

VALUTAZIONE DELLA GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI IN UN CAMPUS UNIVERSITARIO ITALIANO: VERSO UNA MIGLIORE RACCOLTA DIFFERENZIATA

Navarro Ferronato^{1,*}, Laura Dalla Valle¹, Vincenzo Torretta¹

¹ Università Insubria, Dipartimento di Scienze Teoriche e Applicate, Varese.

Sommario – Il nuovo pacchetto dell’Economia Circolare emanato dall’Unione Europea punta a raggiungere una sempre migliore qualità della raccolta differenziata dei rifiuti urbani, prestando maggiore attenzione agli imballaggi leggeri. Nel panorama Europeo e internazionale, tale politica rappresenta un esempio di sostenibilità ambientale, sociale ed economica che ha l’obiettivo di promuovere la gestione appropriata delle risorse. Le Università, come enti di innovazione e ricerca, hanno l’obbligo di sostenere tali politiche, in modo da divulgare tra gli studenti e le municipalità le buone pratiche di sostenibilità, riportate anche negli obiettivi per lo sviluppo sostenibile emanati dalla Nazioni Unite nel 2015. L’articolo riporta i risultati di un’analisi dello stato attuale della gestione dei rifiuti e della raccolta differenziata all’interno di un Campus Universitario della Lombardia e una proposta di gestione per il miglioramento della raccolta differenziata. La ricerca è coerente con gli obiettivi del Gruppo di Lavoro Rifiuti della Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS) a cui l’Università fa riferimento per implementare studi relativi alla sostenibilità in Ateneo. In particolare, la ricerca è stata realizzata per raccogliere le informazioni necessarie per la redazione di report annuali e per l’implementazione di piani di gestione migliorati. Lo studio è stato svolto nel 2017 attraverso sopralluoghi, analisi merceologiche, stima dei quantitativi di rifiuti prodotti, e proposte di gestione per garantire una miglior raccolta differenziata dei rifiuti dell’Ateneo e un risparmio economico nell’ottica dell’introduzione della tariffazione puntuale. La metodologia di studio può essere replicata in altri campus italiani, in cui la raccolta differenziata non è ancora a livelli adeguati a soddisfare le richieste dell’UE, mentre l’articolo dà indicazioni agli attori interessati al tema di come le Università si stiano impegnando nel migliorare la gestione dei rifiuti in un’ottica di sviluppo sostenibile, economia circolare ed educazione ambientale.

Parole chiave: raccolta differenziata, rifiuti urbani, tariffazione puntuale, campus universitari, obiettivi di sviluppo sostenibile.

MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT ASSESSMENT IN AN ITALIAN UNIVERSITY CAMPUS: TOWARDS A BETTER SELECTIVE COLLECTION SYSTEM

Abstract – The new Circular Economy package introduced by the European Union looks at achieving a better quality of the selective collection of the municipal solid waste, with more attention at the packaging waste. In the European and international framework, this policy represents an example for the environmental, social and economic sustainability with the objective to promote the appropriate management of the resources. The Universities, as public entities for research and innovation, have the duty to sustain these policies, in order to divulgate the good practices reported also into the sustainable development goals introduced by the United Nations in 2015. This article reports the results of the analysis of the current waste management and collection system at a University Campus located in the Lombardy region (Italy) and a management proposal for improving the waste selective collection rate. The research, inserted in the waste working group agenda of the University network for the sustainable development, was carried out in 2017 through inspections, waste analysis, estimation of the quantities of waste produced, and proposals for the improvement of the waste management. The inspections were implemented for assessing the volume of the bins available for the collection of the recyclable waste, while the waste analysis allowed understanding the fractions detectable into the waste, as well as the quality of the selective collection. Finally, the weight of the waste generated was compared with the number of students present per day, obtaining an index about the quantity of waste generated for each structure of the university. The aim of the research is to ensure the sustainability of the University and assess the economic savings with the perspective to introduce the pay as you throw policy. The results of the research highlight the requirement to implement an improved selective collection system since the recycling rate does not overcome 50%. The inclusion of the students through sensitivity campaigns is also compulsory, as well as the actors involved in the solid waste management system, since the quality of the selective collection is still low. However, the waste generated at the campus is composed of about 40% of organic fraction, 30% plastic and 20% paper. Therefore, about 90% of the waste is recyclable. These amounts allow understanding the importance in the application of improved selective collection systems, which could reduce the expenses due to solid waste management in case of pay as you throw tariffs. Moreover, this practice could spread the awareness about environmental impacts and the need of a green university, for reducing its ecological footprint. The study could be replicated in other university campus where the selective collection is still too low for respecting the objectives requested by the European Union. Therefore, the research could be useful at

* Per contatti: Università Insubria, Via G.B. Vico, 46 – 21100, Varese. Cel. 338.8875813. E-mail: nferronato@uninsubria.it.

national and European level for suggesting a new approach for quantifying the waste generated. In particular, the method could be useful in cases where data are not collected or known at municipal level. The paper provides indications to the stakeholders on how the universities are introducing activities for improving the selective collection of the solid waste in a sustainable development, circular economy and environmental education perspective. Moreover, it provides data about the quantities generated per student and the fractions detectable in a university campus. These results could be compared with other contexts, providing useful information for improving the solid waste management system.

Keywords: *selective collection, municipal solid waste, pay as you throw, university campus, sustainable development goals.*

Ricevuto il 23-7-2018. Modifiche sostanziali richieste il 26-9-2018. Correzioni richieste il 27-11-2018. Accettazione il 13-12-2018.

1. INTRODUZIONE

Il tema della gestione dei rifiuti rientra nel programma d'azione dell'Agenda2030 per lo Sviluppo Sostenibile sottoscritto nel settembre 2015 dai Governi dei 193 Paesi membri dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) (UN, 2018). In particolare, dei 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (SDGs), il tema della gestione dei rifiuti riguarda i Goal 12, produrre e consumare in modo sostenibile, Goal 11, costruire comunità e città sostenibili, Goal 14, proteggere gli ecosistemi acquatici, e Goal 6, garantire acqua pulita e igiene pubblica alla popolazione (UNDP, 2018).

Nell'Unione Europea (UE), la gestione dei rifiuti è definita nella Direttiva 2008/98/CE in cui si stabilisce un quadro giuridico per il trattamento dei rifiuti, studiato in modo da proteggere l'ambiente e la salute umana. In tale direttiva viene sottolineata l'importanza di applicare adeguate tecniche di gestione, riutilizzo e riciclaggio dei rifiuti, volte a ridurre le pressioni sulle risorse e a migliorarne il loro uso. Secondo quanto riportato nella Direttiva Europea, il riciclo dei rifiuti urbani dovrebbe raggiungere il 65% entro il 2030, mentre la percentuale di rifiuti smaltiti in discarica deve ridursi al 10%. Le direttive del nuovo "pacchetto economia circolare" in vigore dal 4 luglio 2018 e che modificano le precedenti (CE, 2018), puntano a obiettivi ancora più ambiziosi, ovvero il riciclaggio del 65% del rifiuto (CE, 2015a, 2015c), il che implica una raccolta differenziata maggiore del 65%, e la disposizione finale inferiore al 10% (CE, 2015b).

A livello nazionale italiano, la gestione dei rifiuti è disciplinata in termini generali dalla Parte Quar-

ta del D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 (cosiddetto Codice ambientale), emanato in recepimento delle direttive comunitarie in materia di rifiuti, rifiuti pericolosi, imballaggi e rifiuti di imballaggio ed in vigore dal 29 aprile 2006. Dalla stessa data il provvedimento ha abrogato e sostituito, tra gli altri, il D.Lgs 5 febbraio 1997, n. 22 (cosiddetto Decreto Ronchi). Alle disposizioni in materia recate alla Parte IV del D.Lgs 152/2006 si aggiungono quelle specifiche recate da numerosi provvedimenti settoriali. Nello specifico, Regione Lombardia ha approvato (Dgr n. 1990 del 20 giugno 2014) il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (PRGR) che si pone come obiettivo, entro il 2020, il contenimento della produzione pro capite di rifiuti urbani mediante il disaccoppiamento dalla spesa per consumi delle famiglie, indicatore che riguarda gli acquisti per beni e servizi effettuati dai soli cittadini (RL, 2016). Inoltre, entro il 2020, si prevede che ogni abitante produca 455 kg/anno di rifiuti urbani (nel 2013 la produzione pro-capite è stata di 461,2 kg) (RL, 2016).

