

Workshop pubblico

13/12/2021

Best Western Plus Hotel Galileo (Via Venezia, 30, Padova)

*Presentazione dei primi risultati del progetto
ECOdesign e riciclo di DPI in una filiera industriale circolare*

La circolarità del carbonio nei flussi di rifiuto: le prospettive



Università
Ca' Foscari
Venezia

Prof Paolo Pavan

**Department of Environmental Sciences,
Informatics and Statistics (DAIS)**



VENETIAN
SMART
LIGHTING



RIBESNEST®



ETHAN
SUSTAINABILITY



Università
Ca' Foscari
Venezia



Dal 1981:
Trattamenti aerobici-anaerobici dei
rifiuti organici/scarti organici

SEMPRE SU SCALA PILOTA

Obiettivi trattamento/valorizzazione rifiuti – l'asse centrale

- Verso la produzione “0 waste” (ovvero circolarità dei flussi di massa, chiusura dei cicli)
- Recupero di materiali con maggiore valore aggiunto
- Recupero di energia da rifiuto
- Preservare la discarica da materiale putrescibile

**DUE GRANDI FLUSSI DI MASSA CARICHI DI CARBONIO DI DIFFICILE
GESTIONE CON SMALTIMENTI MASSIVI:**

FORSU



FANGHI DI DEPURAZIONE



Questo è possibile perché dal 1991 interviene
la Comunità Europea:

New E.U. Directives = approcci diversi

- 91/156 EEC: WASTE
- 91/689 EEC: HAZAROUS WASTE
- 94/62 EEC: PACKAGING AND PACKAGING WASTE



OBBLIGO della raccolta differenziata

LA CHIAVE DI TUTTO:



CONTARINA
SPA



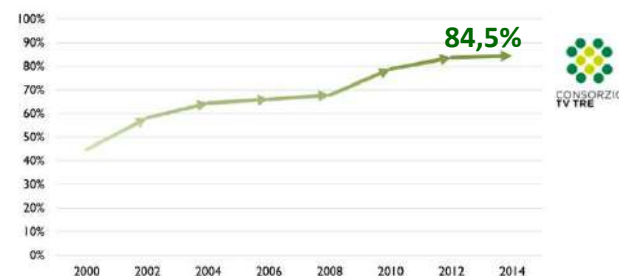
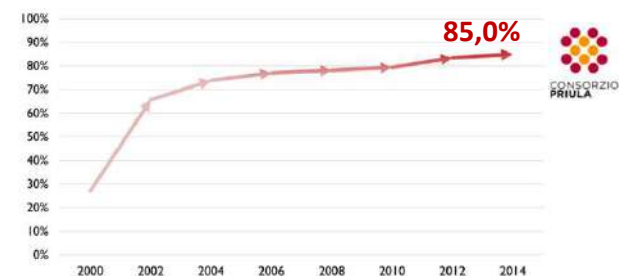
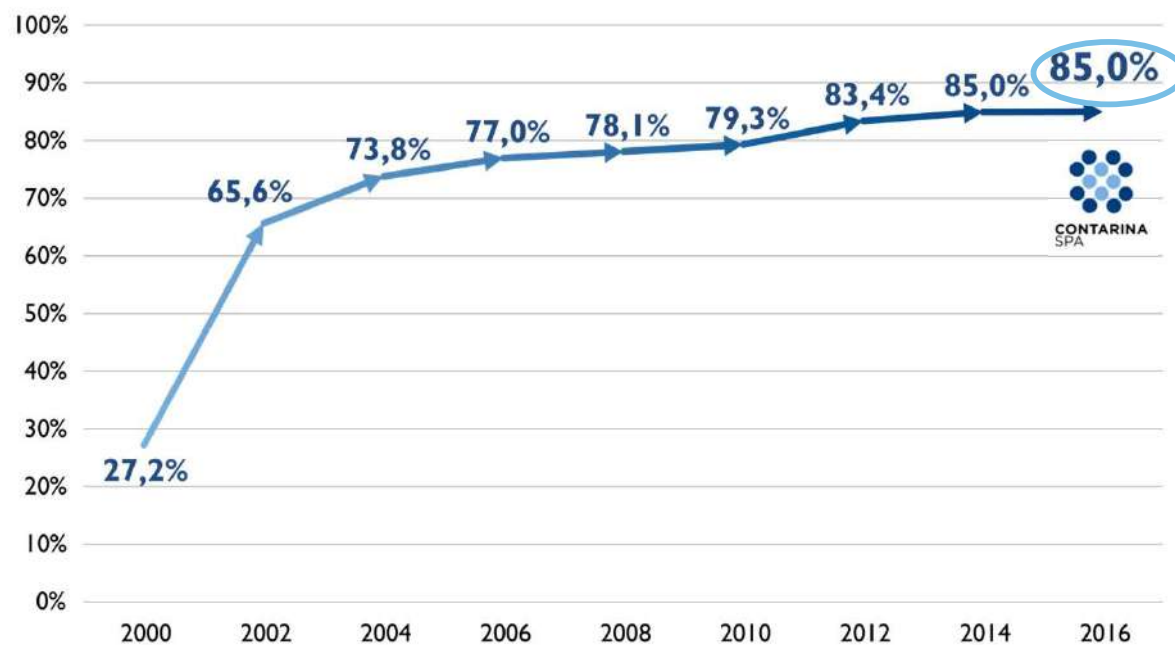
La raccolta porta a porta



**CONTARINA
SPA**

SEPARATE COLLECTION PERCENTAGES

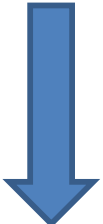
in door to door served municipalities (Northern Italy)



FONT: Contarina 2016

CONFIDENZIALE – TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - La presentazione e le informazioni contenute possono essere utilizzate solo per uso interno, tutti i diritti sono riservati, nessuna parte della presentazione può essere riprodotta o trasmessa all'esterno con qualsiasi strumento o mezzo, elettronico o meccanico, senza autorizzazione scritta da parte di Contarina SpA. © 2016 Contarina S.p.A.

Improvvisamente cambia TUTTO:



Rifiuto:	TS, g/Kg	TVS, %TS	N, %TS	P, %TS
meccanico	500-700	40-50	1,5-3	0,05-0,2
Alla fonte	170-250	70-90	-	-
Porta porta a	70-150	80-90	1,5-3	1-3

Miglioramento

Progressivo
della
Qualità

=

DIMINUZIONE DEL TENORE IN
SECCO, AUMENTO
%BIODEGRADABILE



I NUOVI FLUSSI SONO PIU'VICINI ALLE LOGICHE DI TRATTAMENTO
DELL'ACQUA CHE A QUELLE DELLE MATRICI SOLIDE



Università
Ca' Foscari
Venezia

Dall'idea su
scala pilota:



Scale: pre-industrial - WWTP
Period: from 1995
Reactor volume: 22 m³
Flowrate: up to 75 m³/d
Wastewaters: municipal

