

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali



Corso di laurea in Scienze Naturali

Tesi in Didattica delle Scienze Naturali

ELABORATO FINALE:

Sostenibilità e Università – Una prospettiva di integrazione fra ricerca,
educazione, azione attraverso misure del carico ambientale del
Dipartimento di Biologia Animale e dell’Uomo

Relatrice:
Dott.ssa Elena Camino

Candidata:
Lidia Larecchiuta

Anno accademico 2009/2010

SOMMARIO

Introduzione	1
Capitolo I – Le conoscenze naturalistiche per la sostenibilità	3
1.1 – Flussi di energia e trasformazioni di materia	3
Un primo approccio al tema dell’energia: le difficoltà nel trattare tale argomento	3
Una visione di insieme: energia e materia nei sistemi naturali	6
Gli indicatori di sostenibilità	7
1.2 – Strategie per alleggerire il peso umano	14
Un’introduzione al tema: il principio di precauzione	14
Aumentare l’efficienza: il ruolo dell’innovazione tecnologica	15
Ridurre l’uso e modificare le componenti dei processi	15
Riflessioni sul tema: cambiare la visione del mondo	16
Capitolo II – Sostenibilità e Università	19
I ruoli dell’Università nei confronti della Sostenibilità	19
Uno sguardo fuori d’Italia	21
L’Ateneo di Torino	24
Capitolo III – Lo studio di caso	29
3.1 – Introduzione allo studio	29
3.2 – Lo studio del caso DBAU	31
Acqua	31
Riscaldamento	36
Energia Elettrica	44
Materiali	52
3.3 – Calcolo dell’Impronta Ecologica del DBAU	54
3.4 – Conclusioni e Proposte	60
Riflessioni conclusive	63
Bibliografia e Sitografia	65
Allegato I	I
Allegato II	II
Allegato III	III
Allegato IV	IV
Ringraziamenti	

Introduzione

La sostenibilità ambientale è un valore che, a partire dagli anni '70, ha acquisito sempre maggiore rilievo, fino a diventare, oggi, una condizione fondamentale che la società deve tenere in considerazione in qualunque ambito di sviluppo. Allo stesso modo, è progressivamente aumentata l'attenzione pubblica verso il tema della sostenibilità, che oggi trova sempre maggiore eco nel dibattito sulle politiche ambientali, nella discussione scientifica, nella ricerca.

Alla base di questa idea vi è la consapevolezza dell'esistenza di limiti bio-fisici della Terra, dell'impossibilità di portare avanti in modo continuo uno sfruttamento sistematico e incontrollato delle risorse che il nostro Pianeta ci offre, della necessità di imparare ad utilizzare le ricchezze naturali secondo tassi compatibili con quelli di rigenerazione propri della natura stessa. È indispensabile, dunque, mettere a punto e perseguire modelli di sviluppo alternativi, in cui la parola 'sviluppo' non significa solo crescita economica ma anche e soprattutto miglioramento delle condizioni di vita, sia della comunità umana nella sua interezza, sia degli ecosistemi. È importante, inoltre, ricorrere ad un approccio interdisciplinare a queste complesse problematiche, che renda possibile l'analisi di tutte le loro componenti, integrando diversi livelli di studio: locale e globale, interazioni fra le varie parti e modificazioni nel tempo e nello spazio, flussi di Energia e trasformazioni di Materia.

Questo elaborato tratta proprio la tematica della sostenibilità, e la inquadra in un contesto ben preciso: la realtà universitaria.

Nel particolare, il mio lavoro inizia con alcune considerazioni sulle conoscenze naturalistiche all'interno della ricerca sulla sostenibilità: nel corso della mia formazione di naturalista ho capito quanto sia importante imparare ad analizzare i processi naturali ad un livello interdisciplinare, in modo da poter avere una visione di insieme dei sistemi naturali. In questo modo è più facile comprendere quei complessi fenomeni che stanno alla base del mondo naturale: i flussi di Energia e le trasformazioni di Materia.

La parte centrale della mia ricerca è dedicata allo studio sulla sostenibilità in Ateneo, e parte dall'analisi delle situazioni di alcune università estere, per focalizzarsi poi su una realtà più vicina a me: l'Ateneo di Torino. Nel corso del mio lavoro, ho reputato necessaria una riflessione su quale sia (o dovrebbe essere) il ruolo dell'università nel campo della sostenibilità, ruolo che si sviluppa in diversi livelli (formazione, ricerca, azioni concrete...). Se, da un lato, è importante tenere conto di questi contributi dell'università nei processi di ricerca, di gestione, di formazione di individui consapevoli ai sempre più complessi problemi ambientali, dall'altro è anche interessante valutare l'impatto ambientale di un Dipartimento dell'Ateneo di Torino. Il terzo capitolo dell'elaborato tratta, appunto, lo studio di caso del Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, che ho portato avanti raccogliendo, analizzando e organizzando i dati sui consumi annuali di acqua, metano, energia elettrica, ed altre informazioni ancora (come ad esempio una stima degli acquisti cartacei effettuati nel corso di un anno accademico). Lo studio si è poi concluso con il calcolo di un indicatore di impatto ambientale: l'Impronta Ecologica. Le considerazioni finali, infine, sono state dedicate alle proposte e alle possibili applicazioni pratiche volte ad alleggerire il carico che una

struttura come il Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo dell'Università di Torino può comportare sull'ambiente.

Oltre agli interessi personali in questi argomenti, i motivi che mi hanno spinto a intraprendere il lavoro risiedono nella curiosità di indagare sulla situazione di una realtà in cui ho vissuto per alcuni anni e nell'eventuale possibilità di migliorarla, sia sfruttando l'opportunità per dare spunti di riflessione, sia provando a cercare e proporre soluzioni applicabili al contesto di studio.

Capitolo I

Le conoscenze naturalistiche per la sostenibilità

1.1 - Flussi di energia e trasformazioni di materia

Un primo approccio al tema dell'energia: le difficoltà nel trattare tale argomento

Qualunque processo può essere analizzato in termini di flussi di energia e trasformazioni di materia, così come qualunque fenomeno, qualunque oggetto può essere esaminato secondo il suo contenuto energetico e il suo potenziale contributo nelle future trasformazioni energetiche. Sulla Terra, questi processi sono per lo più riconducibili a trasformazioni dell'energia proveniente dalla radiazione solare. Le altre due primarie forme di energia del pianeta, ovvero il suo calore interno e la sua forza gravitazionale, sono senz'altro altrettanto indispensabili, ma meno significative dal punto di vista quantitativo. Per poter capire le caratteristiche delle diverse forme di energia, dei suoi immagazzinamenti e conversioni, è necessario quantificare tali processi. A questo scopo si rende utile una breve introduzione a quelle che sono le grandezze fisiche che incontriamo parlando di energia, ovvero la forza, il lavoro, la potenza. La *forza* è definita come “ogni causa esterna capace di modificare lo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme di un corpo, cioè di determinare una variazione di velocità [...]” [Giordano, Milano, Ragozzino, 2000]. Possiamo applicare una grande forza su un corpo per farlo spostare, ma se esso non si muove, il lavoro sarà nullo; il *lavoro* è infatti definito come il prodotto della forza applicata e della distanza coperta. La sua unità di misura è il Joule. La *potenza* è la velocità con la quale si svolge un lavoro; rappresenta, nella pratica, il flusso di energia nell'unità di tempo, e viene misurata in Watt.

Più difficile è invece definire l'energia: il primo problema che si incontra nel trattare questi argomenti risiede proprio nel cercare una definizione stessa di tale concetto.

Come fa notare Smil [2008], la difficoltà e l'ambiguità del concetto di energia risalgono a secoli fa: già nel 1748 David Hume, nel suo *An Enquiry Concerning Human Understanding*, parla dell'energia in questi termini:

“non ci sono concetti, che si presentano nella metafisica, più oscuri e incerti di quelli di potenza, forza, energia [...]”.

Sempre nel 2008, Smil riporta una considerazione sull'energia di David Rose, 1986:

“un concetto astratto inventato dagli scienziati di fisica nel XIX secolo per descrivere quantitativamente un'ampia varietà di fenomeni naturali”.

Al di là delle nostre conoscenze sull'energia (che vanno dalle leggi della termodinamica alla celebre equazione di Einstein che lega l'energia alla massa $E=mc^2$), per parlare dei flussi energetici nei processi naturali è forse più utile fare riferimento all'energia come capacità di provocare cambiamenti nella configurazione di un sistema, processo che coinvolge diversi tipi di energia (cinetica, elettromagnetica, gravitazionale, termica...) [Smil, 2008].

A partire dalla prima metà del XIX secolo, con gli studi di Carnot e Joule sulla termodinamica, si è visto che poteva essere utile esprimere lavoro ed energia tramite la stessa unità di misura, utilizzando, quindi, il Joule.

Le due tabelle che seguono servono a dare un'idea dell'ordine di grandezza di alcuni fenomeni, dal punto di vista, rispettivamente, della potenza e dell'energia.

Potenza	Fenomeno
2.5×10^{-15} W	Segnale minimo individuabile dall'antenna di una radio FM (J)
1.16×10^{-8} W	Tasso metabolico di un organismo unicellulare (peso 1.0×10^{-6} g) alla temperatura di 20° C (H)
1.0×10^{-6} W	Potenza media di un orologio da polso al quarzo (circa) (J)
$5.0 - 10.0 \times 10^{-3}$ W	Potenza di un laser di un lettore DVD (J)
2.5×10^1 W	Potenza media del cervello umano (I)
$9.0 - 13.0 \times 10^1$ W	Potenza media di un Personal Computer (J)
$1.5 - 3.0 \times 10^2$ W	Potenza di un lampione stradale (C)
2.0×10^2 W	Potenza massima prodotta da un muscolo striato avente massa pari a 1 kg (E)
2.5×10^2 W	Potenza media del motore di un asciugamani elettrico (J)
$4.0 - 8.0 \times 10^2$ W	Potenza di un congelatore da laboratorio (J)
$0.5 - 1.8 \times 10^3$ W	Potenza media di un distributore di cibo e bevande calde (J)
$1.0 - 2.0 \times 10^3$ W	Tasso metabolico di un elefante (peso corporeo circa 3.0×10^6 g) (A)
$2.0 - 4.0 \times 10^3$ W	Potenza media di un condizionatore d'aria fisso (J)
1.3×10^5 W	Potenza media della produzione primaria netta per km ² di oceano (F)
2.0×10^5 W	Potenza generata da un aerogeneratore commerciale quando il vento ha una velocità di circa 37.8 km/h (G)
6.0×10^7 W	Potenza media di un aereo passeggeri Boeing 747 a quattro motori (considerando un volo della durata di 10 ore) (A)
8.2×10^9 W	Potenza eolica mondiale nel 1998 (G)
1.08×10^{10} W	Potenza elettrica generata dalla diga di Itaipu, l'impianto idroelettrico più grande del mondo nel 2007 (B)
4.4×10^{13} W	Flusso di calore totale medio proveniente dall'interno della Terra (F)
$1.05 - 1.15 \times 10^{14}$ W	Flusso annuale della produzione primaria totale alla fine del XX secolo (F)
9.0×10^{16} W	Potenza delle onde generate dal vento sull'oceano (A)
3.86×10^{26} W	Luminosità del Sole (D)
3.31×10^{31} W	Luminosità di Beta Centauri (D)

Tabella 1.1 Una scala delle potenze.

- (A) Smil V. 1999 *Energies : An illustrated guide to the biosphere and civilization* , The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- (B) <http://www.itaipu.gov.br/>
- (C) <http://www.vialattea.net/>
- (D) <http://www.astronomy.ohio-state.edu>
- (E) Vogel S. 1998, *Life's Devices : the physical world of animals and plants*, Princeton University Press, Princeton, N.J.
- (F) Smil V. , 2008 *Energy in nature and society : general energetics of complex system*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- (G) ENEA 1999, *Energia eolica : aspetti tecnici, ambientali e socio-economici*, Enea, Dipartimento Energia
- (H) Schmidt-Nielsen K. 1972, *How animals work*, Cambridge University Press
- (I) <http://www.foresight.org/Updates/Update06/Update06.1.html>
- (J) Per i dati relativi a dispositivi elettrici si rimanda ai manuali di istruzioni degli stessi

È interessante notare come l'ordine di grandezza della potenza di un processo o fenomeno possa variare di 10^{46} ordini di grandezza: questo intervallo straordinariamente ampio illustra la varietà di forme e modi con cui l'energia può fluire nell'unità di tempo.

Energia	Fenomeno	Equivalente di una lampadina da 100 W
5.0×10^{-20} J	Idrolizzazione di una molecola di ATP (A)	5.0×10^{-22} secondi
3.0×10^{-20} J	Dissociazione di un legame idrogeno (A)	3.0×10^{-22} secondi
8.187×10^{-14} J	La massa-energia a riposo di un elettrone (K)	8.187×10^{-16} secondi
1.503×10^{-10} J	La massa-energia a riposo di un protone (K)	1.503×10^{-12} secondi
1.505×10^{-10} J	La massa-energia a riposo di un neutrone (K)	1.505×10^{-12} secondi
1.0×10^{-7} J	Energia utilizzata da una pulce per compiere un salto (B)	1.0×10^{-9} secondi
2.0×10^{-2} J	Energia necessaria a premere un tasto di una macchina da scrivere (B)	2.0×10^{-4} secondi
1.36×10^3 J	Radiazione solare che arriva su un m ² di superficie terrestre al secondo (costante solare = 1.36×10^3 W/m ²) (C)	13.6 secondi
9.0×10^5 J	Energia necessaria affinché una lavatrice compia un lavaggio della durata di un'ora circa (A)	2 ore e 30 minuti
4.184×10^9 J	Energia rilasciata dall'esplosione di una ton di TNT (C)	484 giorni
1.73×10^{18} J	Stima dell'energia totale rilasciata dall'eruzione del Monte St. Helens del 18 maggio 1980 (C)	550 milioni di anni circa
2.0×10^{18} J	Energia rilasciata dallo tsunami avvenuto il 26 dicembre 2004 nell'Oceano Indiano (J)	634 milioni di anni circa
5.67×10^{19} J	Consumo di elettricità mondiale nel 2005 (G)	18 miliardi di anni circa
6.25×10^{19} J	Produzione di elettricità mondiale nel 2005 (H)	20 miliardi di anni circa
1.91×10^{20} J	Energia che scaturirebbe da un ipotetico impatto con un asteroide di 1 km di diametro (massa 1.20×10^9 ton, velocità 17.8 km/sec) (E)	60 miliardi di anni circa
4.25×10^{20} J	Energia utilizzata annualmente nel mondo (I)	135 miliardi di anni circa
1.29×10^{21} J	Energia che scaturirebbe da un ipotetico impatto con una cometa di 1 km di diametro (massa 5.24×10^8 ton, velocità 70.2 km/sec) (E)	409 miliardi di anni circa
1.0×10^{36} J	Energia rotazionale del Sole (F)	2.4×10^{16} vite dell'universo
1.0×10^{52} J	Energia rotazionale della Via Lattea (F)	
4.0×10^{69} J	Stima della massa-energia totale dell'universo osservabile (D)	

Tabella 1.2 Una scala delle energie.