È possibile raggiungere una riduzione nella produzione dei rifiuti, seppur minima, anche grazie ad azioni di prevenzione, quali la tariffazione variabile o puntuale per quantitativo di rifiuto indifferenziato prodotto, azioni contro lo spreco alimentare, la diffusione di centri del riuso, l'acquisto di prodotti alla spina e la pratica del compostaggio domestico (Salhofer et al., 2008). La Regione Lombardia, ad esempio, intende raggiungere il 67% di raccolta differenziata a livello regionale entro il 2020 e il 65% a livello di singolo Comune, mantenendo e sviluppando i valori di raccolta presso quei Comuni che hanno già raggiunto e superato il 65%. Per raggiungere queste percentuali di raccolta e, più in generale, per implementare un efficiente sistema di raccolta differenziata, il PRGR si propone di diffondere sul territorio un sistema omogeneo di raccolta almeno per le frazioni principali nell'80% dei Comuni entro il 2020, incrementare le quantità intercettate di Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano (FORSU) e aumentare la capillarità dei centri di raccolta (RL, 2016).

Lo studio presentato in questo articolo riguarda la gestione del rifiuto in un campus universitario collocato in Lombardia, in un'area in cui la raccolta differenziata ha raggiunto il 65% nel 2018 e in cui il Comune segue le direttive europee, nazionali e regionali sopra citate. L'Università è inserita in una città di circa 80.000 abitanti, dove la tariffazione puntuale non è ancora applicata, per cui non sono

disponibili dati in termini di frazioni merceologiche prodotte dall'Università stessa. Gli studenti iscritti sono circa 5.000, i quali sono prevalentemente concentrati in un unico campus, anche se le sedi amministrative sono collocate nelle zone del centro della città, caratteristica tipica degli Atenei italiani. Inoltre, l'Ateneo aderisce alla Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS), proposta formalmente in ambito della Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI) nel luglio 2015, e che rappresenta la prima esperienza di coordinamento e condivisione tra tutti gli Atenei italiani impegnati sui temi della sostenibilità ambientale e della responsabilità sociale, facendo riferimento agli SDGs (RUS, 2018).

Lo studio, realizzato nel 2017 con una durata di circa sei mesi, vuole valutare la qualità del sistema di raccolta e gestione del rifiuto in un'Università inserita in un contesto virtuoso di raccolta differenziata, ma in cui il sistema interno di gestione non ha portato a risultati soddisfacenti in termini di raccolta differenziata. Lo scopo, quindi, è quello di verificare quali siano le difficoltà e le condizioni attuali dell'Ateneo, proponendo una metodica di studio che fornisca dati utili per la pianificazione della raccolta. Pertanto, lo studio propone una metodologia per calcolare i valori di raccolta differenziata in un campus universitario, valutando i risparmi economici ottenibili ipotizzando lo scenario in cui il pagamento della tariffa sui rifiuti (TARI) sia valutata in funzione della quota variabile di rifiuto indifferenziato conferito. Questo scenario è del tutto realistico, visti i numerosi casi in Italia che ne vedono l'adozione. Lo studio tiene conto della necessità di implementare un sistema anche partecipativo per includere studenti, dipendenti e personale tecnico (Disterheft et al., 2012), e le necessità per la pianificazione di un sistema di raccolta rifiuti sostenibile, quali il coordinamento di strategie universitarie, il monitoraggio, lo sviluppo di politiche "verdi", la stesura di report periodici e la cooperazione con studenti, autorità locali, partner regionali e nazionali (Zhang et al., 2011). Infine, tale studio è importante per perseguire gli obiettivi dell'UE in termini di riciclaggio, in quanto punta alla riduzione del conferimento di rifiuto indifferenziato al sistema di raccolta urbano.

2. MATERIALI E METODI

L'analisi della gestione dei rifiuti nel campus universitario è stata applicata valutando tre fattori principali: la metodologia di raccolta, le quantità e

le frazioni di rifiuto prodotto. In particolare, è stata realizzata una campagna di sopralluoghi che ha permesso di identificare le infrastrutture presenti per ogni padiglione (inteso come edificio in cui sono realizzate le attività didattiche, di ricerca ed amministrative dell'Università), il lavoro del personale addetto alla pulizia e rimozione dei rifiuti, l'attività del responsabile di ogni struttura (o padiglione) e le destinazioni d'uso di aule, uffici e laboratori. Quindi, note le aree di riferimento, i quantitativi di rifiuto generati, le aree adibite a stoccaggio e smaltimento e i volumi disponibili per la raccolta, è stato possibile valutare dove il sistema potesse migliorare per aumentare la raccolta differenziata in Ateneo, ridurre i costi e migliorare la qualità del servizio. Si precisa che tale metodo è stato pensato *ad hoc* per il caso in esame, ma può essere replicato in ogni struttura che non abbia noti i quantitativi di rifiuto prodotti o non abbia report relativi alla raccolta e trasporto del rifiuto. Inoltre, le attività di campo hanno permesso di stimare i quantitativi di rifiuto prodotti in aree in cui non si sono svolte le analisi, fornendo una stima dei volumi totali generati in Ateneo anche per le strutture non comprese nel campus, dove per Campus si intende l'area in cui sono concentrati i padiglioni per la didattica e la ricerca. In particolare, il campus in esame è delimitato da un'area al cui intorno sono presenti parcheggi, aree ristoro, mensa, collegio e palestra per gli studenti. I padiglioni esterni a quest'area sono tendenzialmente adibiti ad uffici per i docenti ed il personale amministrativo.

2.1. I sopralluoghi

I sopralluoghi sono stati realizzati nell'80% dei padiglioni del campus, coprendo il 50% dell'intera università (considerando la totalità delle strutture facenti parte della rete universitaria della città). Alcuni, interni ed esterni al Campus, non sono stati riportati nello studio in quanto nei prossimi anni verranno sgomberati e ricollocati in altre aree, mentre per altri il contributo in termini di generazione di rifiuto è da considerarsi trascurabile. Le attività hanno richiesto la collaborazione degli addetti alla portineria o dei responsabili del padiglione per coordinare le visite. Inoltre, il lavoro è stato coordinato insieme agli uffici tecnici responsabili della logistica, gestione rifiuti e manutenzione, oltre che all'impresa privata di gestione dei rifiuti. Durante i sopralluoghi sono stati contati il numero di cestini presenti in ogni aula e ufficio e sono stati intervistati gli addetti delle pulizie e il personale di

portineria. I dati così raccolti durante i sopralluoghi (escluse le interviste) sono stati elaborati con foglio elettronico di calcolo (Excel). Si tenga presente che nelle aree adibite ad uffici non è stato sempre possibile effettuare un conteggio attento e preciso del numero dei cestini, valutare la loro collocazione e il loro volume in quanto erano spesso occupati o chiusi. Le interviste, svolte in maniera informale, invece, sono state necessarie per capire le dinamiche interne ai padiglioni per la gestione e smaltimento del rifiuto. Tali informazioni sono state raccolte per proporre degli indici relativi ai volumi disponibili per lo smaltimento dei rifiuti in funzione della metratura e per valutare la metodologia di raccolta differenziata attuale. I padiglioni considerati, la loro destinazione d'uso, e le attività di sopralluogo realizzate sono riportati in Tabella 1. Si tenga conto che per aule didattiche si intende le aree dell'Università adibite all'insegnamento, per aree ristoro le zone interne ai padiglioni dove sono collocati distributori automatici e forni microonde per il riscaldamento dei cibi e per ufficio si intende un unico locale in cui sono presenti massimo tre postazioni (con scrivania, computer e cestino)

2.2. Le analisi merceologiche

Le analisi relative alla merceologia del rifiuto sono state introdotte per identificare le tipologie di materiali scartati dal personale e dagli studenti in funzione delle diverse destinazioni d'uso delle strutture. Le analisi sono state svolte per ottenere dati il più esemplificativi possibile nel minor tempo possibile in termini di giorni dedicati allo studio. In tal senso si sono differenziati i dati deri-

vanti da aree dedicate alla didattica, uffici, laboratori e infine aree di alloggio per studenti. Per questo motivo sono state effettuate sei analisi merceologiche del rifiuto, in particolare tre presso il padiglione D (considerando in maniera separata il rifiuto raccolto dagli uffici e dalle aule), una nel padiglione A, una presso il collegio (padiglione F) e una nel padiglione C, dove sono presenti uffici e laboratori.

