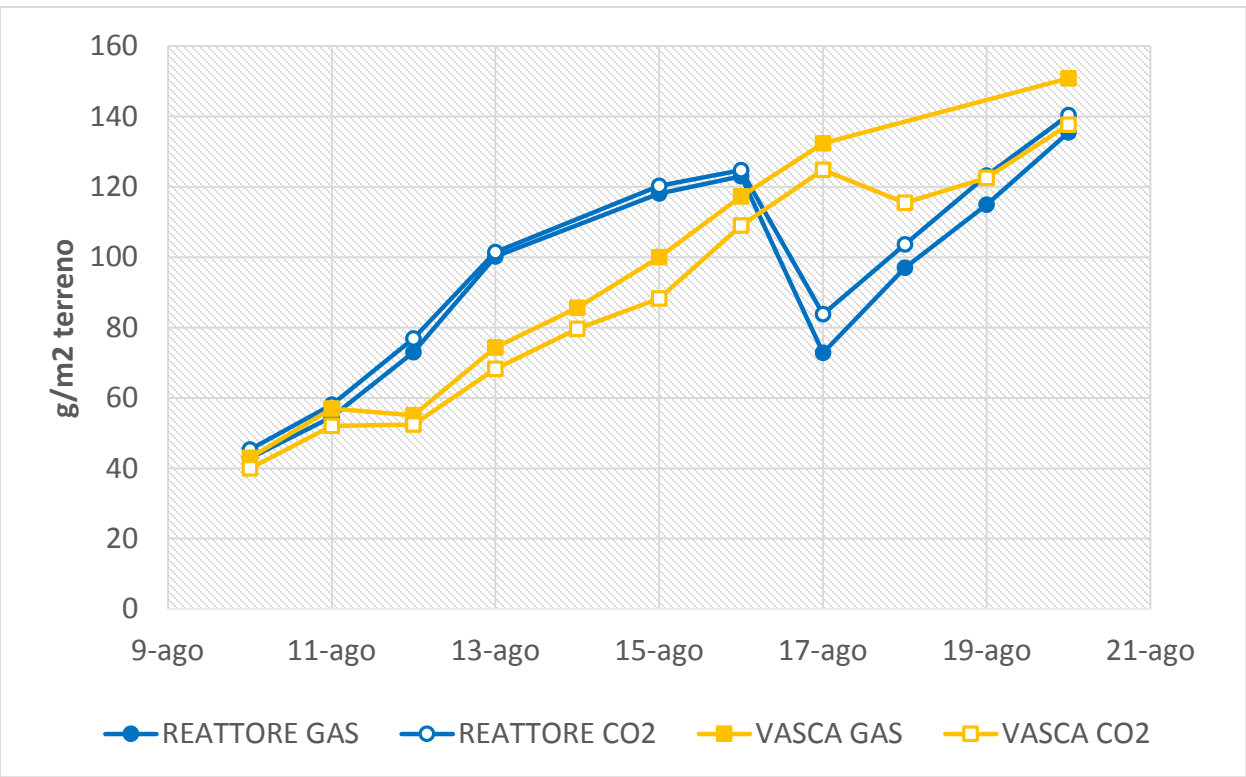


TEST 1: Impiego di GAS AMIS come fonte di carbonio e per la correzione del pH delle colture in sostituzione a CO2 alimentare.

	REATTORE 1	REATTORE 2	VASCA 1	VASCA 2
CO2 BOMBOLE	-	+	-	+
GAS AMIS	+	-	+	-
RAFFREDDAMENTO (37-36 °C)	+	+	-	-
RISCALDAMENTO	-	-	-	-



TEST 2: Impiego di GAS AMIS come fonte di carbonio e per la correzione del pH delle colture in sostituzione a CO₂ alimentare.



L'UTILIZZO DI GAS AMIS COME FONTE DI CO₂ NON SEMBRA COMPROMETTERE LA PRODUTTIVITA'

TEST 2: Verificare l'effetto del riscaldamento sulla produttività utilizzando H₂O GEOTERMICA CALDA.

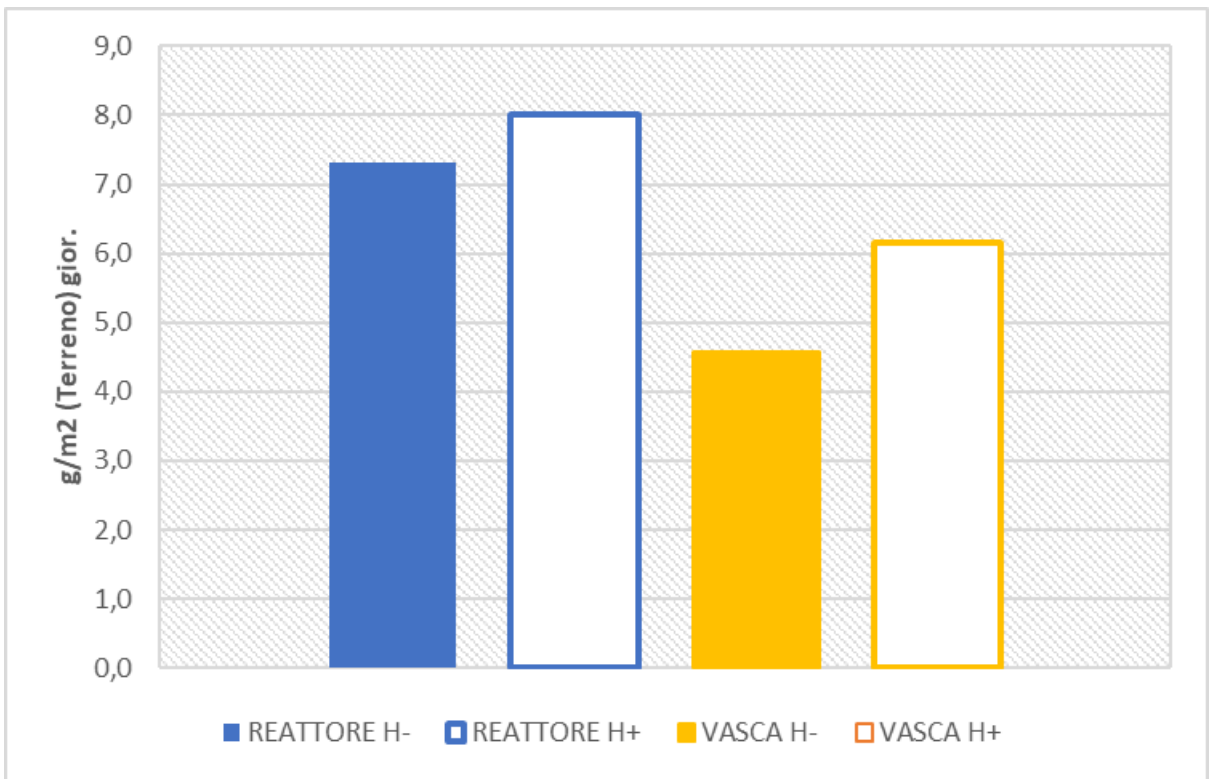
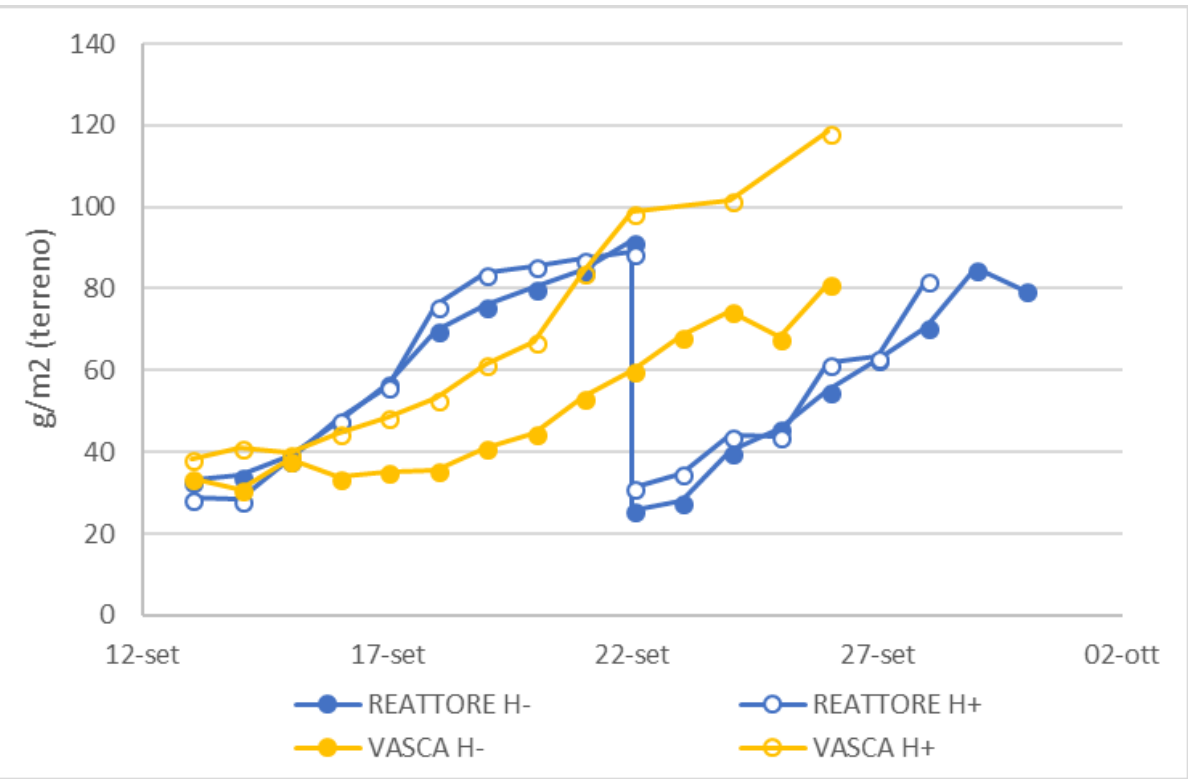
	REATTORE H+	REATTORE H-	VASCA H+	VASCA H-
RAFFREDDAMENTO	+	+	+	-
RISCALDAMENTO	+	-	+	-

TEMPERATURA MAX. COLTURE RAFFREDDATE: 37 °C

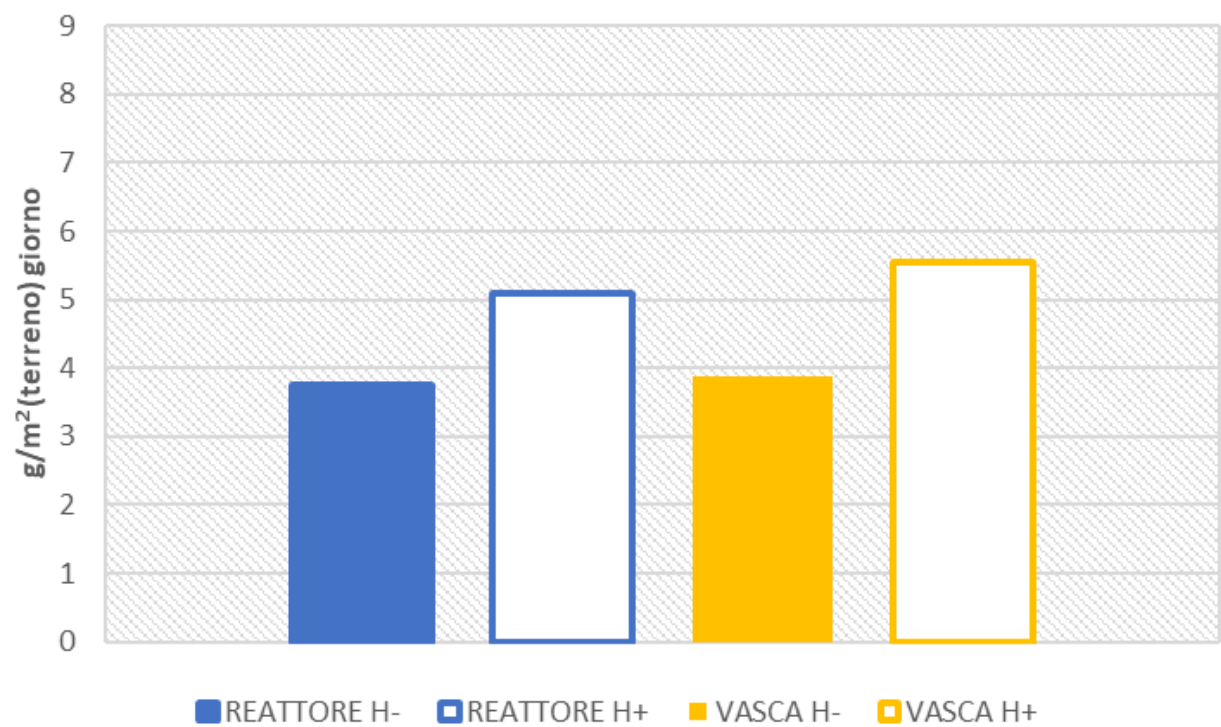
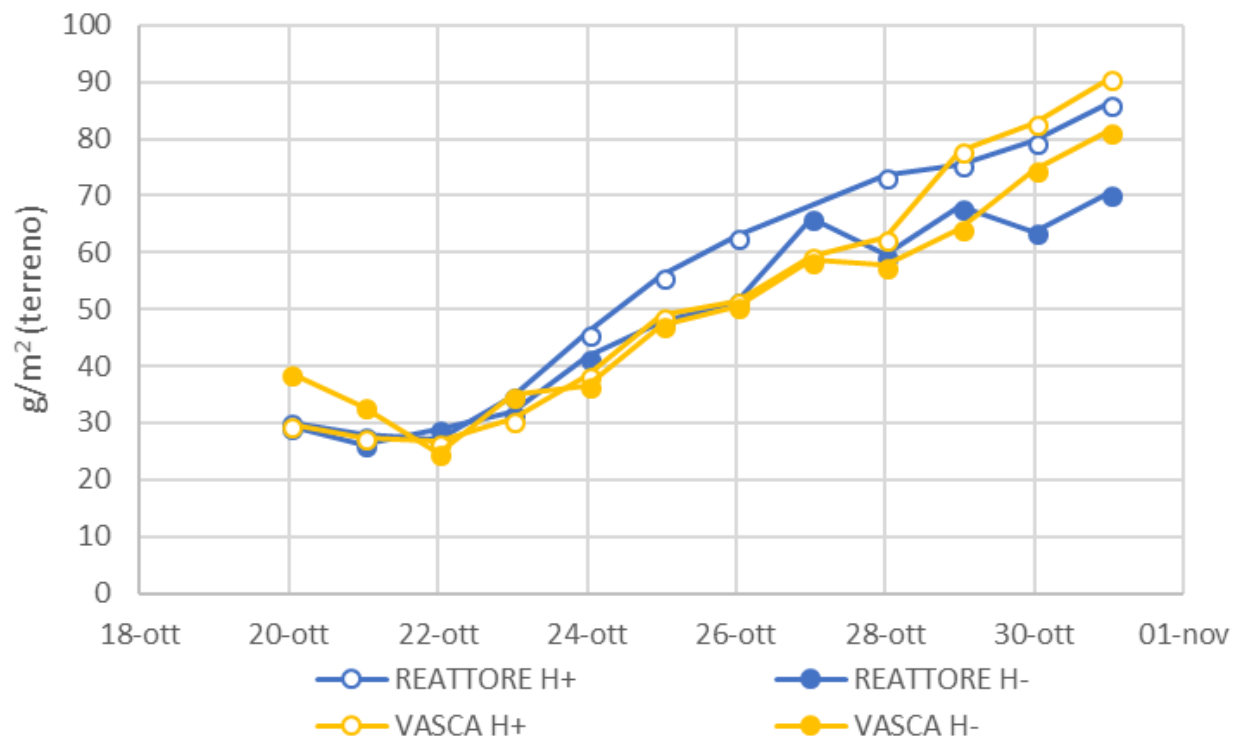
TEMPERATURA MIN. COLTURA RISCALDATA: 22 °C