- (A) Marco Bagliani (corso SIS 2005)
- (B) Smil V. , 1999 *Energies : An illustrated guide to the biosphere and civilization* , The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- (C) Smil V. , 2008 *Energy in nature and society : general energetics of complex system*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- (D) <http://www.gsfc.nasa.gov/>
- (E) http://www.geocities.com/elidoro/impatto/im_conti.html
- (F) Kane J. W. , Sternheim M. M. , 1979 *Fisica biomedical : corso introduttivo per medicina – scienze biologiche – scienze naturali – farmacia* , E.M.S.I. Roma (pagina 102)
- (G) <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/electricityconsumption.html>
- (H) <http://www.eia.doe.gov/emeu/international/electricitygeneration.html>
- (I) The Worldwatch Institute, *State of the world 2008 : Innovations for a sustainable economy*, Norton & Company, New York, London
- (J) <http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqinthenews/2004/usslav/faq.php>

Nella colonna a sinistra della tabella 1.2 è riportato il contenuto energetico espresso in Joule di alcuni fenomeni; nella colonna di destra l'energia è invece espressa attraverso la relazione

$$E = P \times t$$

dove P è la potenza e t il tempo; si fa riferimento alla potenza di una lampadina da 100 Watt e si calcola per quanto tempo essa debba rimanere accesa per erogare l'energia implicata nei diversi fenomeni. Questo modo di esprimere l'energia permette di dare un'idea più concreta e immediata delle quantità in gioco.

Una visione di insieme: energia e materia nei sistemi naturali

Qualsiasi sistema naturale è interessato da continui flussi di energia e materia, fenomeni che spesso vengono misurati come se fossero indipendenti, ma che sono invece inevitabilmente collegati fra loro: in natura non esistono flussi energetici che non siano in alcun modo collegati a qualche flusso di materia. Haynie [2008] descrive il nostro Pianeta dal punto di vista della termodinamica; esso può essere considerato come:

1. un sistema aperto, relativamente ai flussi di energia
2. un sistema chiuso, riferendosi ai flussi di materia (se si escludono casi d'eccezione quali contributi di origine nucleare o meteoritica)

Nel primo caso si tratta di un processo a senso unico: tutti i flussi energetici che interessano la Terra derivano dalla radiazione luminosa proveniente dal Sole. Smil [2008] spiega con dovizia di particolari quali sono i ruoli di questa stella nei confronti della comparsa e del mantenimento della vita sul nostro Pianeta e della grande biodiversità che lo contraddistingue: grazie alla radiazione luminosa proveniente dal Sole, la temperatura media della superficie terrestre ha un valore tale per cui le reazioni biochimiche possono avvenire a ritmi sufficientemente rapidi, e l'acqua, almeno stagionalmente, è presente nella sua fase liquida; questi elementi, insieme ad altri fenomeni più o meno direttamente influenzati dall'energia solare (quali la circolazione atmosferica, le precipitazioni e i venti) permettono la vita sul nostro Pianeta, ed in particolare sono strettamente necessari alla vita vegetale. Attraverso la fotosintesi, la vegetazione (e ogni autotrofo fotosintetico in generale) è in grado di trasformare la radiazione luminosa in fitomassa, e questo importante ruolo è il punto di partenza per l'esistenza delle complesse reti trofiche che regolano la sopravvivenza di interi ecosistemi e permettono gli scambi di energia fra viventi [Smil, 2008].

Nel caso dei flussi di materia si parla di "cicli biogeochimici", in quanto gli elementi (o i composti chimici) seguono un processo che prosegue in modo circolare, durante il quale essi

mutano continuamente le proprie caratteristiche quali combinazione e fase chimica, e che non prevede apporti materiali dall'esterno [Haynie, 2008].¹

Nei sistemi naturali, il trasferimento di energia e materia avviene attraverso i rapporti alimentari propri di ogni comunità ecologica: le reti trofiche. Anche all'interno di questi sistemi vigono le leggi della termodinamica: nel fluire da un nodo all'altro di questa rete, l'energia disponibile e utilizzabile dal livello successivo diminuisce, in quanto essa viene parzialmente trasformata in calore ed utilizzata da ogni organismo per il proprio sostentamento e per il mantenimento di tutti i processi metabolici che ne garantiscano la sopravvivenza. Per quanto riguarda la materia, all'interno di quelli che sono i cicli biogeochimici, la fase biologica del ciclo avviene proprio a livello delle reti trofiche [Smith & Smith, 2009]. D'altro canto, non bisogna dimenticare che i cicli biogeochimici possono avvenire proprio grazie al continuo apporto di energia che, ad ogni tappa del ciclo, contribuisce a perpetuare le trasformazioni fisiche e chimiche della materia.

Le problematiche riguardanti energia, materia e sostenibilità nascono nel momento in cui la specie umana inizia a interferire con i naturali flussi energetici e cicli biogeochimici. Mentre la materia circola indipendentemente all'interno del Pianeta, l'energia fluisce costantemente dal Sole alla Terra, e dalla Terra verso lo spazio circostante. In condizioni stazionarie, il flusso di energia in ingresso è pari a quello in uscita. Le attività antropiche degli ultimi secoli stanno tuttavia modificando profondamente questa situazione; l'utilizzo di risorse naturali secondo tassi che eccedono i loro normali ritmi di rigenerazione porta inevitabilmente ad una rottura di quell'equilibrio che permette l'esistenza e la conservazione di ogni ecosistema, con gravi conseguenze.²

Concludendo, studiare i flussi di energia e materia è un passo fondamentale per comprendere come funzionano i sistemi naturali, in che modo essi sono messi in pericolo dalle scelte di vita dettate dalla società dei consumi, e quali sono le possibili soluzioni per correre ai ripari.

Gli indicatori di sostenibilità

Al fine di poter perseguire l'ideale di transizione verso la sostenibilità, è necessario definire e quantificare i diversi aspetti della sostenibilità e dell'impatto di una certa realtà umana sui sistemi naturali. Misurare i diversi parametri della sostenibilità (ambientale, sociale, economica) non è un compito semplice, sia per la difficoltà che si presenta, in certi casi, di reperire i dati necessari, sia per l'impossibilità di esprimere in cifre alcuni di questi parametri, sia per la necessità di semplificare e riassumere la mole di informazioni che sarebbe altrimenti difficile da organizzare, senza per questo sacrificare la completezza dei dati e l'affidabilità delle analisi. Informazioni così complesse e dettagliate possono però essere riorganizzate e semplificate mediante l'utilizzo di adeguati indicatori.

Uno dei primi tentativi di quantificare l'impatto ambientale dell'umanità è rappresentato dall'equazione di Ehrlich e Holdren, nota anche con il nome di 'Modello IPAT'. Nel 1971, l'ecologo Paul Ehrlich e il fisico John Holdren pubblicarono sulla rivista *Science* il loro lavoro, che venne poi ripreso l'anno seguente nel loro libro *Impact of population growth* [1972]. Secondo questa equazione, l'impatto di una realtà umana sull'ambiente può essere definito da tre variabili indipendenti:

$$I = P \times A \times T$$

Il primo fattore (P) è la *popolazione*, inteso come numero di individui che compongono il gruppo umano preso in considerazione. Il secondo e il terzo parametro sono più complessi:

¹ Per questi argomenti, si veda anche <http://www.biologicalthermodynamics.com>, sito web dedicato al testo di Haynie

² Ulteriori e più approfondite riflessioni su questi aspetti si possono trovare consultando il sito web di IRIS (Istituto di Ricerche Interdisciplinari sulla Sostenibilità): <http://www.iris-sostenibilita.net>

(A) è l'*affluenza*, e rappresenta un indice del consumo medio di risorsa per persona; (T) si riferisce invece alle *tecnologie*, ovvero ai processi necessari all'approvvigionamento e allo sfruttamento delle risorse, e alla loro trasformazione in beni e prodotti di utilizzo (e di scarto). L'affluenza può essere considerata come un fattore che dipende sia dalla quantità di beni materiali accumulati da ogni persona, sia dai flussi di materia che stanno dietro a questi consumi. Allo stesso modo, la terza variabile (T) è strettamente collegata ai flussi di energia, e al tipo di energia richiesta da tutti i processi produttivi (e di smaltimento) dei prodotti [Nordberg, 2002].

L'equazione IPAT ha apportato un importante contributo allo studio sulla sostenibilità, in quanto ha permesso di mettere in evidenza l'importanza della crescita demografica e degli stili di vita tra i fattori che influiscono sull'impatto ambientale; inoltre, rappresenta un modello che può fare da cornice alle riflessioni sulla sostenibilità, fornendo una linea guida per una più approfondita comprensione di queste tematiche.

A partire da questo studio, e in particolar modo in seguito alla Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo di Rio de Janeiro del 1992, sono state studiate e messe a punto diverse metodologie di calcolo: alcune si concentrano principalmente sulla componente dei flussi energetici (EFA: Energy Flow Accounting), altre sulla contabilità dei flussi di materia (parliamo allora di MFA: Material Flow Accounting), altre ancora, infine, considerano entrambi i processi (MEFA: Material and Energy Flows Analysis) [Bologna, 2006].

Verranno ora descritti alcuni indicatori di sostenibilità per ogni tipologia appena definita.

Indicatori basati sui flussi di energia: analisi dell'energia e dell'eMergia, LCA

È possibile utilizzare l'energia come 'valuta' per calcolare l'impatto ambientale di un processo, in particolare in ambito industriale.

Alcuni indicatori di questo tipo si basano sull'analisi della intercettazione (da parte dell'umanità) della produttività primaria netta (PPN) della biosfera (misurata in megajoule per anno), che permette di mettere in relazione la produzione di biomassa da parte della biosfera con l'utilizzo che ne fanno i consumatori (e quindi anche le diverse realtà umane).

Un approccio particolare è quello dell'eMergia di Odum³, che permette di esprimere alcune attività umane (ad esempio, le produzioni agricole) attraverso una stima dei flussi energetici che si sono resi necessari per arrivare, attraverso successive trasformazioni, allo svolgimento delle attività stesse. Questo concetto si fonda sulla constatazione che, nel corso di molti processi di trasformazioni energetiche, si ha una diminuzione della quantità di energia disponibile per eseguire un lavoro (eXergia), ma un aumento della qualità; un esempio tipico è quello dei livelli trofici nelle reti alimentari. In generale, per ogni sistema le trasformazioni energetiche possono essere organizzate secondo una gerarchia delle energie, secondo la quale sono necessari numerosi input di energia ad un grado di dispersione maggiore (es. energia solare), al fine di ottenere quantità minori di energia più "concentrata" (es. energia utilizzabile dai consumatori finali) [Brown & Ulgiati, 2004]. Il concetto di eMergia è stato introdotto proprio in seguito all'esigenza di poter confrontare queste diverse energie, ed inserirle in una scala gerarchica. In tal modo, si può quantificare l'energia derivante dal sole necessaria alla formazione di un prodotto (es. cibo), o al mantenimento di un processo: più grande è il flusso eMergetico per il supporto di un certo processo, maggiore è la quantità di energia solare che esso consuma, e dunque il costo ambientale per poterlo mantenere.

Un altro approccio molto usato e di cui si sente sempre più parlare è il calcolo del "Ciclo di Vita" (Life Cycle Assessment; LCA); si tratta di uno studio che si rivela molto utile al fine di analizzare le conseguenze del consumo su larga scala di determinati prodotti, e consiste

³ Per approfondimenti, si rimanda al documento sull'*Emergy Evaluation* reperibile online all'indirizzo web <http://www.epa.gov/aed/html/collaboration/emergycourse/presentations/EmergyEval.pdf>

nell'analisi del loro intero ciclo di vita, “dalla culla alla tomba”. Richiede che vengano esaminate tutte le fasi dei processi di produzione: a partire dall'estrazione delle materie prime, alla produzione, all'utilizzo, fino allo smaltimento finale del prodotto, senza dimenticare le componenti dovute al trasporto nelle diverse fasi produttive, e gli impatti relativi a tutti i materiali e i procedimenti di imballaggio, oltre che dello smaltimento dell'energia di scarto. La figura 1.1 rappresenta schematicamente come funziona il Life Cycle Assessment: a partire da una analisi degli input di energia e materia, questo indicatore esprime gli impatti ambientali in termini di emissioni, acque reflue, rifiuti solidi, coprodotti, e altre componenti.