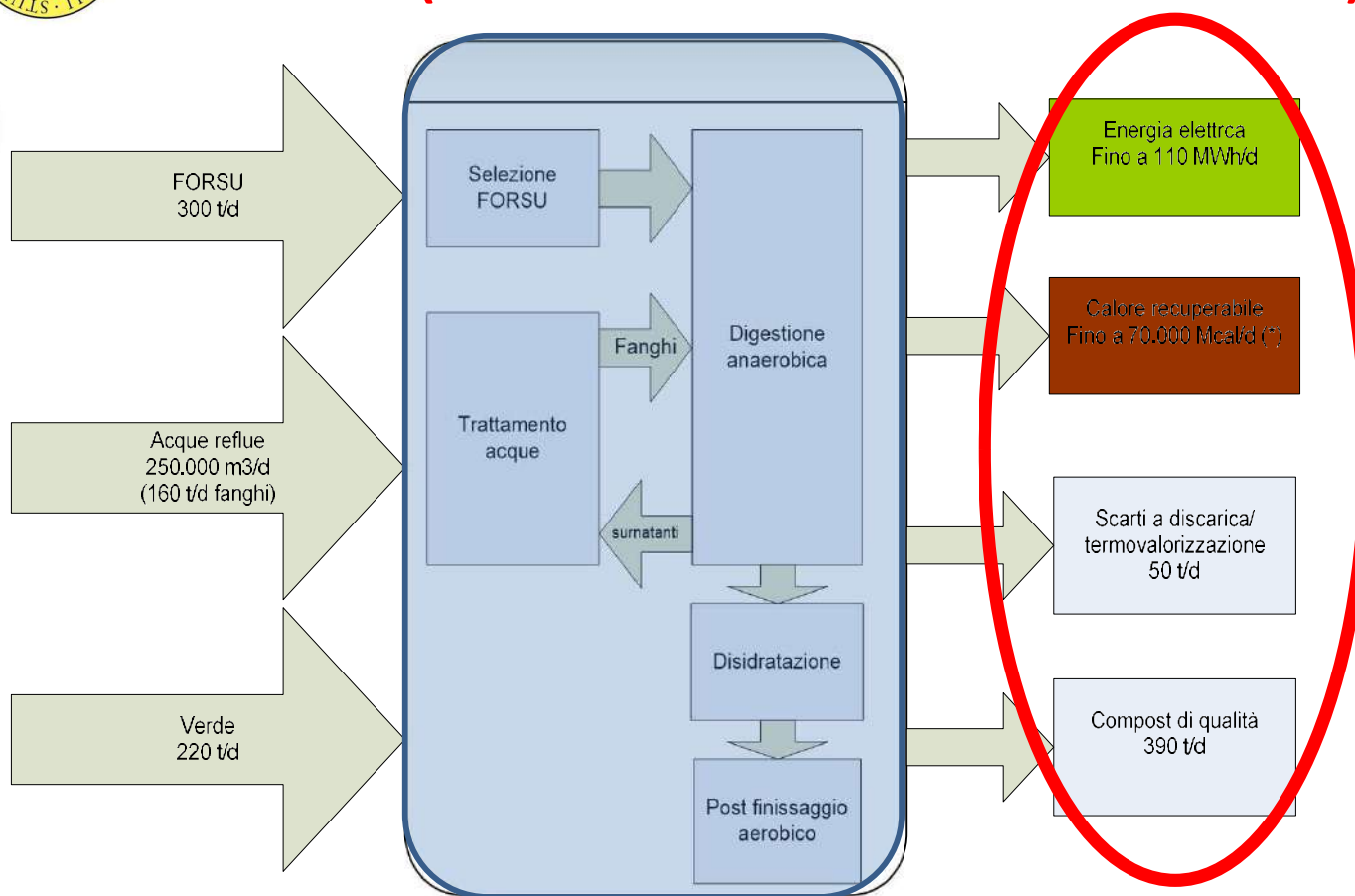
ALLA PIENA SCALA NEL 1999





Università
Ca' Foscari
Venezia

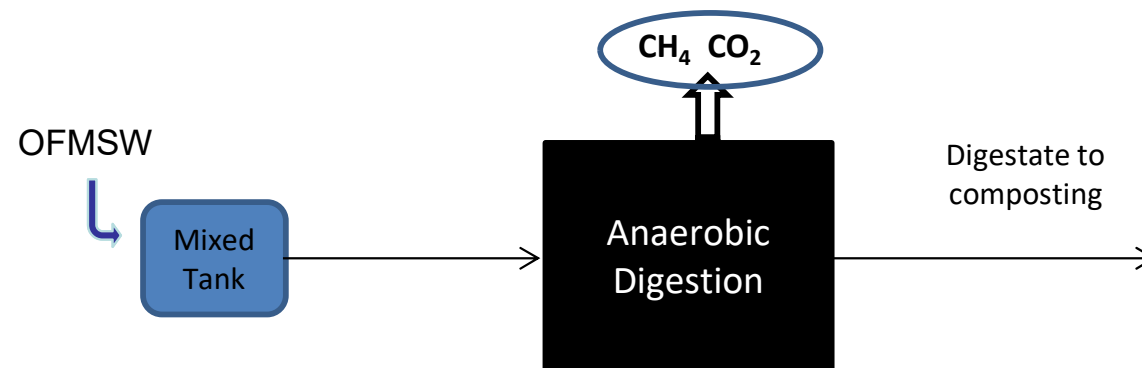
Se venisse applicato in modo esteso
(Es. bacino 1.000.000 AE):



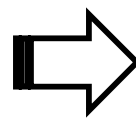
Vuol dire coprire **TOTALMENTE** i bisogni energetici (EE + riscaldamento)

di almeno 30.000 famiglie
(TUTTO TREVISO COMUNE!!!!!!).

UPGRADE: SINGLE PHASE AD:

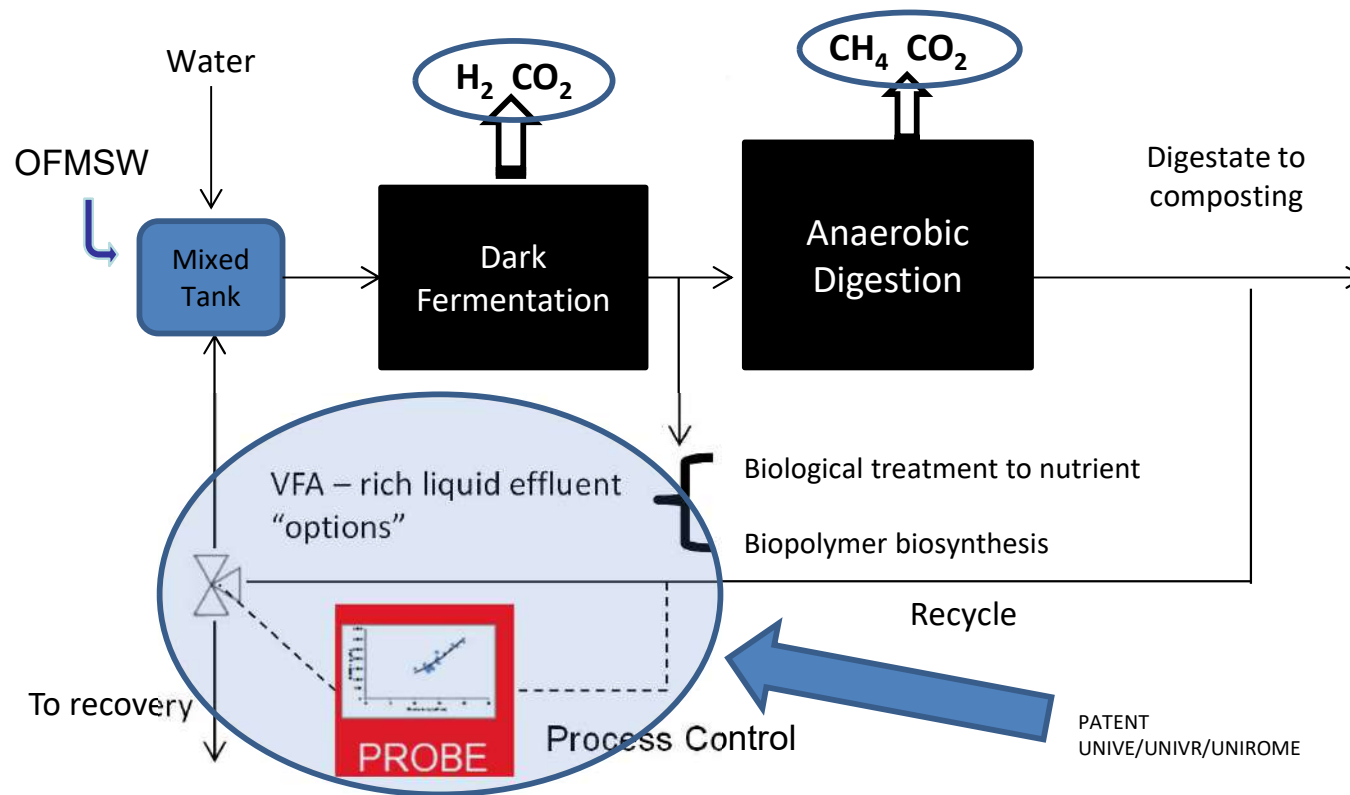


1 ton Food Waste

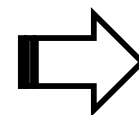


≈ 160 m³ biogas (62-63% CH₄)
960 kWh

DARK FERMENTATION + METHANISATION



1 ton Food Waste

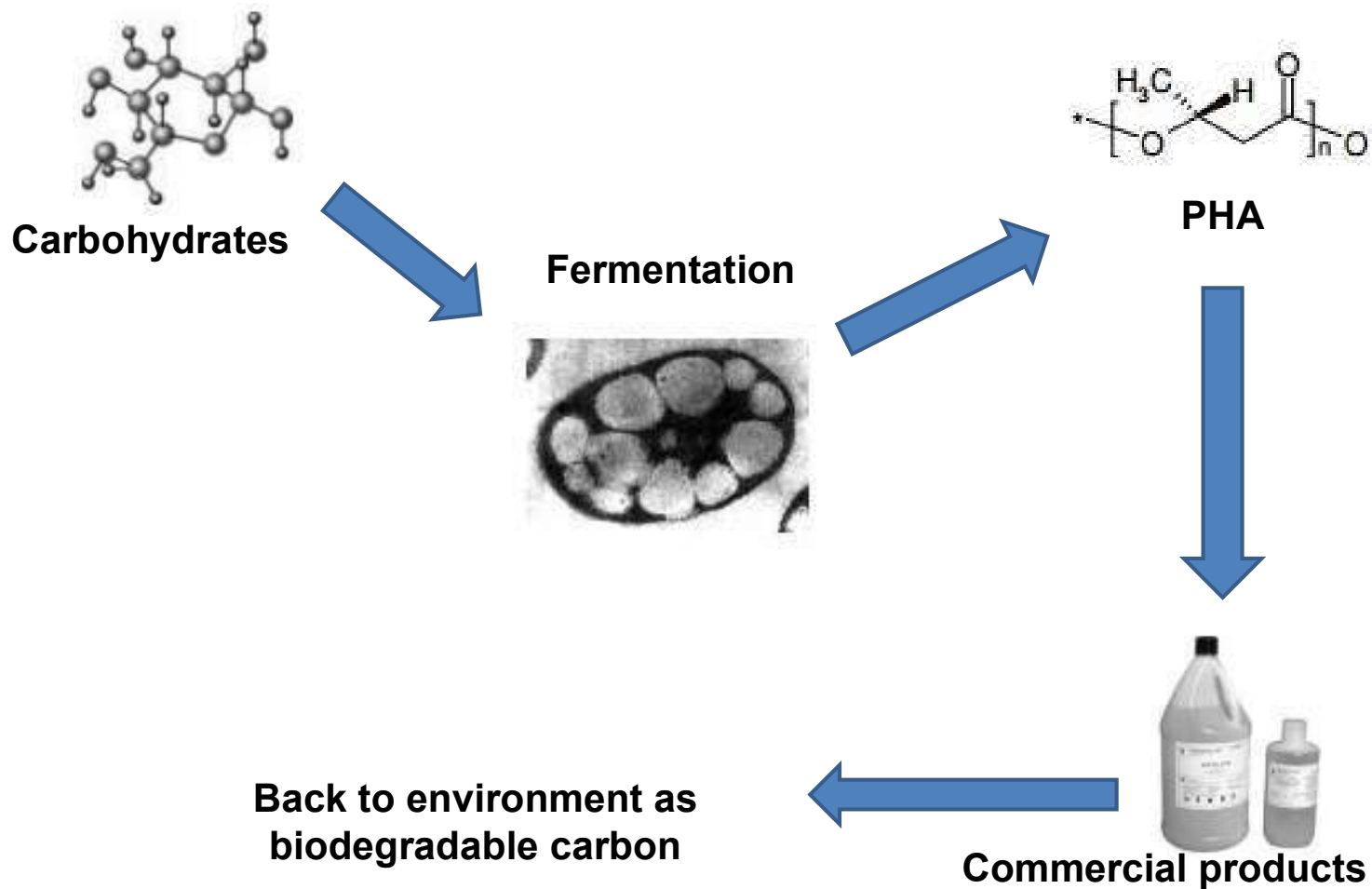


≈ 160 m³ biogas (62-63% CH₄)

≈ 15-20 m³ H₂

960 kWh + 45 kWh

- Biosynthesis and biodegradability





Università
Ca' Foscari
Venezia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



Progetti europei nell'ambito di Horizon 2020

EU H2020 – IntCatch

Development and application of Novel, Integrated Tools for monitoring and managing Catchments



Water

EU H2020 - ENERWATER

Standard method and online tool for assessing and improving the energy efficiency of wastewater treatment plants



Water

EU H2020 – RES URBIS

REsources from URban Blo-waSte



Waste

EU H2020 – NoAW

Innovative approaches to turn agricultural waste into ecological and economic assets



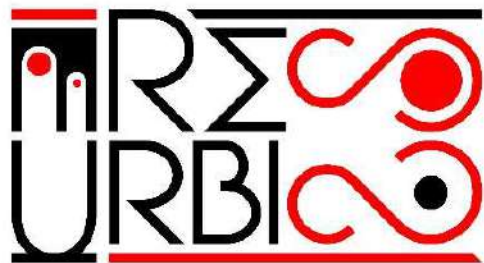
Waste

EU H2020 – SMART-Plant

Scale-up of low-carbon footprint material recovery techniques in existing wastewater treatment plants



Water



Horizon 2020 Work Programme 2016 - 2017 17. Cross-cutting activities - Focus Areas

CIRC-05-2016: Unlocking the potential of urban organic waste

Research and Innovation Actions (RIA)