Test 3: 14-28 Settembre 2017 (14,7 MJ/m² giorno)



Test 3: 20-31 Ottobre 2017 (10,3 MJ/m² giorno)



ANALISI BIOMASSA: Metalli Pesanti

Analisi del contenuto in metalli pesanti (As, Cd, Hg e Pb) in lotti di biomassa di *A. platensis* prodotti nell'impianto sperimentale di Chiusdino. Nello specifico è stato valutato il contenuto in metalli pesanti della biomassa prodotta nelle seguenti prove:

- a. **Prova 2 (10-20 Agosto 2017).** La prova aveva l'obiettivo di confrontare l'impiego di GAS GEO e CO₂ (food grade) come fonte di carbonio.
- b. **Prova 4 (20-31 Ottobre 2017).** Obiettivo della prova era quello di valutare l'effetto del riscaldamento delle colture su produttività e composizione della biomassa. Le analisi del contenuto in metalli pesanti sono state effettuate solamente sui campioni provenienti dalle colture riscaldate.

CAMPIONE	DATA RACCOLTA	SISTEMA DI CULTURA	FONTE CARBONIO	COLTURA RISCALDATA
1	20 Ago. 2017	Vasca	GAS GEO	Non necessario
2	20 Ago. 2017	Vasca	CO2 BOMBOLE	Non necessario
3	20 Ago. 2017	Fotobioreattore GWP	GAS GEO	Non necessario
4	20 Ago. 2017	Fotobioreattore GWP	CO2 BOMBOLE	Non necessario
5	31 Ott. 2017	Vasca	GAS GEO	Sì
6	31 Ott. 2017	Fotobioreattore GWP	GAS GEO	Sì



ANALISI BIOMASSA: Metalli Pesanti

Dalle analisi effettuate non risulta presenza significativa di metalli pesanti nella biomassa analizzata.

Come termine di paragone, al fine di valutare la qualità della biomassa prodotta, i valori ottenuti sono stati paragonati con:

- a. REGOLAMENTO (CE) N. 629/2008 DELLA COMMISSIONE del 2 luglio 2008 che modifica il regolamento (CE) n. 1881/2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari.
- b. Specifiche tecniche di *A. platensis* presente sul mercato.
- c. Limiti imposti dall' ente certificatore NATURLAND (www.naturland.de) per la certificazione biologica di *A. platensis*.

CAMPIONE	Cd	Hg	As	Pb
	mg/kg di sostanza secca			
1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
6	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

	Cd	Hg	As	Pb
REG. CE 629/2008	3	0,1	n.d	3
PARRY NUTRACEUTICALS LTD	0,2	0,025	0,5	0,2
EARTH RISE FARM (DIC Corp.)	<0,05	<0,05	<0,1	<1
NATURLAND	0,3	0,1	0,7	1,2



ANALISI BIOMASSA: Composizione Biochimica

Analisi della composizione biochimica (proteine, lipidi, carboidrati e ficocianina) in lotti di biomassa di *A. platensis* prodotti nell'impianto sperimentale di Chiusdino. Nello specifico è stata valutata la composizione della biomassa prodotta nelle seguenti prove:

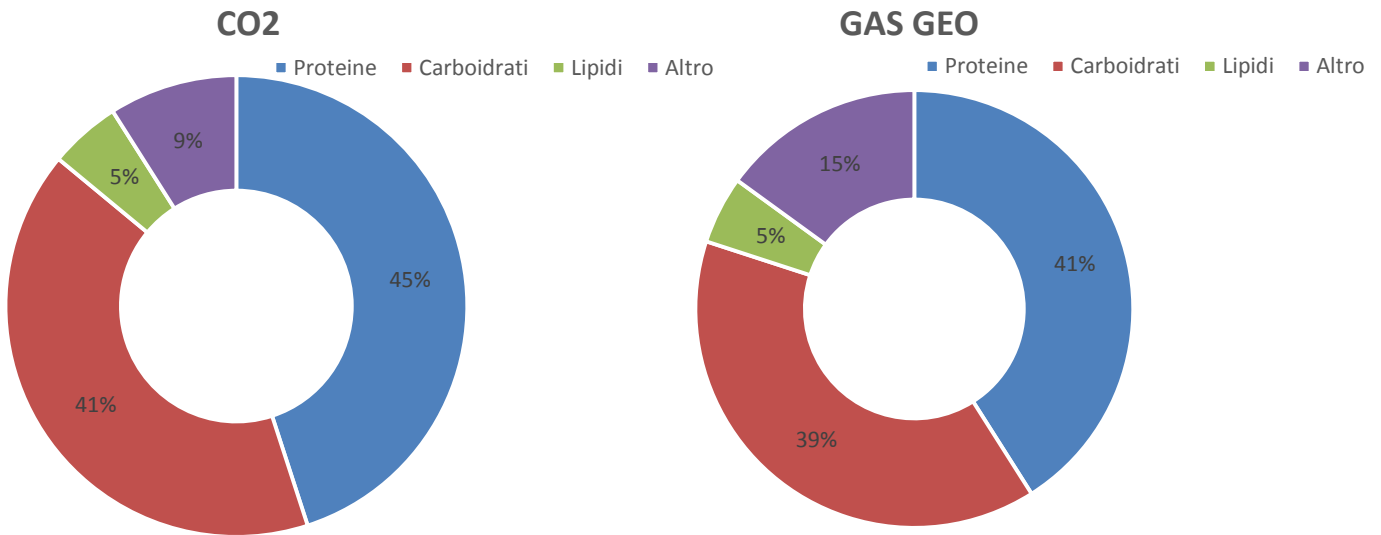
- a. **Prova 2 (10-20 Agosto 2017).** La prova aveva l'obiettivo di confrontare l'impiego di GAS GEO e CO₂ (food grade) come fonte di carbonio.
- b. **Prova 3 (13-22 Settembre 2017).** Obiettivo della prova era quello di valutare l'effetto del riscaldamento delle colture su produttività e composizione della biomassa. Le analisi del contenuto in metalli pesanti sono state effettuate solamente sui campioni provenienti dalle colture riscaldate.
- c. **Prova 4 (20-31 Ottobre 2017).** Obiettivo della prova era quello di valutare l'effetto del riscaldamento delle colture su produttività e composizione della biomassa. Le analisi del contenuto in metalli pesanti sono state effettuate solamente sui campioni provenienti dalle colture riscaldate.



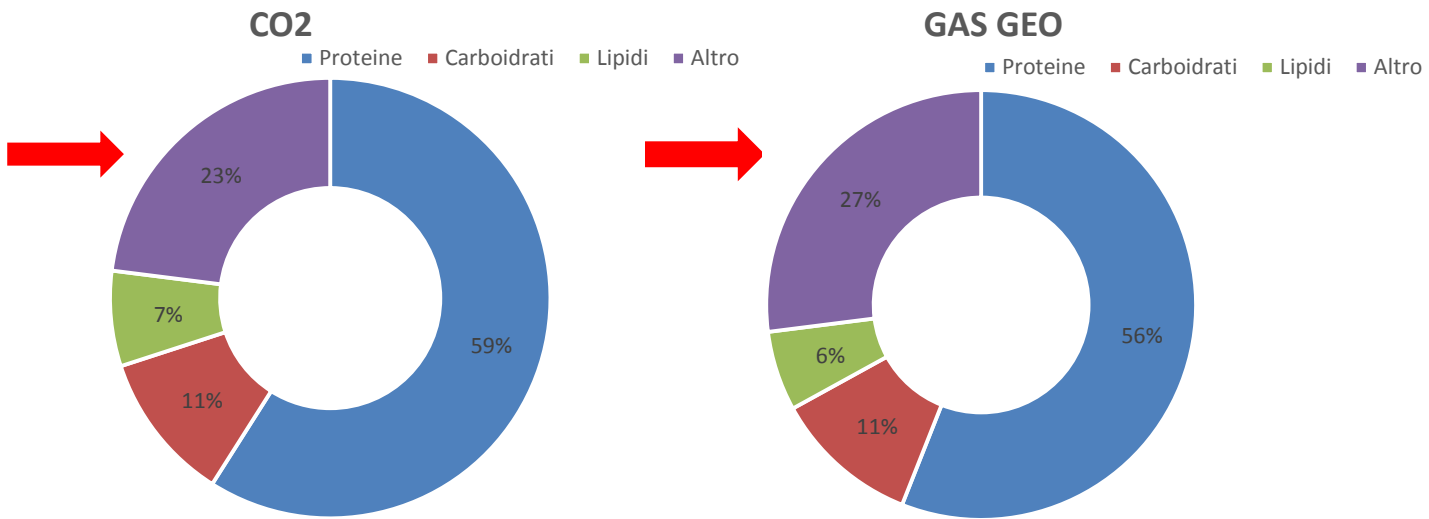
a. **Prova 2 (10-20 Agosto 2017).** La prova aveva l'obiettivo di confrontare l'impiego di GAS GEO e CO₂ (food grade) come fonte di carbonio.

- 1. Il basso contenuto proteico della biomassa prodotta nei GWP non è dovuto a effetti di starvazione, in quanto i nutrienti erano sempre presenti.
- 2. Potrebbe essere dovuto a problemi di alta temperatura. Non è possibile verificare questa ipotesi perché i dati di temperatura per questa prova sono mancanti, causa problema software.
- 3. Il contenuto proteico della biomassa prodotta in vasca non è particolarmente elevato, soprattutto tenendo conto del contenuto in carboidrati.

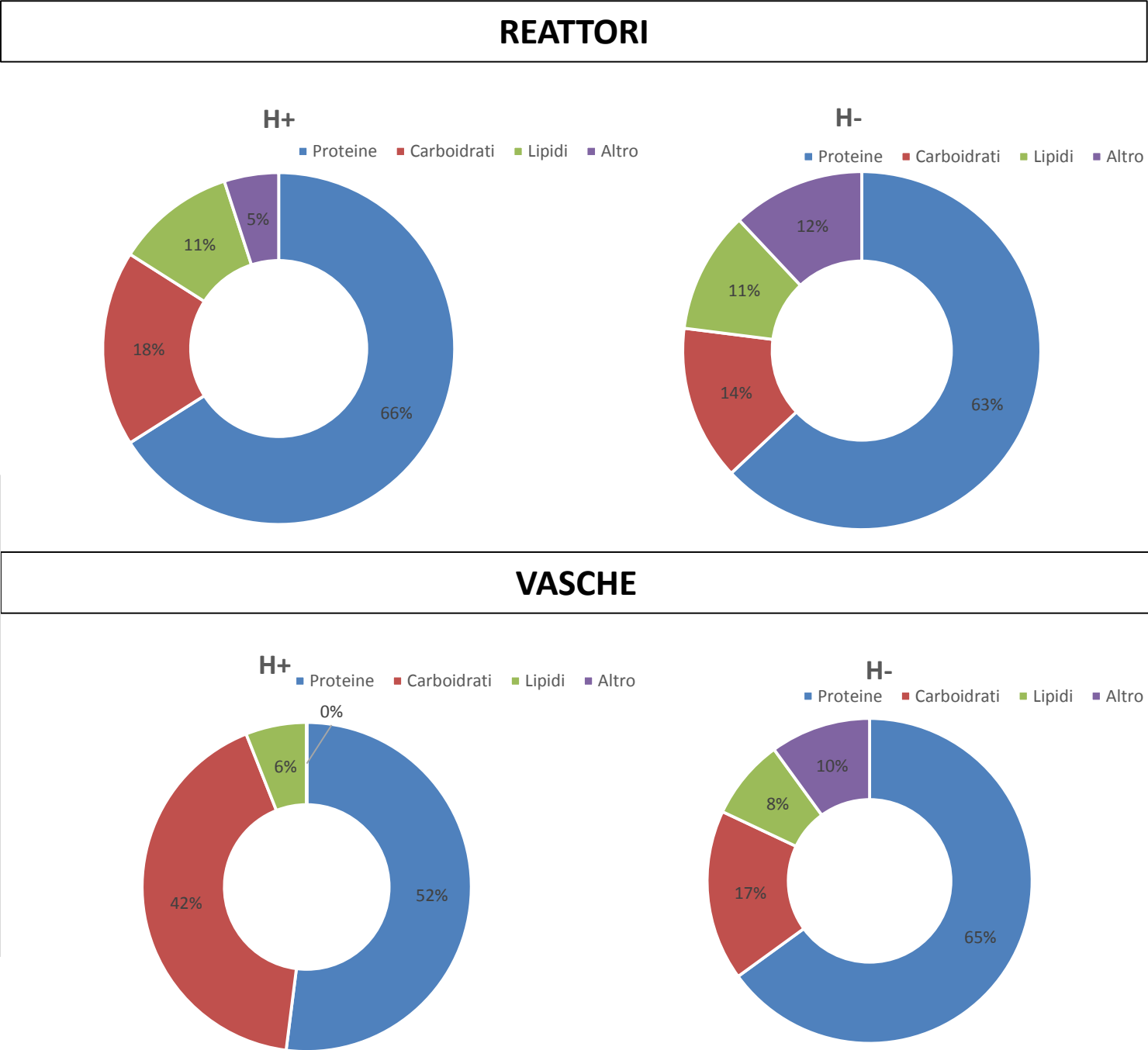
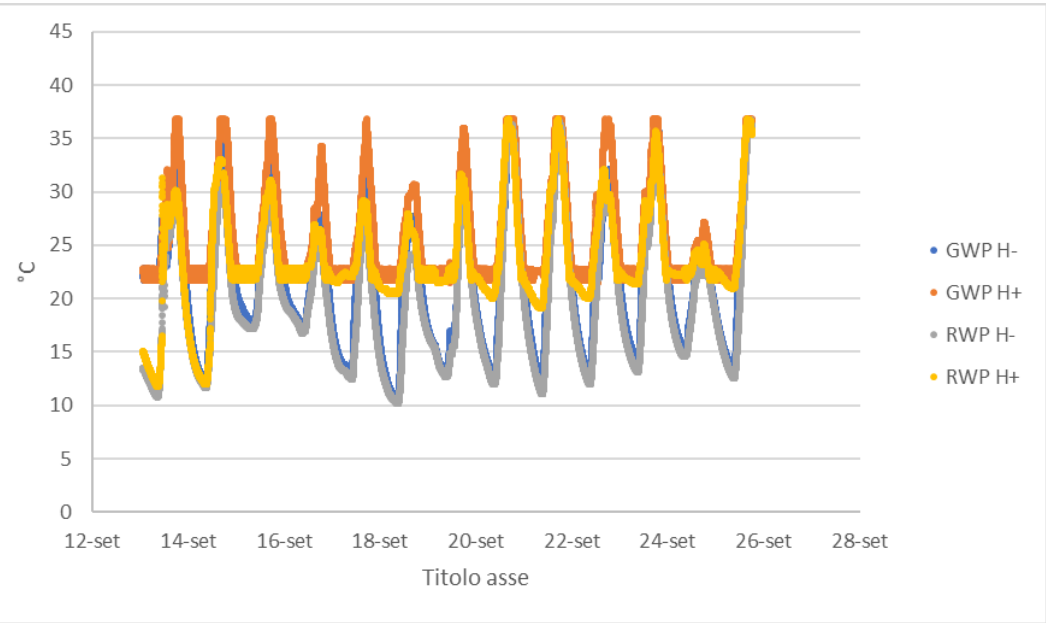
REATTORI