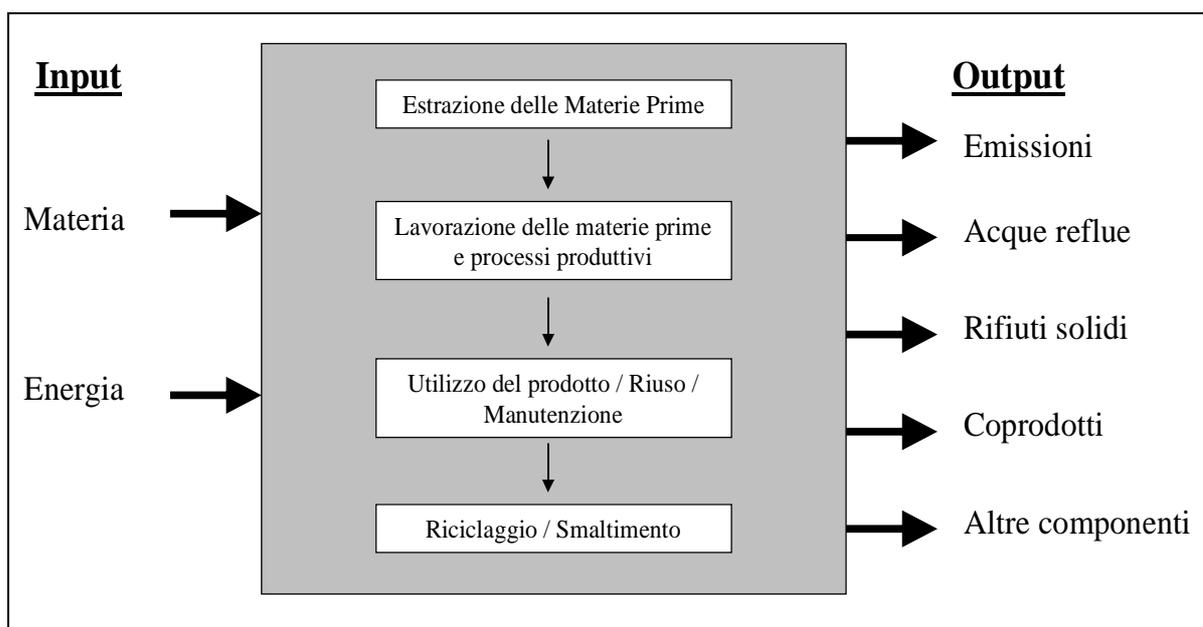


Figura 1.1 Rappresentazione schematica dello studio del Ciclo di Vita.⁴

Indicatori basati sui flussi di materia: zaino ecologico, MIPS

Fra gli indicatori che si concentrano sui flussi di materia, il più celebre è forse quello dello “zaino ecologico”: si tratta di una stima del carico di natura che si nasconde dietro la fabbricazione di un prodotto o servizio, un fardello di risorse sfruttate e rifiuti generati nelle fasi di lavorazione. Tutti gli oggetti e i servizi di cui facciamo uso quotidianamente sono accompagnati da un proprio zaino ecologico. In particolare, esso è definito come il peso complessivo di tutti i materiali prelevati dalla natura nelle varie fasi di produzione, a cui si sottrae il peso del prodotto in questione; viene espresso come rapporto fra kg di natura e kg di prodotto finito (o unità di prodotto).

Le componenti dello zaino ecologico sono classificate in cinque categorie: materie prime abiotiche, ovvero materiali non rinnovabili, quali minerali e combustibili fossili; materie grezze biotiche, quindi componenti organiche e di biomassa; terreno per produzioni agricole e forestali; acqua prelevata per usi industriali o agricoli ; aria utilizzata industrialmente per trasformazioni chimiche e fisiche.

Alla luce di questi concetti, e integrando quelli affrontati dal Life Cycle Assessment, i ricercatori del Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy⁵ hanno definito un indice per il calcolo dell'intensità di materiale per unità di servizio (MIPS, da Material Input

⁴ Riadattato da: *Life Cycle Assessment: principles and practice*, a cura del Scientific Applications International Corporation [2006]

⁵ Ulteriore materiale è reperibile al sito web del Wuppertal Institute: <http://www.wupperinst.org/>

Per Service unit). In modo analogo a quanto avviene per l'analisi dello zaino ecologico, il MIPS è volto a calcolare la quantità di natura che viene utilizzata nella fabbricazione di un prodotto (o nel garantire un servizio), fornendo un resoconto delle quantità di materiali implicate in tali processi. Vengono contabilizzati tutti gli input di materia relativi sia al processo di produzione in sé, sia ai prodotti intermedi, macchinari, infrastrutture, e molte altre componenti che vengono coinvolte. La peculiarità di questo metodo è che permette di considerare in modo diverso i vari input: ad esempio, i materiali che non rientrano direttamente nel prodotto, ma sono comunque presenti nei processi produttivi, sono pesati in modo proporzionale all'unità di prodotto (o servizio); in tal modo, il risultato dell'analisi riflette tutti gli aspetti dell'utilizzo di un certo bene in modo approfondito e, inoltre, l'introduzione di questi *Service unit* rende possibile paragonare fra loro diverse categorie di prodotti.

Indicatori basati sui flussi di energia e di materia: l'Impronta Ecologica

Negli anni Novanta, William Rees e Mathis Wackernagel, ricercatori dell'Università canadese della British Columbia, hanno messo a punto un indicatore in grado di analizzare l'impatto di una attività umana (o di un servizio ecologico) sulla capacità di rigenerazione dei sistemi naturali, esprimendo tali impatti in unità di superficie (l'unità di misura utilizzata a questo scopo è il global hectar, gha). Questo indicatore, che prende il nome di Impronta Ecologica, può essere applicato a diversi livelli di studio: da una singola attività umana, ad una realtà più ampia, quale una città o una Regione, fino ad analisi di ambito nazionale o dell'intero Pianeta; esami di questo tipo, inoltre, si protraggono per periodi di studio di un anno solare.

In particolare, il metodo dell'Impronta Ecologica nasce dall'idea di esprimere, con una sola unità di misura di superficie (terrestre e marina), ciò di cui una persona (o un gruppo di persone) necessita affinché le proprie attività vengano supportate; questa la definizione che ne danno i due autori nel loro manuale *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth* :

"[...]quanta superficie, terrestre ed acquatica, è richiesta per produrre tutti i beni consumati da una certa popolazione, e per smaltirne tutti i rifiuti." [Wackernagel & Rees, 1996].⁶

È chiaro che, nel calcolo dell'Impronta Ecologica, un contributo fondamentale è rappresentato dall'entità dei consumi, dalla qualità degli stili di vita e dal tipo di tecnologie relativi alla popolazione umana del contesto preso in esame. A titolo di esempio, si metta a confronto la qualità e lo stile di vita tipico degli abitanti del Nord America (paragonabile a quello degli Europei) e della popolazione dell'India: il primo caso comporta una Impronta Ecologica *pro capite* almeno tre volte superiore alla cosiddetta "legittima quota di terra" (ossia la superficie di territorio a cui avrebbe diritto ogni persona se tutto il terreno ecologicamente produttivo del nostro pianeta venisse diviso in modo equo tra l'attuale popolazione), il secondo definisce invece valori molto al di sotto di tale soglia.⁷

C'è un'altra osservazione che è importante mettere in luce riguardo questo metodo, e cioè che esso considera esclusivamente aree biologicamente produttive, ovvero in grado di generare biomassa; ne consegue che questo modello si limita ad esaminare gli impatti in termini di risorse rinnovabili, escludendo quindi quelle non rinnovabili, come le risorse minerarie, e gli impatti dovuti all'accumulo, ad esempio, di composti tossici (d'altronde, l'uso di tali risorse e sostanze è in contraddizione con l'idea stessa di sostenibilità, e la condizione ideale sarebbe una loro graduale eliminazione; tuttavia, gli impatti dovuti al loro utilizzo non sono

⁶ Viene qui riportata la definizione in lingua originale tratta da Wackernagel & Rees [1996]:

"In theory, the Ecological Footprint (EF) of a population is estimated by calculating how much land and water area is required on a continuous basis to produce all the goods consumed, and to assimilate all the wastes generated, by that population."

⁷ Dati estrapolati dal *Living Planet Report 2008*

trascurabili, e vanno necessariamente monitorati separatamente). Tutto ciò si traduce in un risultato finale che indica un’Impronta Ecologica in realtà minore di quella effettiva; in ogni caso, va detto che, nonostante tali “ponderate” sottostime, i calcoli dell’Impronta Ecologica mostrano che l’umanità utilizza comunque più di quanto la biosfera sia in grado di generare [Chambers, Simmons, Wackernagel, 2002; *Living Planet Report 2008*].

Quali sono le variabili da considerare nel calcolo dell’Impronta Ecologica

La produzione e l’utilizzo di beni e servizi, così come lo smaltimento di rifiuti e prodotti di scarto, dipendono da diversi tipi di produttività ecologica; esprimendo queste produttività in superfici equivalenti, e sommando il terreno richiesto da ogni singola categoria di consumo e smaltimento (ovvero le singole Impronte), si ha una stima dell’Impronta Ecologica totale (figura 1.2).

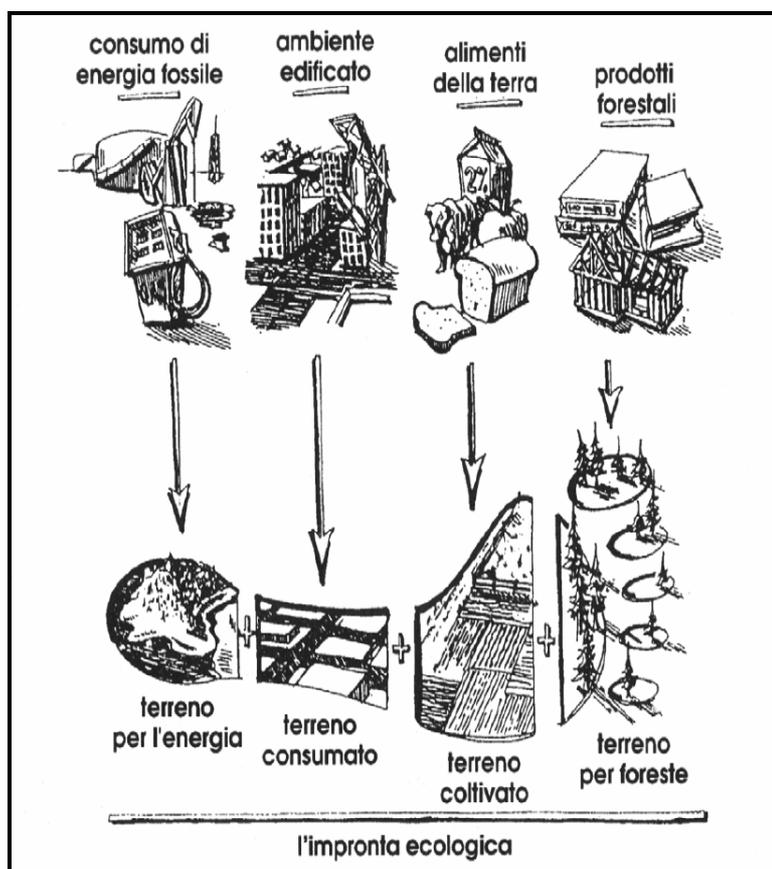


Figura 1.2 Conversione dei consumi in superfici di terreno.⁸

A questo punto, è necessario introdurre una breve descrizione di quelle che sono le categorie di consumo e di utilizzo del terreno a cui ci si riferisce nel calcolo delle Impronte Ecologiche.⁹ Per rendere più semplice l’organizzazione e l’interpretazione dei dati, infatti, è utile separare i consumi in cinque principali categorie:

1. cibo
2. edificazione
3. trasporti
4. beni di consumo
5. servizi.

⁸ Immagine di P. Testemale, da Wackernagel & Rees [1996]

⁹ Vari autori hanno dato diverse versioni, più o meno dettagliate, di tali categorie. In questo caso, ho fatto riferimento alla classificazione riportata da Chambers, Simmons, Wackernagel [2002]

A seconda degli interessi nel contesto analizzato e dei motivi per cui è stato intrapreso lo studio, tali divisioni possono essere a loro volta ridefinite in ulteriori sottocategorie: ad esempio, la componente relativa al cibo può essere scomposta andando ad analizzare la produzione di alimenti di natura vegetale e animale.

Per quanto riguarda il territorio e l'uso che se fa, le principali categorie che vengono prese in considerazione nel calcolo delle Impronte Ecologiche sono:

1. terreni coltivabili; costituiscono tutta la superficie destinata alla produzione di cibo di natura vegetale, oltre che alimenti per animali d'allevamento e altri prodotti di origine agricola; si tratta della tipologia di terreno più produttiva dal punto di vista biologico, considerata la biomassa vegetale che vi viene generata
2. pascoli; comprendono i terreni utilizzati per l'allevamento del bestiame, e sono caratterizzati da una produttività minore rispetto alle terre agricole
3. terre forestali; si tratta della superficie occupata da foreste coltivate e naturali, da cui si possono ricavare prodotti del legno; non vanno inoltre dimenticate le altre funzioni svolte da questi ecosistemi (dalla protezione della biodiversità, al mantenimento di cicli idrologici...)
4. aree marine produttive; nonostante l'ampia estensione della superficie acquatica sul nostro Pianeta, ne costituisce area di mare produttiva solo l'8%, corrispondente alle aree marine adiacenti alle coste (poiché è per lo più in esse che avviene la pesca destinata alla commercializzazione)
5. terreni edificati; sono rappresentati da tutta la superficie terrestre su cui vengono costruiti edifici, abitazioni, infrastrutture e altro; è un tipo di terreno la cui produttività è molto bassa
6. terre destinate alla produzione di energia; comprende tutti i territori necessari al fine di rendere possibile una gestione sostenibile del nostro fabbisogno energetico, ad esempio per la produzione di energia da fonti rinnovabili o per la creazione di foreste per l'assorbimento di CO₂
7. terre per la conservazione della biodiversità; secondo la World Commission on Environment and Development, le terre necessarie alla protezione della biodiversità dovrebbero coprire almeno il 12% della capacità ecologica, percentuale che deve comprendere tutte le tipologie di ecosistemi [Chambers, Simmons, Wackernagel, 2002].

Vantaggi e limiti del metodo

Una prima riflessione sul modello dell'Impronta Ecologica riguarda la possibilità del suo utilizzo come strumento di pianificazione o linea guida per la sostenibilità. In questo ambito, i pareri sono contrastanti. Alcuni autori sostengono le opinioni dell'economista ambientale Hans Opschoor, il quale nel 2000, come riporta Costanza [2000], ha pubblicato sulla rivista *Ecological Economics* un articolo in cui ribadisce che l'Impronta Ecologica non è un buon indicatore di sostenibilità, in quanto incapace di dare un resoconto dello stato reale di sostenibilità del contesto esaminato.¹⁰ Altri, invece, considerano il metodo dell'Impronta Ecologica un valido strumento di pianificazione per comprendere e gestire in modo più efficace i limiti ecologici [Kitzes et al., 2009].

Sicuramente questo modello ha il pregio di aver contribuito ad affermare e diffondere l'idea dei limiti biofisici dei sistemi naturali e della capacità limitata del pianeta, indicandoci la quantità di natura che abbiamo a disposizione e quanta ne stiamo attualmente usando; fornisce, inoltre, preziosi spunti di riflessione sull'attuale modello di sviluppo della società industrializzata, e sulla necessità di uno sviluppo volto alla ricerca della sostenibilità. Per

¹⁰ Riguardo critiche simili, si veda anche Fiala [2008]

questi motivi l'Impronta Ecologica è considerato un ottimo mezzo per accrescere la consapevolezza dell'opinione pubblica riguardo la nostra dipendenza dalla natura e la conseguente esigenza di diminuire il nostro impatto su di essa.