Le frazioni merceologiche considerate si riferiscono alla metodologia di raccolta differenziata proposta dal Comune della città, in cui vengono divisi carta, cartone e Tetrapak, plastica (imballaggi in PP e PE, bicchieri usa e getta e bottiglie PET) e alluminio, vetro, umido (scarti di cibo e fazzoletti bianchi sporchi) e infine l'indifferenziata. Le analisi sono state svolte sia per i sacchetti dell'indifferenziata, per valutare il quantitativo di rifiuto che potrebbe essere separato e recuperato, sia nei sacchi della plastica e nei contenitori della carta e cartone (presenti solo nel padiglione C e nel collegio) con l'obiettivo di valutare le percentuali di impurità presenti all'interno dei sacchi. In particolare, solo nel collegio la raccolta differenziata viene realizzata in maniera continua e organizzata. Pertanto, si sono analizzati principalmente i sacchi di rifiuto indifferenziato, in quanto è la tipologia di rifiuto maggiormente prodotta. In Tabella 2 sono riportate le caratteristiche delle analisi realizzate. I giorni scelti per le analisi sono il lunedì, mercoledì e giovedì nei mesi di aprile e maggio, in quanto sono le giornate in cui sono presenti il numero maggiore di studenti. Le analisi sono state svolte durante le ore serali, raccogliendo il rifiuto delle 24h. È stata quindi considerata la totalità di rifiuto generato in una giornata.

Tabella 1 – Padiglioni del Campus considerati nello studio, relativa destinazione d'uso e attività di sopralluogo realizzata

Codice padiglione	Destinazione d'uso	Attività svolta
A	Aule didattiche	Numerazione dei cestini, calcolo del volume e mappatura della collocazione per ogni aula.
B	Aule didattiche, uffici	Intervista al personale, numerazione dei cestini, calcolo del volume e mappatura della collocazione per ogni aula e ufficio.
C	Uffici, laboratori e biblioteca	Intervista al personale, visita alla biblioteca, laboratori e uffici del piano terra e del primo piano per verifica del numero di cestini presenti e tipologia.
D	Aule didattiche, uffici	Intervista al personale, numerazione dei cestini, calcolo del volume e mappatura della collocazione per ogni aula e ufficio.
E	Uffici e laboratori	Intervista ai responsabili delle rispettive sedi e verifica delle metodologie di smaltimento dei rifiuti.
F	Collegio – Alloggio studenti	Intervista al responsabile del Collegio, verifica delle metodologie di smaltimento e gestione dei rifiuti, visita nelle camere e luoghi comuni per gli studenti.

Tabella 2 – Analisi merceologiche svolte all'interno del Campus Universitario

Padiglione	Giorno dell'analisi	Tipologia di rifiuto analizzata	Massa (kg)
A-aule	Lunedì	Indifferenziato	11.9
C-uffici & laboratori	Mercoledì	Indifferenziato	16.9
D-aule	Mercoledì	Indifferenziato	10.3
D-aule	Mercoledì	Indifferenziato	14.8
D-aule	Mercoledì	Indifferenziato	17.8
D-uffici	Giovedì	Indifferenziato	5.5
F-alloggi	Giovedì	Indifferenziato	10.4
F-alloggi	Giovedì	Carta	4
F-alloggi	Giovedì	Plastica	2.4

Le analisi sono state svolte all'interno delle strutture, in un'area dedicata allo scopo. Il rifiuto è stato raccolto dal personale addetto e stoccato in un'area predisposta. Si è utilizzato l'equipaggiamento di protezione individuale di base (guanti in tessuto con rinforzo, mascherina, tuta integrale), un dinamometro elettrico con sensibilità di 0,1 kg e metro. Il materiale presente nei sacchi è stato differenziato manualmente, disponendolo in altri sacchi in plastica vuoti del volume di 110 L. Alla fine della selezione, ogni sacco è stato pesato con il dinamometro e il quantitativo ottenuto riportato in kg e in % (in massa) rispetto al rifiuto totale selezionato, valutando la densità dello stesso in funzione del peso e del volume occupato nel sacco (il volume totale considerato è stato ridotto del 20% in quanto si è tenuto conto dello spazio necessario per la sua chiusura). Ogni analisi merceologica ha richiesto dalle 2 alle 3 ore circa. I dati così ottenuti sono stati utilizzati per stimare le frazioni merceologiche. Inoltre, le quantità di rifiuto ottenute dalle analisi si sono utilizzate per stimare anche i quantitativi generati nei padiglioni non esaminati, in funzione del numero di uffici, il numero di studenti presenti e i metri quadri di estensione.

I dati acquisiti per le aree didattiche sono stati riferiti al numero di studenti presenti durante le lezioni, dato disponibile grazie al lavoro iniziato nel 2015 e organizzato dall'ufficio logistica dell'Università per la rendicontazione del numero di studenti presenti ad ogni lezione. Per sistematizzare il dato, il personale conta gli studenti presenti ad ogni lezione e i valori ottenuti per ogni lezione vengono tabulati ed inseriti in una banca dati online. Attraverso questo dato, è possibile stimare in modo indiretto la quantità di rifiuto prodotto giornalmente e il numero di cassonetti e ce-

stini necessari per ogni padiglione in funzione dell'utilizzo della struttura. I dati delle presenze giornaliere si sono mediate per ottenere il numero di universitari presenti per padiglione nelle giornate delle analisi, in modo da quantificare la massa di rifiuto generato nei padiglioni in cui sono presenti aule didattiche. Pertanto, attraverso questa metodologia, si è potuto stimare il quantitativo generato nei padiglioni A, B e D, i quali sono destinati alla didattica. Il padiglione A contiene 1250 ± 330 studenti, il padiglione B 370 ± 180 e il padiglione D 1120 ± 220 .

Si tenga conto che le analisi della massa hanno un errore pari alla sensibilità dello strumento (0,1 kg), mentre per le analisi merceologiche si è considerato il singolo dato ottenuto o la media di più analisi con il relativo intervallo di confidenza, ad un livello di confidenza del 95%, utilizzato per generalizzare il valore ottenuto dalle analisi per tutto l'Ateneo. Il periodo scelto per le analisi è relativo a giorni di regolare funzionamento degli uffici e laboratori e di normale svolgimento delle attività didattiche. I dati riportati non possono essere considerati esaustivi, in quanto vengono calcolati in giornate prefissate senza considerare le variabilità dovute alla stagione, periodo di massima e minima affluenza agli uffici, giorno della settimana, attività esterne o eventi particolari quali lauree o convegni. Per ottenere questa tipologia di dato sarebbe necessario intraprendere una campagna di analisi periodica protratta per almeno un anno, difficile sotto il punto di vista economico. Lo studio elaborato vale come metodo per ragionare sulle produzioni medie annuali e per valutare qual è il principale rifiuto generato in Ateneo in condizioni di assenza di dati, con attenzione al risparmio di tempo e di risorse per ottenerli.

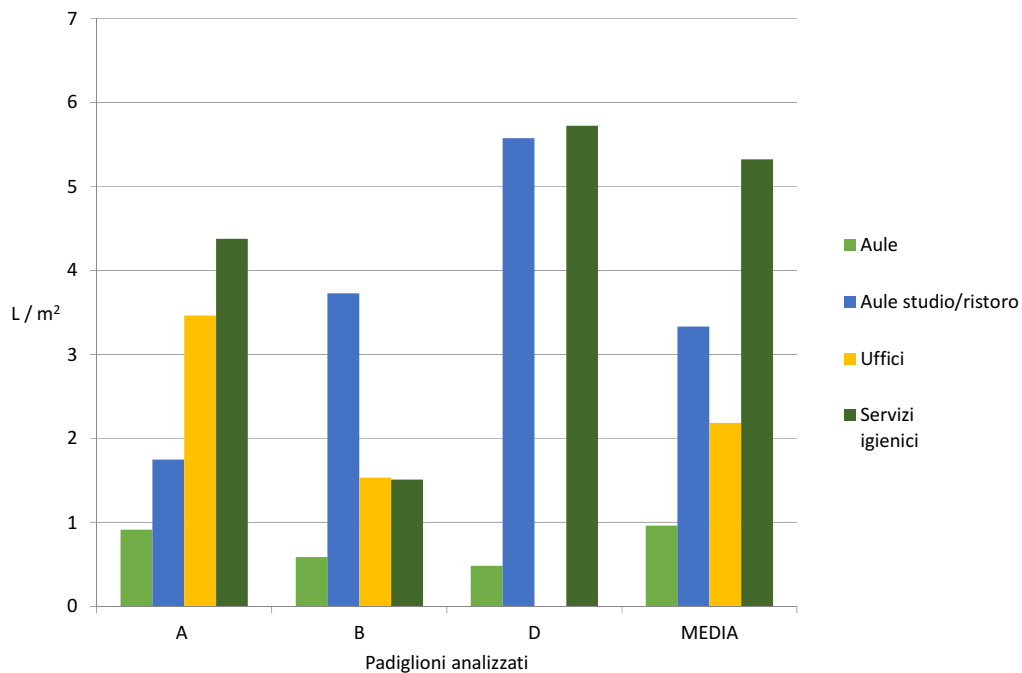


Figura 1 – Medie volumi per metro quadro di superficie per le diverse tipologie di locale nei padiglioni in cui sono presenti le aule per la didattica

3. RISULTATI

3.1. I volumi disponibili e le metodologie per la raccolta del rifiuto

I sopralluoghi ai padiglioni e la rielaborazione dei dati raccolti permettono di ottenere un quadro iniziale della disponibilità di volumi. Dato fondamentale è il volume disponibile per l'allocazione del rifiuto, calcolato per metro quadro di superficie calpestabile. In particolare, le superfici considerate sono specifiche per le diverse destinazioni d'uso dei locali (aula, aula studio/ristoro, ufficio o bagno). La Figura 1 riassume le medie ottenute nei diversi padiglioni adibiti alla didattica e la media complessiva dei volumi disponibili per l'allocazione del rifiuto in termini di litri per metro quadro. Si nota come vi sia una disparità nel numero di cestini disponibili per la raccolta, il che porta a concludere che sia innanzitutto necessaria una risistemazione dei volumi.