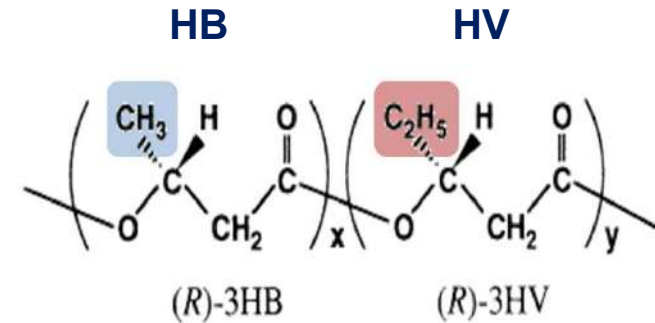
**RESources from URban Blo-
waSte
RES URBIS**

Grant Agreement 730349

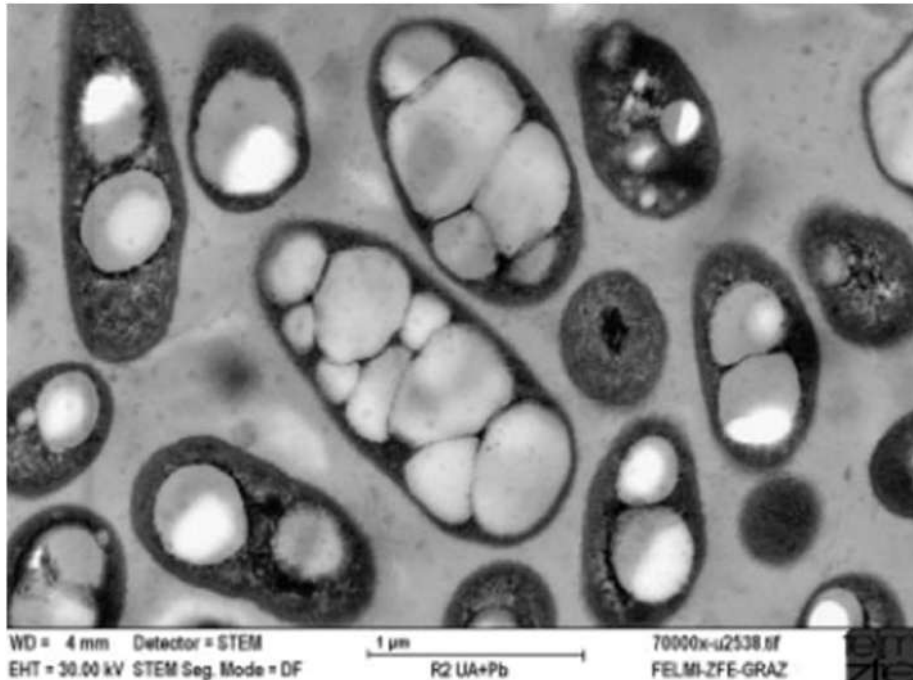
Coordinamento: Prof. Mauro MAJONE
Università di Roma «La Sapienza»



- ✓ Bio-polimeri microbici
- ✓ Materiale intracellulare di stoccaggio
- ✓ short-chain length (scl) 3-6 C
- ✓ Batteri G⁻ and G⁺: ~75 generi, 300 specie



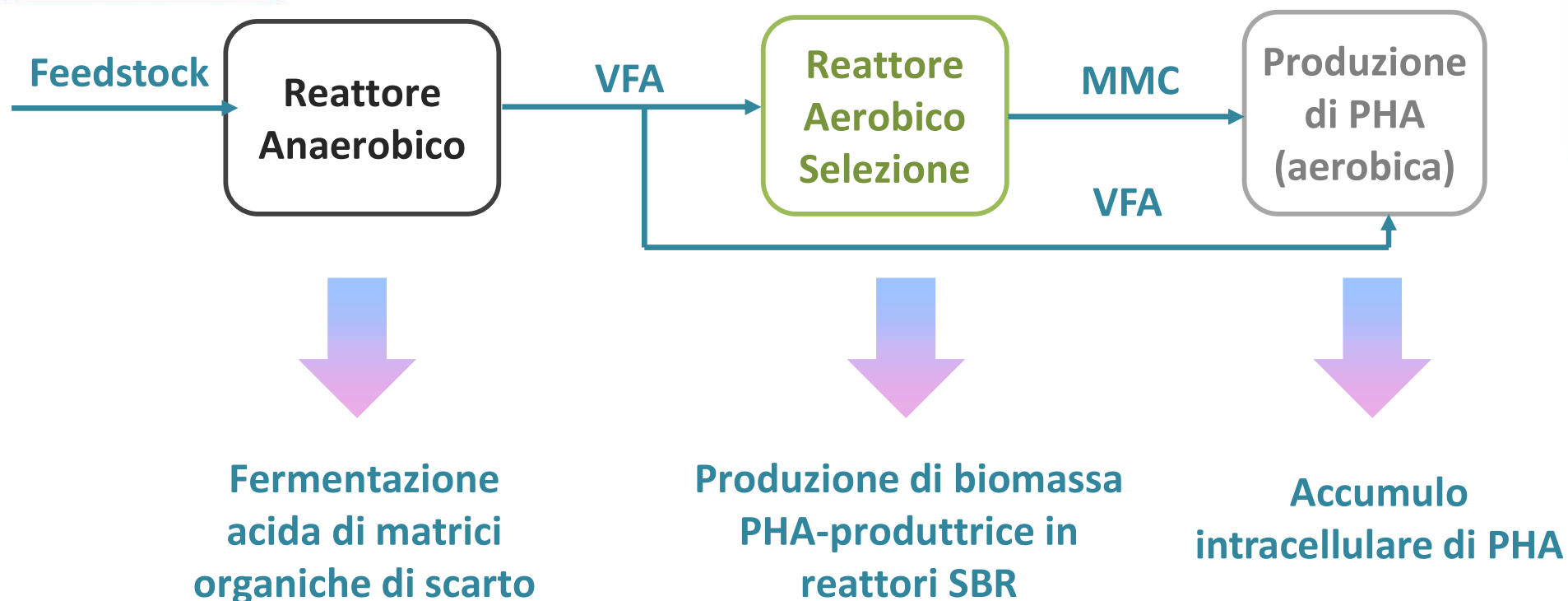
- ❖ Materiali termoplastici
- ❖ Potenziali applicazioni simili ai materiali derivati da petrolio
- ❖ Proprietà funzione della composizione monomerica