Il suo maggiore pregio è forse proprio l'immediatezza comunicativa: il metodo si basa su premesse e concetti semplici, che possono essere compresi e accettati anche se osservati da punti di vista differenti, permettendo così l'esistenza di un punto di partenza comune per il dibattito. Da un lato, la semplicità propria di questo modello permette di aggregare una complessa serie di informazioni e dati in un valore numerico, costituito dalla superficie equivalente richiesta, presentando in tal modo una fotografia delle relazioni tra le funzioni ecologiche e le diverse pressioni esercitate dall'uomo sull'ambiente (che si traducono in fenomeni come perdita di biodiversità, accumulo di CO₂, scarsità di acqua...); questa immagine di semplice interpretazione rappresenta un buon punto di partenza per compiere scelte più consapevoli e responsabili. Dall'altro lato, però, ridurre tali valori ad una sola unità di misura porta necessariamente ad una (in alcuni casi) eccessiva semplificazione della realtà: questa è proprio la critica più frequentemente mossa nei confronti del modello dell'Impronta Ecologica. Limitare queste complesse analisi ad una unità di misura di superficie comporta una distorsione di quelli che sono in realtà problemi piuttosto articolati e multidimensionali. Una misura statica come l'Impronta Ecologica, inoltre, non è in grado di rendere la dinamicità propria degli ecosistemi: secondo il gruppo di ricerca di Carl Folke, dell'Università di Stoccolma e del *Beijer Institute of Ecological Economics*, è proprio per questo motivo che l'Impronta Ecologica non tiene conto della capacità degli ecosistemi di assorbire i disturbi e rispondere ai danni subiti [Bologna, 2006].

Come già accennato nei paragrafi precedenti, un altro svantaggio che si riscontra nel calcolo dell'Impronta Ecologica è che il risultato finale rappresenta sempre una sottostima rispetto al valore reale; questo perché nell'analisi dei consumi vengono escluse le fonti non rinnovabili. Allo stesso modo, con questo metodo non possono essere studiati, ad esempio, impatti causati dall'accumulo di sostanze tossiche o radioattive, l'inquinamento viene trattato esclusivamente in termini di emissioni di biossido di carbonio.

In conclusione, il metodo dell'Impronta Ecologica ha indubbiamente il merito di esprimere in modo immediato i problemi della sostenibilità ambientale, fornendo un valido approccio a riflessioni sullo sviluppo sostenibile. Tuttavia, le sue potenzialità nel campo della pianificazione e della creazione di politiche istituzionali possono essere enormemente ampliate se si affiancano a tale modello altri indicatori, in grado di fornire analisi più dinamiche e specificatamente rivolte alla definizione di progetti per il futuro. Uno sforzo recente in tal senso è testimoniato dagli studi che integrano il calcolo dell'Impronta Ecologica con quella della "Water Footprint" e della "Carbon Footprint".¹¹

¹¹ A questo proposito, si rimanda al sito web del *Global Footprint Network*: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>

1.2 - Strategie per alleggerire il peso umano

Un'introduzione al tema: il principio di precauzione

Alla luce delle considerazioni sulla limitata capacità del Pianeta, a cui hanno contribuito le analisi svolte, a livello globale, attraverso l'uso di diversi indicatori, è ormai chiaro che nel prossimo futuro la società industrializzata non sarà (o meglio, non lo è già tuttora) in grado di sostenere gli stili di vita a cui è abituata. Questo discorso è valido sia da un punto di vista ambientale, sia relativamente a problemi di natura socio-economica: diversi studi, fra cui quelli portati avanti dal Wuppertal Institut¹², dimostrano che mentre la civiltà industrializzata è responsabile di un consumo di risorse e natura pari, mediamente, a tre volte la parte che le spetterebbe, le popolazioni più povere non riescono neppure a soddisfare i loro più basilari bisogni. Sono dunque necessari profondi cambiamenti, che possano garantire il rispetto del concetto di giustizia nelle sue tre accezioni definite da Baumgärtner e Quaas [2010, p. 446]: la possibilità, per noi e per le generazioni future, di far fronte a tutte le necessità senza per questo compromettere il patrimonio naturale di cui disponiamo (“*intergenerational justice*”), l'equa divisione della ricchezza fra le popolazioni del mondo (“*intragenerational justice*”), lo sfruttamento razionale e consapevole delle risorse disponibili (“*physiocentric ethics*”).

Relativamente a questo contesto, autori come Hinterberger, Luks, e Stewen [1999] criticano apertamente le politiche ambientali tipicamente perseguite nei paesi industrializzati, considerandole piuttosto inadeguate alla messa a punto di un modello di sviluppo sostenibile: esse, sostengono gli autori, tendono a concentrarsi sulla riparazione dei danni e sulla cura dei sintomi, piuttosto che proporre rimedi a monte del problema e attuare strategie di prevenzione. Questo porta, inevitabilmente, ad affrontare i problemi ambientali seguendo un approccio sbagliato: se non si considera il principio di precauzione, si arriva a regolare gli interventi solo successivamente alla comparsa del problema, e spesso quando ci si trova già in condizioni critiche e di emergenza (ad esempio, si pensi al problema del riscaldamento globale) [Nash, 2008]. A questo proposito, Tallacchini [2005] ripropone un'ulteriore riflessione sulle conoscenze scientifiche in generale: se consideriamo che, in alcuni casi, non si conoscono con precisione le conseguenze di certe attività umane (e quindi il discorso vale anche per gli impatti sui sistemi naturali), la linea guida del principio di precauzione diviene la via più logica e ragionevole da seguire.

Un approccio precauzionale richiede dunque la messa a punto di strategie mirate al lungo termine, che contribuiscano ad evitare potenziali danni all'ambiente; promuove interventi di prevenzione e protezione, vantaggiosi sia perché, in genere, meno costosi e impegnativi rispetto a quelli necessari alla riparazione e alla mitigazione di danni, sia perché in tal modo la salvaguardia degli ecosistemi non è semplicemente affidata alla loro resilienza, ma alla possibilità di limitare direttamente le pressioni esercitate dalle attività umane sull'ambiente.

Di seguito verranno brevemente affrontate le strategie per la sostenibilità di cui si sente sempre più parlare nel dibattito pubblico.

¹² Si veda, ad esempio, Sachs & Santarius [2007]

Aumentare l'efficienza: il ruolo dell'innovazione tecnologica

Wolfgang Sachs, del Wuppertal Institut, propone, in un suo testo pubblicato circa dieci anni fa [Sachs, 1999], un'interessante riflessione sul ruolo dell'efficienza nella sostenibilità e sull'innovazione tecnologica come soluzione ai problemi ambientali. Come spiega l'autore, l'errore più comune che si commette in questo ambito è pensare che le innovazioni tecnologiche siano in grado di aumentare la capacità di carico dell'ambiente; in effetti, ciò che esse possono migliorare è soltanto l'efficienza nell'uso delle risorse: il peso umano è semplicemente mantenuto costante, perché a fianco di un miglioramento dell'efficienza, permane un costante aumento dei consumi. Questi punti di vista erano già stati abbracciati da altri autori, come Wackernagel e Rees [1996]: secondo i due ricercatori, in alcuni casi, sono proprio le innovazioni tecnologiche che comportano, più o meno direttamente, un maggior sfruttamento delle risorse. L'aumento dell'efficienza nei processi produttivi, ad esempio, permette alle aziende di abbassare i prezzi di mercato: in tal modo viene incoraggiato l'aumento dei consumi [Korhonen & Seager, 2008], e i prodotti sono contrassegnati da importi economici che non rispecchiano adeguatamente i costi socio-ambientali celati dietro la loro fabbricazione [Arrow et al., 2004]. Per di più, questo sistema invita i consumatori ad acquistare anche quando non è strettamente necessario (basti pensare alla frequenza con cui si preferisce sostituire un bene non più funzionante piuttosto che ripararlo) [Wackernagel & Rees, 1996; cap. 4].

Tutti questi autori, comunque, riconoscono che, quando l'aumento dell'efficienza delle tecnologie non è accompagnato da un incremento dei consumi sotto altre forme, esso può essere di grande aiuto per un modello di società sostenibile. Un esempio pratico che dimostra l'utilità dell'innovazione tecnologica applicata in modo adeguato è quello degli impianti per la produzione di energia da fonti alternative, ed in particolare, per l'energia solare.

In ogni caso, il miglioramento tecnologico, da solo, non è sufficiente a risolvere i problemi legati alla sostenibilità, e, inoltre, rappresenta solo un traguardo secondario [Baumgärtner & Quaas, 2010]: è indispensabile, piuttosto, un'accurata revisione dei consumi, per cercare una valida risposta a monte del problema.

Ridurre l'uso e modificare le componenti dei processi

A partire dagli anni '90, con il progetto "Germania Sostenibile" promosso dal Wuppertal Institut, nel dibattito sulla sostenibilità ha iniziato ad assumere una certa importanza il concetto della dematerializzazione, inteso come principio da riferire non solo ai processi produttivi industriali, ma anche al modo di realizzare la propria vita nella società industrializzata.¹³ L'obiettivo di questa dematerializzazione è, sostanzialmente, la riduzione degli smisurati flussi di materiali coinvolti nel sistema economico di tali realtà.

In particolare, a partire dal 1993, il Prof. Dr. Friedrich Schmidt-Bleek, allora vice-presidente del Wuppertal Institut, si è dedicato all'analisi approfondita di questo concetto. Gli studi portati avanti da Schmidt-Bleek hanno definito la necessità, per la società industrializzata, di ridurre i principali consumi di natura dell'80-90% entro il 2050, al fine di raggiungere una sostenibilità che garantisca un certo livello di giustizia globale, che permetta, cioè, ai paesi più poveri, di raggiungere una qualità di vita che possa assicurare il pieno rispetto dei diritti umani; questo proposito è stato definito dallo stesso autore "Fattore 10" [Schmidt-Bleek, 2000].

¹³ Si vedano, a questo proposito, le Dichiarazioni di Carnoules promosse dal *Factor 10 Club* negli anni 1994, 1996, 1997 (disponibili online consultando il sito web del Factor 10 Institute: <http://www.factor10-institute.org>)

Nell’ottica di questo concetto di “riduzione” rientrano differenti atteggiamenti e comportamenti che possono trovare applicazione quotidianamente e di cui parla largamente Sachs in diversi suoi lavori, incontri e conferenze¹⁴; un esempio è il caso della *filiere corta*: questo modello permette di ridurre notevolmente l’apporto di materiali e lo sfruttamento di energia nei processi produttivi, poiché punta ad un rapporto diretto fra produttore e consumatore, eliminando così alcune fasi intermedie altrimenti responsabili di grandi sprechi (basti pensare all’enorme impatto causato anche soltanto dalle diverse fasi di trasporto tipiche del commercio a larga scala) [Sachs, 2000].

Riflessioni sul tema: cambiare la visione del mondo

Tutte queste pratiche sono certamente utili ai fini della ricerca della sostenibilità, ma si rivelano piuttosto inefficaci se non vengono accompagnate da una profonda riflessione sul loro significato.

Secondo Bagheri e Hjorth [2006], l’indagine sui problemi ambientali richiede un approccio innovativo, che comporti lo sviluppo di nuovi modi di pensare, a cui gli autori stessi si riferiscono utilizzando il termine “*System dynamics*”. E’ essenziale sperimentare, raffrontare, e integrare diversi punti di vista, tenendo sempre in considerazione che il sistema, nel suo complesso, non è rappresentabile dalla semplice somma delle parti: solo così si possono cogliere più aspetti della stessa questione, arricchendo notevolmente la visione d’insieme di quei sistemi complessi e dinamici con cui ci si deve necessariamente confrontare parlando di sostenibilità [Hjorth & Bagheri, 2006]. Questi punti di vista sono condivisi anche da altri ricercatori e studiosi, fra i quali Sterling [2009]¹⁵: secondo l’autore, predisporre al cambiamento è un insostituibile punto di partenza per arrivare ad acquisire una maggiore consapevolezza; d’altronde, essere consapevoli di fare parte del problema è il primo passo da compiere nella ricerca delle possibili soluzioni, così come è di fondamentale importanza riconoscere l’esigenza di un radicale cambiamento dei propri stili di vita e dei propri modi di pensare.

L’ultimo report del Worldwatch Institute, *State of the World 2010*, è interamente dedicato a questo complesso tema della trasformazione dalla cultura dei consumi a quella della sostenibilità; il rapporto, redatto grazie al contributo di 60 ricercatori e professionisti, individua un percorso che porta ad analizzare i ruoli fondamentali dei diversi “soggetti” coinvolti nella messa a punto di strategie per la diminuzione dei consumi: dai cittadini della parte ricca del mondo (in quanto maggiori consumatori di risorse) alle grandi istituzioni, dalla realtà dei media ai governi, senza tralasciare l’importanza che l’educazione e l’istruzione ricoprono in questo campo.

Chiaramente, queste prospettive si traducono in una vera e propria metamorfosi del sistema organizzativo e della struttura economica e sociale della nostra civiltà: come sostiene Sachs [2007]¹⁶, il punto cruciale sta nel comprendere se la comunità umana (o meglio la parte che consuma più di quanto sarebbe lecito) avrà la volontà e/o sarà in grado di mettere in moto tali cambiamenti. L’autore stesso ricorre spesso ad una espressione che rende immediatamente l’idea della nuova filosofia che la società consumatrice deve impegnarsi a perseguire: “*Bene-essere invece di Bene-avere*” [Sachs, 2000]. Ciò significa che soltanto quando un individuo

¹⁴ I punti salienti sono stati raccolti dall’autore in un articolo dal titolo *The power of limits: An inquiry into new models of wealth*, pubblicato nel 2000 sulla rivista *New Perspectives Quarterly* (per ulteriori dettagli si rimanda alla Bibliografia finale)

¹⁵ Si veda in particolare il capitolo “Ecological Intelligence”, contenuto nel libro *The Handbook of Sustainability Literacy: skills for a changing world*, scritto da diversi autori

¹⁶ Si vedano, ad esempio, gli atti del Convegno di Napoli *Per un mondo senza violenza*, organizzato dalla Comunità di Sant’Egidio (Napoli, 21-23 ottobre 2007)

comprende che la felicità, la realizzazione, la soddisfazione non derivano dal possedere di più, ma dal desiderare meno, allora è capace di divenire un consumatore responsabile.

Capitolo II

Sostenibilità e Università

I ruoli dell'Università nei confronti della Sostenibilità

La posizione dell'università (e più in generale dell'educazione superiore) nei confronti della sostenibilità rappresenta una tematica piuttosto complessa, attualmente oggetto di un'ampia varietà di ricerche e studi: basti pensare alle numerose riviste scientifiche interamente dedicate al tema (fra le più note si ricordano *International Journal of Sustainability in Higher Education*, *Environmental Education Research* e *Journal of Environmental Education*).