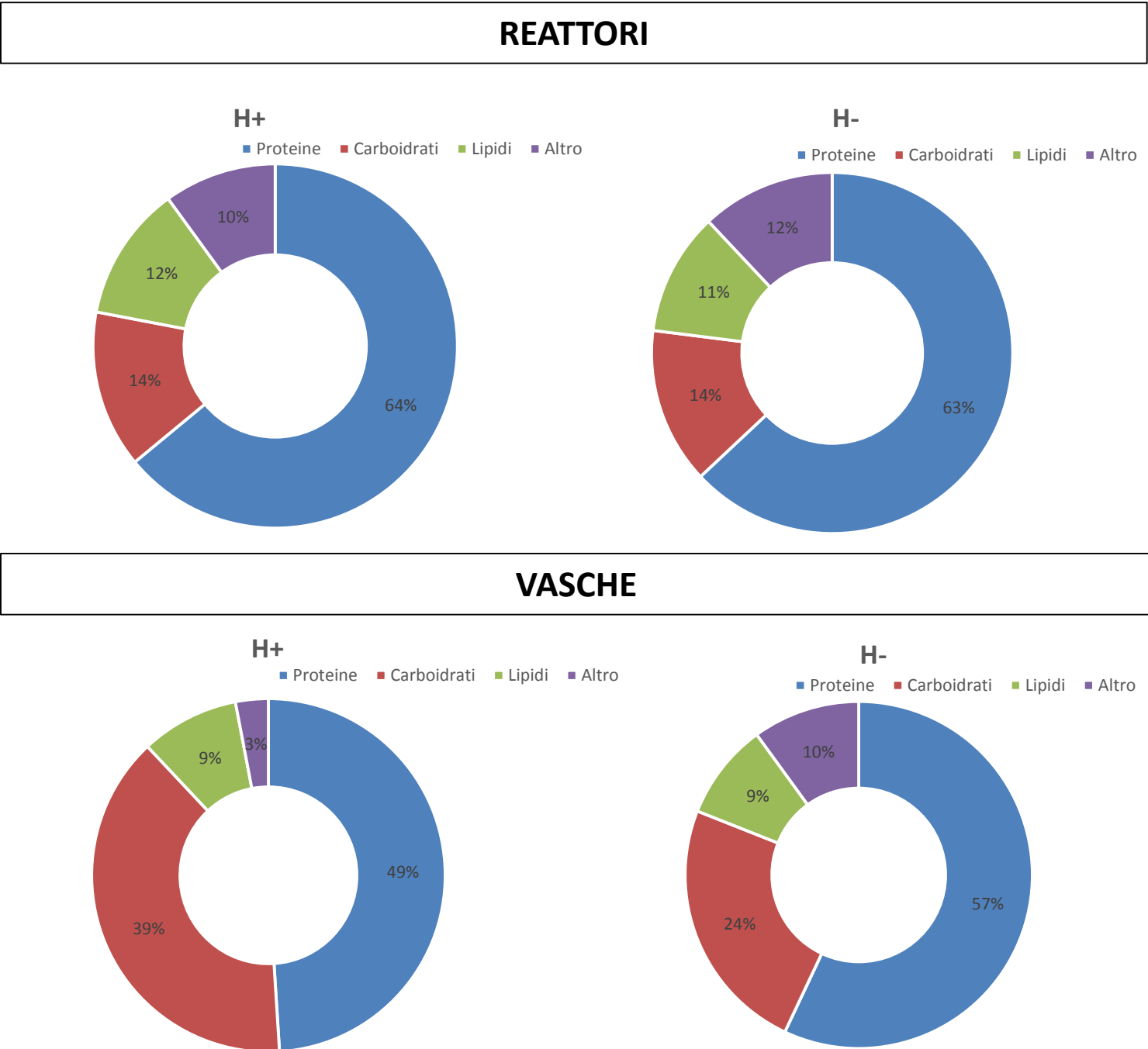
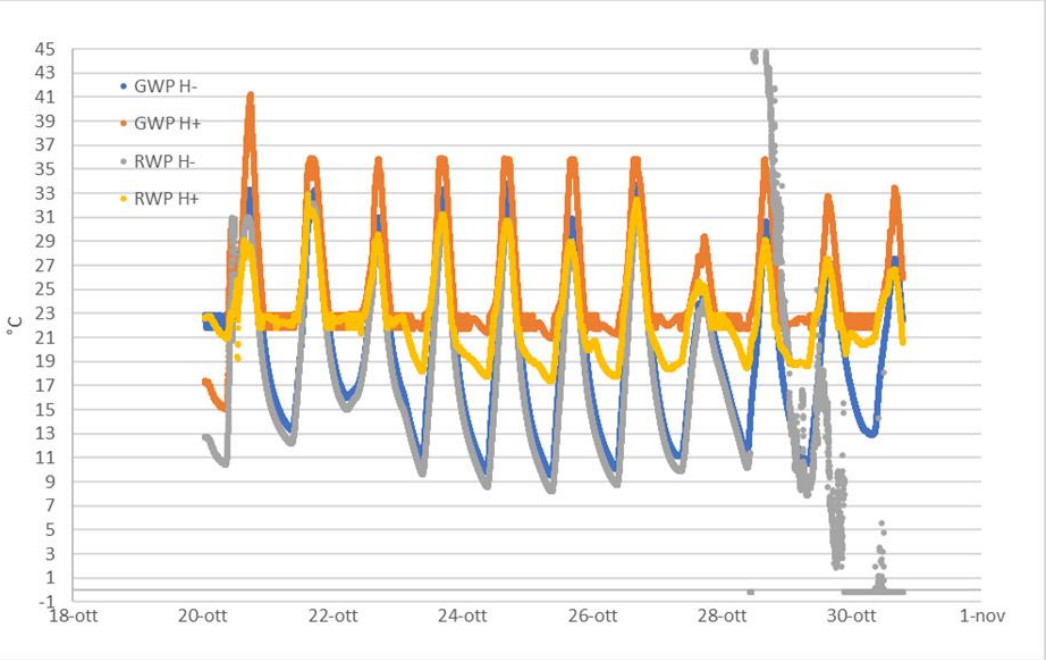
VASCHE



b. Prova 3 (13-22 Settembre 2017). Obiettivo della prova era quello di valutare l'effetto del riscaldamento delle colture su produttività e composizione della biomassa. Le analisi del contenuto in metalli pesanti sono state effettuate solamente sui campioni provenienti dalle colture riscaldate.

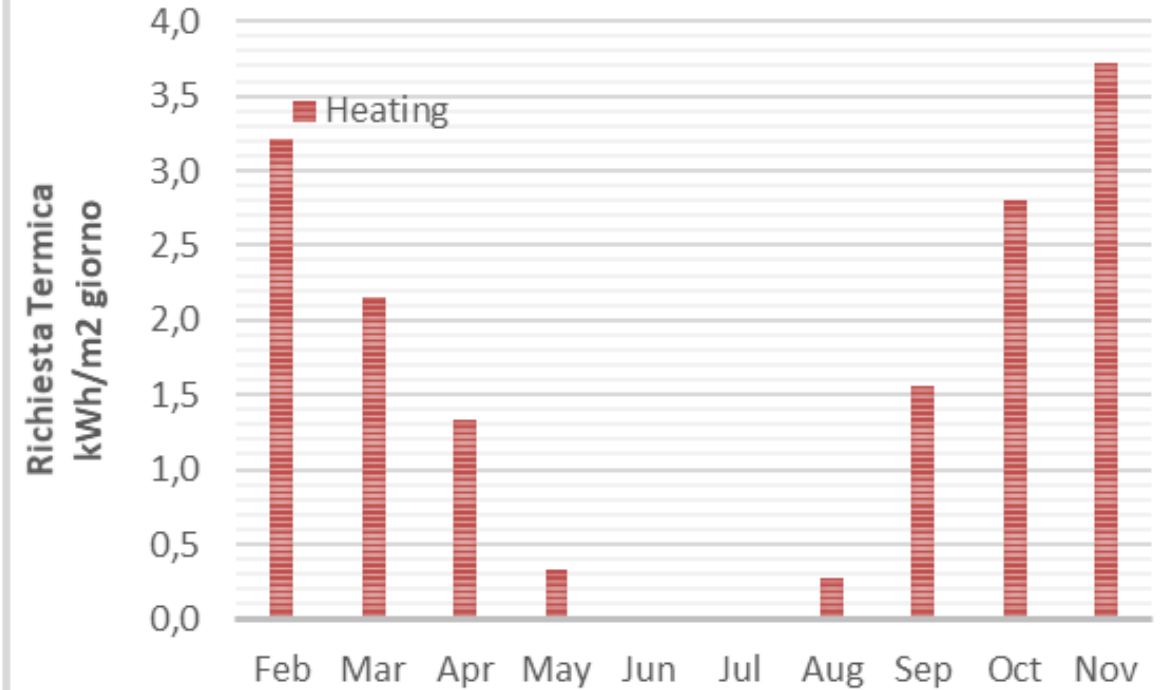
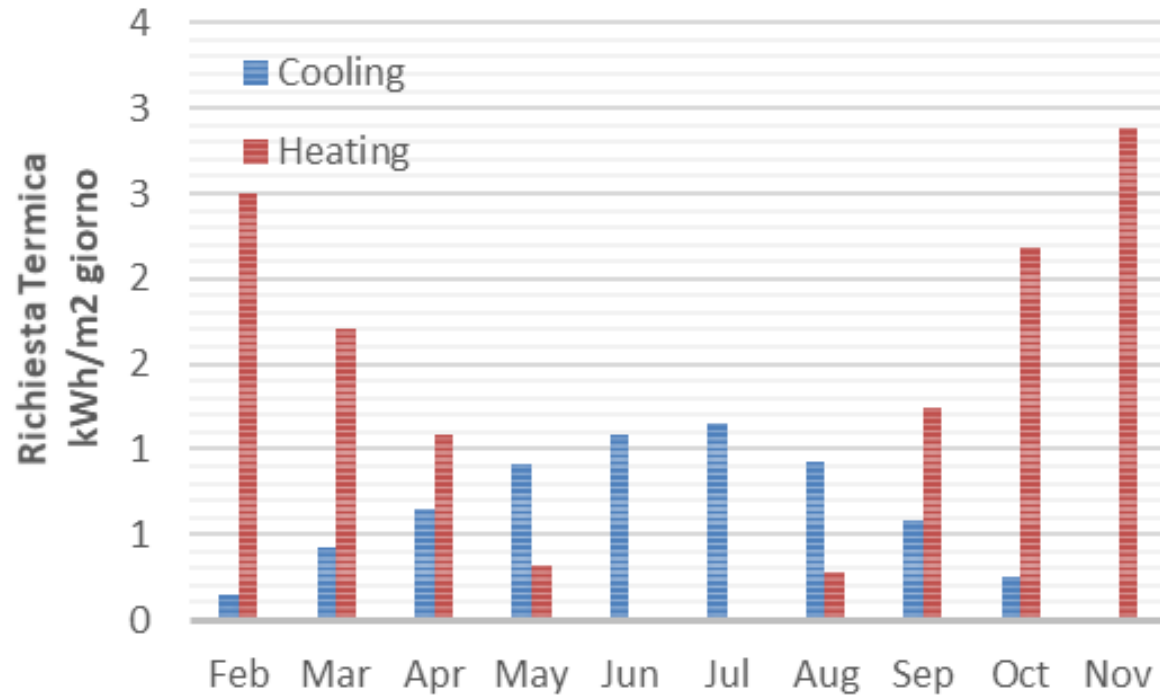


c. **Prova 4 (20-31 Ottobre 2017).** Obiettivo della prova era quello di valutare l'effetto del riscaldamento delle colture su produttività e composizione della biomassa. Le analisi del contenuto in metalli pesanti sono state effettuate solamente sui campioni provenienti dalle colture riscaldate.