Inoltre, si possono discriminare i volumi disponibili per la raccolta differenziata. In media, i volumi dedicati alle frazioni recuperabili sono inferiori al 50%, con il caso del Padiglione B che riduce tali volumi a valori inferiori al 10%. Ciò dimostra come non ci sia una linea comune nel gestire la raccolta, bensì ogni padiglione presenta metodologie differenti. In particolare, i cestini sono spesso obsoleti e non idonei per la raccolta dif-

ferenziata, di colori differenti e con scritte o diciture sommarie (se presenti) per segnalarne il contenuto (a volte anche in modo errato). Questo evidenzia la necessità di definire un'unica modalità comune di distribuzione dei volumi destinati alla raccolta.

Da quanto riportato dalle interviste, gli addetti alle pulizie utilizzano un terzo del loro tempo per lo smaltimento del rifiuto, il quale viene spesso raccolto in maniera indifferenziata in quanto gli utenti non si prodigano nella selezione dei materiali anche a causa della non conformità dei cestini adibiti alla raccolta. Si tenga presente che il personale incaricato alla rimozione del rifiuto deve, secondo contratto, raccogliere separatamente la frazione dei rifiuti solidi urbani, provvedere allo svuotamento dei contenitori predisposti dal committente e trasportare i rifiuti differenziati al luogo di raccolta. Pertanto, l'infrastruttura deve essere garantita dall'Università e il rifiuto deve essere stato differenziato accuratamente dagli utenti.

3.2. Le analisi merceologiche

3.2.1. I padiglioni per la didattica

Secondo la ricerca realizzata, ogni studente presente contribuisce, in media, alla generazione di rifiuto per 13,4 g al giorno. Tale valore permette di stimare i quantitativi di rifiuto prodotto giornalmente nei padiglioni per la didattica. In Tabella 3

Tabella 3 – Quantità di rifiuto urbano generato nei padiglioni per la didattica

Padiglione	Media presenze	Rifiuto generato giornalmente (kg)			Totale annuo (kg)		
		Media	Min.	Max	Media	Min.	Max
A	1252 ±330	16.7	11.2	23.1	1635	1482	1787
B	365 ±180	4.9	2.2	8	995	451	1632
D	1120 ±220	15	10.9	19.6	3060	2227	4006

sono riportati i quantitativi di rifiuto, minimi e massimi, generati in un giorno e all’anno nei tre padiglioni per la didattica interni al campus. Tali valori sono stati ottenuti dal prodotto tra la media delle presenze e il valore medio di rifiuto generato in un giorno per studente presente.

I dati ottenuti dalle analisi merceologiche svolte all’interno dei padiglioni della didattica hanno permesso di ricavare le frazioni merceologiche medie presenti nei rifiuti. Il risultato delle analisi (espresso in % in massa) è riportato in Figura 2. Si nota come la maggior parte del rifiuto generato sia organico (circa 27%), che se sommato ai fazzoletti o tovaglioli bianchi raggiunge il 40% del rifiuto. La frazione organica non contribuisce significativamente al riempimento dei cestini, in quanto è la frazione più densa, ma concorrerebbe all’aumento del costo finale della raccolta se venisse applicata una TARI puntuale.

La seconda frazione più presente è la plastica, con circa il 32% della massa totale generata. Va sottolineato, infine, come la frazione indifferenziata non riciclabile sia pari al 14% della massa totale, composta prevalentemente da carta sporca e plastica non riciclabile.

Durante le analisi merceologiche si è anche valutato il quantitativo di liquidi presenti nei contenitori, in particolare nelle bottiglie in PET e nelle lattine. Si è riscontrato che, in media, i quantitativi (in massa) di liquidi presenti nel rifiuto sono pari al 6% (±2,3, 95%). Questo valore non è stato inserito nel computo della frazione merceologica riportata in Figura 2, in quanto i valori ottenuti dalle analisi merceologiche sono stati calcolati al netto della presenza dei liquidi. Questa semplificazione permette di non aumentare l’errore relativo alle densità del rifiuto e di valutare solo le frazioni del rifiuto rispetto al totale prodotto. Ciò non toglie che la pratica dello svuotamento dei liquidi prima del conferimento a cestino debba essere incentivata in quanto questo 6% rappresenta un costo che potrebbe essere evitato nel caso in cui la TARI puntuale venisse applicata.

3.2.2. Gli uffici e il contributo dato dai laboratori

Nell’analisi del rifiuto generato dai 36 uffici considerati nello studio del padiglione D, viene calcolato solo il rifiuto indifferenziato e non si con-

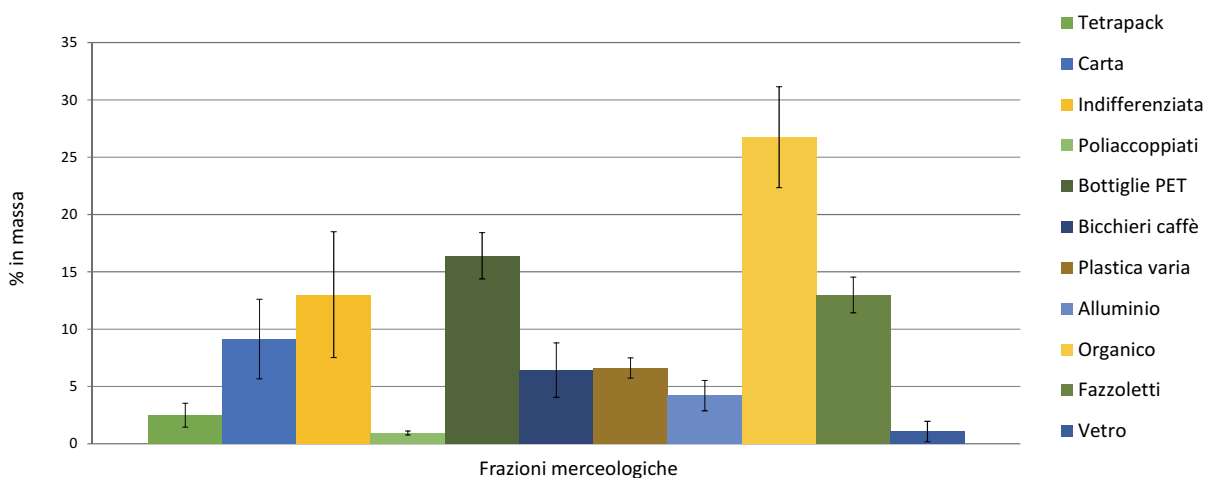


Figura 2 – Frazione merceologica media delle componenti separate durante le analisi e prodotte dagli studenti all’interno dei padiglioni per la didattica

sidera la massa di carta raccolta separatamente nell'area dedicata alle fotocopie, della quale si può stimare una produzione pari a circa un cassonetto da 120L ogni settimana (circa 3,5 kg di carta a settimana). Tale semplificazione si realizza in quanto la carta rappresenta l'unica frazione differenziata nell'area uffici del padiglione D. Si intenda che il numero di uffici considerati è relativo a locali singoli adibiti a personale tecnico/amministrativo e docente. La massa media totale prodotta giornalmente da 36 uffici è pari a 3,7 kg \pm 1,8, per una produzione pari a 101,9 g di rifiuto indifferenziato per ufficio. Di questa, si è calcolato che il solo 7% è indifferenziata, mentre il 13% è carta riciclabile, il 28% plastica mista e 52% organico. Si osserva come i quantitativi prodotti all'interno degli uffici siano irrilevanti se paragonati ai quantitativi prodotti all'interno delle aree ristoro e delle aule.

