

IV CONVEGNO INTERNAZIONALE

PRE·FREE UP·DOWN RE·CYCLE

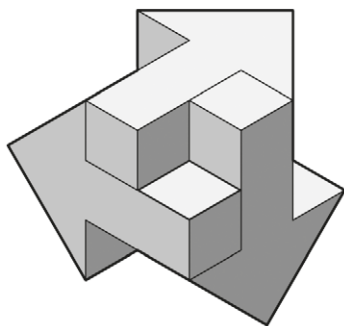


PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di
Adolfo F. L. Baratta



PRE-FREE
UP-DOWN
RE-CYCLE



PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di
Adolfo F. L. Baratta

Comitato Scientifico

Scientific Committee | Comité Científico

Rossano Albatici

Università degli Studi di Trento

Paola Altamura

ENEA

Adolfo F. L. Baratta

Università degli Studi Roma Tre

Graziella Bernardo

Università degli Studi della Basilicata

Laura Calcagnini

Università degli Studi Roma Tre

Eliana Cangelli

Sapienza Università di Roma

Agostino Catalano

Università degli Studi del Molise

Michela Dalprà

Università degli Studi di Trento

Michele Di Sivo

Università degli Studi "Gabriele D'Annunzio"

Ornella Fiandaca

Università degli Studi di Messina

Fabio Enrique Forero Suárez

Universidad del Bosque

Francesca Giglio

Università Mediterranea

Roberto Giordano

Politecnico di Torino

Raffaella Lione

Università degli Studi di Messina

Antonio Magarò

Università degli Studi Roma Tre

Luigi Marino

Università degli Studi di Firenze

Luigi Mollo

Seconda Università di Napoli

Antonello Monsù Scolaro

Università degli Studi di Sassari

Elisabetta Palumbo

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Hector Saul Quintana Ramirez

Universidad de Boyacá

Alessandro Rogora

Politecnico di Milano

Andrés Salas

Universidad Nacional de Colombia

Camilla Sansone

Università degli Studi del Molise

Marzia Traverso

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Antonella Violano

Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli"



Atti del IV Convegno Internazionale

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Pratiche tradizionali e tecnologie innovative
per l'End of Waste*

Proceedings of the

4th International Conference

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Traditional solution and innovative
technologies for the End of Waste*

Acta de el IV Congreso Internacional

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Prácticas tradicionales y tecnologías
innovadoras para la disposición de los
desechos*

a cura di | edited by | editado por

Adolfo F. L. Baratta

ISBN: 979-12-5953-005-9

Editore

Anteferma Edizioni Srl

via Asolo 12, Conegliano, TV

edizioni@anteferma.it

Prima edizione: maggio 2021

Progetto grafico

Antonio Magarò

www.conferencerecycling.com

Copyright

Questo lavoro è distribuito sotto Licenza Creative Commons

Attribuzione - Non commerciale - No opere derivate 4.0 Internazionale



Tutti i contributi sono stati valutati dal Comitato Scientifico, seguendo il metodo del Double Blind Peer Review.

All papers were evaluated by the Scientific Committee, following Double Blind Peer Review Method.

Todas las contribuciones fueron evaluadas por el Comité Científico, siguiendo el método de Peer Review doble ciego.

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

pratiche tradizionali e tecnologie innovative per
l'End of Waste

*traditional solutions and innovative technologies
for the End of Waste*

*prácticas tradicionales y tecnologías innovadoras
para la disposición de los desechos*

Indice

Table of Contents

Premessa / Foreword

- 14** Premessa. Il riciclaggio come ambito di ricerca per la pratica virtuosa
Foreword. Recycling as a research field for virtuous practice
Adolfo F. L. Baratta