PHA-rich *Cupravidus necator* DSM 545 cells
Koller et al., Eng Life Sci 2011



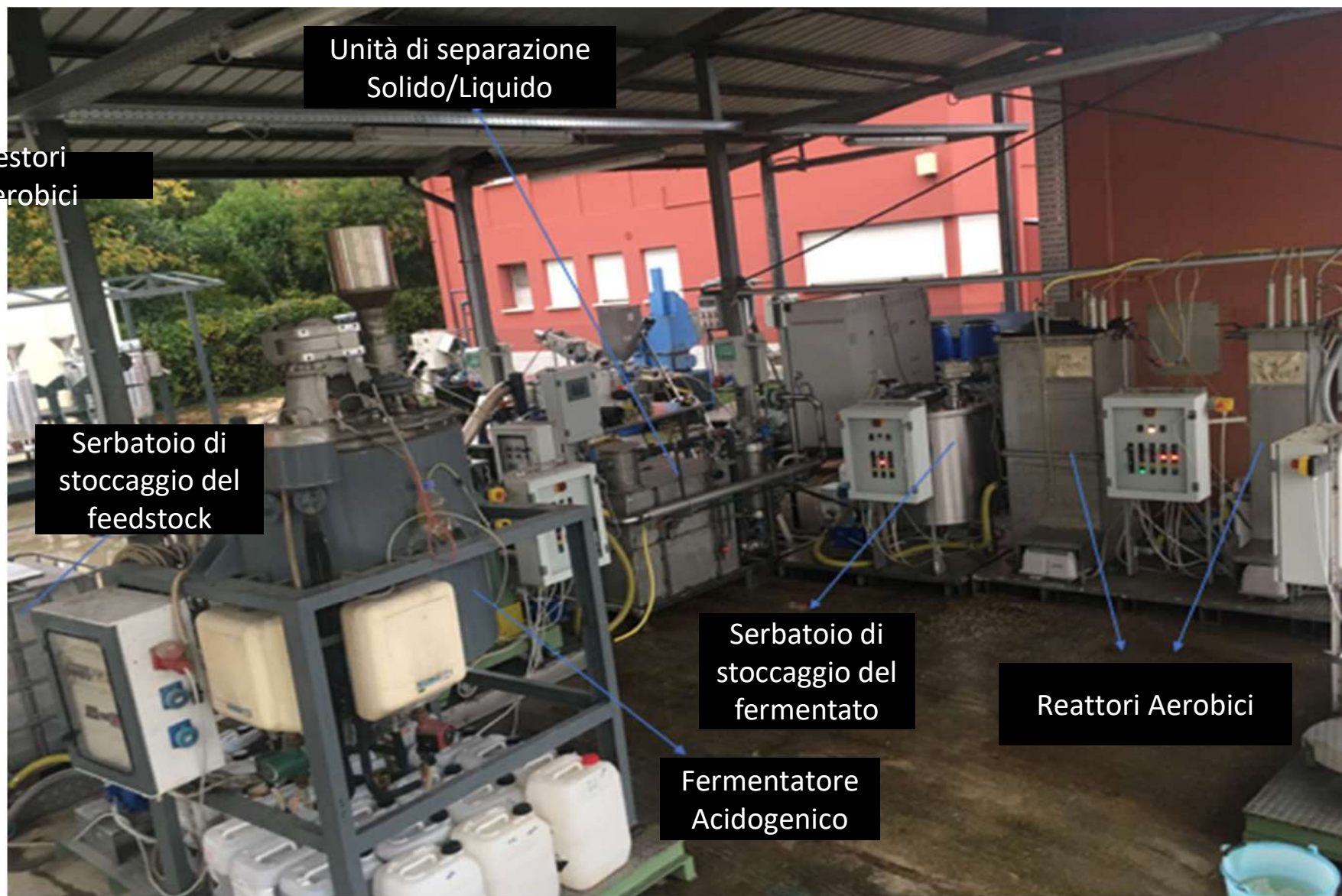
Processo a 3 stadi per la produzione di PHA da Colture Microbiche Miste (MMC)



Caratteristiche fondamentali per elevate performance nel processo a 3-stadi

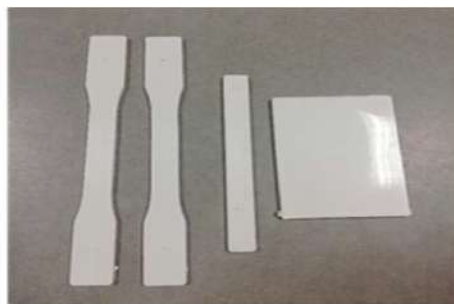
- Feedstock fermentabile (elevato rapporto VFA/COD o rendimento di fermentazione)
- Biomassa selezionata in reattori SBR sotto regime feast-famine
- Saturazione da polimero (50-70% PHA su peso secco cellulare)

PIATTAFORMA PILOTA – TRL 6-7



Il portafoglio prodotti e le prospettive di diffusione del mercato Applicazione:

- Film interstrato, valore di mercato totale € 2-3 miliardi (PHA utilizzato come componente puro tramite elettrofilatura).
- Mercato adiacente degli adesivi (bio sostituti dei polieteri poliuretanic) valore di mercato di circa 35 miliardi di euro.
- Film di imballaggio fino al 25% di contenuto di PHA nella formulazione; valore di mercato 20 miliardi di euro.
- Beni durevoli, ad es. maniglie flessibili, arredamento per interni: fino al 60% nella formulazione, valore di mercato totale 1-2 miliardi di euro (maniglie flessibili realizzate).
- Valore di mercato totale delle bonifiche ambientali fino a 1 miliardo di euro. Questa è un'applicazione di nicchia in cui PHA ha mostrato buone prestazioni.



NoAW: No Agro-Waste

Innovative approaches to turn agricultural waste into ecological and economic assets

Coordinamento:

Prof. Nathalie GONTARD (INRA Research Director)



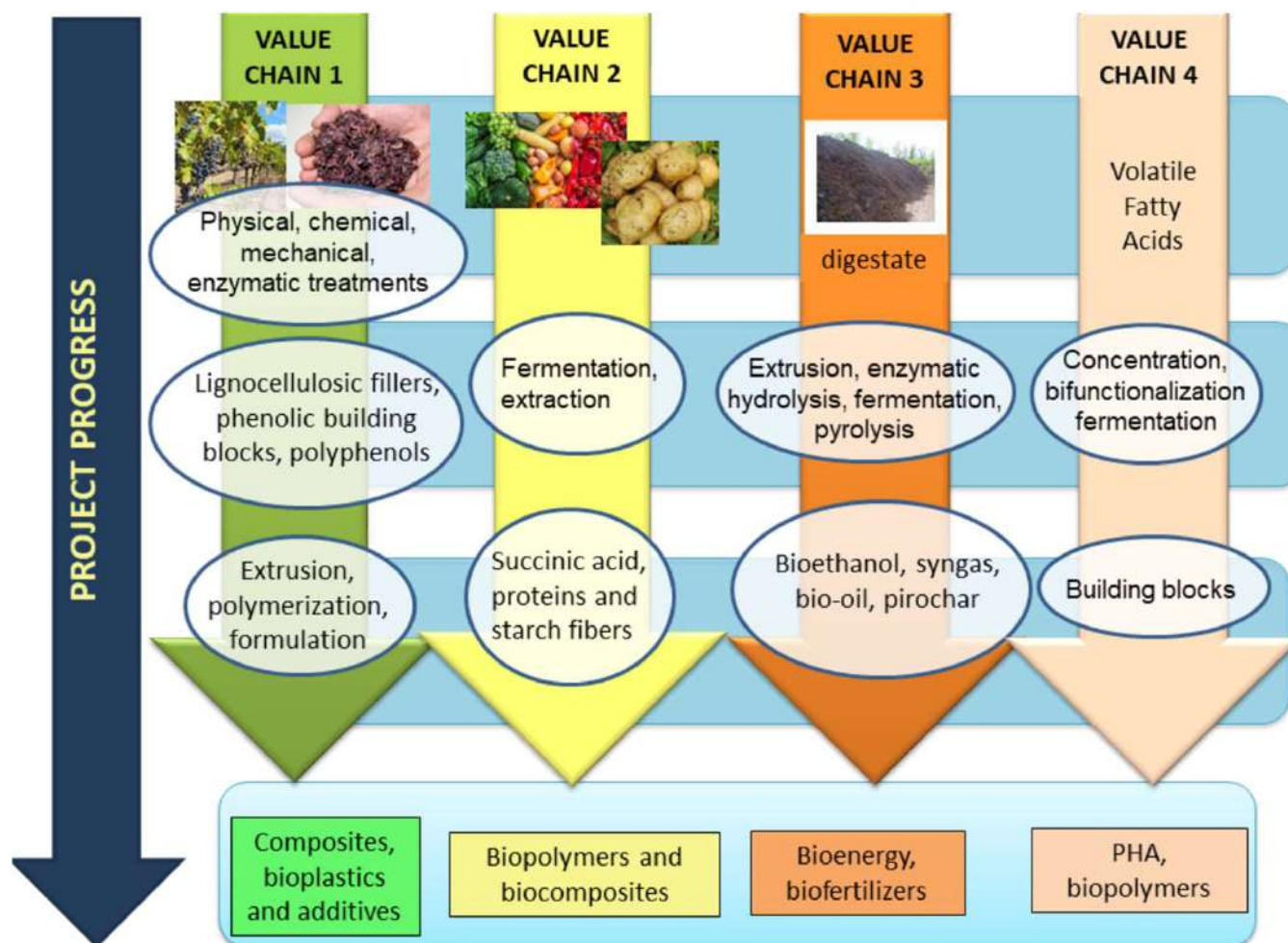
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 688338