È da molti anni che il rapporto fra università e sostenibilità è al centro di dibattiti sulla scena internazionale: nell'ottobre 1990 a Talloires, in Francia, 22 presidenti e rappresentanti universitari hanno messo a punto la cosiddetta Dichiarazione di Talloires, un documento in cui venivano riportati 10 obiettivi che gli atenei avrebbero dovuto perseguire nel progresso verso la sostenibilità. Nel 2008, la Dichiarazione contava circa 360 da presidenti di 40 nazioni diverse [Shephard, 2010]. Nella Conferenza dell'ONU su Ambiente e Sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992 viene affrontato il tema dello sviluppo sostenibile, e in quell'occasione viene adottato un documento che stabilisce criteri, obiettivi e strategie per la ricerca della sostenibilità: l'Agenda 21. Il capitolo 36 di tale documento tratta proprio il tema dell'importanza dei ruoli dell'educazione nella sostenibilità.¹⁷

Come illustrano diversi autori, fra cui Beringer & Adomßent [2008], l'università è un sistema complesso, dinamico e aperto, e come tale i ruoli che ricopre nel campo della sostenibilità non possono che essere molteplici: generalmente si pensa ai vari ambiti di competenza universitaria (didattica e formazione, ricerca, gestione, relazione con la comunità locale) come attività separate e indipendenti. In realtà esse formano una complessa rete: ogni aspetto della realtà universitaria è fondamentale per raggiungere l'obiettivo della sostenibilità [Cortese, 2003]. Lo stesso autore fa notare come, affinché la sostenibilità entri a far parte del sistema universitario, si renda necessaria una profonda trasformazione di mentalità, valori e azioni, che coinvolga l'educazione a tutti i livelli. Le università dovrebbero essere in grado di incoraggiare ai cambiamenti, ma nei fatti esse tendono a essere piuttosto conservative; il problema maggiore è rappresentato dal fatto che il tema della sostenibilità va oltre i confini di ogni singola disciplina: l'educazione superiore, invece, è generalmente organizzata in aree di conoscenza altamente specializzate, e difficilmente prepara gli individui a un'ottica di lavoro in cooperazione e collaborazione inter- e trans- disciplinare. Alcune università, comunque, si stanno impegnando per la causa dello sviluppo sostenibile, in molti casi riconoscendo di essere non solo le istituzioni in cui avviene la formazione dei futuri decisori, intellettuali e leader della società, ma anche di essere esse stesse in grado di imparare, e di mettere in pratica la sostenibilità nelle loro attività di educazione, ricerca, amministrazione, relazione con il contesto locale [Ferrer-Balas et al., 2010].

¹⁷ Il testo del capitolo citato è consultabile, in lingua inglese, all'indirizzo web http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_36.shtml

Didattica e Formazione

Come sottolinea Cortese [2003], l'educazione superiore ha la responsabilità morale di diffondere la consapevolezza, la conoscenza, le capacità e i valori necessari alla creazione di un futuro sostenibile. Un primo ruolo dell'università è dunque quello della formazione degli individui, della preparazione di quelle figure professionali che lavoreranno a stretto contatto con le istituzioni della società. Diversi autori, fra cui Ferreira [2009] e Cortese [2003], hanno definito più in particolare quali siano i contributi dell'educazione superiore per la sostenibilità nell'ambito della didattica e della formazione: in quest'ottica, è fondamentale dare importanza, oltre che ai *contenuti* dei diversi corsi di insegnamento (introducendo, ad esempio, nuovi corsi che trattino il tema della sostenibilità), anche e soprattutto ai *processi* educativi, che devono poter permettere agli studenti di andare oltre la semplice assimilazione di conoscenze e nozioni. Durante l'esperienza di apprendimento tipica dell'educazione superiore gli studenti devono essere messi in grado di acquisire le capacità di integrazione, sintesi, pensiero critico e sistemico, comprensione dei sistemi complessi e *problem solving*, facoltà necessarie a un approccio adeguato a un qualunque problema del mondo reale, come può essere quello della sostenibilità [Stephens et al., 2008]. Non bisogna infine dimenticare il contributo dell'educazione superiore nella diffusione di valori morali, sociali e politici per una eticità ambientale, contributo che potrebbe essere implementato qualora tale tema diventasse parte integrante nell'insegnamento delle diverse discipline, e non fosse semplicemente isolato in corsi, curricula o moduli specializzati [Ferreira, 2009; Cortese, 2003].

Ricerca

L'attività di ricerca rappresenta una delle prerogative del mondo universitario, e molto spesso avviene in modo indipendente dai programmi istituzionali per la sostenibilità; si può anzi affermare che le iniziative di esplicita integrazione fra la ricerca sulla sostenibilità e i programmi istituzionali siano piuttosto rare [Beringer & Adomßent, 2008]. Nonostante ciò, l'attività di ricerca potrebbe potenzialmente costituire un efficace motore per il progresso verso la sostenibilità, soprattutto se essa si fondasse su stimoli come il desiderio di portare cambiamenti nella società, piuttosto che sulle più convenzionali motivazioni volte ad ampliare i confini della conoscenza in determinati campi e/o prospettive finanziarie [Stephens et al., 2008].

In ogni caso, numerosi autori (fra cui i già citati Cortese [2003] e Stephens et al. [2008]), concordano nel riconoscere l'importanza del concetto di interdisciplinarietà nell'ambito della ricerca per la sostenibilità, tema assai complesso che coinvolge problematiche di diversa natura (economica, sociale, ambientale...). Affinché lo studio sulla sostenibilità sia il più possibile completo, quindi, sarebbero necessari progetti quali collaborazioni fra diversi dipartimenti e atenei, progetti interdisciplinari, ricerche applicative che tocchino il lato "concreto" del tema. Una dimostrazione delle potenzialità di questa integrazione è rappresentata dal periodico PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) che tratta di ricerca scientifica in ambito inter- e trans- disciplinare, e che dedica costantemente una parte delle proprie pubblicazioni (i cui articoli, fra l'altro, sono liberamente fruibili da chiunque) proprio al tema della "sustainability science".¹⁸

Gestione

A fianco agli sforzi degli atenei per la diffusione di una maggiore consapevolezza sul tema della sostenibilità, a partire dagli anni '90 ha assunto sempre maggiore rilievo l'impegno concreto da parte di molte istituzioni dell'educazione superiore (soprattutto nel caso dei

¹⁸ Per ulteriori informazioni sulla rivista, si rimanda al sito ufficiale: <http://www.pnas.org/>

campus americani) volto al perseguimento di modelli più sostenibili. Con l'espressione "greening the campus" si intende proprio quell'insieme di iniziative universitarie mirate a tale scopo: miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici accademici, diminuzione delle emissioni di carbonio, riduzione dei rifiuti, promozione della pratica del riciclaggio [Beringer & Adom̄ent, 2008]. Tali iniziative si stanno diffondendo sempre più, tanto che sono nate associazioni (come l'American Association for Sustainability in Higher Education – AASHE) con il preciso scopo di coordinare gli sforzi dei diversi campus in questi progetti.¹⁹

Accanto ai benefici evidenti che queste scelte comportano (una riduzione dell'impatto ambientale dell'istituzione universitaria), ve ne sono altri meno visibili ma altrettanto significativi. Partendo dall'assunto che "l'università rappresenta un microcosmo della società" [Stephens et al., 2008], diviene chiaro che essa, facendo della sostenibilità parte integrante a livello dei propri programmi di investimento, di amministrazione, di pianificazione e di acquisti, ha la potenzialità di promuovere tali pratiche sia internamente a se stessa, sia a livello dell'intera comunità: presumibilmente, chiunque si trovi a lavorare a contatto con una simile realtà sarà in grado di comprendere l'importanza di questi comportamenti consapevoli, apprezzarli, imparare da essi e dunque sarà portato a estendere tali atteggiamenti anche al di fuori della realtà universitaria, nella ricerca di uno stile di vita più sostenibile.

Relazione con altre realtà e con la comunità locale

Un altro ambito in cui le università possono agire nei confronti della sostenibilità è quello delle relazioni con altre realtà: in primo luogo, è fondamentale dare spazio alla transdisciplinarietà intesa come collaborazione fra ricercatori e personale esterno all'ateneo in quella partecipazione fra università, industrie e governo che prende il nome di "Triple Helix" [Polk & Knutsson, 2008]. Secondo Etzkowitz & Zhou [2006], agendo a livello di queste interrelazioni e in particolare modificandole in visione di uno sviluppo sostenibile, è possibile coinvolgere le altre istituzioni della società in un processo di ricerca e di innovazione dedito al raggiungimento di obiettivi volti alla sostenibilità.

Non bisogna infine dimenticare la capacità degli atenei di influenzare profondamente le comunità a livello locale e regionale, e di sostenerle nell'ideale obiettivo di renderle vitali dal punto di vista sociale, stabili dal punto di vista economico, e sostenibili dal punto di vista ambientale [Cortese, 2003].

Ovviamente, affinché tali obiettivi vengano raggiunti, i leader universitari devono abbattere le più comuni barriere di natura organizzativa in questo campo, come le risorse finanziarie inadeguate, la mancanza di tempo ed esperienza per portare a termine un simile impegno, e il poco valore che viene generalmente attribuito alle relazioni con realtà esterne a quella accademica [Ferrer-Balas et al., 2010].

Uno sguardo fuori d'Italia

In seguito alla già citata Dichiarazione di Talloires del 1990, diverse università sulla scena internazionale hanno iniziato ad avvicinarsi alle tematiche della sostenibilità [Ferrer-Balas et al., 2010]. Questo crescente interesse ha portato alla formazione di vere e proprie reti di collaborazione, incontro, dialogo e supporto fra le varie istituzioni, e a questo scopo sono nate

¹⁹ Per un approfondimento di questi argomenti si rimanda al capitolo *Education's New Assignment: Sustainability*, contenuto nello *State of The World 2010*

centinaia di organizzazioni con compiti di coordinazione e sostegno. Se la AASHE di cui si è accennato nel paragrafo precedente si occupa prevalentemente delle università americane, l'Associazione delle Università Leaders per un Futuro Sostenibile (ULSF) è attiva a livello mondiale e fornisce supporto in particolare alle università firmatarie della Dichiarazione di Talloires.²⁰

Come si può immaginare, la bibliografia su questo tema è sconfinata: nelle pagine seguenti verranno brevemente descritti alcuni esempi di come le istituzioni universitarie si stiano impegnando in questo senso.

In Europa

A livello europeo, le istituzioni universitarie del Regno Unito sembrano essere fra le più interessate e attive a riguardo. Secondo Hopkinson, Hughes e Layer [2008], gli ambiti di azione delle università britanniche nei confronti dello sviluppo sostenibile sono generalmente articolati in tre curricula:

1. *formal curriculum* – permette agli studenti di apprendere nozioni sul tema della sostenibilità e di acquisire le capacità necessarie ad un approccio adeguato a tali problematiche;
2. *informal curriculum* – comprende attività che vanno ad arricchire l'esperienza formativa degli studenti (organizzazione di eventi, stages e tirocini in tema, attività di volontariato, associazioni e formazioni studentesche che si occupano di sostenibilità);
3. *campus curriculum* – riguarda l'attenzione verso le conseguenze ambientali nelle scelte di edilizia e gestione delle strutture universitarie.

Gli autori stessi descrivono poi il caso dell'Università di Bradford, presentando le diverse iniziative relative ad ogni ambito di azione. Nel novembre 2005 l'università ha dato il via al progetto strategico chiamato *Ecoversity*, la cui realizzazione è stata possibile anche grazie al finanziamento da parte dell'Higher Education Funding Council for England²¹. Fra le varie iniziative presentate, si ricordano: la messa a punto di politiche istituzionali dell'università per la sostenibilità e lo sviluppo di programmi accademici in tema aperti a tutti gli studenti; numerose attività studentesche ed eventi organizzati da e per gli studenti, fra cui collaborazioni volontarie con le scuole d'infanzia locali e tirocini per la sensibilizzazione sulle problematiche ambientali; la progettazione di una piccola zona residenziale che potesse ospitare abitazioni e servizi per gli studenti costruita e gestita minimizzando gli impatti sull'ambiente [Hopkinson, Hughes, Layer, 2008].

Sempre nel Regno Unito, è degna di nota la Facoltà di Ingegneria e Scienze Fisiche dell'Università di Surrey, in cui grande attenzione è dedicata alla ricerca sulla sostenibilità: essa ospita infatti un Centro per la Sostenibilità Ambientale che opera a livello internazionale, integrando discipline di ingegneria e scienze sociali per la ricerca e la progettazione di iniziative per lo sviluppo sostenibile.²²

Un approccio per certi aspetti diverso è quello seguito dall'Università di Lüneburg, in Germania: in questo caso, infatti, si è volutamente scelto di dare grande spessore alla natura inter- e trans- disciplinare dell'argomento; a fianco alle scelte di carattere logistico-gestionale per una università più sostenibile, si è lavorato molto sullo sviluppo di programmi di studio interdisciplinari per la sostenibilità, coinvolgendo attivamente gli studenti in occasioni di incontro (attraverso discussioni di gruppo, forum di dialogo fra

²⁰ Per approfondimenti, si veda il sito dell'ULSF: <http://www.ulsf.org/index.html>

²¹ Si tratta di un'associazione nata per aiutare le università del Regno Unito nella realizzazione di progetti, non necessariamente a sfondo ambientale; per maggiori informazioni, si rimanda al sito web ufficiale: <http://www.hefce.ac.uk/>

²² Per approfondimenti sulle iniziative e sul Centro di Ricerca dell'Università di Surrey si rimanda al sito web <http://www.ces-surrey.org.uk/>

studenti, docenti, ricercatori e personale tecnico-amministrativo che si occupa del progetto) [Beringer & Adomßent, 2008].