Saggi / Essays

- 28** Upcycling dei materiali del patrimonio architettonico nella progettazione circolare
Upcycling of heritage materials in circular design
Graziella Bernardo
- 40** La qualità delle architetture con tecnologia di riciclaggio
The quality of architecture with recycle technology
Agostino Catalano
- 52** Informazione materiale: strumenti per l'implementazione dello urban mining in edilizia
Material information: tools for the urban mining implementation in the building sector
Massimiliano Condotta, Elisa Zatta
- 64** Da rifiuto a risorsa: il contributo dell'Italia al programma LIFE
From waste to resource: Italian contribution to the LIFE programme
Gigliola D'Angelo, Monica Cannaviello

- 74** Uso e riuso delle plastiche viniliche in edilizia
Use and reuse of vinyl plastics in construction
Camilla Sansone

Ricerche / Researches

- 88** *The environmental impact evaluation of building elements in architecture: the design for disassembly*
Laura Calcagnini
- 100** Guardare al passato per migliorare il futuro
Upcycle approach per l'Isola di Vetro
A glimpse into the past to develop a better future
Upcycle approach for the Isle of Glass
Paola Careno, Stefano Centenaro, Filippo De Benedetti
- 112** DRINC Beer: Designing Recycle
IN Concrete with Beer
DRINC Beer: Designing Recycle
IN Concrete with Beer
Denis Faruku, Roberto Giordano, Stefania Riccio
- 124** Lane minerali di vecchia generazione: la pericolosità del rifiuto dismesso
Old generation mineral wools: the riskiness of discarded waste
Ornella Fiandaca, Alessandra Cernaro

- 140** Lane minerali di vecchia generazione: la circolarità del rifiuto dismesso
Old generation mineral wools: the circularity of discarded waste
Alessandra Cernaro, Ornella Fiandaca
- 156** Diseño de productos y espacios desde el reciclaje y la reutilización de desechos
Design of products and spaces from recycling and reuse of waste
Fabio Enrique Forero Suarez
- 172** *E-waste recycling for monitoring the microclimate in sub-Saharan Africa*
Antonio Magarò
- 186** Sistemi di logistica del materiale per la gestione dei rifiuti nelle strutture ospedaliere
Material logistic systems for waste management in hospital
Massimo Mariani
- 198** *Effect of moisture content and mixing procedure on the Properties of Recycled Aggregate Concrete with Silica fume*
Beatriz E. Mira Rada, Andres Salas Montoya
- 210** Uva, nocciola e frumento: nuovi ingredienti per l'architettura e il design?
Grape, hazelnut and wheat: new ingredients for architecture and design?
Elena Montacchini, Silvia Tedesco, Jacopo Andreotti

- 222** Verso il circular building quale prassi progettuale. Un esempio di Design for Disassembly
Towards the circular building as design practice. A Design for Disassembly case study
Elisabetta Palumbo, Massimo Rossetti, Francesco Incelli, Francesca Camerin, Chiara Panozzo
- 236** *Reuse of salt waste in 3D printing: Case study*
Vesna Pungercar, Martino Hutz, Florian Musso
- 248** Il recupero di materiali attraverso la demolizione selettiva: un'analisi costi-benefici
The recovery of materials through selective demolition: a cost-benefit analysis
Giulia Sarra, Paola Altamura, Francesca Ceruti, Vito Introna, Marco La Monica
- 262** Il riciclaggio come propulsore innovativo nel settore produttivo del vetro
Recycling as an innovative driver in the glass production sector
Luca Trulli