Obiettivi centrali

- Contribuire a una "società quasi a rifiuti zero" e promuovere un approccio di economia circolare applicabile ai rifiuti agricoli
- Realizzare un cambiamento di paradigma da una valutazione a posteriori della compatibilità ambientale a un primo approccio di eco-progettazione
- Liberare il potenziale dei rifiuti agricoli, da convertire in un portafoglio di prodotti bio-based eco-efficienti (es. bioenergia, biofertilizzanti, bio-packaging e biomolecole).
- Consentire ai “rifiuti, sottoprodotti e co-prodotti agricoli” (“agro-rifiuti”) di essere pienamente integrati come vera risorsa e quindi revocati come rifiuto..



Eco-design della conversione innovativa a cascata dei rifiuti agricoli in molecole e materiali





ISOLA DELLA SCALA (VERONA) PILOT PLANT, 4 M3 WORKING VOLUME FERMENTATION UNIT.

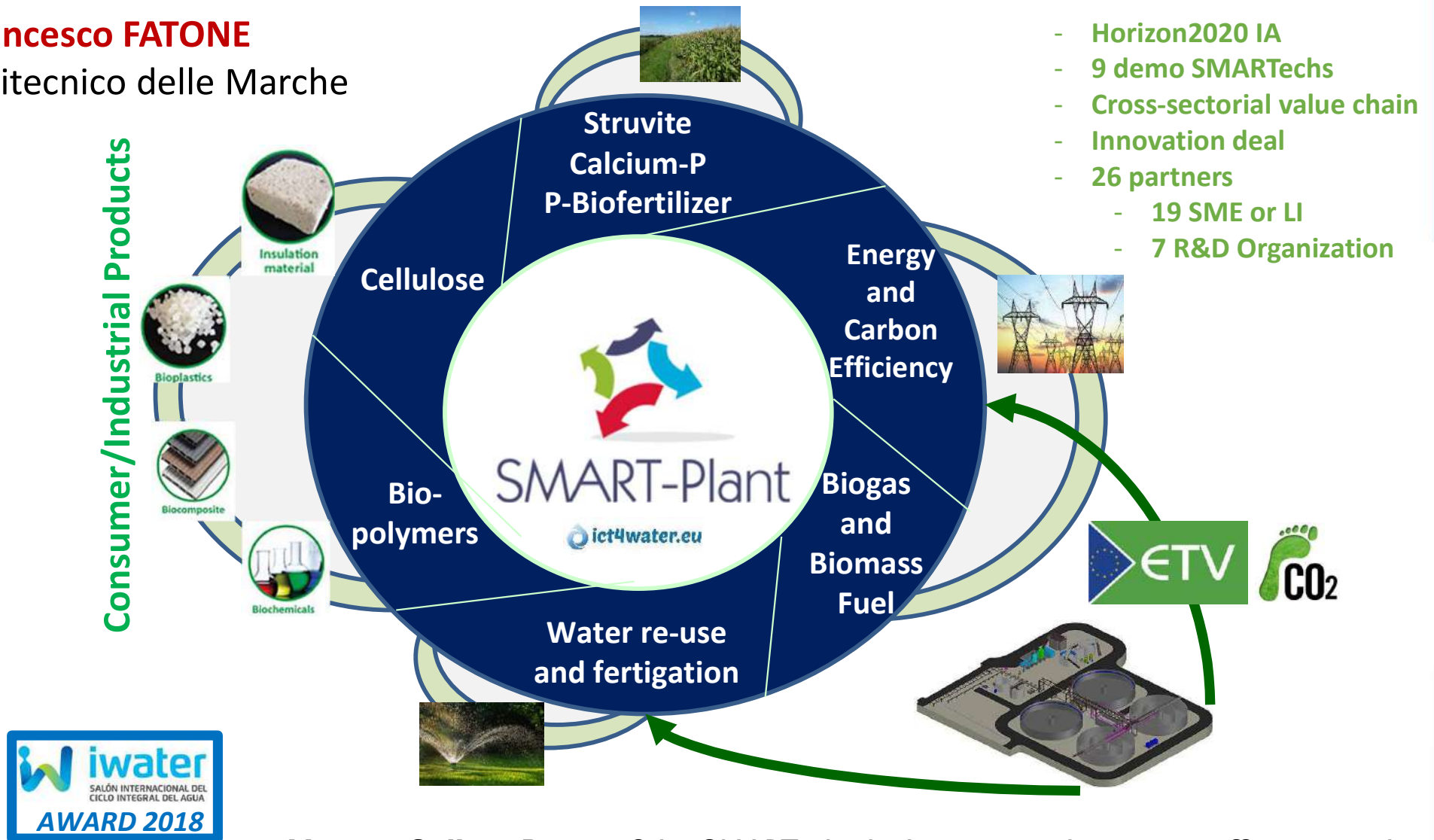


Scale-up of low-carbon footprint **M**aterial **R**ecovery **T**echniques in existing wastewater treatment **PLANTS**

Coordinamento: Prof.

Francesco FATONE

Politecnico delle Marche



Unique Selling Point of the SMARTechs: high water quality, energy-efficiency, carbon footprint, sludge reduction and...materials recovery and reuse via SMART-Products

SMARTechs integrate in impianti esistenti (rivisti o upgradati a WRRFs)



Risultati operativi raggiunti con SMART-PLANT: 9 TECNOLOGIE FISICHE E 2 DIGITALI VALIDATE

Mainstream

Sidestream

SMARTech n.	Integrated municipal WWTP	Key enabling process(es)	SMART-product(s)
1	Geestmerambacht (Netherlands)	Upstream dynamic fine-screen and post-processing of cellulosic sludge	Cellulosic sludge, refined clean cellulose
2a	Karmiel (Israel)	Mainstream polyurethane-based anaerobic biofilter	Biogas, Energy-efficient water reuse
2b	Manresa (Spain)	Mainstream SCEPPHAR	Struvite, PHA
3	Cranfield (UK)	Mainstream tertiary hybrid ion exchange	Nutrients
4a	Carbonera (Italy)	Sidestream SCENA	P-rich sludge, VFA
4b	Psytalia (Greece)	Sidestream Thermal hydrolysis – SCENA	P-rich sludge
5	Carbonera (Italy)	Sidestream SCEPPHAR	PHA, struvite, VFA



EVIDENZE DI RESE RAGGIUNTE SULLE SMARTech TESTATE SU LUNGO TERMINE

- Cellulose 2,0-7,3 kg per PE per Year
- PHA 1-1,2 kg per PE per Year
- CaP 0,4-0,8 kgP PE per Year
- Struvite 0,2-0,4 kg PE per Year
- Ammonia and ammonium sulphate 20-30 kgN PE per Year
- Spent zeolite resin (rich in K and NH₃)
- Biofertilizer
- ***Energy saving 4-68 %***
- ***GHG emission reduction 1-71 %***
- ***Sludge reduction 18-30 %***

SMARTech1: Primary (upstream) dynamic sieving and **clean cellulose recovery**

- 79% cellulose fiber,
- 5 % other organics,
- 6% inorganic (ash),
- 10% other contaminants (average in The Netherlands).