Nel resto del mondo

A livello extra-europeo, è sicuramente degna di nota l'Università della British Columbia, in Canada, in cui hanno lavorato William Rees e Mathis Wackernagel, sviluppatori del metodo dell'Impronta Ecologica. La scelta di introdurre già dal 1997 valori di sostenibilità sociale, economica e ambientale all'interno dei principi guida dell'istituzione e soprattutto l'impegno nel perseguirli concretamente negli anni successivi, hanno reso l'Università della British Columbia uno dei leader incontrastati in tema di sostenibilità universitaria. Oltre alle iniziative che già altre istituzioni universitarie hanno promosso (campagne per la riduzione delle emissioni di gas nocivi e dei consumi energetici, idrici e di materiali come carta e rifiuti, sensibilizzazione nei confronti delle tematiche ambientali volta alla popolazione interna all'università e esterna, rafforzamento della didattica e dell'attività di ricerca transdisciplinare, progetti edilizi ecocompatibili) l'università canadese ha scelto di impegnarsi attivamente nella causa della sostenibilità in modo ancora più approfondito e innovativo. Ad esempio, le aree verdi del campus sono concimate con il compost prodotto dalla comunità universitaria e non vengono trattate con pesticidi; gli acquisti pubblici sono condotti secondo criteri di sostenibilità ambientale e equità sociale; è stato messo a punto un sistema di recupero dell'acqua piovana; particolare attenzione è poi rivolta allo smaltimento di sostanze tossiche e pericolose.²³

Sempre in Canada, l'Università di Prince Edward Island si distingue per l'eccellente organizzazione interna: a partire dal 2004, l'università si è dotata della figura del "Direttore degli Studi e della Sostenibilità Ambientale", con competenze che vanno dalle mansioni più prettamente amministrative (coordina attività di ricerca, didattica e servizi per gli studenti) alle responsabilità di carattere logistico e edilizio (controlla le iniziative volte alla diminuzione dell'impatto ambientale delle strutture accademiche). Parallelamente a questo ruolo, è stato istituito un "Ufficio per la Sostenibilità del Campus" in cui vengono coinvolti gli studenti (sia stipendiati sia in qualità di volontari) [Beringer & Adomßent, 2008].

Anche la prestigiosa Università di Harvard ha adottato da diversi anni una propria politica ambientale, basata su alcuni punti chiave che vanno dal perseguimento di pratiche per la sostenibilità (fra cui la preferenza nell'utilizzo di risorse rinnovabili, nella progettazione di strutture ad alta efficienza, nelle scelte più responsabili a livello di gestione e amministrazione) e dal continuo monitoraggio della situazione, all'interesse nella salvaguardia degli ecosistemi e della biodiversità locali, al rafforzamento degli aspetti didattici e di ricerca.²⁴

Il Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) rappresenta una delle più importanti università in Australia. Rispetto agli esempi appena citati, l'istituto si differenzia per aver messo a punto un corso transdisciplinare dedicato alla sostenibilità (dal titolo "Sustainability, Society and Environment"): della durata di sei mesi, il corso coinvolge circa 500 studenti, ed è tenuto da un gruppo di dieci docenti e ricercatori di dipartimenti diversi. La particolarità di questo corso è data dal fatto che esso punta decisamente alla necessità di conferire agli studenti gli strumenti fondamentali per un approccio adeguato a quelle che sono le complesse problematiche ambientali, piuttosto che alla semplice trasmissione di nozioni; in particolare, il corso mira a richiamare negli studenti quelle

²³ Per ulteriori informazioni sulla politica ambientale dell'Università della British Columbia, si rimanda al collegamento web: <http://strategicplan.ubc.ca/the-plan/sustainability/>

²⁴ Per approfondimenti sulla politica ambientale seguita dall'università di Harvard si vedano i due indirizzi web <http://www.news.harvard.edu/gazette/2004/10.14/09-sustain.html> e <http://green.harvard.edu/>

capacità di pensiero critico e sistemico, sintesi, integrazione e *problem solving* che occorrono nel rapportarsi ai grandi problemi del mondo reale [Blake, Sterling, Kagawa, 2009].

Un'ultimo caso che vale la pena citare è quello dell'Università di Western Cape, nella Repubblica Sudafricana. L'iniziativa più importante promossa dall'istituzione prende il nome di "Environmental Awareness: Techniques and Training": si tratta di un progetto che coinvolge attivamente gli studenti, complementare alle altre strutture dell'università e aperto a tutti gli studenti di qualunque facoltà. Il programma è suddiviso in tre sezioni:

1. *Awareness* – include insegnamenti sui concetti base delle tematiche ambientali a livello locale, regionale e internazionale, dal punto di vista di discipline diverse;
2. *Training* – mira allo sviluppo delle già citate capacità di approccio alle tematiche della sostenibilità;
3. *Implementation* – ha l'obiettivo di integrare le due fasi precedenti (conoscenze e capacità) applicandole a problemi reali: gli studenti sono incoraggiati a sviluppare e mettere in pratica progetti e iniziative a carattere ambientale, di cui a fine anno verranno esposti i risultati.

Oltre al processo di sensibilizzazione, il grande vantaggio di questa iniziativa è quello di promuovere negli studenti la propensione al lavoro di gruppo, allo sviluppo di progetti, all'utilizzo di capacità di riflessione transdisciplinare, e, caratteristica importantissima dal punto di vista pedagogico, la fiducia in sé stessi [Blake, Sterling, Kagawa, 2009].

L'Ateneo di Torino

L'Università di Torino vede la sua fondazione nel 1404, caratteristica che fa di essa una dei più antichi atenei italiani. Attualmente l'ateneo comprende 13 facoltà e 54 dipartimenti di ricerca, mentre l'offerta formativa presenta 82 corsi di lauree triennali e magistrali a ciclo unico, e 93 corsi di laurea magistrale. Secondo i dati del 2009, il numero di docenti e ricercatori ammonta a 2.133, quello di personale tecnico e amministrativo di ruolo a 1.987; nell'anno accademico 2008/2009 il totale di studenti iscritti all'università va oltre i 73.000.²⁵

L'Università di Torino per la sostenibilità²⁶

Nel documento che presenta il Piano di Programmazione dell'Università degli Studi di Torino per gli anni 2007 – 2012, si legge:

“L'Università di Torino pone come riferimento di tutta la sua attività i valori etici, civili e dello sviluppo sostenibile. L'Ateneo si candida a essere proponente e protagonista di un progetto politico e culturale di trasformazione verso una società della conoscenza.”

Nello stesso documento viene poi riportata una definizione di sostenibilità che pone l'accento sull'aspetto economico del termine:

²⁵ Per approfondimenti, si rimanda all'allegato statistico del numero di Febbraio 2010 di *Temi & Ricapitolazioni*, disponibile all'indirizzo web:

http://www.unito.it/unitoWAR/ShowBinary/FSRepo/Area_Portale_Pubblico/Documenti/R/ricapitolazioni_2010_01.pdf

²⁶ Tutti i dati presentati in questo paragrafo, ove non specificato altrimenti, sono stati estrapolati da documenti quali piani di programmazione, progetti edilizi e altro materiale disponibile sul sito dell'Università degli Studi di Torino <http://www.unito.it>

“Sostenibilità: garantire l’equilibrio economico-finanziario dell’ateneo, rafforzando le interazioni già in essere con gli Enti Pubblici, le Aziende e le Fondazioni.”

È chiaro che, nelle circostanze in cui l’università pubblica si è venuta a trovare (contesto normativo instabile e progressivo decremento dei finanziamenti statali), prevalgono le problematiche economico-finanziarie, mentre gli aspetti ambientali sembrano assumere un ruolo più secondario. In particolare, per quanto riguarda l’Ateneo di Torino, dal 2004 al 2008 si parla di un sottofinanziamento costante, che risulta essere pari a 46 milioni di euro nel 2008.

Nonostante questi ostacoli, tuttavia, a partire dagli ultimi anni l’Università di Torino sta compiendo qualche passo per muoversi (seppur lentamente) in direzione di un modello più sostenibile. Come già introdotto nella prima parte di questo secondo capitolo, gli ambiti in cui le istituzioni di istruzione superiore possono interessarsi per la sostenibilità sono molteplici; di seguito verranno elencate e analizzate brevemente le scelte compiute dall’ateneo torinese nel campo della gestione e delle relazioni con il territorio, della didattica, della ricerca. Infine, sono state dedicate brevi riflessioni alle iniziative studentesche.

Gestione e relazioni con il territorio

Per quanto riguarda le realizzazioni edilizie, già con il documento programmatico steso dal Rettore prima della sua elezione per il mandato 2008 – 2012, si accenna al progetto di ristrutturazione di alcune sedi universitarie secondo norme volte alla sostenibilità e al risparmio energetico. È il caso, ad esempio, di Palazzo Nuovo, per cui è stato messo a punto un progetto di riqualificazione dell’architettura e dell’involucro edilizio che comprende, fra l’altro, l’installazione di coperture fotovoltaiche e di un impianto di trigenerazione²⁷; secondo i dati riportati nella presentazione del progetto, tali interventi permetterebbero notevoli riduzioni delle emissioni annue (pari a circa 1.000 tonnellate per quanto riguarda l’anidride carbonica CO₂, una tonnellata per gli ossidi di azoto NO_x, due tonnellate per l’anidride solforosa SO₂). Un caso ancora più ambizioso è quello del complesso di Grugliasco, il cui progetto mira alla formazione di un “polo scientifico universitario” in cui possano trovare sede le facoltà di Farmacia e di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, a fianco alle già presenti facoltà di Agraria e di Medicina Veterinaria. Tutta la progettazione si fonda sull’applicazione dei principi di ecosostenibilità e sull’attuazione di scelte nel rispetto dell’ambiente, in particolare a livello di selezione dei materiali anche attraverso l’analisi del ciclo di vita di tali prodotti. Grande attenzione è data all’aspetto energetico delle strutture: si prevede di fare ricorso a sistemi di produzione di energia alternativa, fra cui sistemi solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria, e pannelli fotovoltaici per l’energia elettrica.

Nel Piano Energetico redatto dalla Divisione Edilizia e Grandi Infrastrutture è presentato l’ambizioso progetto di raggiungere in largo anticipo, rispetto al 2020, gli obiettivi previsti dal Protocollo di Kyoto per l’Italia relativi agli Enti Pubblici. In particolare, gli interventi che vi vengono riportati riguardano la metanizzazione di tutti gli impianti termici, l’introduzione di impianti di trigenerazione, la messa a punto di un sistema di telegestione per il controllo degli impianti di climatizzazione e l’utilizzo di impianti a fonti di energia rinnovabili.

Un’importante tappa è stata inoltre raggiunta il 28 aprile 2009, con l’adesione ufficiale da parte dell’Università degli Studi di Torino al Protocollo d’intesa per la promozione degli

²⁷ Riprendendo la definizione che si legge nel documento di presentazione per l’intervento, l’impianto di trigenerazione è un impianto per la produzione combinata di energia elettrica, acqua calda per il riscaldamento e acqua refrigerata per il condizionamento, che comporta una notevole convenienza energetica, ambientale ed economica

acquisti pubblici ecologici (Green Public Procurement - GPP)²⁸, avviato fin dal 2003 dalla Provincia di Torino con il supporto tecnico di ARPA Piemonte. In seguito alle Direttive CE del 2004 (con riferimento, in particolare, alle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE, entrambe concernenti gli appalti pubblici), con il decreto interministeriale 11 aprile 2008, n. 135, predisposto dal Ministero dell'Ambiente di concerto con i ministeri dello Sviluppo Economico e dell'Economia, è stato redatto il *Piano nazionale d'azione sul Green Public Procurement*. Nel documento è riportata la definizione di GPP a cui fa riferimento la Commissione Europea:

*“Il GPP è l’approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull’ambiente lungo l’intero ciclo di vita.”*²⁹

Ciò significa che gli Enti Pubblici, tramite la gestione ecologica degli acquisti pubblici, hanno la possibilità di inserire criteri di qualificazione ambientale nelle procedure di acquisto di beni e servizi; l'Università di Torino ha già messo in pratica di recente tale protocollo con una prima gara d'appalto per l'affidamento del servizio di pulizia degli immobili dell'ateneo, bando che integra i criteri ambientali previsti dal Protocollo per gli acquisti pubblici ecologici. Inoltre, come comunicato dalla Dott.ssa Bonifanti, si sta provvedendo alla costituzione di una struttura universitaria appositamente studiata per supportare i Centri di Gestione Autonoma e le Strutture dell'Amministrazione Centrale che si occupano di acquisti, e nelle cui competenze rientra anche il Protocollo di intesa.

Didattica

Se alcuni sforzi sono stati fatti nell'ambito delle realizzazioni edilizie e degli acquisti pubblici, qualcosa di più si potrebbe fare dal punto di vista della didattica: attualmente, infatti, solo pochi corsi trattano il tema della sostenibilità. In particolare, queste tematiche sono per lo più concentrate nella nuovissima Scuola superiore di Studi dell'Università di Torino, che potrebbe rappresentare un'ottima opportunità di formazione di una futura classe dirigente attenta ai problemi ambientali, ma che, a causa della sua selettività e della ridotta disponibilità di posti, limita a un gruppo molto ristretto di studenti tali fondamentali insegnamenti (peraltro finora organizzati in forma di seminari, con una certa frammentazione dei contenuti). Sarebbe auspicabile che percorsi integrati sulle problematiche della sostenibilità costituissero parte integrante dell'offerta formativa generale di tutte le facoltà.

Ricerca

Per quanto riguarda la ricerca, oltre all'impegno che sicuramente numerosi ricercatori e docenti dedicano a problematiche ambientali, nell'ateneo torinese l'unico Centro che è stato progettato e si è sviluppato con lo scopo esplicito di promuovere attività coordinate, inter- e transdisciplinari, in una prospettiva di sostenibilità è il Centro Interuniversitario IRIS (Istituto di Ricerche Interdisciplinari sulla Sostenibilità). In esso trovano occasione di collaborazione e di dialogo sia docenti e ricercatori facenti riferimento all'Università degli Studi di Torino (Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo e Dipartimento di Economia “Cognetti de Martiis”) e all'Università degli Studi di Brescia (Dipartimento di Studi Sociali), sia membri di altre istituzioni e studiosi indipendenti. Il Centro IRIS non

²⁸ La Dott.ssa Claudia Bonifanti è stata nominata referente dell'Ateneo di Torino nell'ambito del Protocollo

²⁹ Per ulteriori informazioni si rimanda al testo integrale del *Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione*, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

ha finora ricevuto dall'Università contributi finanziari né sostegni per sviluppare temi di ricerca transdisciplinare: i progetti di ricerca e di formazione che sta svolgendo sono stati finanziati da altre Istituzioni (Regione Piemonte e Fondazione S. Paolo).

L'interesse degli studenti

Una nota positiva del sistema universitario torinese è rappresentata dall'interesse espresso dagli studenti stessi nei confronti del tema della sostenibilità: numerosissime sono state le iniziative e le attività proposte dal senato degli studenti e da altre organizzazioni studentesche negli anni passati.