Architetture e Design / Architectures and Design

- 276** Dallo scarto al valore. Quando dalla forma dei residui litici emergono vocazioni nascoste
From waste to value. When hidden vocations emerge from the shape of the stone residues
Laura Badalucco, Luca Casarotto
- 290** Il riciclaggio come pratica per la sostenibilità sociale. I mattoni in plastica riciclata di Gjenge Makers in Kenya
Recycling as a practice for social sustainability. Gjenge Makers' recycled plastic bricks in Kenya
Laura Calcagnini, Luca Trulli
- 304** Rifiuti e ospitalità in spazi urbani comuni: un'esperienza didattica nel laboratorio CIRCO
Waste and hospitality in common urban spaces: a didactic experience in the CIRCO laboratory
Francesco Careri, Fabrizio Finucci, Enrica Giaccaglia, Marco Mauti
- 316** Promuovere la cultura del riciclo: i Centri di Riuso
Promoting the culture of recycling: the Reuse Centres
Francesca Castagneto
- 328** Criteri di smontaggio e riciclaggio di componenti edilizi nei progetti di recupero e di nuova progettazione modulare. Qualità architettonica ed edilizia per costruzioni sostenibili
Criteria for disassembly and recycling of building components in restoration and new modular Architectural design. Building quality for sustainable construction
Agostino Catalano, Camilla Sansone

- 342** Distanze di cartone: sperimentare un Living Lab per l'Upcycling degli imballaggi
Carboard Distances: An experiment on an Upcycling Living Lab for envelopes
Stefano Converso
- 354** Fallimenti e successi di una start-up dell'economia circolare: il caso di studio Sfridoo
Failures and successes of a circular economy start-up: Sfridoo case study
Mario Lazzaroni, Marco Battaglia, Andrea Cavagna
- 366** Il recupero del legno rigenerato: l'esperienza olandese di Superuse Studios
The remanufacturing of reclaimed wood: the Dutch experience of Superuse Studios
Rosa Romano
- 380** Profili degli Autori
Authors Profiles

Denis Faruku

Architetto

Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design

denis.faruku@polito.it

Roberto Giordano

Professore Associato

Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design

roberto.giordano@polito.it

Stefania Riccio

Laureanda

Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design

stefania.riccio@studenti.polito.it

DRINC Beer: Designing Recycle IN Concrete with Beer

*DRINC Beer: Designing Recycle
IN Concrete with Beer*

*Circular Economy, Agro-industrial waste, Brewer's spent grain,
Lightweight concrete, Building recycling*

Summary

The materials of the circular economy are a non-obvious outcome related both to product and process innovation. An innovation that affects the investigations about the reuse of several by-products and wastes even in production processes different from those they were generated.

The DRINC Beer project (Designing Recycle IN Concrete with Beer) is included in a cluster of researches aimed at investigating the potential for transforming certain waste from agro-industrial manufacturing into secondary raw materials for the building sector.

In particular, the research aims to produce lightweight concrete by replacing traditional aggregates with brewer's spent grain and to develop a semi-industrial supply chain that could lead to a recovery closed-loop, especially in locations where wastes are still disposed in landfills or poorly reclaimed.

The paper deals with two relevant phases of the project. The first concerns the experimental activities carried out on the brewing dregs in order to produce specimens to be tested and assessed. The brewer's spent grains have been mixed with traditional materials, such as cement, water, sand and perlite. The paper focuses on the research carried out to improve the mix design until a cohesive mixture was obtained.

The second phase is addressed to designing a circular supply chain in which the brewer's spent grains are appropriately stored and processed. A crucial investigation aspect, necessary for optimising the recoverable quantities and for outlining new - hopefully circular - local development scenarios.

Introduzione

Il passaggio a un'economia circolare rappresenta un obiettivo che l'UE intende perseguire al fine di ridurre il costo ambientale e socio-economico legato all'utilizzo delle materie prime. Un obiettivo che trova un riscontro nel riuso e riciclaggio di materiali e nella logica di rifiuto come risorsa [COM 614, 2015].

Anche a livello nazionale emerge un interesse relativo alla transizione ecologica. Il documento "Verso un modello di economia circolare per l'Italia" del Ministero dell'Ambiente stabilisce che rifiuti e sottoprodotti saranno le chiavi per un nuovo modello di sviluppo [Min. Ambiente, 2017]. Un indirizzo strategico che si pone in continuità con i Criteri Ambientali Minimi (CAM), strumenti normativi per promuovere l'impiego di materiali ad alto contenuto di riciclato.