RICHIESTA TERMICA ANNUALE (estrapolazione)

1.3 MWth / HA





Digestore anaerobico taglia media
P_{EE} 1 MW (~ 0.8 MWt disponibili)



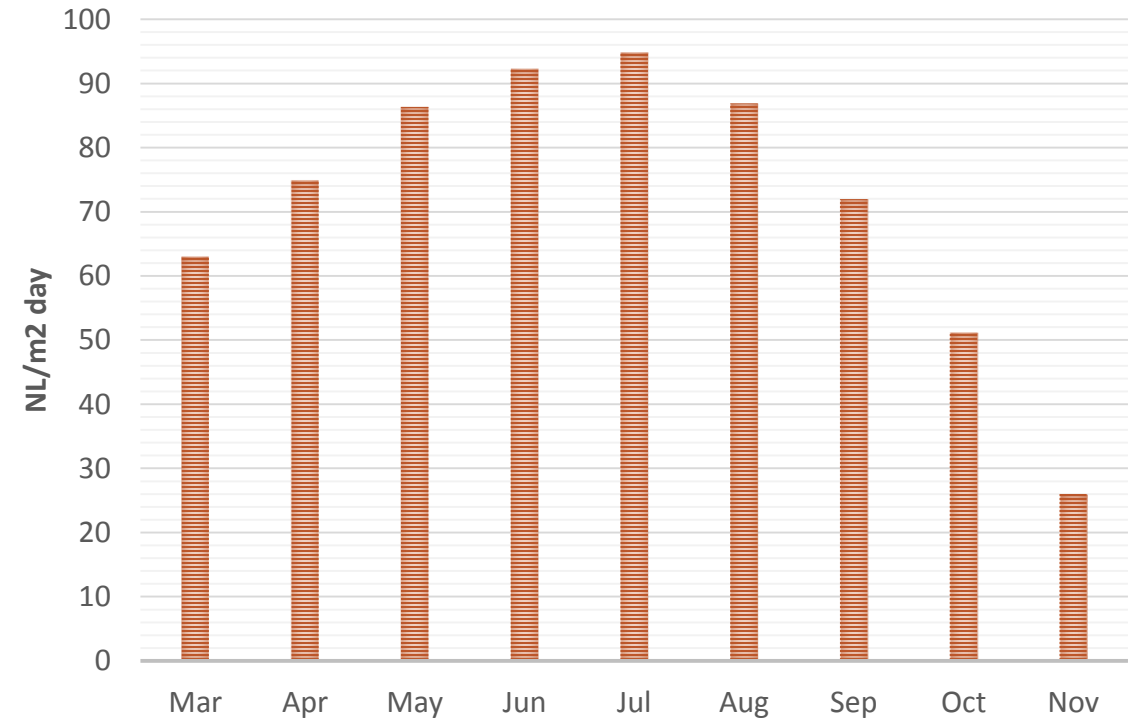
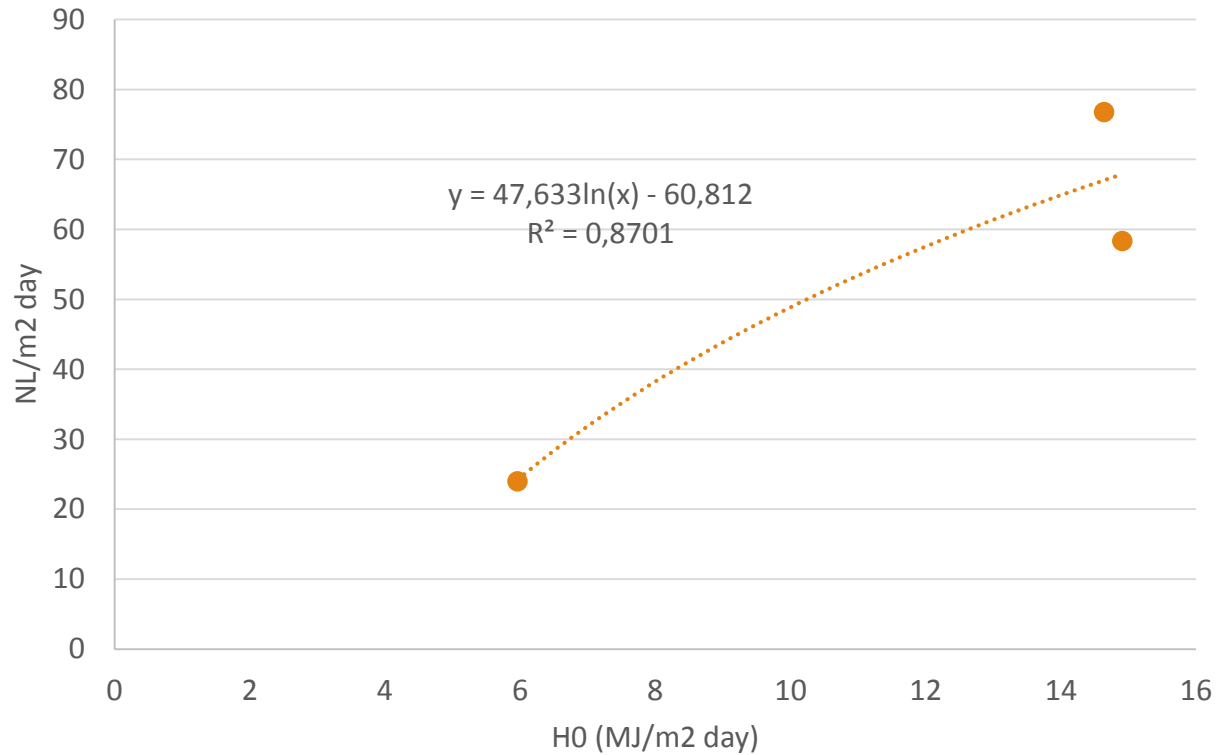
Max. 1 HA microalghe

Centrale EGP CHIUSDINO
50 MWt disponibili --> 38 HA
microalghe potenziali





CONSUMO GAS AMISS

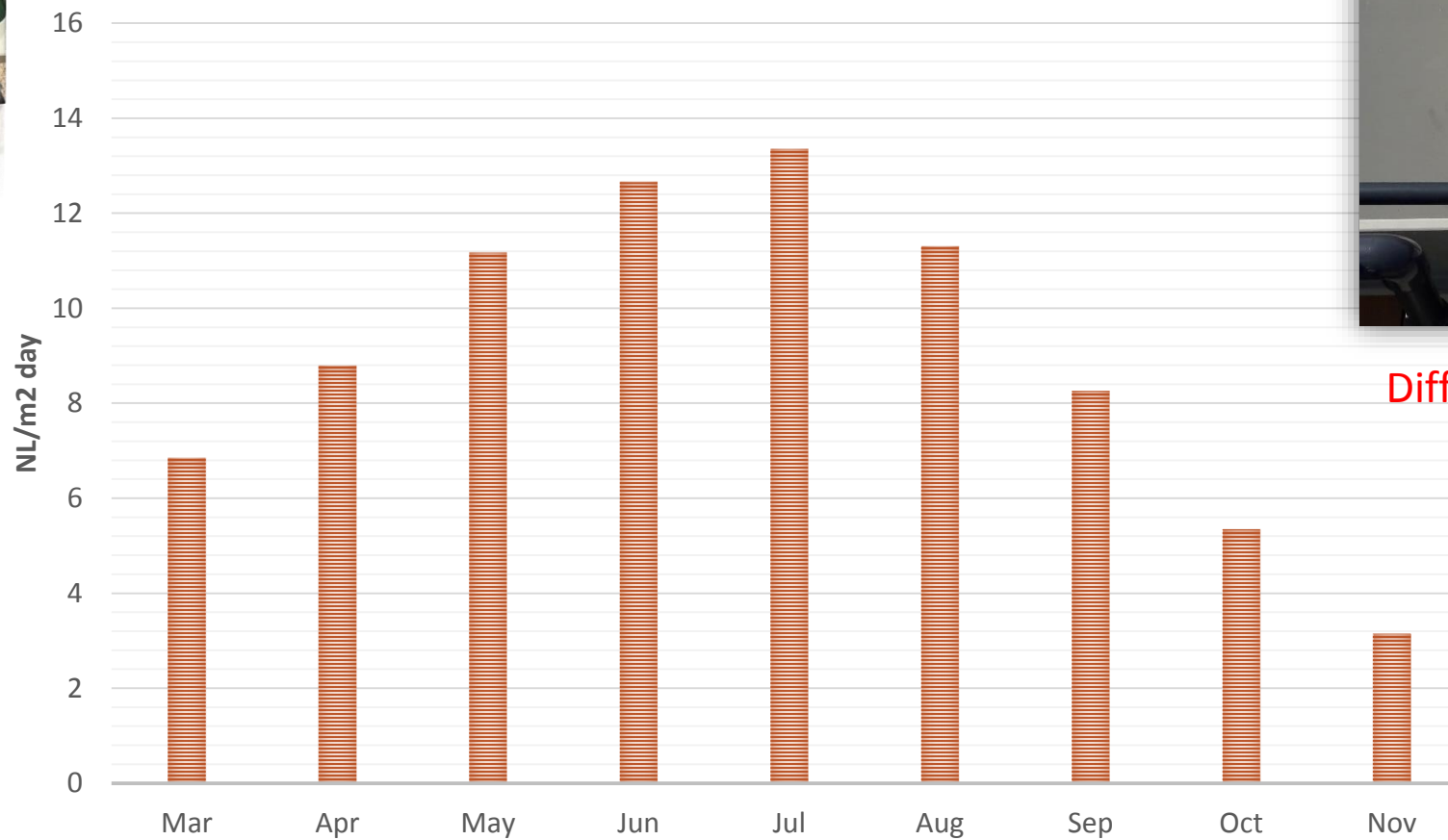


NOTA: Gas distribuito come miscela aria:gas a circa 3-5% (v:v).





CONSUMO GAS AMIS



Diffusore ad alta efficienza

ANALISI TECNICO-ECONOMICA DI UN POTENZIALE IMPIANTO 1 HA

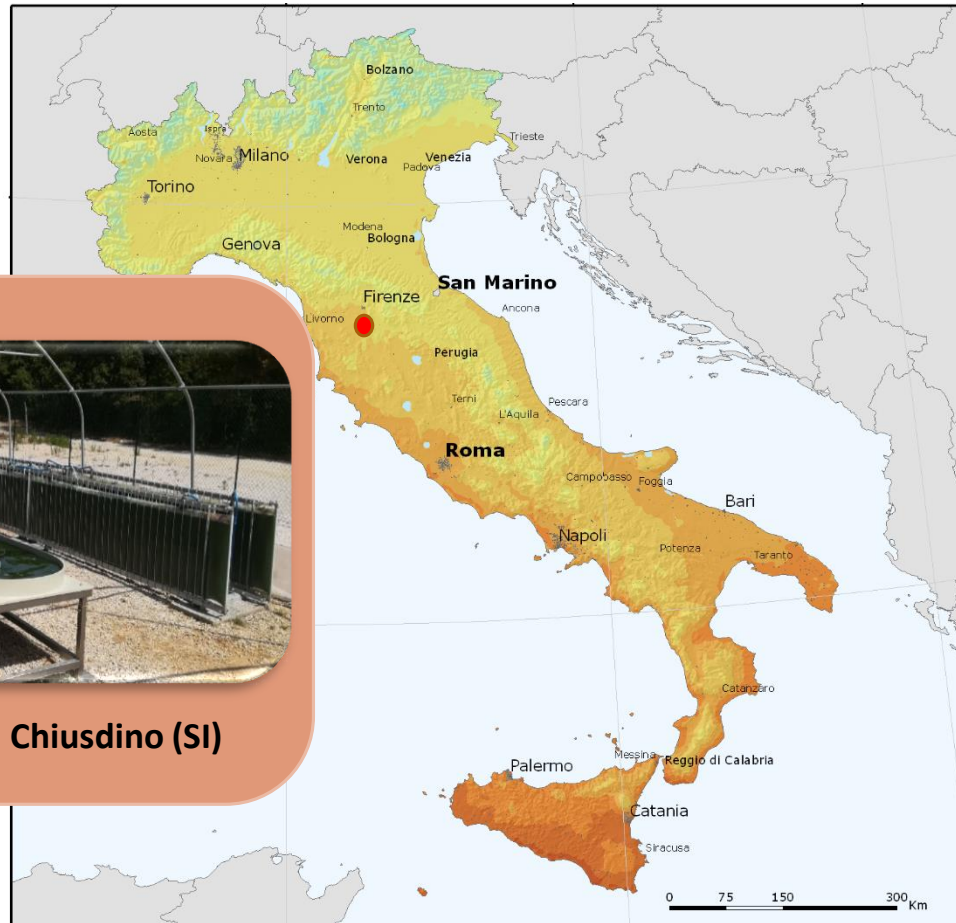
TARGETS

1. SUPERFICIE IMPIANTO: 10.000 m² (1 HA)
2. CAPACITA' PRODUTTIVA: ~ 23 Ton./year
3. GIORNI PRODUTTIVI: min. 240/365 days

< Solar radiation map (high levels of energy required)