Proprio grazie all'erogazione di alcune borse di studio da parte del senato degli studenti, tre giovani hanno svolto una ricerca molto approfondita sulla situazione italiana e su alcuni 'casi-studio' in altri Paesi, a conclusione della quale hanno prodotto un documento con preziose indicazioni per l'avvio di iniziative di Sostenibilità Ambientale nell'Ateneo, nei cui obiettivi rientravano da un lato la sensibilizzazione della popolazione universitaria sul tema della sostenibilità ambientale, dall'altro la promozione di iniziative e proposte volte alla creazione e al perseguimento di una politica ambientale di ateneo. Fra i maggiori sforzi dell'organizzazione di studenti si ricorda il progetto pilota "Verso un'Agenda 21 di Ateneo" presentato in occasione di un Convegno realizzato a Torino nel novembre 2007. Tale progetto focalizzava l'attenzione sulla necessità di un processo di formazione di personale tecnico-amministrativo che potesse occuparsi istituzionalmente delle pratiche di sostenibilità in ateneo, sulla possibilità di assegnare fondi per borse di studio e assegni di ricerca per studenti e ricercatori impegnati in questo ambito, e sulla creazione di un apposito Comitato promotore per l'Agenda 21 di Ateneo che coinvolgesse membri in rappresentanza del Rettorato, del personale docente, degli studenti e del personale tecnico-amministrativo. Se le dimostrazioni di interesse per tali progetti da parte degli studenti e dei docenti che li hanno sostenuti nel loro lavoro sono state molteplici, purtroppo non si può dire lo stesso per quanto riguarda l'organizzazione centrale dell'università. In particolare, dopo il Convegno del 2007, il riscontro da parte del Rettorato è andato scemando, portando, di fatto, al congelamento dei progetti strategici proposti dal senato studenti.

Capitolo III

Lo studio di caso

3.1 – Introduzione allo studio

Il Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo

Il Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo dell'Università degli Studi di Torino trova sede in un edificio storico costruito nella seconda metà del XVII secolo in stile barocco; la struttura ha alle spalle una ricca storia: inizialmente destinata ad ospitare un Convento delle Canonichesse Lateranensi di Santa Croce, fu successivamente utilizzata come Ospedale Militare fino alla fine del XIX secolo, quando venne convertita nella sede della Podgora, Caserma del Corpo dei Carabinieri. Dopo un complesso intervento di ristrutturazione, durato più di 20 anni, l'edificio è stato adibito a sede universitaria.

Lo studio di caso

L'ultima parte del mio lavoro è stata dedicata all'analisi dei flussi di materia ed energia che interessano il Dipartimento; la situazione è rappresentata in modo molto schematico dalla figura 3.1.

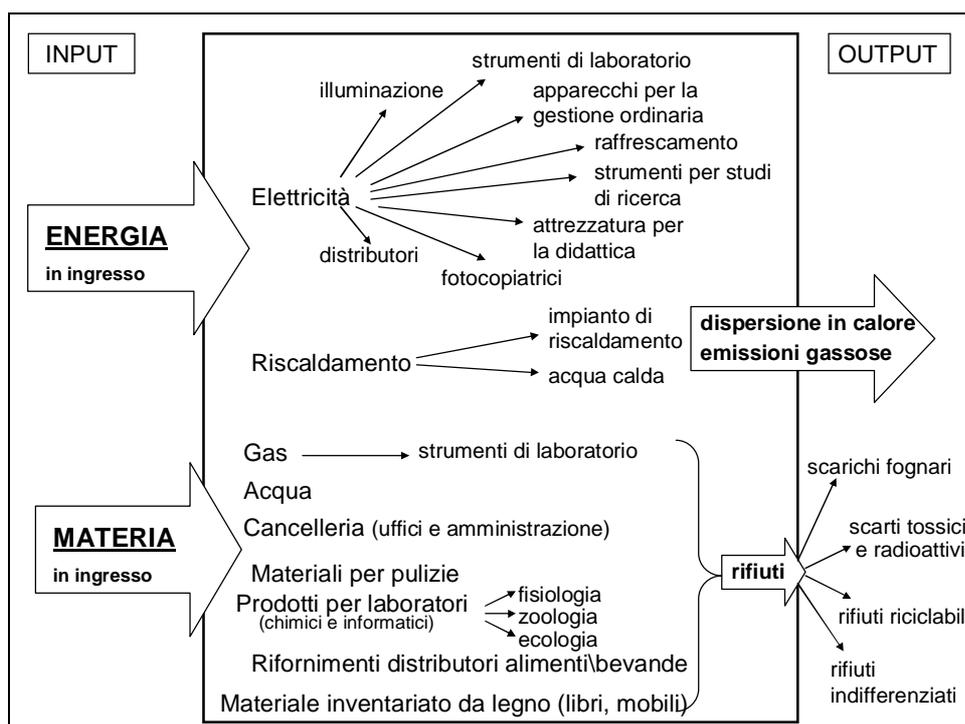


Figura 3.1 Rappresentazione schematica degli input e output di energia e materia nel Dipartimento.

Questa indagine nasce dalla curiosità di calcolare, sebbene in modo approssimativo, l'impatto che una tale struttura può avere sull'ambiente; scoprendo quali sono le utenze che incidono in

modo significativo sui consumi, è stato possibile fare un passo avanti verso quello che è l'obiettivo più ambizioso di questa ricerca: cercare e proporre soluzioni e interventi volti all'ottimizzazione dei consumi, e promuovere accorgimenti per il risparmio di risorse (che spesso ha un risvolto positivo anche dal punto di vista economico).

Per introdurre lo studio, descritto più approfonditamente nei paragrafi seguenti, può essere utile riportare una presentazione schematica dello stesso; esso si è svolto su più fronti, andando a toccare diversi ambiti:

- consumi idrici – questa analisi è stata portata avanti attraverso un esame delle bollette dell'acqua;
- consumi energetici – in questo caso, alle considerazioni sui consumi estrapolate dalle bollette dell'energia elettrica è stata affiancata una ricerca sul sistema di raffrescamento e sulle strumentazioni di laboratorio che influenzano in modo significativo tali risultati;
- consumi termici – oltre all'esame delle bollette di metano e delle caldaie in uso nello stabile, questa parte di studio comprende un'analisi delle temperature registrate per periodi di una o due settimane in diversi locali del Dipartimento durante la stagione invernale 2008/2009;
- acquisti di materiale cartaceo – tale analisi è utile per un calcolo degli impatti in termini di risorse di natura forestale;
- consumi dei distributori di bevande calde e fredde – l'entità dei consumi attribuibili alle macchinette è stata analizzata richiedendo i dati alla ditta che si occupa del loro rifornimento;
- utilizzo di detersivi e prodotti per la pulizia – in questo caso ci si è rivolti alla ditta che si occupa delle pulizie nello stabile, ottenendo informazioni sulla composizione di alcuni prodotti in uso.

Va detto che un'analisi di questo tipo, per essere davvero completa, meriterebbe di trattare anche altri flussi, quali ad esempio l'utilizzo di sostanze chimiche e radioattive nei laboratori, la gestione di rifiuti di diversa natura, e altri ancora; tuttavia, si è scelto di focalizzare l'attenzione esclusivamente su quelli che sono gli aspetti più accessibili e di cui è stato possibile reperire informazioni e dati: rimangono ancora molte questioni aperte che sarebbe opportuno e interessante approfondire.

3.2 – Lo studio del caso DBAU

Acqua

Inquadramento

I contatori dell'acqua relativi ai consumi idrici del Dipartimento sono tre: due sono situati in Via Santa Croce 6 (numeri di matricola 708410 e 160400082), e uno, quello che registra i consumi più elevati, in Via Giolitti 23 (numero di matricola 752798). Questo è probabilmente dovuto al fatto che l'Università di Torino ha acquistato in tempi diversi i vari lotti che complessivamente costituiscono l'attuale Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo.

Introduzione allo studio

Per riuscire ad avere una stima dei consumi idrici dell'edificio è stato necessario chiedere alla SMAT – Società Metropolitana Acque Torino – le bollette dell'acqua relative a tutti i trimestri del 2007 e del 2008. Attraverso l'analisi di questa documentazione, da ogni fattura è stato possibile ottenere utili informazioni riguardanti:

- il consumo effettivo di acqua, espresso in m³;
- il consumo medio di acqua giornaliero, espresso in m³ al giorno;
- il consumo di acqua in m³ fatturato in bolletta, in relazione al tipo di contratto stipulato e al periodo di consumo intercorso fra la due letture;
- la ripartizione dell'importo totale nelle sue componenti, vale a dire il costo di ogni singolo servizio, le quote fisse, l'IVA, eventuali penalità dovute a ritardati pagamenti;
- i costi fissi delle due prese degli impianti di antincendio.

Questi dati, inoltre, mi hanno permesso di analizzare come tali valori siano cambiati nel corso dei due anni, e in particolare è stato possibile portare avanti un'interessante analisi dei rapporti consumi/costi nel tempo.

I dati così raccolti sono stati poi organizzati in tabelle e grafici, che verranno riportati in seguito.

Analisi dei Dati e Risultati

I totali complessivi dei consumi idrici del Dipartimento, e dei costi sostenuti dall'Università di Torino relativamente a tutti e tre i contatori, è riportato nella tabella 3.1:

Anno	Consumo Totale	Costo Totale
2007	4.188 m ³	8.348,39 €
2008	2.903 m ³	4.244,97 €

Tabella 3.1 Tabella riassuntiva che riporta i m³ di acqua consumati e i costi annuali.

Il consumo totale di acqua annuo per tutto il Dipartimento risulta essere decisamente minore nel 2008 (è stata registrata una differenza di 1.285 m³). Non è stato possibile chiarire le cause di questo decremento. Presso l'Ufficio Tecnico dell'Università di Torino non risulta che siano

state segnalate perdite o successive riparazioni; si è fatta l'ipotesi di un utilizzo nel 2007 di acquari collocati nei locali interrati, che però non è stata confermata. Attualmente gli acquari sono quasi tutti in disuso.

Per quanto riguarda invece i costi dovuti alle due prese antincendio, si tratta di importi fissi nei quattro trimestri, che cambiano di anno in anno:

Anno	Costo Trimestrale	Costo Annuale
2007	204,54 €	818,16 €
2008	221,75 €	887 €

Tabella 3.2 Costi trimestrali e annuali per le prese antincendio.

Analizziamo ora separatamente costi e consumi di ognuno dei tre contatori.

Si nota subito che la differenza fra gli anni 2007 e 2008 è per lo più riconducibile ai consumi idrici relativi al contatore situato in Via Giolitti 23, che è anche quello che registra i consumi maggiori. Di seguito sono riportati due grafici che mettono in relazione i consumi idrici e gli importi delle singole voci di costo presenti in fattura, nei due anni di studio, per quanto riguarda il contatore di Via Giolitti 23.

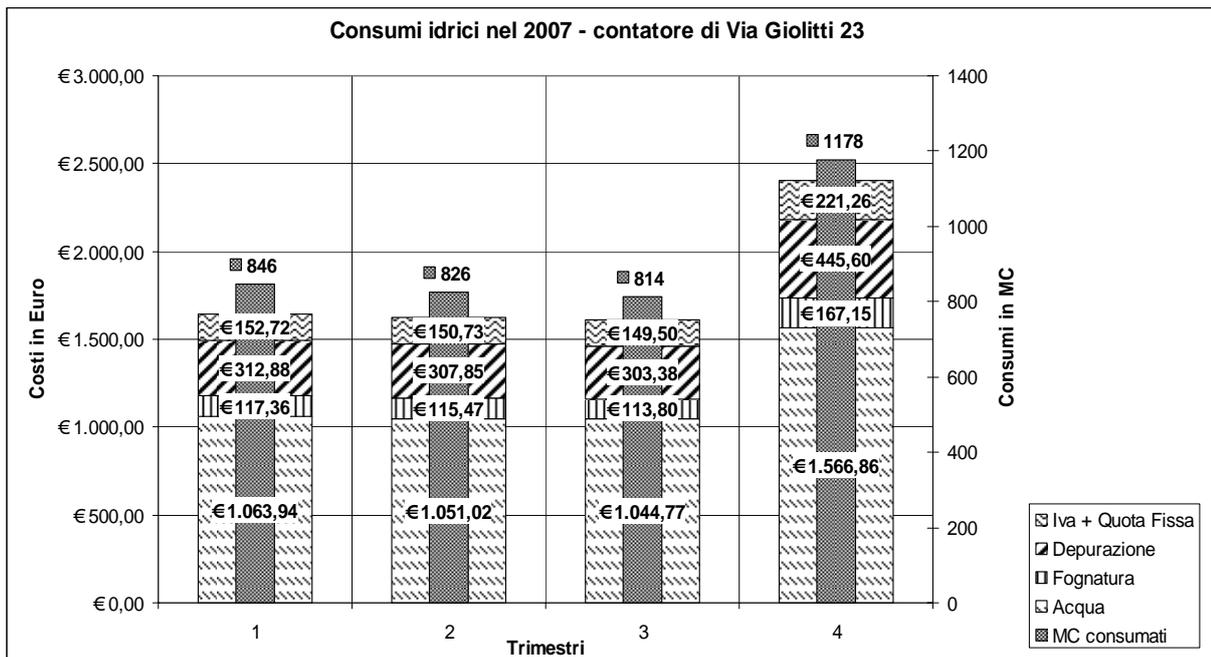


Grafico 3.1 Consumi idrici e importi suddivisi per voci di costo nelle fatture; dati relativi al 2007.