Queste disposizioni legislative stanno inoltre incentivando lo sviluppo di progetti di cooperazione tra imprese, organizzazioni di ricerca e *start-up* specializzate nel riutilizzo e nel riciclaggio di rifiuti, cui non fa eccezione il settore delle costruzioni.

In generale, il passaggio da economia circolare al progetto e allo sviluppo di materiali circolari [Montacchini, 2021] comporta un cambio di paradigma: i settori produttivi devono essere concepiti in modo più permeabile, consentendo che i flussi in entrata di un processo produttivo, corrispondano ai flussi in uscita (rifiuti e sottoprodotti) di un altro, anche se si tratta di settori apparentemente poco compatibili.

Nel contesto appena descritto si inserisce il progetto *DRINC Beer* (*Designing Recycle IN Concrete with Beer*), condotto dal gruppo di ricerca TeAM (Tecnologia e Ambiente) del Politecnico di Torino; in particolare, *DRINC Beer* è parte in un cluster di ricerche finalizzate al recupero e alla sperimentazione di sottoprodotti agroindustriali nel settore delle costruzioni chiamato *ALL YOU CAN'T EAT* [Giordano, 2020].

DRINC Beer: obiettivi e sintesi delle attività

DRINC Beer ha l'obiettivo principale di valutare le potenzialità di rici-

claggio di scarti della birrificazione [1] nel confezionamento di conglomerati in calcestruzzo leggero.

Propone un modello circolare di reimpiego delle risorse locali replicabile in diversi contesti del territorio nazionale. La scelta della trebbia [2] è da ricondurre a un'indagine iniziale condotta sulle proprietà dello scarto [Mussatto, 2006].

La trebbia è in grado di essere reimpiegata come: materia prima per il confezionamento di mattoni [Ferraz, 2013], carbone attivo per la bonifica delle acque [Osman, 2019], *pellet* per scopi energetici [Sperandio, 2017], substrato per la coltivazione di funghi e ingrediente per la produzione di pane [Pauli, 2015].

Nello specifico il progetto è stato suddiviso in due fasi, condotte in modo sincronico.

Nella prima, è stato sperimentato l'impiego delle trebbie all'interno dell'impasto cementizio; nella seconda, è stata condotta un'indagine su 10 birrifici presenti nel territorio campano, al fine di valutare le quantità di sottoprodotti disponibili e la creazione di una filiera di recupero.

Apertura dei setacci [mm]	Dimensione dei granuli [mm]	Peso medio dei granuli [g]	Peso sul campione analizzato [%]
6,3	≥ 6,3	22,8	7,6
5	5-6,29	34,6	11,5
3	3-4,99	156	52
2	2-2,99	18,4	6,1
1	1-1,99	58,7	19,6
0,5	0,5-0,99	8	2,7
0,2	0,2-0,49	1,5	0,5
Totale	-	300	100

Tabella 1. Distribuzione granulometrica delle trebbie di birra setacciate [Elaborazione degli autori].

La caratterizzazione delle trebbie e lo sviluppo di mix design

Le attività sperimentali hanno dovuto superare alcune difficoltà iniziali da ricondurre alla presenza di sostanze organiche e dall'elevato contenuto d'acqua della trebbia.

La trebbia è di norma caratterizzata da un'umidità iniziale stimabile in circa l'83%. Per questo, alcune porzioni di scarto, in ragione delle condizioni di stoccaggio, hanno dato luogo a fenomeni di decomposizione; è stato quindi necessario sottoporre i residui a cicli di lavaggio in soluzione di idrossido di sodio [3] ed essiccazione in forno ventilato per 24h a 75°. Solo quando è stata raggiunta l'umidità finale del 18% è stato possibile avviare la produzione dei provini.