Per avere un termine di paragone relativo alla produzione di uffici e laboratori, è stata svolta un'analisi merceologica del rifiuto indifferenziato e una stima dei quantitativi prodotti durante una giornata anche per il padiglione C, in cui sono presenti uffici e laboratori. Si precisa che per "rifiuto urbano generato dai laboratori" si intende la frazione generata dal personale che, lavorando all'interno dei laboratori ed essendo presente all'interno della struttura, contribuisce alla generazione di rifiuto (fogli di appunti, bottiglie, imballaggi in plastica...). In questo modo, si è potuta dedurre la produzione di rifiuto generato dal personale presente negli uffici e dal personale di laboratorio.

Tale valutazione si è realizzata determinando il numero di stanze presenti adibite ad uffici e laboratori. Il quantitativo di rifiuto stimato attribuibile al personale di laboratorio si ottiene sottraendo al quantitativo totale generato dalla struttura il valore imputabile agli uffici ottenuto dalla prima analisi svolta nel padiglione D (101,9 g). Per far ciò si è moltiplicato il valore imputabile agli uffici per il numero totale di uffici presenti nella struttura e si è sottratto tale valore alla massa totale. La massa di rifiuto rimanente è stata divisa per il numero di laboratori presenti, ottenendo così la massa generata per laboratorio (il quale può contenere dai 3 ai 5 ricercatori, stagisti, tirocinanti o studenti).

Il calcolo è schematizzato nell'equazione seguente (1):

$$\text{Rifiuto laborat [g]} = \text{Rifiuto tot. padiglioni. (32.540 g)} - \text{prod. ufficio (101,9 g)} \cdot \text{num. uffici (66)}_{\text{numero di laboratori della struttura (57)}}$$

Tabella 4 – *Quantità di rifiuto generata nel padiglione D*

Frazione merceologica	Densità (kg/m ³)	Massa generata (kg/giorno)	%
Organico	226,5 \pm 68,4	1,3	4,1
Indifferenziata	53,5 \pm 32,9	16,9	51,9
Carta	28,4 \pm 5,2	7,6	23,5
Plastica	21,6 \pm 1,2	6,7	20,6
Totale		32,58	100

Il valore ottenuto è pari a 452,9 g, il quale rappresenta il rifiuto assimilabile ad urbano prodotto dalla presenza degli operatori. Tale dato è utilizzabile per stimare i quantitativi di rifiuto generati in padiglioni in cui non sono a disposizione dati attendibili e misurati in loco ma sono presenti le planimetrie con le destinazioni d'uso. Si consideri, inoltre, che all'interno di questo computo sono anche presenti i quantitativi generati dalle aree ristoro, dai bagni e dai locali per le riunioni o per lo studio adibite ai ricercatori stessi, locali a disposizione in qualunque padiglione adibito ad uffici e alla ricerca. Pertanto, tale indicatore è una semplificazione ed è un dato esaustivo per considerare tutto il rifiuto generato dal personale addetto allo studio/ricerca.

Nelle frazioni conferite nel giorno dell'analisi non è stata riscontrata la presenza di vetro, né in bidone, né come quantitativo presente all'interno dell'indifferenziata, perciò tale valore non compare nel computo del rifiuto prodotto. Le quantità ottenute sono riportate in Tabella 4. Se ne deduce che circa il 52% del rifiuto conferito è indifferenziato. Si è quindi effettuata l'analisi merceologica del rifiuto indifferenziato, per valutare i quantitativi di materiale riciclabile presenti al suo interno e per identificare i margini di miglioramento del sistema di raccolta differenziata interno al padiglione D. In questo caso la frazione indifferenziata non riciclabile è pari al 59% in cui sono presenti considerevoli quantitativi di materiale plastico usa e getta non riciclabile. Pertanto, la raccolta potrebbe essere migliorata, in quanto vi è un 36% di materiale riciclabile, quali umido, plastica e alluminio (non sono state ritrovate frazioni cellulosiche). Si consideri, inoltre, che la presenza di residui liquidi, quali acqua e bibite, contribuisce anche in questo caso all'aumento in massa della frazione indifferenziata e della plastica. Se l'utente svuotasse le proprie bottiglie pri-

Tabella 5 – *Quantità di rifiuto urbano generato nel Collegio Cattaneo*

Tipologia di materiale	Giorni di stoccaggio	Massa totale (kg)	Massa giorno (kg)	%
Umido	3	34,1	11,4	41
Vetro	15	34,9	2,3	8
Indifferenziata	7	47,9	6,8	24
Carta	15	43,7	2,9	10
Plastica	15	69,6	4,6	17
Totale			28,1	100

ma di gettarle, si potrebbe risparmiare circa il 7% di rifiuto generato (in massa).

3.2.3. *Il collegio per gli studenti*

Il Collegio (padiglione F) rappresenta il luogo di domicilio per 107 studenti dell'Università ed è perciò da considerare, in termini di produzione di rifiuti, come area urbana abitativa. All'interno di quest'area viene effettuata la raccolta differenziata, controllata dagli addetti della struttura, i quali monitorano il comportamento degli studenti in merito alle buone pratiche di separazione del rifiuto. Il rifiuto viene separato nelle 4 frazioni principali: carta, vetro, plastica e umido. L'analisi del rifiuto è stata divisa in due parti:

- Valutazione della raccolta di carta e plastica generata nelle 24h e verifica delle quantità di rifiuto riciclabile presenti all'interno del rifiuto indifferenziato generato in circa 7 giorni.
- Pesatura e valutazione della merceologia nelle diverse frazioni di rifiuto prodotte tra due raccolte, in particolare: umido generato in 3 giorni; carta, vetro e plastica generate in 15 giorni; indifferenziata generata in 7 giorni.

Sono stati così ricavati dati utili per capire quanto la raccolta differenziata del rifiuto sia corretta e per quantificare il rifiuto generato giornalmente per abitante.

Il rifiuto prodotto nelle 24h di un giovedì è pari a 23,4 kg, ed è la quantità che si è utilizzata per avere un primo dato relativo alla frazione merceologica di rifiuto generato. Vetro e umido si possono considerare correttamente differenziati e con assenza di impurità, all'interno della carta si è ritrovato il 17,6% (in massa) di impurità mentre nella plastica il 13,6% (in massa). Sono state ricavate, quindi, le frazioni presenti all'interno del rifiuto. Tali frazioni sono state ottenute considerando che le percentuali di impurità trovate in carta e plastica vadano a far parte delle merceologie di appartenenza. In tal senso, il rifiuto generato nel Collegio è pari al 54% umido, 9% plastica, 16% vetro,

15% carta e solo il 6% non riciclabile. Il dato non è esaustivo, in quanto valutato solo nelle 24h di una giornata infrasettimanale. Ciò nonostante, questo quantitativo si può confrontare con le quantità di rifiuto generate tra due raccolte.

Analizzando le quantità di rifiuto indifferenziato prodotte in circa una settimana (10,4 kg), si è invece riscontrato che il 46% del rifiuto ivi presente è riciclabile o comunque differenziabile nelle rispettive frazioni merceologiche. In particolare, il 18% è composto da umido e il 18% da plastica. Da queste analisi si deduce come non vi sia una perfetta conformità al conferimento, soprattutto per quanto riguarda plastica e indifferenziata non riciclabile. Ciò significa che una considerevole parte del rifiuto raccolto potrebbe essere differenziato e separato in maniera più accurata, anche se, in generale, si può constatare che all'interno del collegio vi sia una tendenza positiva nel differenziare il rifiuto.

Per quantificare la massa di rifiuto prodotta per abitante, è stato pesato il rifiuto generato tra due raccolte da parte dell'ente preposto, in modo da considerare un dato più rappresentativo. In particolare, si sono calcolati in maniera diretta i pesi di plastica e indifferenziata per mezzo della pesatura dei sacchi, mentre si sono calcolati in maniera indiretta le quantità relative a vetro, umido e carta in quanto non era possibile rimuovere i rifiuti dai contenitori a causa dei grandi volumi presenti all'interno dei cassonetti e non depositati in sacchi. Per calcolarle si sono misurati i volumi dei contenitori usati per la raccolta e si sono considerate le densità del materiale raccolto, pari a 224 kg/m³ per il vetro, 23,9 kg/m³ per la carta e 284,1 kg/m³ per l'umido. Tali valori sono stati calcolati nelle analisi merceologiche precedenti. I quantitativi totali riscontrati in termini di volumi e massa sono riportati in Tabella 5. Si precisa che i giorni di stoccaggio sono variabili in funzione dei tempi della raccolta differenziata municipale.