Potentially marketable product, but the economic feasibility depends mainly on savings at the WWTP

Market development

Marketing and valorization of recovered cellulose

- ✓ Reuse in asphalt
- ✓ Raw material for composite (Brunel)
- ✓ Insulation materials (In development, not sure yet)



400 kg clean cellulose per day





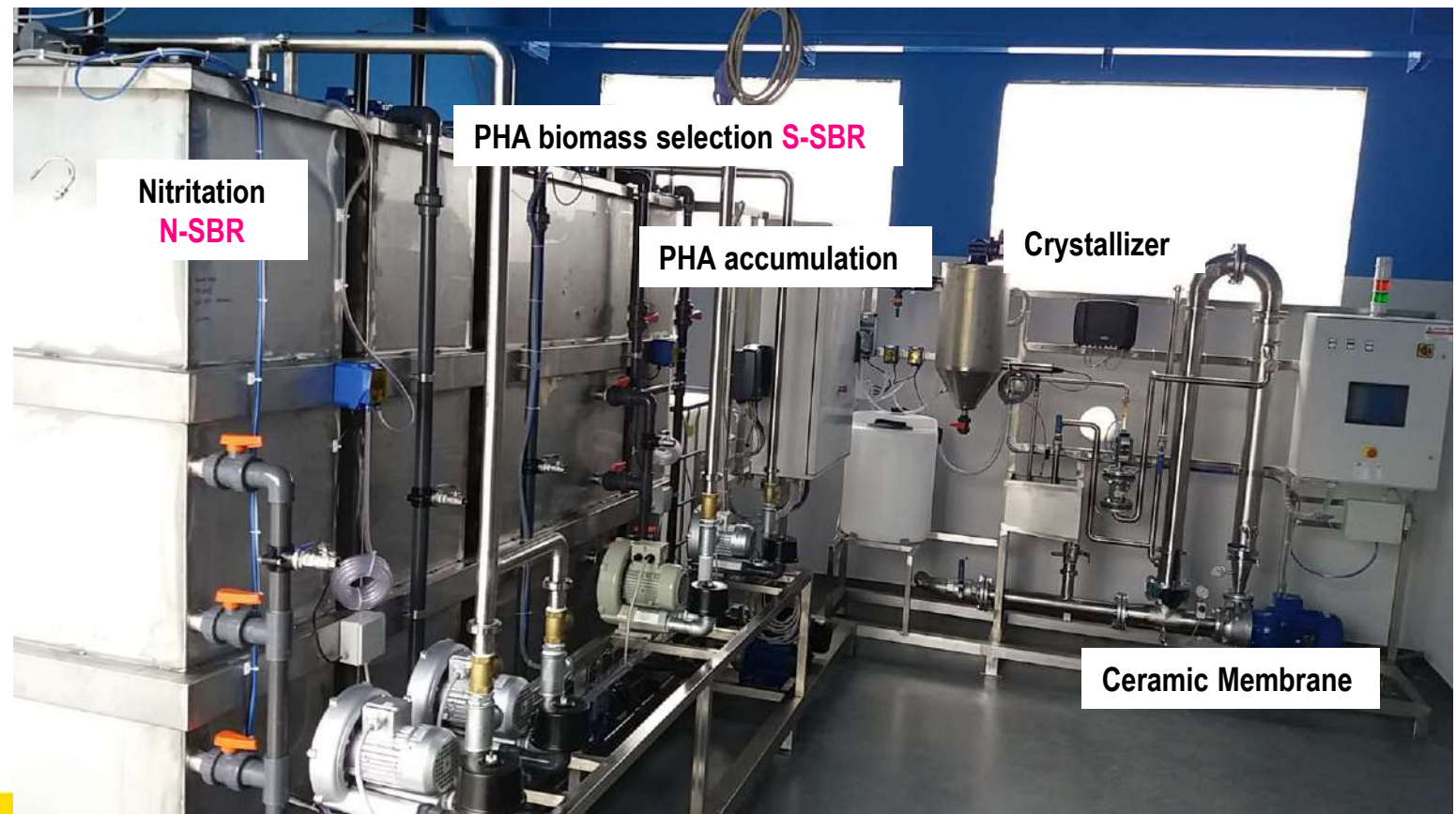
IMPIANTO PILOTA SU BASE SCHEPPHAR INSTALLATO A Carbonera (TV) WWTP

- Rimozione dell'80% di ammoniaca con N-SBR e S-SBR
- Efficiente selezione aerobica-feast e anoxica-famine della biomassa che produce PHA (YP/S 0,5-0,6)
- Produttività: 4,0 m³ CH₄/PE y - 1,2 kg PHA/PE y
- Entrate per WWTP: 6,5 €/PE anno