Il *mix design* è stato sviluppato utilizzando i seguenti ingredienti: cemento naturale *Prompt* [4], acido citrico (ritardante di presa), acqua, trebbie di birra, sabbia silicea e perlite espansa (come aggregato minerale). L'integrazione di aggregati minerali nelle miscele è da considerare indispensabile per migliorare la coesione del calcestruzzo.

Per il *mix design* sono state condotte tre serie di prove, nelle quali i

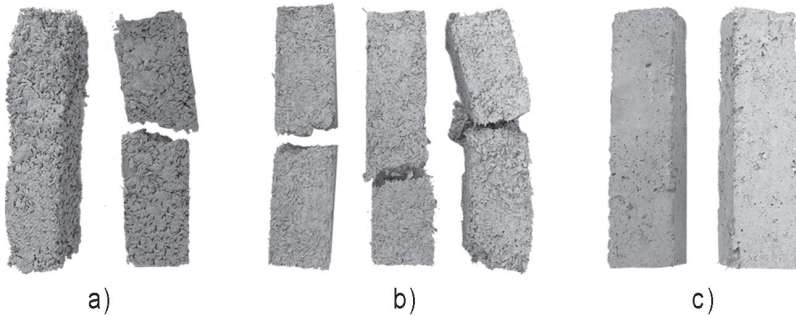


Figura 1 – Differenza di coesione tra gli aggregati utilizzati nelle tre serie di prove. a) Trebbie di birra 0-6,3 mm e sabbia silicea 0-2 mm, b) Trebbie di birra setacciate 3-4,99 mm e sabbia silicea 0-2 mm, c) Trebbie di birra calibrate 0,2-2,99 mm e perlite espansa 0,1-1 mm. [Elaborazione degli autori].

dosaggi di legante e ritardante di presa sono rimasti invariati, mentre sono cambiate le quantità degli aggregati, nonché il rapporto acqua/cemento.

La prima serie di prove è stata condotta impiegando la sabbia silicea (0-2 mm) e le trebbie di birra con una granulometria compresa tra 0-6,3 mm. Le analisi condotte sui 3 provini prodotti hanno però evidenziato problemi di coesione a causa della distribuzione granulometrica non uniforme della componente vegetale.

Nella seconda campagna sperimentale, le trebbie sono state setacciate per: distribuire uniformemente i granuli nel calcestruzzo e definire le quantità di sottoprodotto potenzialmente riciclabili (Tabella 1).

Dalla Tabella 1 si evince che le quantità maggiormente presenti nel campione sottoposto a setacciatura (300 g) sono suddivise in due classi granulometriche: 3-4,99 mm (52%) e 0,2-2,99 mm (circa il 29%).

Durante questa serie di prove, sono stati realizzati 17 provini che sono risultati ancora poco coesi, per effetto delle dimensioni e della forma oblunga che caratterizza le trebbie rispetto alla sabbia. Si è riscontrato inoltre un incremento del rapporto acqua/cemento (da 1,2 a 1,4) giustificato dall'aumento delle quantità di trebbie e dal loro comportamento idrofilo.

La terza serie di prove ha, infine, previsto di impiegare le trebbie con granulometria calibrata 0,2-2,99 mm e di sostituire la sabbia silicea con la perlite espansa (0,1-1 mm).

L'introduzione di aggregati fini, contenenti granuli di dimensioni inferiori a 3 mm, ha colmato gli interstizi presenti nei precedenti provini e ha permesso di confezionare 5 campioni coesi.

La Figura 1 illustra i risultati conseguiti su 7 dei 25 provini realizzati al Laboratorio Sistemi Tecnologici INnovativi del Politecnico di Torino.

La filiera di riuso delle trebbie di birra

Il settore brassicolo è in crescita. Nell'anno 2019, la produzione di birra in Italia è stata di 17.247.000 hl censendo un aumento del 4.7% rispet-

to al 2018 (produzione: 16,4 mln hl) in linea con il trend positivo del +27,6% registrato nel quinquennio 2014-2018 [Assobirra, 2019].