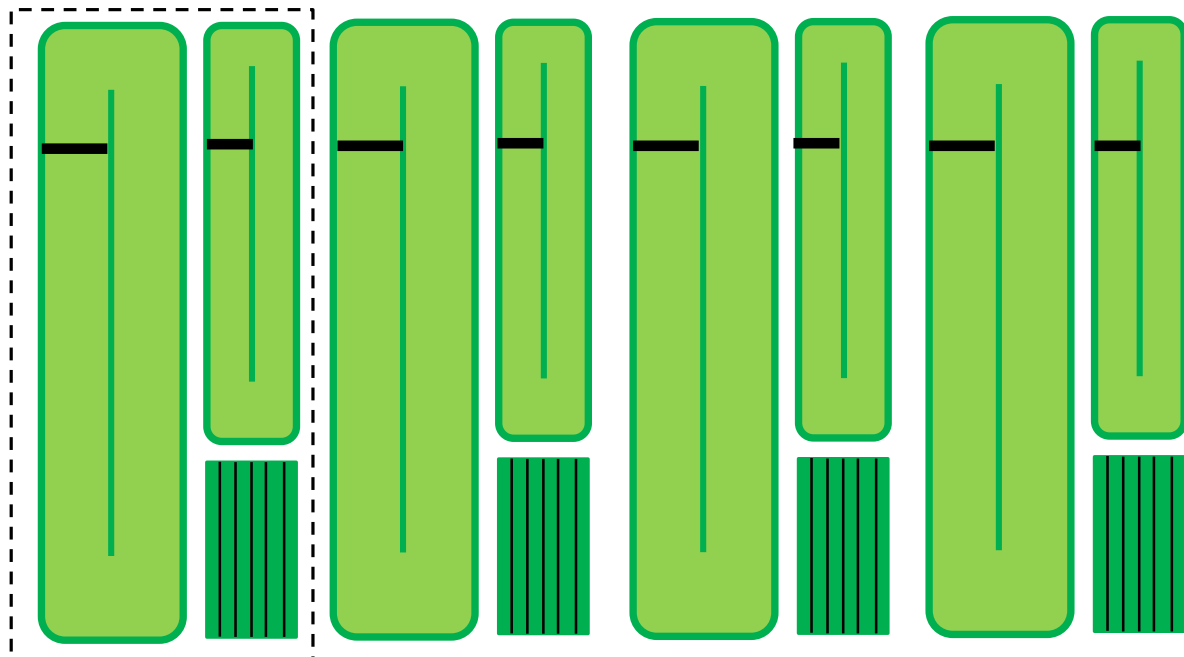
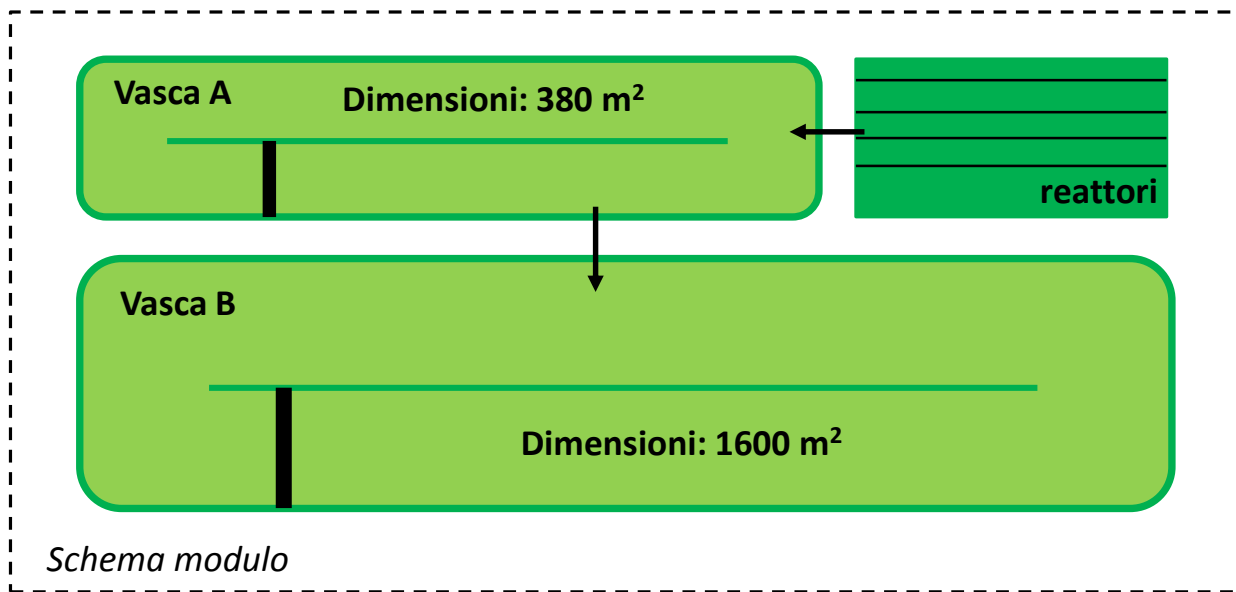
IMPIANTO PILOTA @ Chiusdino (SI)



Yearly sum of global irradiation
[kWh/m²]

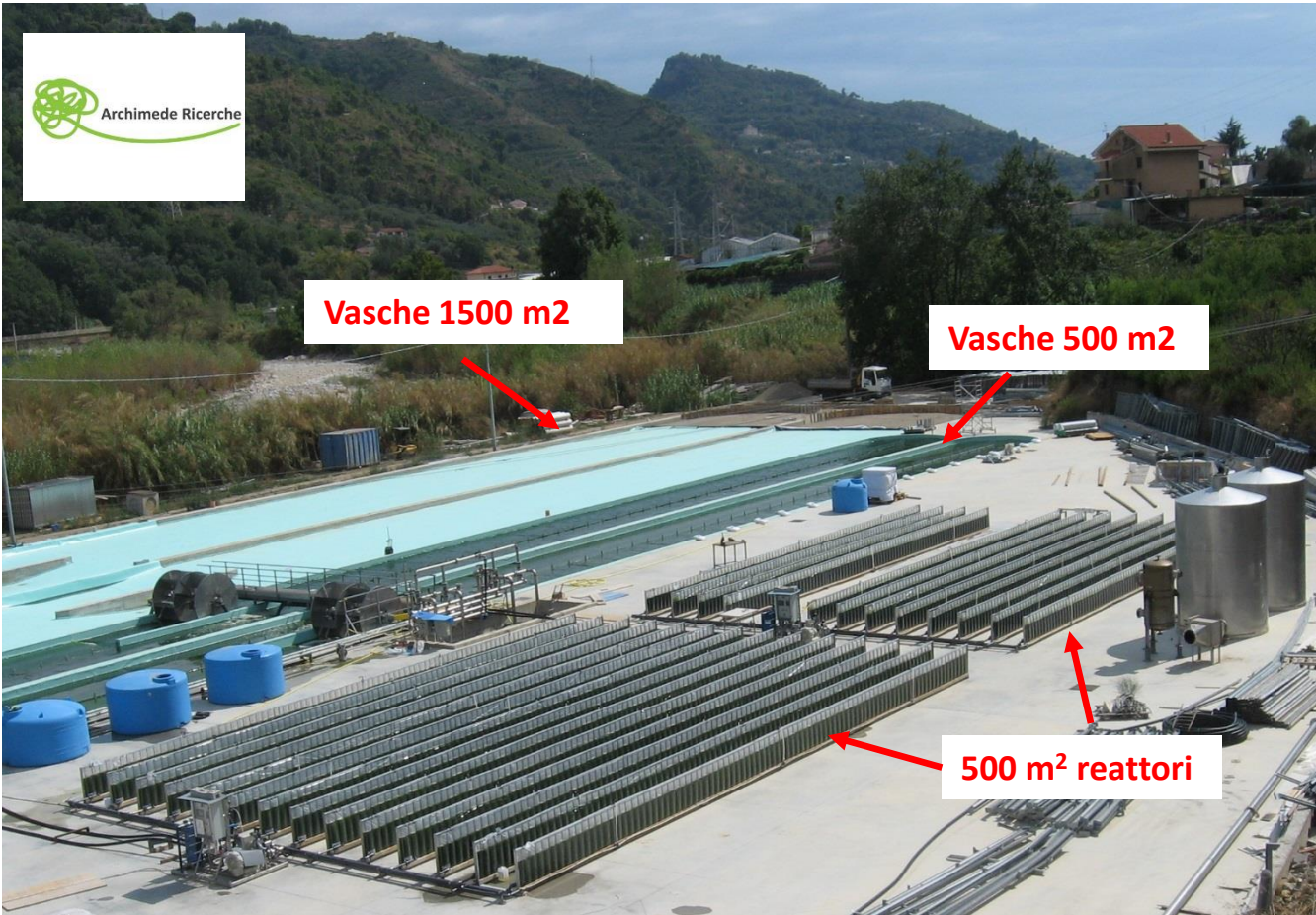


Projection: Lambert Azimutal Equal Area, WGS84, lat 52° lon 10°
Source of ancillary data: CORINE Land Cover
DTM SRTM-30
GISCO database
Senanians
Natural Earth



Moduli	
Numero moduli	4
Area singolo modulo /m ²	2130
Area reattori / m ²	150
Area Vasche / m ²	1980
Volume singolo modulo / m ³	173
Configurazione impianto	
Superficie totale / m ²	10.000
Superficie produttiva/ m ²	8.520
Area servizio / m ²	1.480
Volume totale / m ³	695

Impianti con caratteristiche simili esistenti



Raffineria Gela (RG)



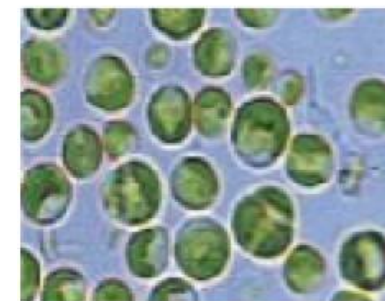
**Impianto flessibile consente di coltivare
numerosa specie d'interesse commerciale.**



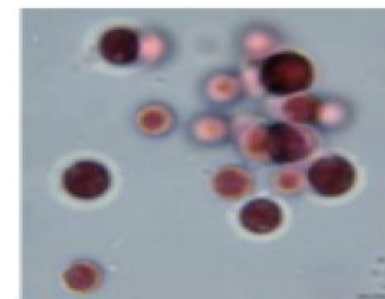
Tetrastelmis



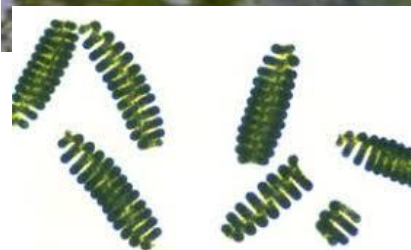
Phaeodactylum



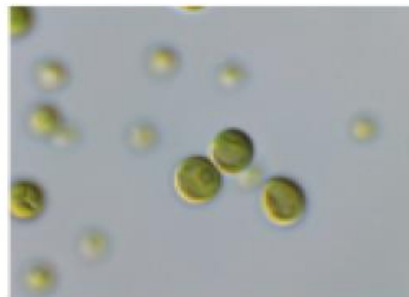
Nannochloropsis



Porphyridium



Arthrospira



Chlorella



Isochrysis



PRODUZIONE CON GEOTERMIA (S1)



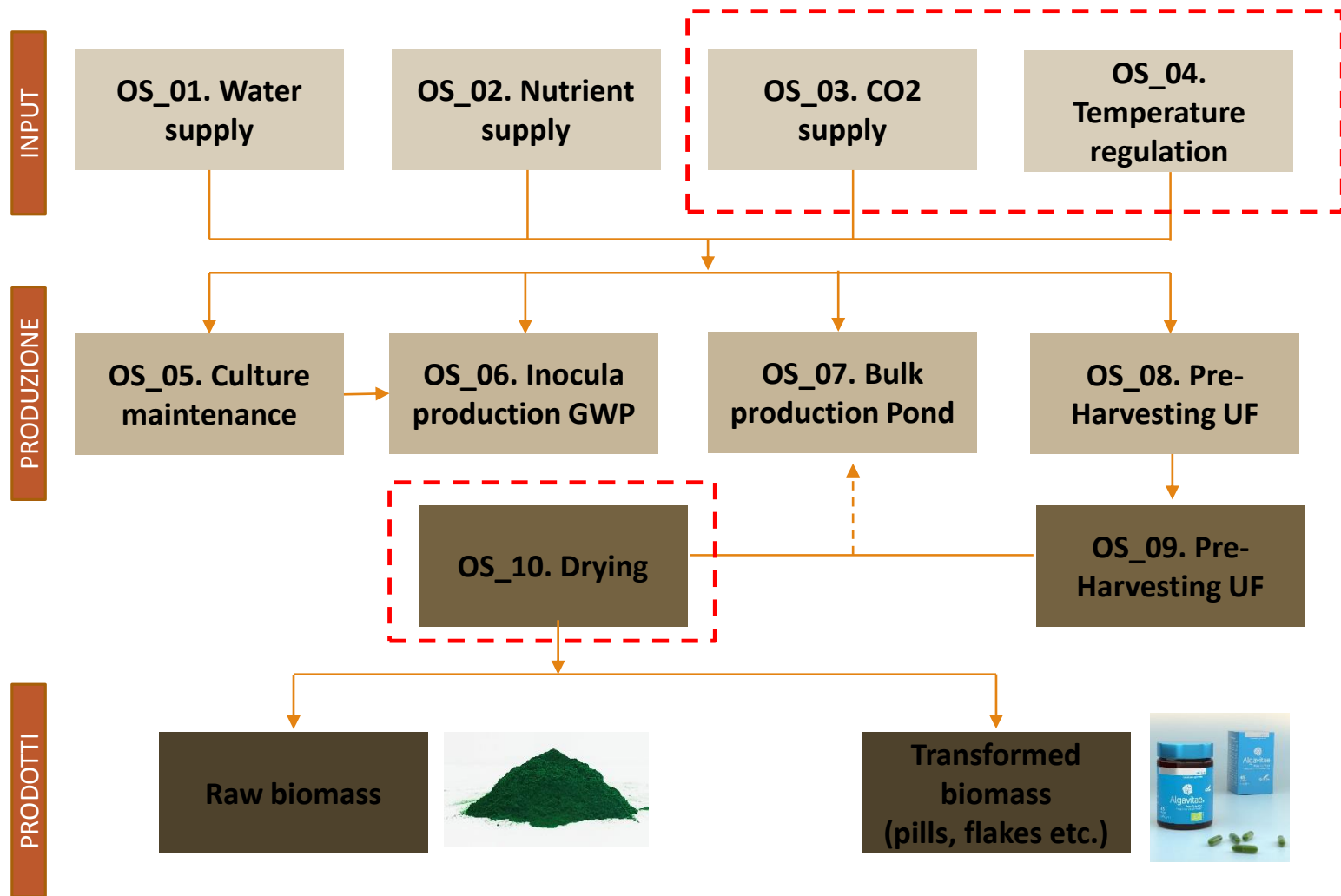
PRODUZIONE CONVENZIONALE CON RISCALDAMENTO