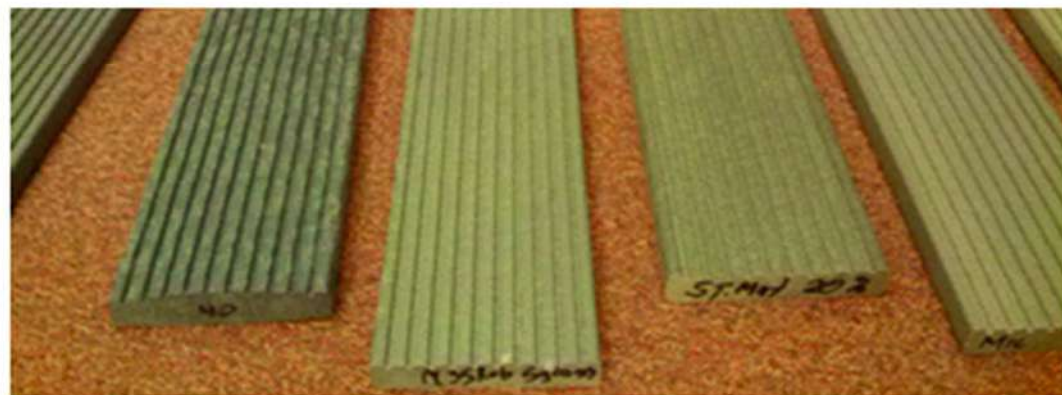
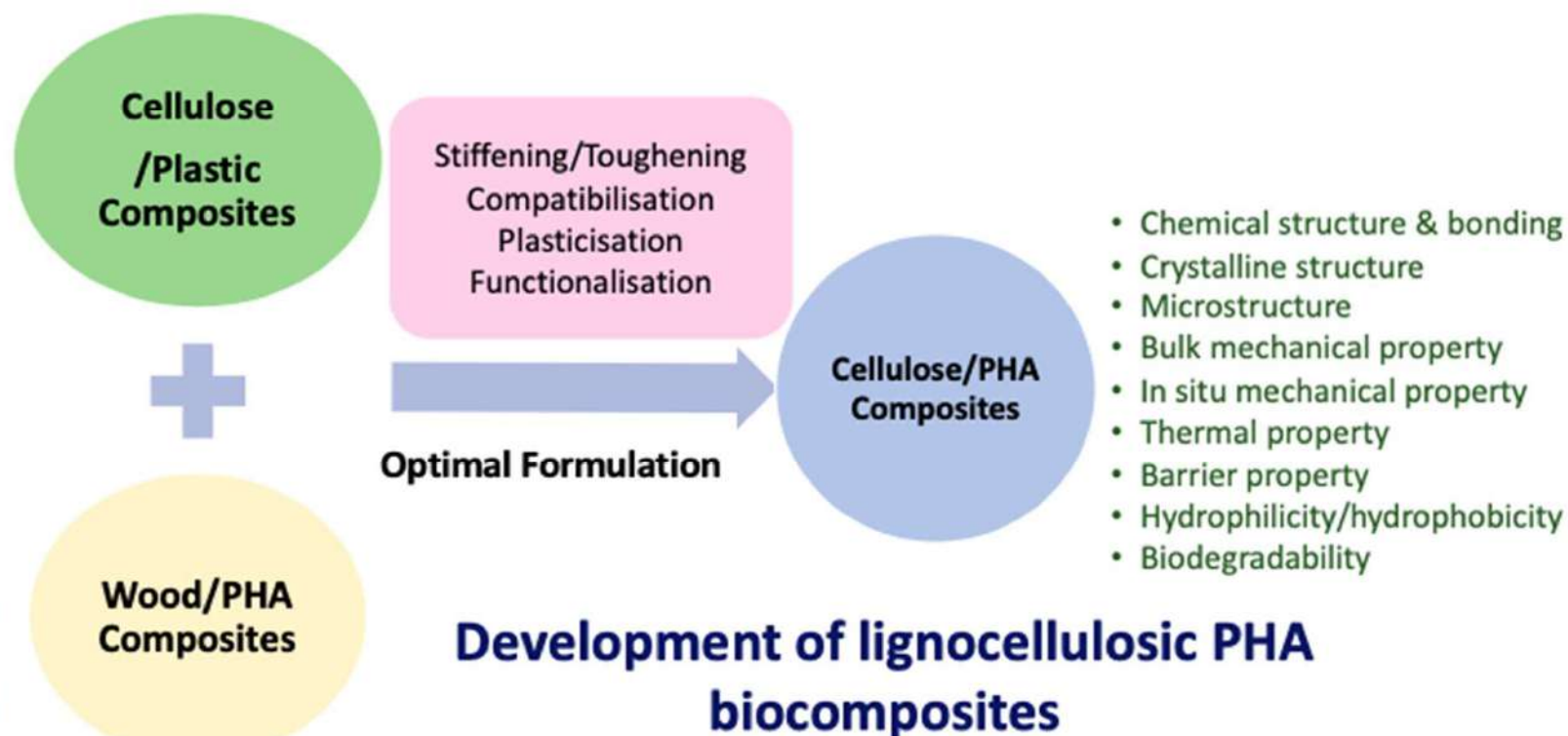
Rotating Belt Filter
WW Flowrate up to 54 m³/h



Fermentation unit
3.0 m³, HRT 4-5 d, 37° C



Post-processing of recovered cellulose and PHA for bio-composites production



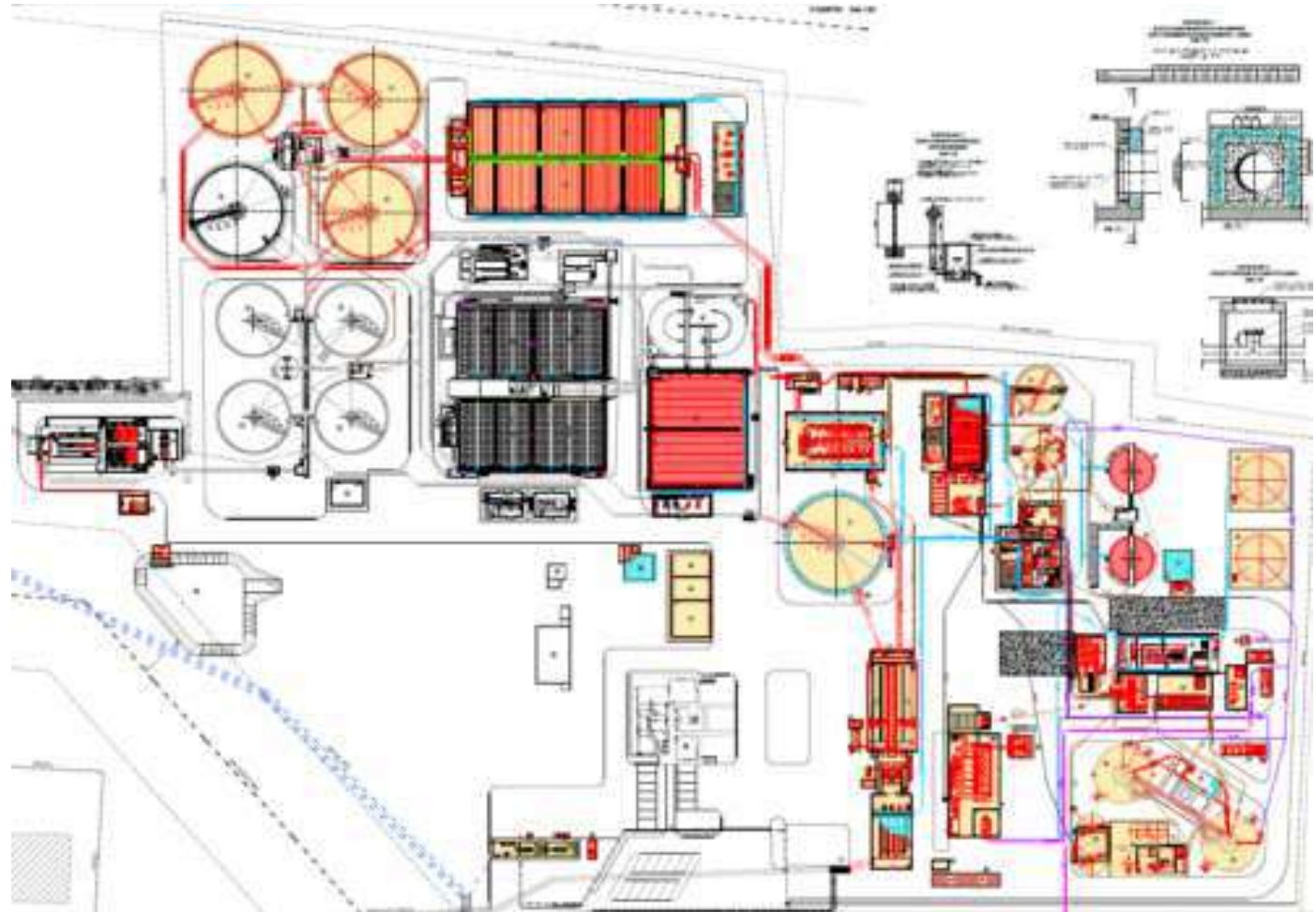
Studi di fattibilità per full scale-up in



IRETI



Castelfranco Sludge Centre – Ispirato da SMART-Plant



Grazie



Università
Ca' Foscari
Venezia



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