Posto che per ogni 100 l di birra vengono prodotti mediamente 20 kg di trebbie di birra, nel 2019, si stima che siano stati prodotti 344.940.000 kg di trebbie umide, di cui solo il 30% del totale risulta recuperato.

Gli attuali processi di riciclaggio sono indirizzati alla valorizzazione di trebbie umide nell'alimentazione animale, di trebbie di birra secche nella produzione di biogas, negli impasti farinacei e in ambito cosmetico.

Tali quantità, relativamente modeste orientate a recupero, unite ad alcune proprietà dello scarto, hanno costituito uno stimolo ad avviare



Figura 2. Trebbie di birra secche. [Foto degli autori].

un progetto di sperimentazione in un contesto normativo e culturale come quello precedentemente descritto.

Per poter determinare le possibilità di una diversa valorizzazione di sottoprodotto, è stato necessario valutare la disponibilità di trebbie, partendo da un ambito locale.

La ricerca si è concentrata sul territorio campano, ovvero un contesto socio economico che dal 2007 registra una costante crescita di birrifici artigianali/agricoli [Assobirra, 2012].

Nella Regione, non sono presenti birrifici industriali ma sono stati avviati 65 birrifici artigianali/agricoli, 46 *Beer Firm* e 10 *Brew Pub* [Microbirrifici, 2020]. In questa fase sono state stimate le disponibilità di trebbie di birra e le modalità di smaltimento.

È stato analizzato un numero campione di 10 birrifici, da cui è emerso che più del 50% ha una produzione annua inferiore ai 500 hl di birra.

Tutti i birrifici producono almeno una cotta a settimana, rendendo questo sottoprodotto reperibile tutto l'anno, garantendo un approvvigionamento continuo e costante. La somma della produzione di birra per i birrifici in esame ammonta a 5200 hl annui.

Facendo una media tra questo dato e il numero dei produttori di birra campani (Tabella 2) si stima la quantità di birra annua sul territorio pari a 63.000 hl, misura che equivale a 1.260.000 kg di trebbie umide.

Dall'analisi condotta sui birrifici è emerso che in sette casi su dieci le trebbie di birra vengono reimpiegate per usi zootecnici e che la maggior parte dei birrifici non percepisce introiti da questa operazione; laddove non è recuperata, la trebbia, viene smaltita come rifiuto speciale. Il valore di mercato di questo sottoprodotto è irrisorio, circa 3/5€ ogni 100 kg.

Questo costituisce un problema per i birrifici, in virtù dell'alto prezzo della materia prima (da 100€ a 200€/t), dei costi di trasporto delle trebbie di birra (15€/t per km) e dell'obbligo di smaltimento come rifiuto speciale. Laddove quindi si dimostrassero delle potenzialità di riciclaggio diverse rispetto a quelle attuali, ne deriverebbe un aumento del

valore economico dello scarto e la possibile nascita di filiere virtuose di trattamento e recupero.

Applicando il decremento del 72% alla quantità di trebbie di birra umide stimate prodotte dai birrifici campani (1.260.000 kg) si ricava la quantità medie di trebbie di birra secche (Figura 2) utilizzabili, pari a 352.800 kg/annui. Su queste basi è stato ipotizzato uno scenario che prevede varie possibilità di riutilizzo di questo sottoprodotto, con un particolare focus sul settore edile (Tabella 2).

Combinando i risultati delle fasi del progetto, si desume che una possibile filiera funzionerebbe se vi fosse un sito di produzione di calcestruzzi leggeri prossimo ai birrifici (circa 100 km).