Secondo i dati raccolti, in totale al Collegio si producono giornalmente circa 28,1 kg di rifiuto, dei quali il 24% è indifferenziato. Ciò significa che ogni

utente produce giornalmente circa 262,5 g di rifiuto, nei quali viene anche considerato l'ammontare prodotto nei corridoi, nelle aree ristoro e nei cestini esterni. Le percentuali ottenute dall'analisi indiretta riportata in Tabella 5 presentano un errore, in quanto, come dimostrato dall'analisi merceologica svolta per carta, plastica e indifferenziato, l'attenzione dell'utente nel separare il rifiuto non è perfetta. Pertanto, la frazione indifferenziata dovrebbe essere minore, mentre plastica, carta e vetro dovrebbero essere in quantitativo maggiore. Ad ogni modo, l'analisi merceologica riportata in Tabella 5 è da considerarsi come caratterizzazione di riferimento del rifiuto prodotto nel Collegio in quanto è il totale conferito al sistema di raccolta comunale.

3.3. *Analisi dei quantitativi complessivi e valutazioni economiche*

3.3.1. *Quantitativi totali prodotti e raccolta differenziata*

Il dato disponibile relativo alle presenze degli studenti per padiglione, insieme alla produzione media di rifiuto per studente presente, ha permesso di ricavare la massa totale di rifiuto generata giornalmente all'interno dei padiglioni per la didattica e quindi di stimare quale sia il rifiuto generato annualmente. Si tenga presente che i dati riportati sono relativi ai giorni scolastici annui, ovvero 204, escludendo quindi festivi, sabati e domeniche oltre che pause estive e invernali. Il valore totale è pari a 9,1 tonnellate di rifiuto indifferenziato generato in un anno, il quale potrebbe essere differenziato per ottenere un livello di riciclaggio pari all'86%. Tale percentuale si riferisce alle analisi merceologiche realizzate all'interno dei padiglioni per la didattica, in cui si è calcolato che, in media, il rifiuto riciclabile è pari all'86% del rifiuto generato (paragrafo 3.2.1 – Figura 2).

Pertanto, attualmente, il tasso di raccolta differenziata nei padiglioni per la didattica si potrebbe assestare attorno ad un valore massimo del 5%, il quale è costituito principalmente dalla carta che viene raccolta nei pressi delle fotocopiatrici (dato non presente all'interno delle analisi) e dal cartone di imballaggio raccolto separatamente e conferito direttamente presso i cassonetti di raccolta eterni. Inoltre, il tasso di raccolta differenziata dipende anche da quale addetto raccoglie il rifiuto, in quanto accade sia che l'addetto separi le frazioni plastiche dai sacchetti dell'indifferenziata o, al contrario, che mischi il rifiuto riciclabile presente nei sacchetti con quello indifferenziato, se la raccolta differenziata non è stata fatta correttamente dagli

utenti. Ad ogni modo, in questo caso ci si basa sui dati ricavati dalle analisi merceologiche e dai sopralluoghi, perciò il rifiuto in questo caso viene valutato come conferimento indifferenziato.

A questi quantitativi si deve sommare la massa di rifiuto prodotta all'interno del Collegio. Annualmente nel Collegio si generano circa 10,3 tonnellate di rifiuto, delle quali il 24% è conferito come indifferenziato (dato ottenuto dalle analisi merceologiche presso il collegio – paragrafo 3.2.3 – Tabella 5). Questa percentuale, però, potrebbe essere ridotta, in quanto dalle analisi merceologiche si è dedotto che il 56% del rifiuto conferito come indifferenziato non sia riciclabile, mentre il resto potrebbe essere valorizzato. In breve, attualmente la raccolta differenziata realizzata nel Collegio universitario contribuisce alla generazione annua di 2,5 tonnellate di rifiuto indifferenziato, che possono essere ridotte a 1,3 tonnellate per mezzo di una raccolta differenziata spinta e puntuale. Allo stesso modo, si potrebbe migliorare la raccolta conferendo materiale selezionato di maggiore qualità.

Infine, si deve sommare il contributo degli uffici e "dei laboratori", ovvero del personale ricercatore, tecnico e amministrativo. In media, si è calcolato che un ufficio può contribuire a generare 101,9g \pm 49,9 di rifiuto al giorno mentre il personale che lavora presso i laboratori può produrre circa 452,9 g di rifiuto. Come detto, questi quantitativi tengono conto anche dei rifiuti prodotti nei bagni, aree ristoro, corridoi e aree studio dei padiglioni, quindi si considerano esaustivi nel caso in cui si stimino i quantitativi generati all'interno di una struttura in cui si conoscono il numero di uffici e di laboratori. Di questi, i quantitativi di rifiuti riciclabili rappresentano una quota tra il 70% e il 93% del rifiuto generato. Ciò porta a concludere che attualmente dagli uffici/laboratori si generano 4,8 t di indifferenziato che possono essere ridotti a 1,6 t nel caso in cui venga introdotto un sistema di riciclaggio migliore. Tale dato si riferisce alla possibilità di differenziare la totalità del rifiuto riciclabile che, secondo le analisi merceologiche effettuate nei padiglioni D e C, è pari ad almeno il 70%. Pertanto, se si considera il valore attualmente conferito relativo a rifiuto differenziato ed indifferenziato, meno quanto è conferito ma che potrebbe essere riciclato, il quantitativo realmente conferibile si ridurrebbe del 66%.

Si deduce che non vi sia uniformità nella raccolta e che ogni padiglione gestisce in maniera diversa la raccolta e separazione del rifiuto, senza seguire una specifica linea guida. Tali differenze si possono riscontrare anche tra piano e piano dello stesso

padiglione, come per la zona uffici e didattica. In generale il sistema di raccolta differenziata si può considerare insufficiente per gli standard comunali, nazionali ed europei. Infatti, il rifiuto totale generato in un anno dal Campus è circa pari a 27,4 tonnellate e la media di raccolta differenziata nel campus si attesta al 35-40%, mentre i quantitativi di materiale che potrebbero essere differenziati permetterebbero di raggiungere un livello di riciclaggio superiore all'80% (valore confermato dalle analisi merceologiche).

3.3.2. Stima del rifiuto nei padiglioni non analizzati

Per valutare i quantitativi di rifiuto complessivamente conferito al sistema di raccolta si sono dedotte le quantità di rifiuto generato all'interno dei padiglioni esterni al Campus in funzione del numero di uffici e laboratori presenti in ogni padiglione. Si tratta di una stima che permette di valutare il rifiuto generato senza avere la disponibilità di dati noti. In questo modo, si possono calcolare i quantitativi di rifiuto prodotti all'interno dei padiglioni non visitati, ma dei quali si hanno le planimetrie con le relative destinazioni d'uso. I quantitativi non rispecchiano le attività realmente svolte nei padiglioni ma quelle potenziali, cioè se i padiglioni fossero utilizzati al pieno dei loro spazi e destinazioni d'uso. Si può quindi stimare che i padiglioni esterni al Campus, adibiti ad uffici del personale amministrativo e tecnico, contribuiscono alla generazione di circa 7,6 tonnellate di rifiuto che, in quest'analisi, si considerano indifferenziati in quanto si utilizza come modello di raccolta il caso dei padiglioni con la stessa destinazione d'uso, in cui gli uffici non effettuano raccolta differenziata, se non per un 5% che deriva dalla separazione della carta. Si evince come la maggior parte del rifiuto venga generato nei padiglioni della didattica e nelle aree interne al Campus, mentre i padiglioni esterni contribuiscono con meno del 30% del totale del rifiuto conferito.

3.3.3. Stime economiche

Secondo la regolamentazione comunale l'Ateneo rientra nella categoria 01 (scuole ed edifici pubblici) per la quale si pagano 2,48239 €/m². Considerando, quindi, solo la superficie dei padiglioni di proprietà dell'Università, è possibile frazionare il costo per ogni padiglione, escludendo dal computo le superfici dei laboratori, i quali non vengono considerati come "generatori di rifiuti urbani". Infatti, si parte dal presupposto che laboratori e stabulari conferiscano il rifiuto in maniera separata in quanto rifiuto speciale. Attualmente l'Ateneo paga

circa 75.000 € per il servizio di raccolta rifiuti. Il totale del costo della TARI stimato in questo studio non rispecchia esattamente il dato reale in quanto dedotto da dati indiretti.