(S2)



PRODUZIONE CONVENZIONALE NO RISCALDAMENTO

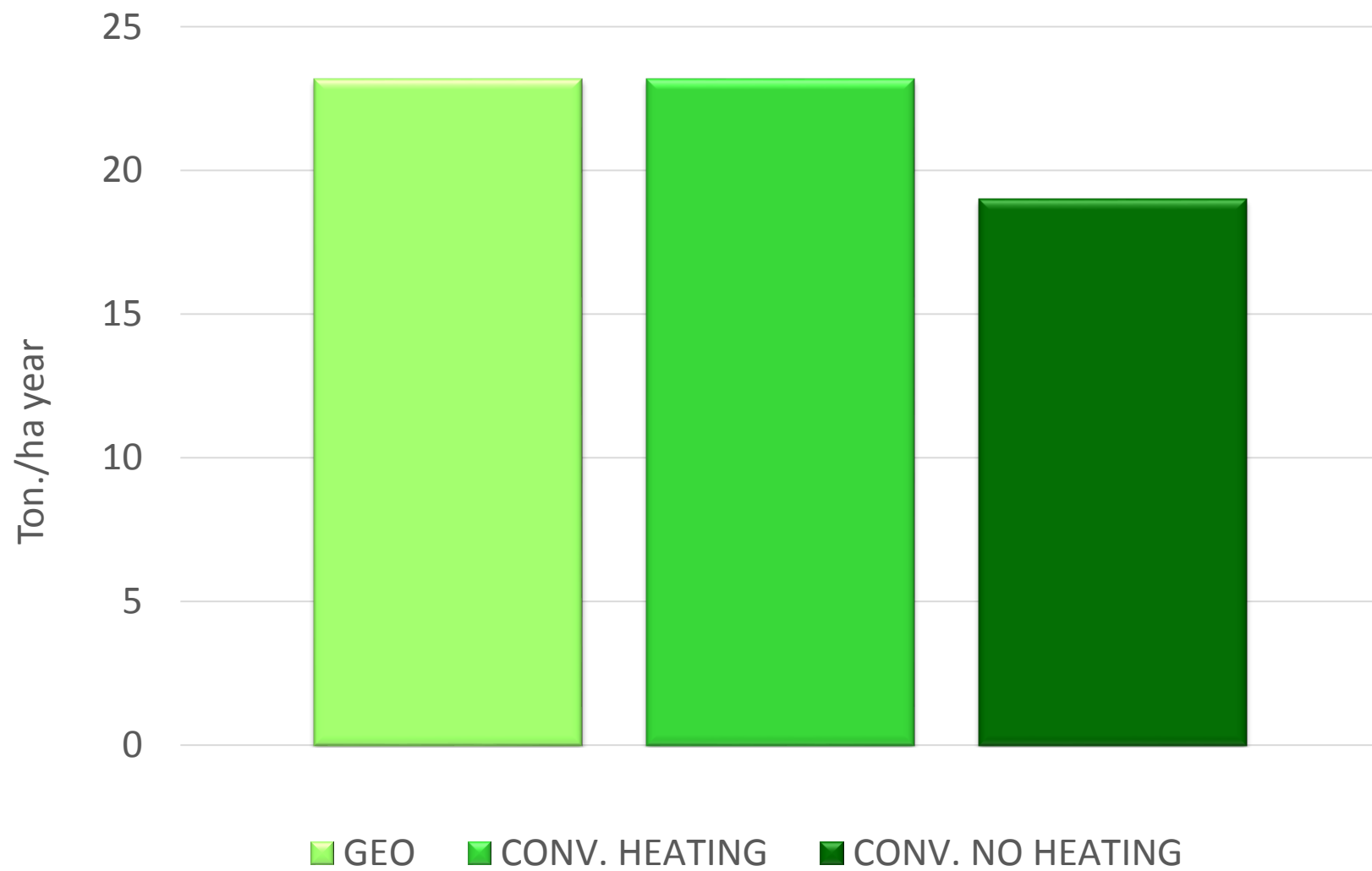
(S3)



S1: CO₂, acqua calda e fredda per riscaldamento da impianto geotermico. Stagione produttiva 288/365 giorni.

S2: CO₂ food grade acquistata, calore per riscaldamento colture ed essiccazione prodotto con caldaia industriale a metano. Stagione produttiva 288/365 giorni.

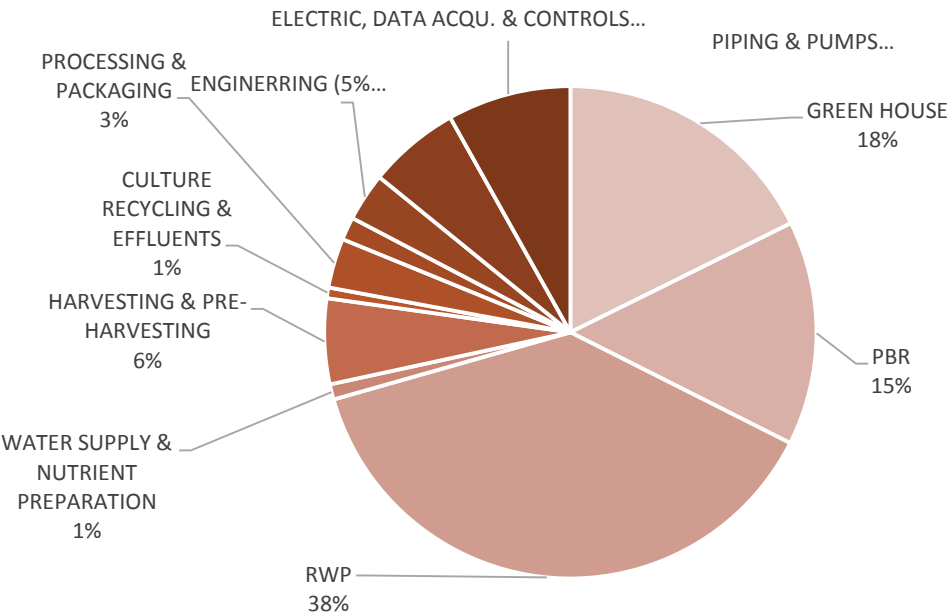
S3: CO₂ food grade acquistata, colture non riscaldate. Stagione produttiva più corta (230/365 giorni).



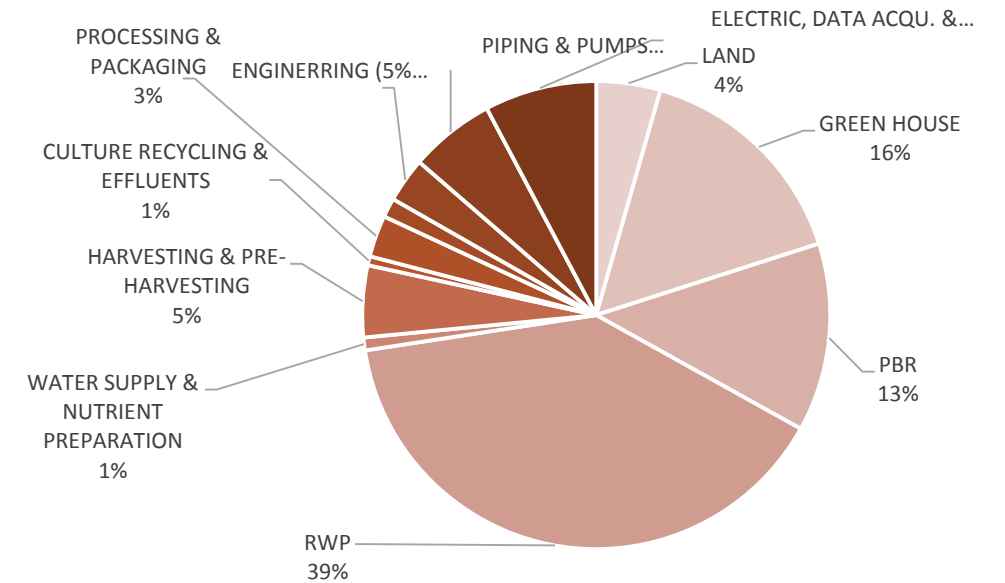
CAPEX				
		GEOTHERMAL	CONVENTIONAL WITH HEATING	CONVENTIONAL NO HEATING
LAND	€	-	100.000	100.000
GREEN HOUSE	€	352.800	352.800	352.800
REACTORS (GWP)	€	294.000	294.000	294.000
ALGAE PONDS	€	761.280	891.960	721.280
WATER SUPPLY & NUTRIENT PREPARATION	€	20.000	20.000	20.000
HARVESTING & PRE-HARVESTING	€	112.000	112.000	112.000
CULTURE RECYCLING & EFFLUENTS	€	14.000	14.000	14.000
PROCESSING & PACKAGING	€	65.000	65.000	65.000
OFFICE & LABORATORY	€	30.000	30.000	30.000
DIRECT CAPITAL COST (DCC)	€	1.649.080	1.879.760	1.709.080
ENGINEERING (5% DCC)	€	63.314	69.848	61.314
PIPING & PUMPS	€	120.128	133.196	116.128
ELECTRIC, DATA ACQU. & CONTROLS	€	161.908	174.976	157.908
TOTAL CAPEX	€	1.994.430	2.257.780	2.044.430

Nota: Costi di trasformazione biomassa non considerati perché servizio realizzato conto terzi.

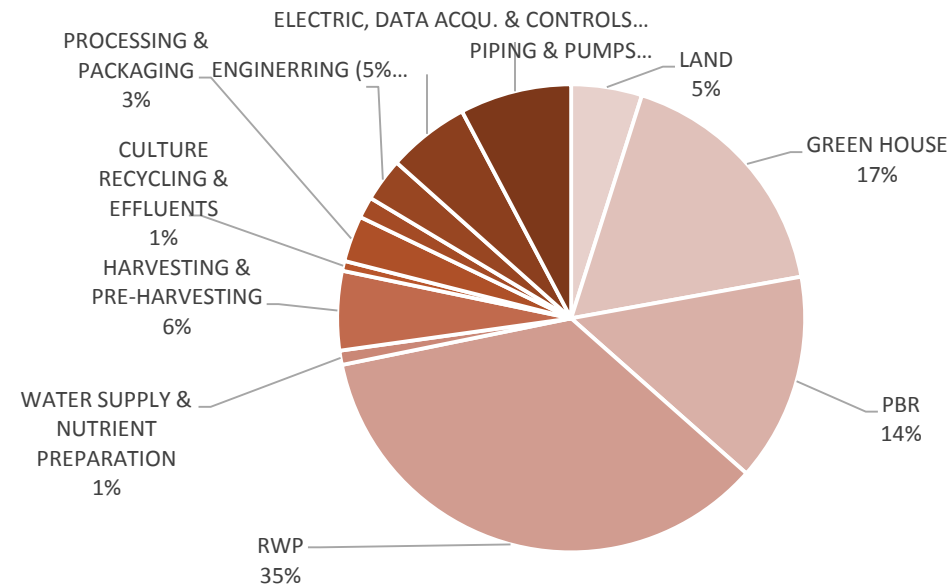
GEOTHERMAL



CONVENTIONAL HEATING



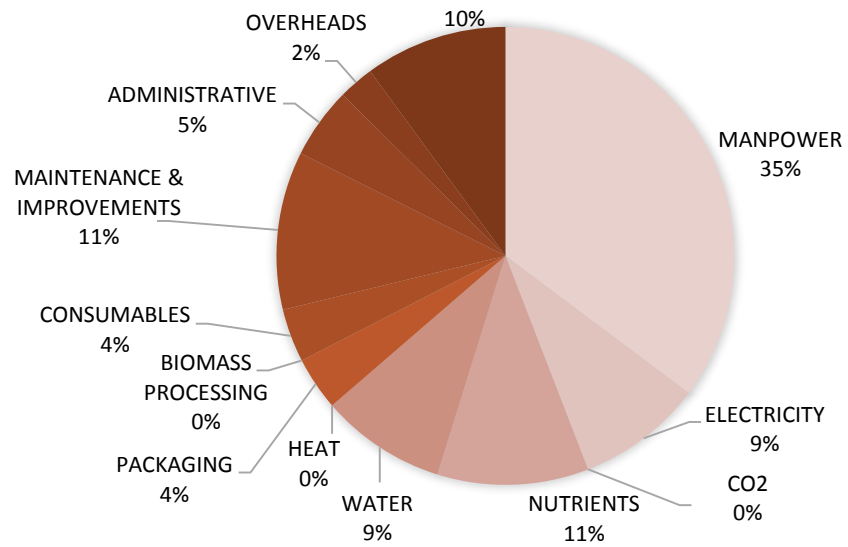
CONVENTIONAL NO HEATING



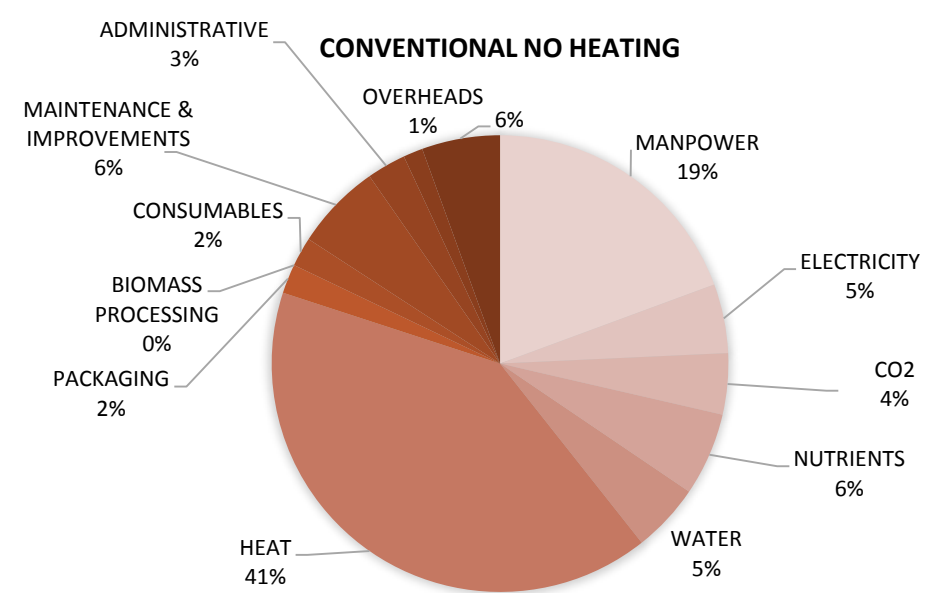


OPEX (Raw Biomass)				
		GEOTHERMAL	CONVENTIONAL WITH HEATING	CONVENTIONA NO HEATING
MANPOWER	€/year	140.000	140.000	140.000
ELECTRICITY	€/year	35.359	35.359	26.705
CO2	€/year	-	31.298	25.657
NUTRIENTS	€/year	42.458	42.458	34.805
WATER	€/year	35.223	35.223	28.178
HEAT	€/year	-	293.933	2.699
PACKAGING	€/year	15.000	15.000	15.000
BIOMASS PROCESSING	€/year	-	-	-
CONSUMABLES	€/year	15.000	15.000	15.000
MAINTENANCE & IMPROVEMENTS	€/year	44.390	44.390	44.390
ADMINISTRATIVE	€/year	20.000	20.000	20.000
OVERHEADS	€/year	10.000	10.000	10.000
Sub-total	€/year	357.430	682.660	362.433
EXTERNAL COSTS	€/year	40.000	40.000	40.000
TOTAL OPEX	€/year	397.430	722.660	402.433