Le trebbie di birra umide, dopo la fase di filtrazione, verrebbero divise in sacchi in polipropilene dai birrifici e ritirate da un'azienda, cui spetta il compito di trasportare e stoccare a breve termine la trebbia; una volta che il sottoprodotto è adeguatamente stoccato si può procedere a una fase di ispezione e cernita; la stessa azienda, o un'altra, ha il compito di conferire il sottoprodotto in forni per l'essiccazione (con capacità indicativa: 1750-2800 kg); terminata l'essiccazione la filiera si completerebbe con la setacciatura che consentirebbe di ottenere una

Regione Campania , Sottoprodotto: trebbie di birra	
Birra prodotta (hl/anno)	63.000
Trebbie di birra umide (kg/anno)	1.260.000
Trebbie di birra secche (kg/anno)	352.800
Quantità recuperabile- settore edile- (kg/anno)	198.000
Attrezzatura per l'essiccazione del sottoprodotto	Forno-capacità: 1750-2800 kg
Prezzo di vendita (€/100 kg)	3/5
Ricavo potenziale (€)	792.000,00
Distanza media dal sito di produzione delle malte (km)	100

Tabella 2. Quadro sinottico reale e stimato delle quantità e della vendita delle trebbie di birra in Campania [Elaborazione degli autori].

materia prima seconda pronta per essere impiegata in nuovi cicli di produzione. La realizzazione della filiera progettata potrebbe continuare a rifornire le aziende zootecniche, con quantità stimate pari a 378.000 kg. La restante parte, dopo essere stata essiccata, potrebbe essere così suddivisa: 20% per la produzione di biogas; 80% al settore edilizio.

Risultati e conclusioni

Le prove sino a oggi condotte nell'ambito del progetto *DRINC Beer* dimostrano che la trebbia della birra può essere reimpiegata nella produzione di malte per l'edilizia, in sostituzione di alcuni aggregati. Tuttavia, vi è da rilevare che le quantità di sottoprodotto riciclabili sono ancora modeste (29% del totale degli aggregati).

Nella progettazione della filiera è senza alcun dubbio lo stoccaggio la fase cruciale, poiché è propedeutico a una necessaria essiccazione, pena la degradazione aerobica del sottoprodotto.

L'attività di monitoraggio delle prestazioni meccaniche e fisico-tecniche costituirà certamente un banco di prova per comprendere le qualità della trebbia, di cui attendiamo con fiducia i risultati, del resto Platone ci ricorda: "Deve essere stato un uomo saggio a inventare la birra".

Note

- [1] Il processo di birrificazione è l'insieme delle operazioni che consentono di produrre la birra. Tale processo prevede le seguenti fasi: maltazione del cereale, macinazione dei granuli di malto, ammostamento del malto in acqua, filtrazione del mosto, bollitura e luppolatura, separazione delle sostanze solide, refrigerazione, fermentazione con aggiunta di lievito, maturazione in cisterna e imbottigliamento.
- [2] Le trebbie di birra sono costituite dalla parte esausta del malto d'orzo e includono gli involucri esterni della granella e le frazioni solide residue del cereale, uscenti per filtrazione dei mosti.

- [3] Le trebbie di birra sono state immerse per 24h in una soluzione contenente 10 l d'acqua e 400 g di NaOH (idrossido di sodio).
- [4] Il cemento naturale Prompt, prodotto dall'azienda Vicat Group, è un legante idraulico che presenta proprietà simili alla calce.