Il volume di rifiuto prodotto al metro quadro è stato dedotto dalle analisi merceologiche dalle quali si sono ricavate la massa e la densità del rifiuto misto e indifferenziato. Per la conversione in volume sono stati utilizzati i valori di densità relativi al rifiuto misto. I volumi così ottenuti si sono poi divisi per i metri quadri totali della struttura. Questi dati consentono di avere una visione globale delle spese sostenute dall'Ateneo in termini di gestione dei rifiuti.

Noti i metri quadri calpestabili degli edifici e la loro destinazione d'uso, e noti i quantitativi di rifiuto generato in Università, diventa possibile stimare i costi futuri della TARI a tariffazione puntuale. Questo permetterebbe di avere lo scenario di come andrebbero a variare i costi se la raccolta rimanesse com'è attualmente. Per tal fine, si è considerato come esempio la metodologia di tariffazione applicata da un comune del Trentino, nel quale la raccolta differenziata ha superato l'80%. Del Comune si hanno a disposizione i dati relativi alla tariffazione per metro quadro, fissa per conferimento del rifiuto residuo e variabile per il conferimento di quantità in eccesso di rifiuto urbano residuo. In particolare, per la categoria 01 alla quale fa riferimento l'Università, si propone:

- Quota fissa pari a 0,9363 €/m².
- Quota variabile di 0,09 € per litro di rifiuto indifferenziato conferito.
- Quota minima di rifiuto indifferenziato conferito pari a 3,03 L/m².

Si tenga presente che questa forma di pagamento della TARI ha crescente diffusione nei comuni italiani in quanto rappresenta una metodologia efficace per aumentare il livello di raccolta differenziata fino al 65-70%.

I dati relativi ai costi della TARI allo stato attuale secondo la metodologia di pagamento puntuale sono riportati in Figura 3. Per il calcolo del tasso fisso si sono utilizzati i coefficienti proposti, moltiplicati per i metri quadri delle superfici dell'Ateneo (esclusi i laboratori). Il costo totale fisso non ha quindi margine di errore. Per il calcolo del tasso variabile, riferito al volume di rifiuto indifferenziato conferito oltre la quota minima, si sono tenuti conto i quantitativi di rifiuto prodotto in Ateneo per metro quadro. In particolare, si è detratta la quota fissa minima di rifiuto indifferenziato prodotto per metro quadro proposta (3,03 L/m²) al volume stimato per il padiglione considerato e il va-

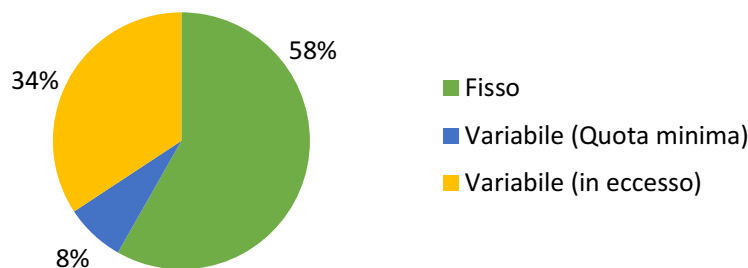


Figura 3 – Frazionamento dei costi della TARI a cui dovrebbe far fronte l'Università secondo la tariffazione puntuale

lore ottenuto si è poi moltiplicato per i coefficienti della quota variabile. Da questa analisi si intuisce come il cambio di tariffazione penalizzerebbe l'attuale sistema di raccolta del rifiuto, in quanto la quota variabile di pagamento, ovvero quella relativa al conferimento in eccesso di rifiuto residuo, rappresenterebbe il 34% della TARI totale.

La percentuale relativa alla quota variabile rappresenta anche la frazione in cui si può effettivamente agire per ridurre le spese di gestione del rifiuto. Introducendo un sistema efficiente di raccolta differenziata è infatti possibile ridurre i quantitativi di rifiuto indifferenziato e quindi risparmiare sulla TARI a tariffazione puntuale. Si consideri il caso in cui si introduca un nuovo sistema di raccolta differenziata in Ateneo, che permetta di ridurre annualmente del 10% il rifiuto indifferenziato misto conferito (rispetto all'anno di partenza). Si consideri inoltre la possibilità che nel 2019 il Comune decida di inserire nel sistema di gestione la tariffazione puntuale del rifiuto con un sistema porta a porta controllato. Secondo quanto proposto, l'Università necessiterebbe di almeno 10 anni per poter ridurre considerevolmente i costi ed avere un risparmio effettivo, tempo ipotizzabile per introdurre un nuovo sistema di raccolta differenziata e per ottenere una buona risposta da parte di tutti gli utenti dell'Ateneo. Inoltre, il pagamento sarebbe sempre maggiore se paragonato allo stato attuale di tariffazione fissa fintanto che non si produca un quantitativo di rifiuto indifferenziato inferiore alla soglia minima. Si vuole dunque evidenziare come la tariffazione puntuale inserita con il sistema di raccolta dei rifiuti attuale, comporti un esborso economico notevolmente superiore, pari a circa 390.000 € in 10 anni. Inoltre, se si introducesse un sistema di raccolta differenziata migliorata, nei 10 anni, si avrebbe un risparmio pari a circa 225.900 €. Infine, se si rispettassero i quantitativi desunti dalla TARI puntuale per quanto riguarda il conferimento minimo di indifferenziata, annualmente, si avrebbe un risparmio di circa 3.000 € rispetto allo stato attuale della tariffazione.

4. DISCUSSIONE

4.1. Il metodo proposto

La metodologia di studio proposta in questo contributo è conseguente alla necessità di rendere note le opportunità che la raccolta differenziata può fornire ad un Campus Universitario nel caso in cui i dati non siano noti agli uffici tecnici. In particolare, l'assenza di dati relativi ai quantitativi e alle frazioni merceologiche generate è dovuta all'applicazione della tariffazione per superficie e non per produzione di rifiuto. Pertanto, questo metodo può essere replicato anche in altri contesti in cui la tariffazione puntuale non è stata ancora implementata, ma dove vi sia la volontà e la necessità di introdurre sistemi di raccolta del rifiuto efficienti ed in coerenza con gli obiettivi Europei. Inoltre, i dati raccolti hanno permesso di estrapolare valutazioni teoriche relative ai quantitativi di rifiuto prodotti in padiglioni non analizzati, così come il costo della gestione dei rifiuti nel caso in cui venisse applicata la raccolta puntuale del rifiuto (paragrafi 3.3.2 – 3.3.3). Tali analisi hanno permesso di ottenere delle indicazioni utili per la pianificazione delle priorità di intervento e degli investimenti che si possono realizzare in futuro, riducendo gli sprechi e ottimizzando il sistema di raccolta.

I risultati ottenuti hanno permesso di capire come le difficoltà interne ad un Campus universitario siano molteplici. Tra le più rilevanti, la non uniformità dei sistemi di gestione, la necessità di politiche inclusive e l'assenza di dati per implementare nuovi piani di gestione. Ciò nonostante, i dati ottenuti hanno permesso di quantificare le opportunità che una raccolta differenziata migliorata possa portare anche in termini economici. Ciò si traduce in altrettante misure correttive che devono essere apportate per perseguire tali opportunità. Si vede necessaria l'introduzione di nuove infrastrutture per la raccolta, quali cestini e cartellonistica, informazioni precise e puntuali relative alla meto-

dologia di raccolta del rifiuto, seminari e campagne che includano gli studenti e che permettano di diffondere i principi di sostenibilità. Infine, i risultati ottenuti portano a concludere che sia necessario introdurre appropriate isole ecologiche, uniformi per ogni padiglione, in cui i volumi disponibili non eccedano la richiesta, in modo da ridurre i tempi di lavoro degli addetti alle pulizie.

Tali azioni correttive devono essere affiancate da pratiche di riduzione della generazione del rifiuto, quali l'introduzione di cassette per l'acqua per la riduzione della produzione di plastica e la diffusione di regole di sostenibilità che suggeriscano di ridurre i consumi di carta e il rispetto delle regole della raccolta. In questo modo non si incentiverebbe solo il riciclaggio ma anche la riduzione, principio che sta alla base della gerarchia del rifiuto così come presentata dall'UE. Inoltre, tali pratiche sarebbero in coerenza con il principio di Università sostenibile e "green University".