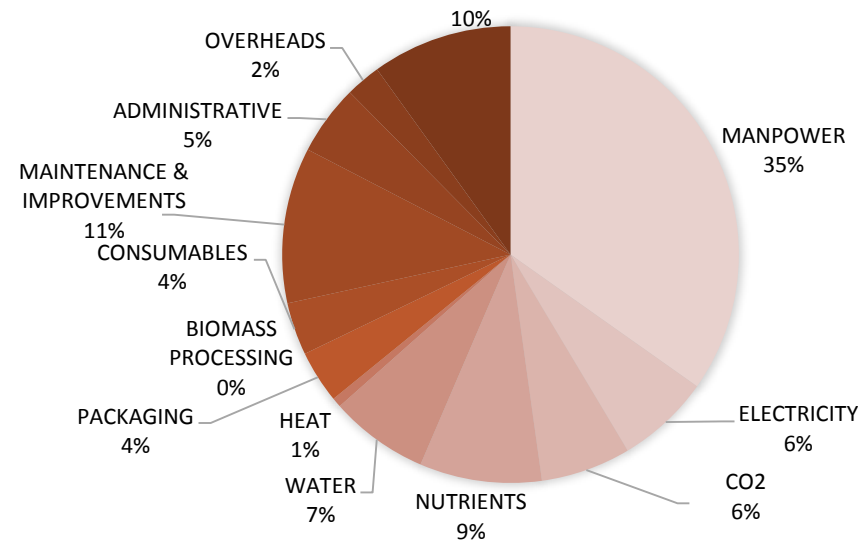
GEO THERMAL

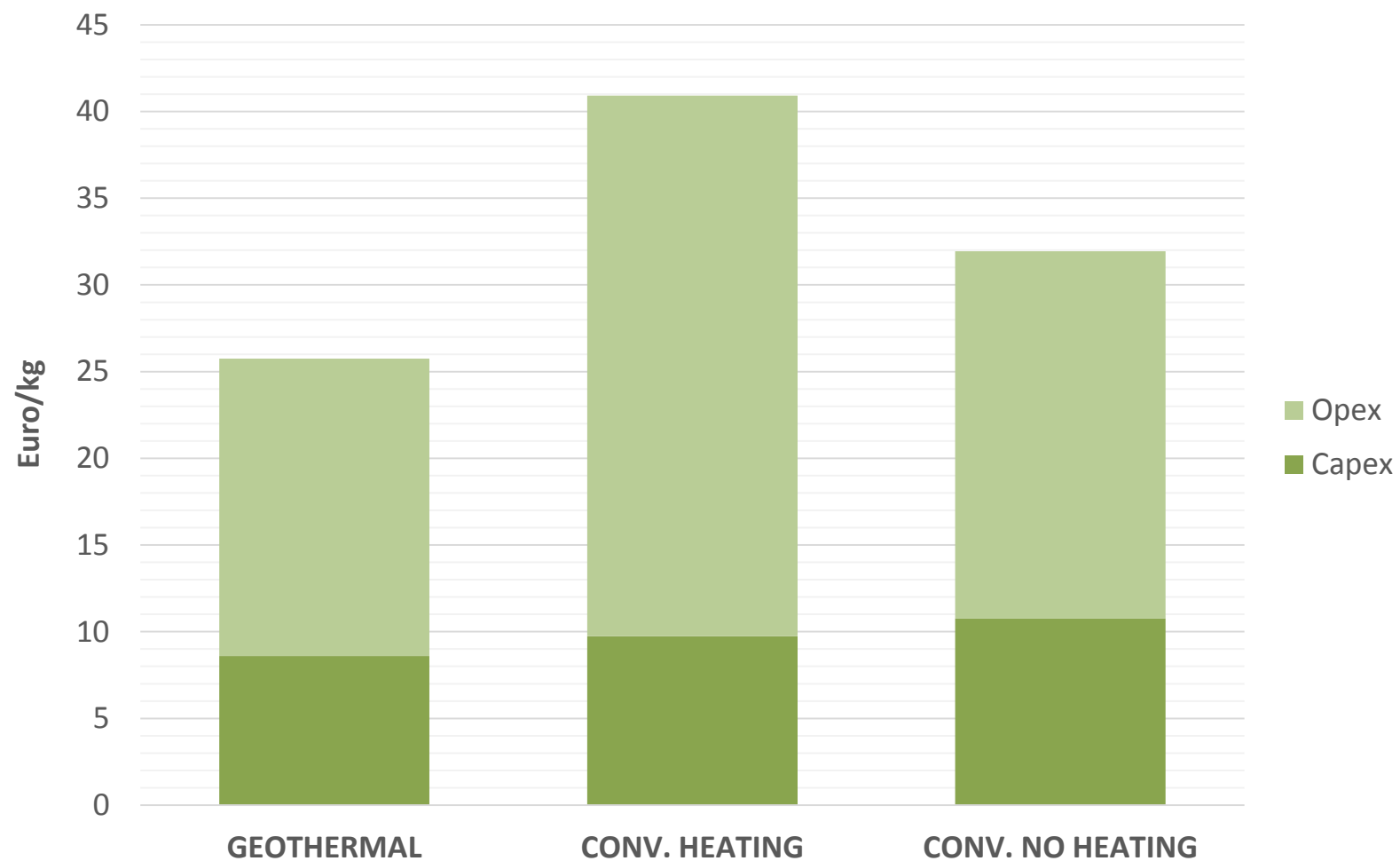


CONVENTIONAL NO HEATING



CONVENTIONAL NO HEATING

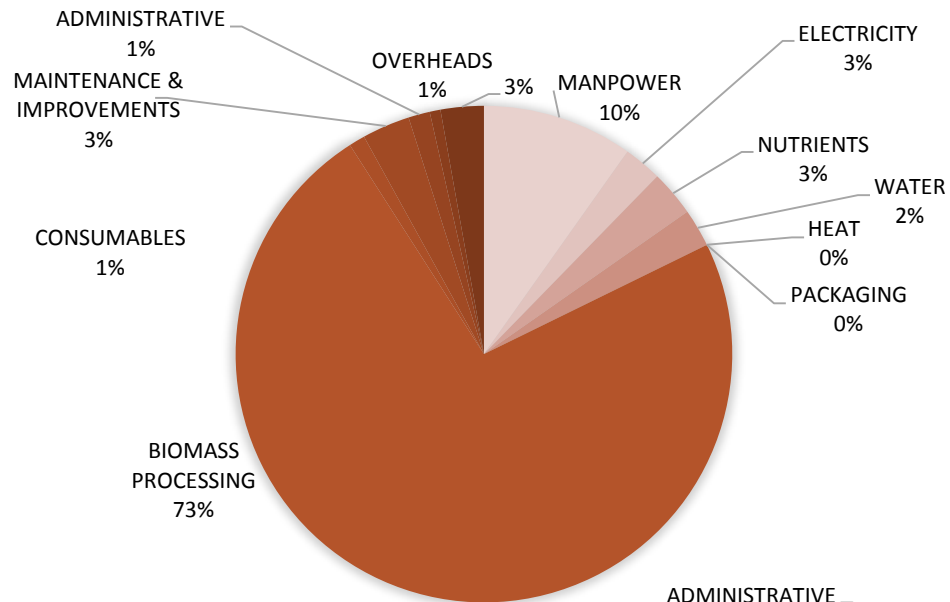




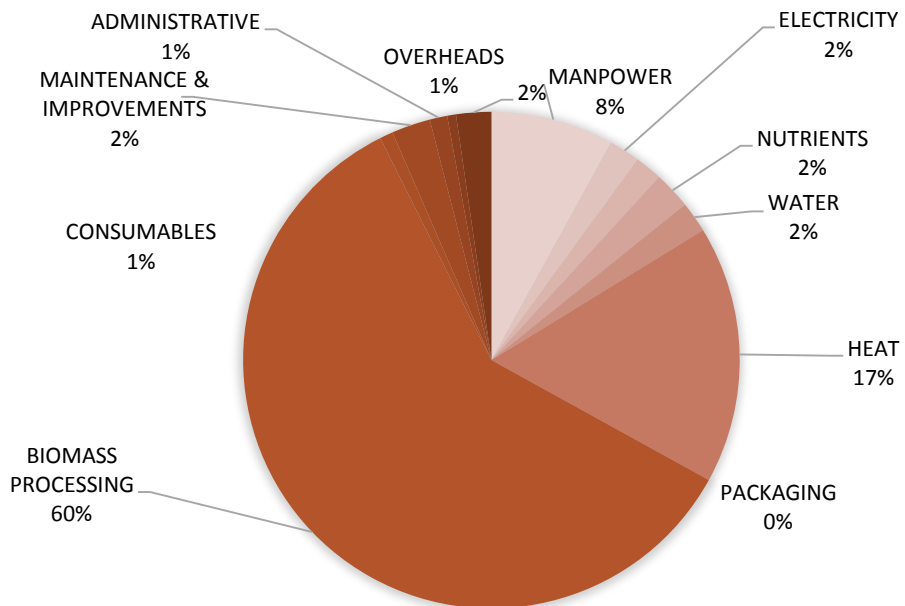


OPEX (Transformed biomass)				
		GEOTHERMAL	CON. HEATING	CON. NO HEATING
MANPOWER		140.000	140.000	140.000
ELECTRICITY		35.359	35.359	26.705
CO2		-	31.298	25.657
NUTRIENTS		42.458	42.458	34.805
WATER		35.223	35.223	28.178
HEAT		-	293.933	2.699
PACKAGING		-	-	-
BIOMASS PROCESSING		1.043.268	1.043.268	855.219
CONSUMABLES		15.000	15.000	15.000
MAINTENANCE & IMPROVEMENTS		44.390	44.390	44.390
ADMINISTRATIVE		20.000	20.000	20.000
OVERHEADS		10.000	10.000	10.000
<i>Sub-total</i>		<i>1.385.698</i>	<i>1.710.928</i>	<i>1.202.652</i>
EXTERNAL COSTS		40.000	40.000	40.000
TOTAL OPEX		1.425.698	1.750.928	1.242.652