Bibliografia e referenze bibliografiche

- Assobirra [2012]. Disponibile da: www.assobirra.it/nasce-lassociazione-birra-della-campania-produrra-birre-con-materie-prime-regionali/ (consultato il 25/02/2021)
- Assobirra [2019]. "Annual Report 2019". Disponibile da: www.assobirra.it/wp-content/uploads/2020/07/AnnualReport_2019_S.pdf (consultato il 25.05.2020)
- COM 614 final [2015]. "L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'economia circolare". Disponibile da eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF (consultato il: 24.02.2021).
- Ferraz, E.; Coroado, J.; Gamelas, J.; Silva, J.; Rocha, R.; Velosa, A. [2013]. *Spent Brewery Grains for Improvement of Thermal Insulation of Ceramic Bricks*. ASCE, pp. 1638-1646.
- Giordano, R.; Montacchini, E.; Tedesco, S. [2020]. *ALL YOU CAN'T EAT: Research and Experiences from Agri-Food Waste to New Building Products in a Circular Economy Perspective*, Springer, pp. 149-164.
- Microbirrifici Campania [S.A.]. Disponibile da: www.microbirrifici.org/Campania_birrifici_regione.aspx (consultato il 07.12.2020)
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare [2017]. "Verso un modello di economia circolare per l'Italia. Documento di inquadramento e di posizionamento strategico". Disponibile da: www.labparlamento.it/wp-content/uploads/2017/12/Verso-un-modello-di-Economia-Circolare_MinAmbiente.pdf (consultato il: 24.02.2021).
- Montacchini, E.; Tedesco, S.; Di Prima, N. [2021]. *PROGETTARE E SVILUPPARE L'ECONOMIA CIRCOLARE. Un'esperienza didattica sulla*

trasformazione di rifiuti in nuove risorse per l'architettura e il design, Anteferma Edizioni, Treviso.

Mussatto S.I.; Dragone, G.; Roberto, I.C. [2006]. "Brewers' spent grain: generation, characteristics and potential applications", *Journal of Cereal Science*, pp 1-14.

Osman, I.A.; O'Connor, E.; McSpadden, G.; Abu-Dahrieh, J.K.; Farrell, C.; Al-Muhtaseb, A.H.; Harrison, J.; Rooney, D.W. [2019]. "Upcycling brewer's spent grain waste into activated carbon and carbon nanotubes for energy and other applications via two-stage activation", *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, pp. 183-195.

Pauli, G. [2015]. *Blue Economy 2.0. 200 progetti implementati, 4 miliardi investiti, 3 milioni di nuovi posti di lavoro creati*, Edizioni Ambiente, Milano.

Sperandio, G.; Amoriello, T.; Carbone, K.; Fedrizzi, M.; Monteleone, A.; Tarangioli, S.; Pagano, M. [2017]. "Increasing the Value of Spent Grain from Craft Microbreweries for Energy Purposes", *Chemical Engineering Transactions*, pp. 487-492.

Finito di stampare nel mese di
Maggio 2021.

Il IV Convegno Internazionale PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE, dedicato alle "Pratiche tradizionali e tecnologie innovative per l'End of Waste", si è tenuto sulla piattaforma Microsoft Teams il 28 maggio 2021. I contributi sono stati distribuiti, a seguito della procedura double blind peer review, all'interno delle tre sezioni che caratterizzano il Convegno Internazionale: Saggi, Ricerche, Architetture e Design. La partecipazione ha visto il coinvolgimento di numerosi atenei, centri di ricerca e start-up oltre al nutrito numero di membri del Comitato Scientifico. La raccolta degli Atti fornisce lo stimolo alla riflessione sulle pratiche tradizionali e la loro intersezione con le azioni più innovative, attraverso un ripensamento dell'End of Waste. L'elemento più interessante degli Atti è la varietà di prospettive: sebbene non vi sia la possibilità di leggere i contributi in continuità, essi restituiscono un panorama che promuove la conoscenza e stimola ulteriori indagini e ricerche.

Adolfo F. L. Baratta è Architetto e Dottore di Ricerca. Dal 2014 è Professore Associato in Tecnologia dell'Architettura presso l'Università degli Studi Roma Tre e, dal 2018, è abilitato come Professore Ordinario. È stato docente presso l'Università degli Studi di Firenze e Sapienza Università di Roma, nonché Visiting Professor presso la Universidad de Boyacá di Sogamoso (COL) e la HTWG di Konstanz (DE). Dal 2020 è esperto della Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili. È autore di oltre 200 pubblicazioni.

ISBN 979-12-5953-005-9



9 791259 530059 € 22,00