4.2. Le università e la sostenibilità

I campus universitari possono essere considerati come delle "piccole città" viste le loro grandi dimensioni, il numero di persone che le frequenta e la molteplicità di attività che si svolgono (Alshuwaikhat e Abubakar, 2008). Pertanto, tali aree devono essere gestite in maniera integrata e specifica, riducendo gli impatti causati dalle attività di ricerca e insegnamento come il consumo di energia e di acqua, la produzione di rifiuti, i trasporti e l'emissione di gas a effetto serra, principi anche promossi dalla RUS. Le pratiche di conservazione dell'energia e la riduzione delle emissioni delle strutture del campus permetterebbero di perseguire il concetto di Università "verde" ("green university"), promuovendo gli obiettivi di sviluppo sostenibile promossi a livello globale (SDGs).

L'università dovrebbe dunque utilizzare il concetto di sostenibilità come base per gestire la formazione, creando un modello di università attraverso lo sviluppo sostenibile (Tan et al., 2014). In tal senso, la sostenibilità dei campus si è evoluta negli ultimi decenni in modo significativo: inizialmente è emersa come un'iniziativa informale, incentrata sull'ecologia, confinata nei campus degli istituti d'istruzione superiore; nel corso del tempo, la sostenibilità dei campus si è evoluta verso politiche più formali, olistiche ed extramurali, facendo assumere alle università il ruolo di agenti e modelli di cambiamento (Washington-Ottombre et al., 2018), sempre nell'ottica dell'adeguamento alle

politiche internazionali riportate dagli SDGs (Caiaio et al., 2018).

Lo sviluppo di università sostenibili può essere esempio e modello di cambiamento per tutta la società verso il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità. Per fare ciò si deve partire dagli studenti, aumentando in loro la sensibilità alla sostenibilità, attraverso una proposta di gestione interna coinvolgente e includente, che comprenda seminari, campagne d'informazione, giornate dedicate e partecipazione degli stessi. Questo deve anche essere incentivato tenendo conto che gli studenti di università "verdi" concordano che la loro università si presenta come ecologica, ottengono più informazioni riguardo all'ambiente e partecipano alle attività di sostenibilità rispetto agli studenti dell'università "non verde" (Dagiliūtė et al., 2018). Un altro importante incentivo al miglioramento della sostenibilità per gli studenti e le università è l'introduzione alla *Green Metric*, prima metodologia di *ranking* internazionale per le Università che confronta la sostenibilità ambientale degli Atenei, la quale offre a ciascuna università l'opportunità di esaminare la propria forza e debolezza nel promuovere università verdi e a sviluppo sostenibile (Swartha e Sari, 2013).

Lo studio riportato in questo articolo si propone di supportare gli obiettivi dell'economia circolare proposti dall'UE, gli SDGs e *Green Metric*, includendo gli studenti e facendo sì che le politiche di sostenibilità interne vengano promulgate anche presso i Comuni in cui i campus stessi sono inseriti.

5. CONCLUSIONI

Lo studio svolto ha come obiettivo il miglioramento della gestione dei rifiuti per mezzo del potenziamento della raccolta differenziata. Tale ricerca è in linea con gli obiettivi del gruppo di lavoro rifiuti della RUS, di cui l'Ateneo fa parte. Infatti, gli obiettivi della RUS, per quanto concerne i rifiuti, richiedono di individuare strategie per passare da un'economia di tipo lineare ad una di tipo circolare negli Atenei Italiani.

La fase iniziale di analisi dello stato presentato ha compreso sopralluoghi ai padiglioni del campus e analisi merceologiche dei rifiuti prodotti. Ciò ha permesso di identificare le lacune nella gestione attuale del rifiuto e definire le misure di miglioramento della raccolta differenziata. Lo studio dello stato attuale ha evidenziato come non ci sia uniformità nella raccolta e come ogni padiglione ge-

stisca in maniera diversa la raccolta e separazione del rifiuto senza linee guida condivise. In generale il sistema di gestione dei rifiuti e di raccolta differenziata si può considerare insufficiente per gli standard comunali, nazionali ed europei. Dai risultati dei dati raccolti e rielaborati si evince che il rifiuto totale generato in un anno dal campus è circa pari a 27,4 tonnellate e la media di raccolta differenziata si attesta al 35-40%, mentre i quantitativi di materiale che potrebbero essere differenziati permetterebbero di raggiungere un livello di riciclaggio superiore all'80%.

L'applicazione di un sistema di riciclaggio virtuoso ed efficiente potrebbe portare a numerosi benefici. Innanzitutto, un beneficio ambientale legato ad una maggiore valorizzazione del rifiuto e ad una riduzione delle quantità prodotte di materiale non riciclabile. In secondo luogo, un'importante beneficio di natura economica rappresentato dal risparmio ottenibile nel momento in cui venisse applicata la metodologia di tariffazione puntuale al conferimento del rifiuto.

Lo studio eseguito rappresenta solo il primo passo per introdurre i principi dell'Economia Circolare all'interno dei campus universitari, in accordo ai valori della RUS e degli obiettivi per lo sviluppo sostenibile emanati dalle Nazioni Unite. I passaggi successivi a questo studio includeranno l'implementazione del sistema proposto, la valutazione dello stesso nel tempo e la replica delle analisi svolte. L'applicazione di tali linee guida dovrebbe consentire un generale miglioramento della sensibilità ambientale degli studenti, del personale tecnico-amministrativo e degli addetti alle pulizie riguardo ai temi ambientali, in modo da divulgare i principi dell'economia circolare e dello sviluppo sostenibile.

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Alshuwaikhat H.M., & Abubakar I. (2008). An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Journal of cleaner production*, 16(16), 1777-1785.
- Caiado R.G.G., Leal Filho W., Quelhas O.L.G., de Mattos Nascimento D.L., & Ávila, L. V. (2018). A Literature-Based Review on Potentials and Constraints in the Implementation of the Sustainable Development Goals. *Journal of Cleaner Production*, 198, 1276-1288.
- Commissione Europea – CE (2018). Pacchetto economia circolare. Disponibile online al sito: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (consultato nel luglio 2018).
- Commissione Europea – CE (2015a). Direttiva del parlamento europeo e del consiglio relativa alle discariche di rifiuti 2015/0274. Disponibile online al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015PC0594&from=EN> (consultato nel luglio 2018).
- Commissione Europea – CE (2015b). Direttiva del parlamento europeo e del consiglio relativa alle discariche di rifiuti 2015/0274. Disponibile online al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015PC0594&from=EN> (consultato nel luglio 2018).
- Commissione Europea – CE (2015c). Direttiva del parlamento europeo e del consiglio sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio. Disponibile online al sito: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015PC0596&from=EN> (consultato nel luglio 2018).
- D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 – Supplemento Ordinario n. 96.
- Dagilūitė R., Liobikienė G., & Minelgaitė A. (2018). Sustainability at universities: Students' perceptions from Green and Non-Green universities. *Journal of Cleaner Production*, 181, 473-482.
- Disterheft A., da Silva Caeiro S.S.F., Ramos M.R., & de Miranda Azeiteiro U.M. (2012). Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions—Top-down versus participatory approaches. *Journal of Cleaner Production*, 31, 80-90.
- Nazioni Unite – UN (2018). The 2030 agenda for sustainable development. Disponibile online al sito: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (consultato nel luglio 2018).
- Regione Lombardia – RL (2016). Rifiuti: Problema o risorsa? Sostenibilità ambientale: la gestione dei rifiuti in Lombardia. Disponibile online al sito: www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/e97b6ccf-a3ef-4ba2-a54f-d051315cb474/quaderno_rifiuti_142x210_hires.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=e97b6ccf-a3ef-4ba2-a54f-d051315cb474b.
- RUS – Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (2018). Disponibile online al sito: <https://sites.google.com/unive.it/rus/home> (consultato nel luglio 2018).
- Salhofer, S., Obersteiner, G., Schneider, F., & Lebersorger, S. (2008). Potentials for the prevention of municipal solid waste. *Waste management*, 28(2), 245-259.
- Suwartha N., & Sari R.F. (2013). Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*, 61, 46-53.
- Tan H., Chen S., Shi Q., & Wang L. (2014). Development of green campus in China. *Journal of Cleaner Production*, 64, 646-653.
- United Nation Development Program – UNDP (2018). Sustainable development Goals. Disponibile online al sito: <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html>. (Consultato nel luglio 2018).
- Washington-Ottobre C., Washington G.L., & Newman J. (2018). Campus sustainability in the US: Environmental management and social change since 1970. *Journal of Cleaner Production*, 196, 564-575.
- Zhang N., Williams I.D., Kemp S., & Smith N.F. (2011). Greening academia: Developing sustainable waste management at Higher Education Institutions. *Waste management*, 31(7), 1606-1616.



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2018 è sostenuta da:



INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE



N. 4/2018



ecopneus
il futuro dei pneumatici fuori uso, oggi



www.ingegneriadellambiente.net