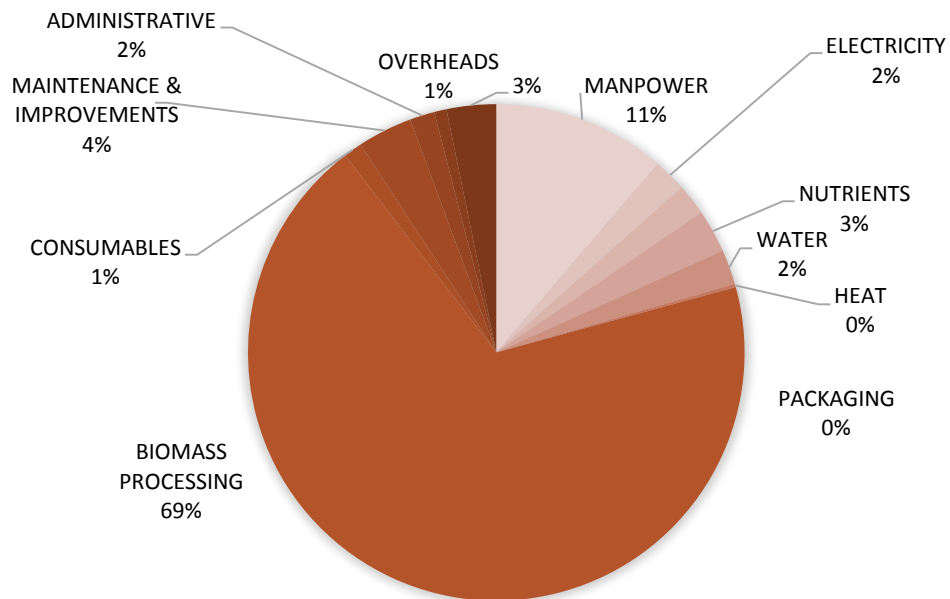
GEOTHERMAL

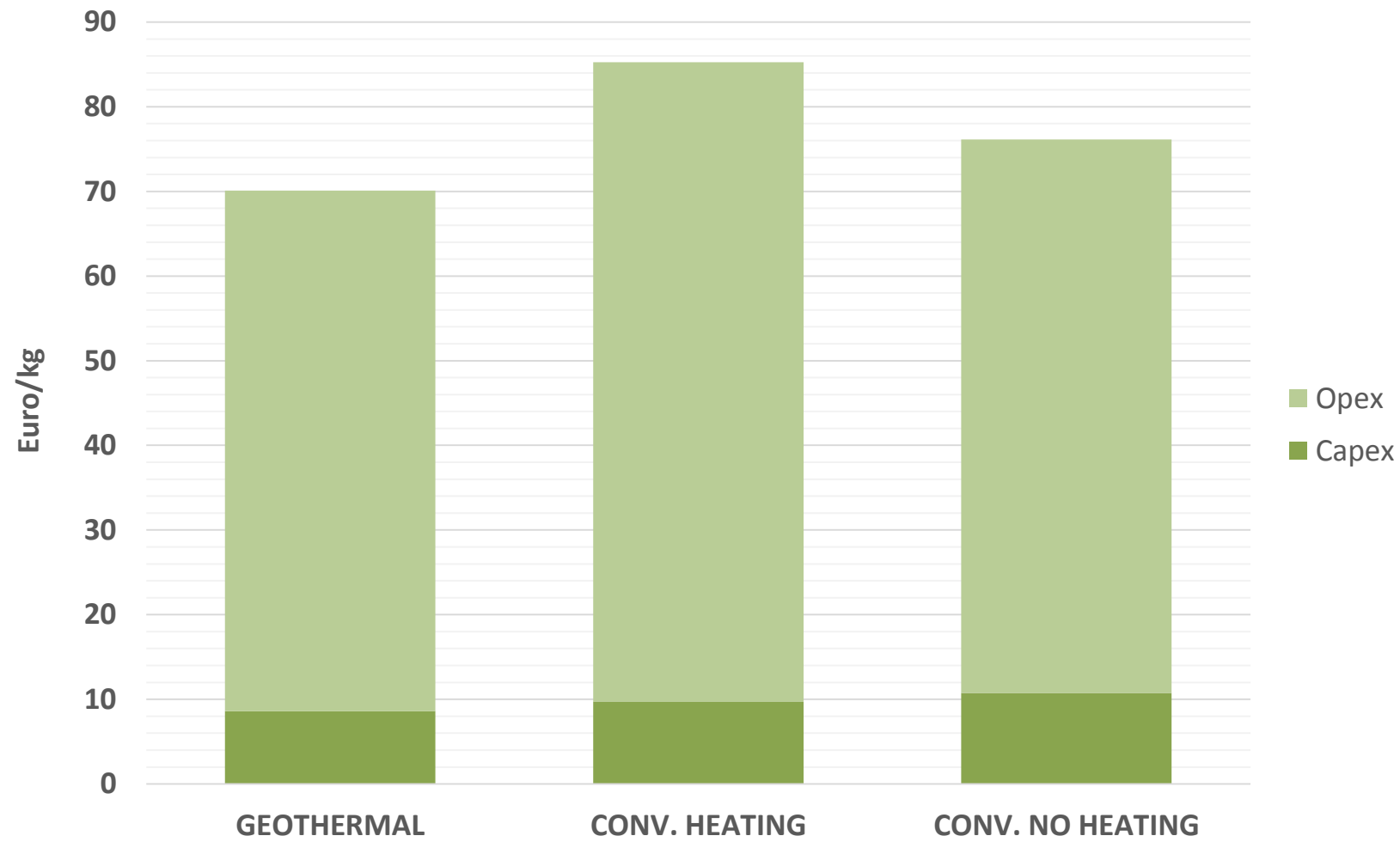


CONVENTIONAL HEATING



CONVENTIONAL NO HEATING







**ECOLOGIC
GREEN FARM**
Soc. Agricola Serenissima s.s.



VEGAN
RAW[®]
BIO

SPIREAT

35g e

SNACK CON SPIRULINA

GRANULI - 100% VEGETARIANO





EBITDA		GEOTHERMAL	CON. HEATING	CONV. NO HEATING
Capex	€			
Opex	€	397.430	722.660	402.433
Revenue from products	€	1.622.861	1.622.861	1.330.341
EBITDA		1.225.431	900.201	927.908
EBITDA margin	%	76%	55%	70%
EBIT				
Depreciation & Amortization (10 years)	€	199.443	225.778	204.443
EBIT	€	1.025.988	674.423	723.465
EBIT margin	%	63%	42%	54%



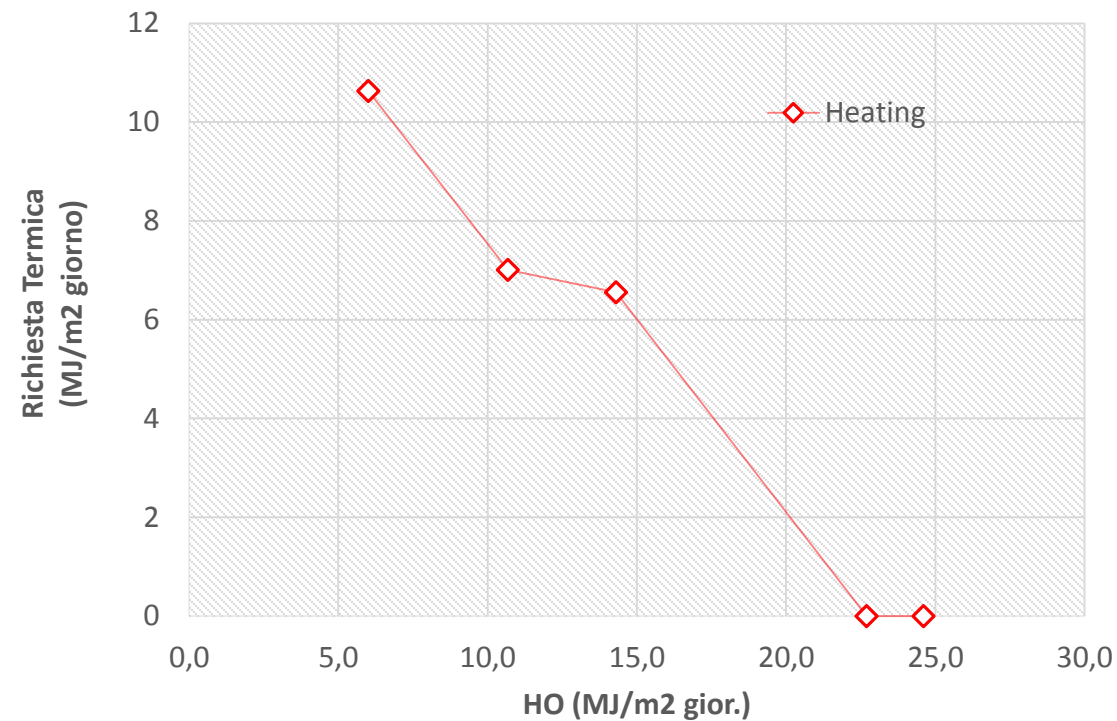
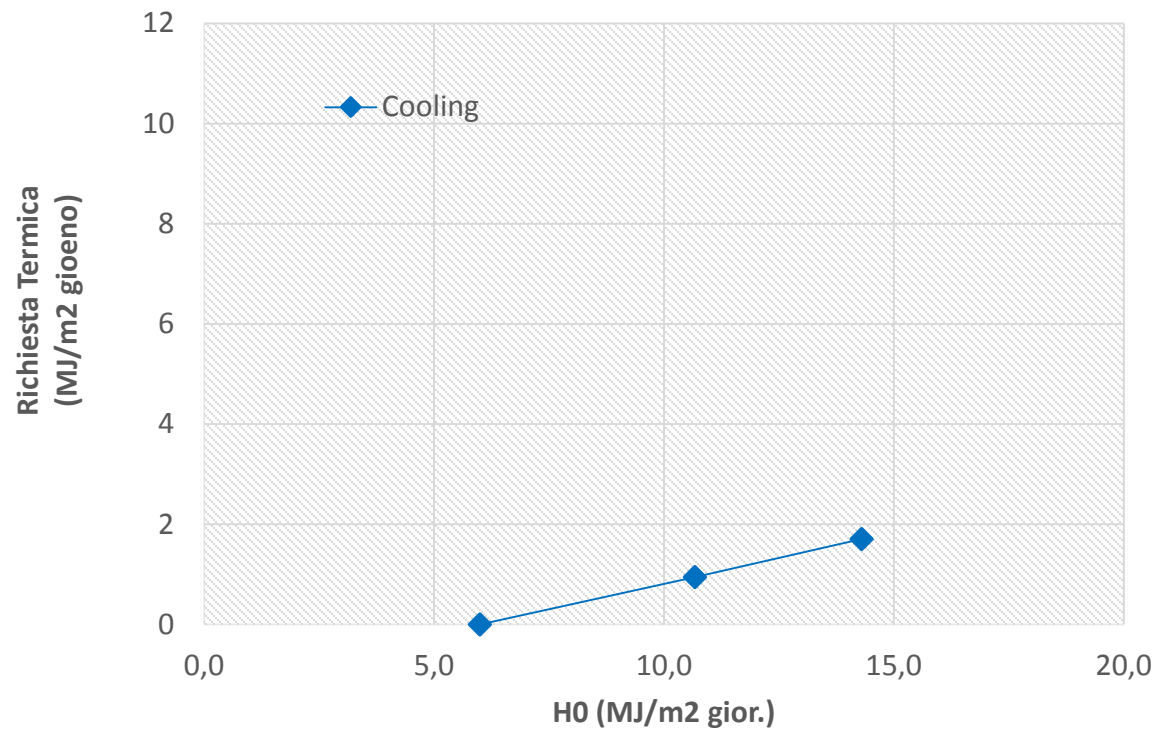
EBITDA		GEOTHERMAL	CON. HEATING	CONV. NO HEATING
Capex	€			
Opex	€	1.425.698	1.750.928	1.242.652
Revenue from products	€	5.795.933	5.795.933	4.751.217
EBITDA		4.370.235	4.045.004	3.508.565
EBITDA margin	%	75%	70%	74%
EBIT				
Depreciation & Amortization (10 years)	€	199.443	225.778	204.443
EBIT	€	4.170.792	3.819.226	3.304.122
EBIT margin	%	72%	66%	70%

CONCLUSIONI

- ❖ L'uso di GAS AMIS come fonte di CO₂ non deprime la produttività in biomassa ne compromette la qualità della stessa.
- ❖ Contributo positivo del riscaldamento delle colture sulla produttività in biomassa (+25%).
- ❖ Disponibilità e gestione e termica sono l'elemento fondamentale della sostenibilità del processo produttivo.
- ❖ Il costo di produzione della biomassa algale (Raw biomass) -60% se la produzione è integrata con geotermia.

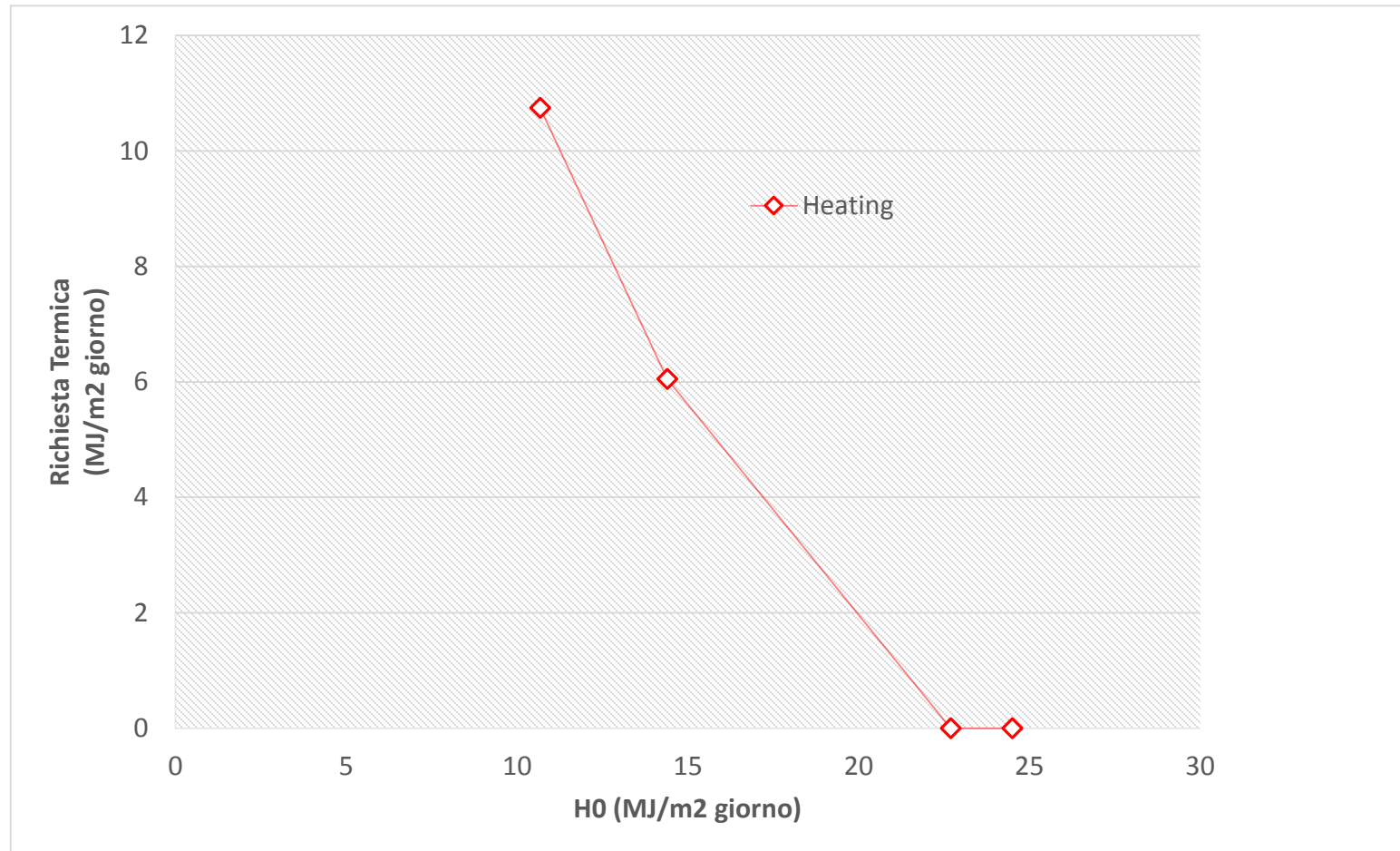
RICHIESTA TERMICA

1. REATTORI GWP



RICHIESTA TERMICA

2. VASCHE



LE VASCHE NON HANNO BISOGNO DI ESSERE RAFFREDDATE IN QUANTO SI RAFFREDDANO EVAPORANDO