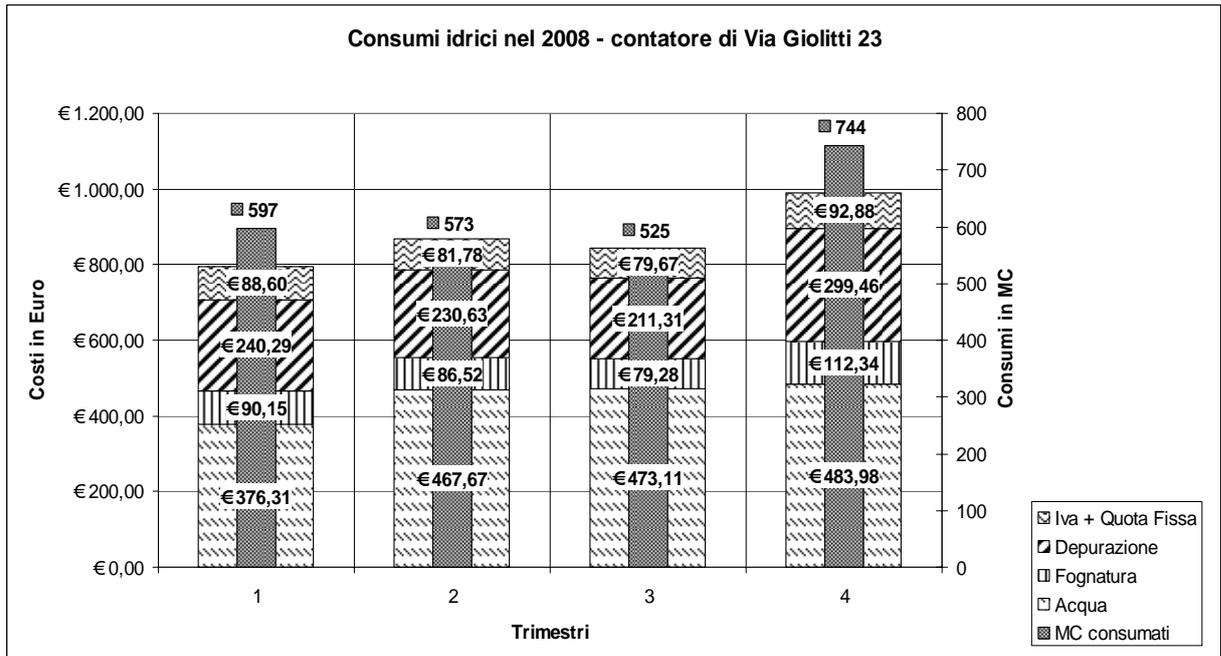


Grafico 3.2 Consumi idrici e importi suddivisi per voci di costo nelle fatture; dati relativi al 2008.

Il grafico 3.3 riporta una sintesi dei consumi idrici nei trimestri dei due anni.

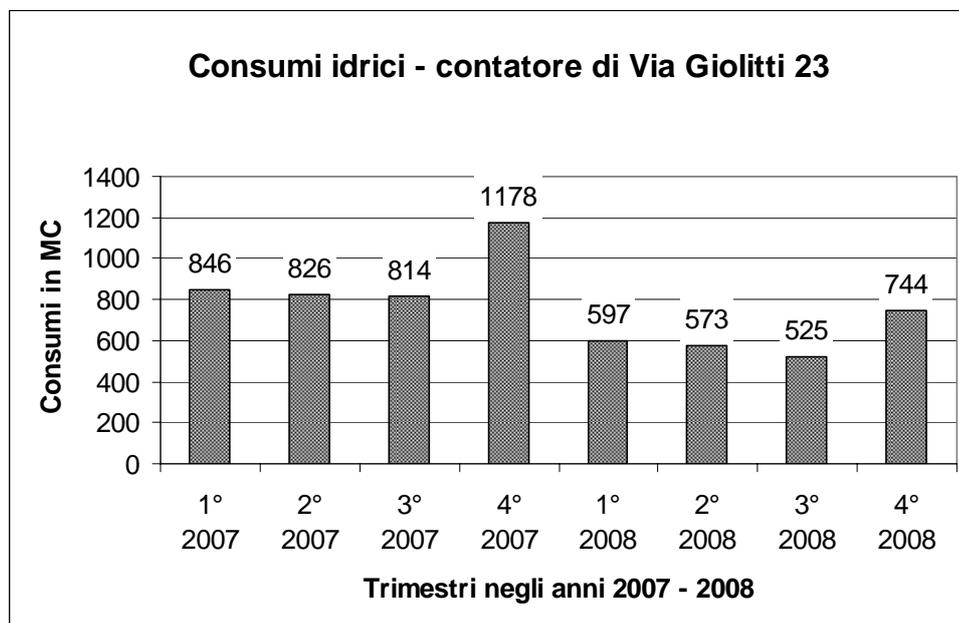


Grafico 3.3 Istogramma riassuntivo dei consumi idrici espressi in m³ per i due anni di studio.

Osservando il grafico 3.3, è possibile fare due considerazioni. In primo luogo, si nota che dal 2007 al 2008 c'è stata una diminuzione dei m³ consumati annualmente: infatti, nel 2007, i m³ di acqua consumati sono stati in totale 3.664; nel 2008 il consumo idrico è diminuito circa del 33,4%, ed è stato pari a 2.439 m³. Secondariamente, risulta evidente che nel 4° trimestre del 2007 i consumi idrici sono molto maggiori rispetto quelli registrati nei precedenti periodi. Tuttavia, questo non è dovuto a un effettivo aumento dei consumi di acqua negli ultimi tre mesi del 2007; i consumi del trimestre in questione risultano più elevati semplicemente perché

in tale bolletta rientra anche la fatturazione di una parte del mese di gennaio 2008. Generalmente le fatture coprono un periodo medio di 90 giorni, ma in questo caso si è fatto riferimento a un intervallo di tempo più lungo, e precisamente di 118 giorni (tale “scarto” è stato recuperato nella bolletta seguente, in cui la fatturazione era relativa a un periodo di 70 giorni).

Il grafico 3.4 riporta i consumi medi giornalieri per ogni trimestre, e evidenzia che i consumi sono in realtà relativamente costanti nel corso del 2007.

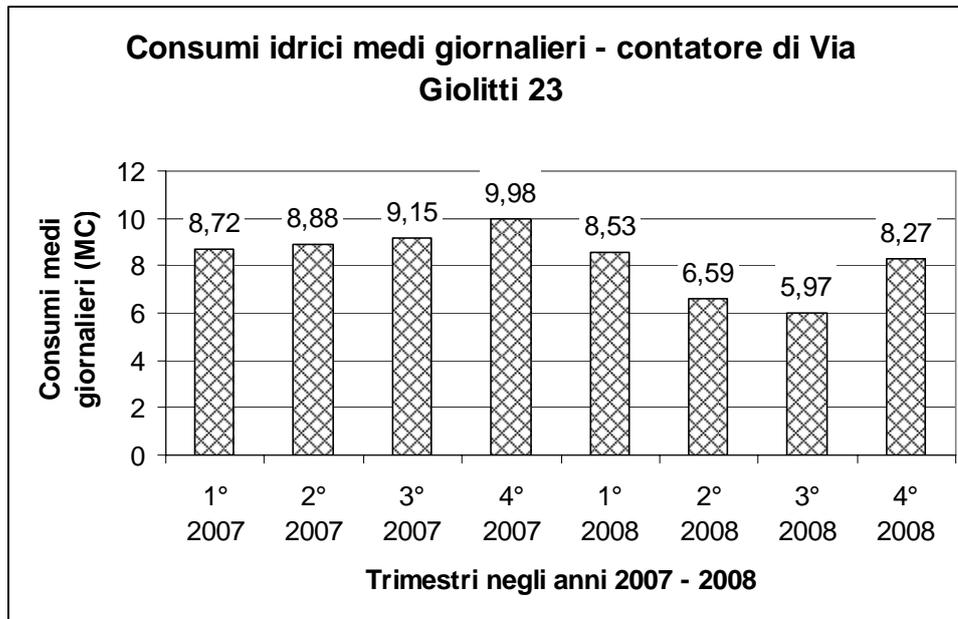


Grafico 3.4 Consumi medi giornalieri per i due anni di studio.

Analogamente, i costi sostenuti sono stati nettamente minori nel 2008: nel 2007 si sono spesi 7.284,29 €, nel 2008, invece, la spesa è stata di 3.493,98 €. Questa differenza di importo non è solamente una conseguenza della variazione dei consumi idrici, ma dipende anche dal fatto che nel 2008 l'Università di Torino ha effettuato una variazione del contratto commerciale con la SMAT.

Nel 2007, infatti, il contratto stipulato era di tipo 150: ciò significa che i primi 150 m³ di acqua trimestrali consumati sono stati pagati secondo la tariffa base, e tutta la restante parte è stata invece tariffata a prezzi molto maggiori (prima, seconda e terza eccedenza). Poiché il consumo idrico trimestrale medio registrato da questo contatore nel 2007 è pari a 916 m³ (nel 2008 il valore scende a 609,75 m³), è stato sufficiente passare ad un contratto di tipo 900 per far calare drasticamente i costi da sostenere per il rifornimento d'acqua della struttura.

Stipulando un contratto più adeguato al consumo effettivo di acqua, e alle reali necessità idriche dell'edificio, è stato possibile accedere a tariffe più vantaggiose, potendo in tal modo godere di un notevole risparmio.

Nel grafico 3.5 qui riportato, viene evidenziato come, nel corso del 2007, gran parte della spesa totale fosse riconducibile al consumo di acqua rientrante nella terza eccedenza, proprio a causa di una inadeguata gestione del contratto.

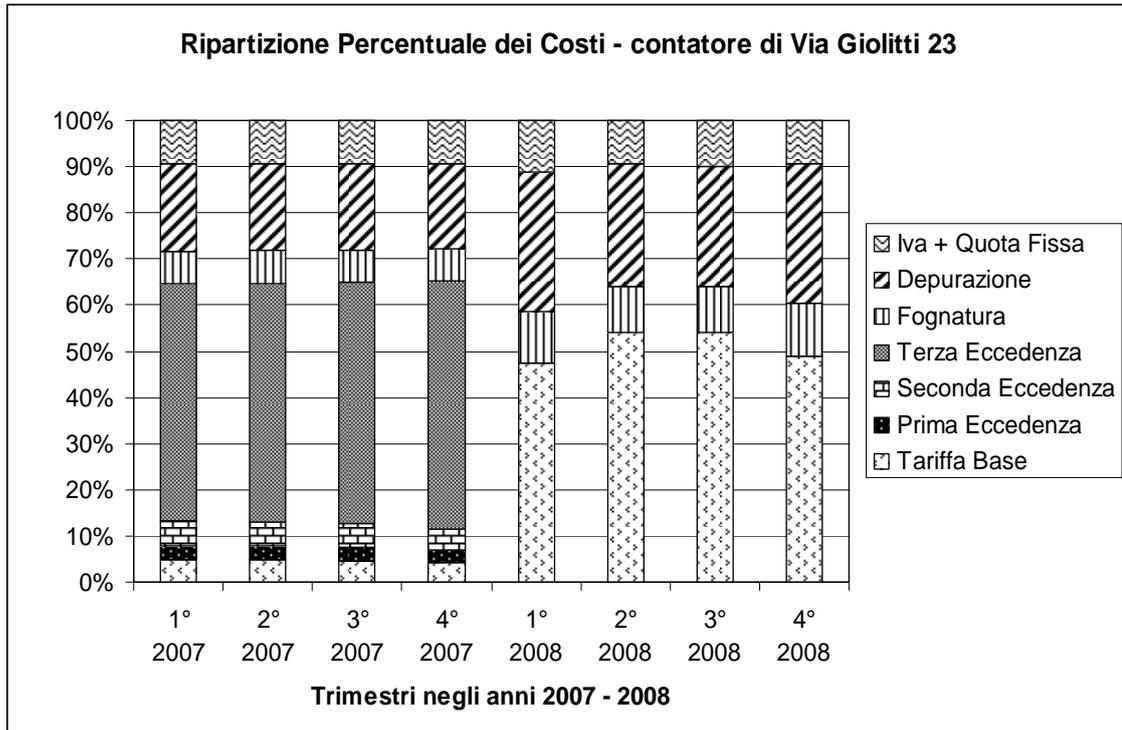


Grafico 3.5 Ripartizione percentuale degli importi suddivisi per voci di costo nelle fatture, e particolari delle eccedenze.

Un caso analogo è quello di uno dei due contatori situato in Via Santa Croce 6, contraddistinto dal numero di matricola 708410. Si tratta comunque di consumi più bassi rispetto a quelli registrati dal contatore appena trattato: i consumi idrici del 2007 ammontano a un totale di 523m³, per una spesa totale pari a 978,69 €, contro i 462 m³ nel 2008, e un importo di 687,78 €. Come per il caso precedente, i dati relativi a questo contatore sono stati organizzati in modo da avere dei grafici (3.6 e 3.7) che permettano di collegare i consumi agli importi, suddivisi per voci di costo.

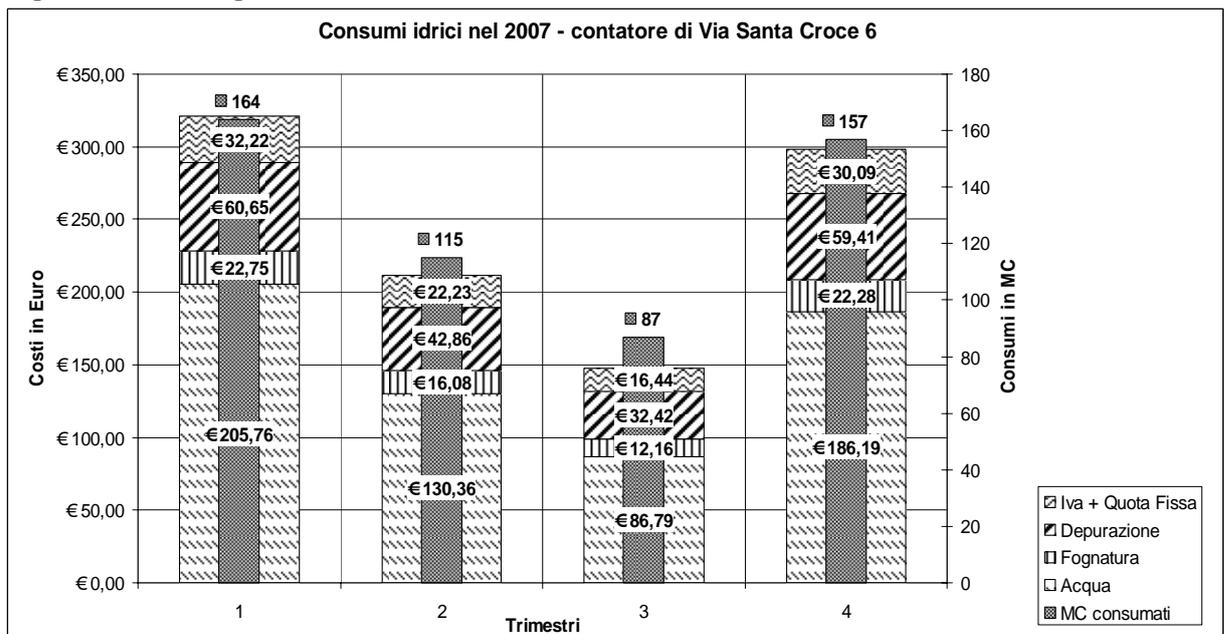


Grafico 3.6 Consumi idrici e importi suddivisi per voci di costo nelle fatture; dati relativi ai quattro trimestri del 2007.

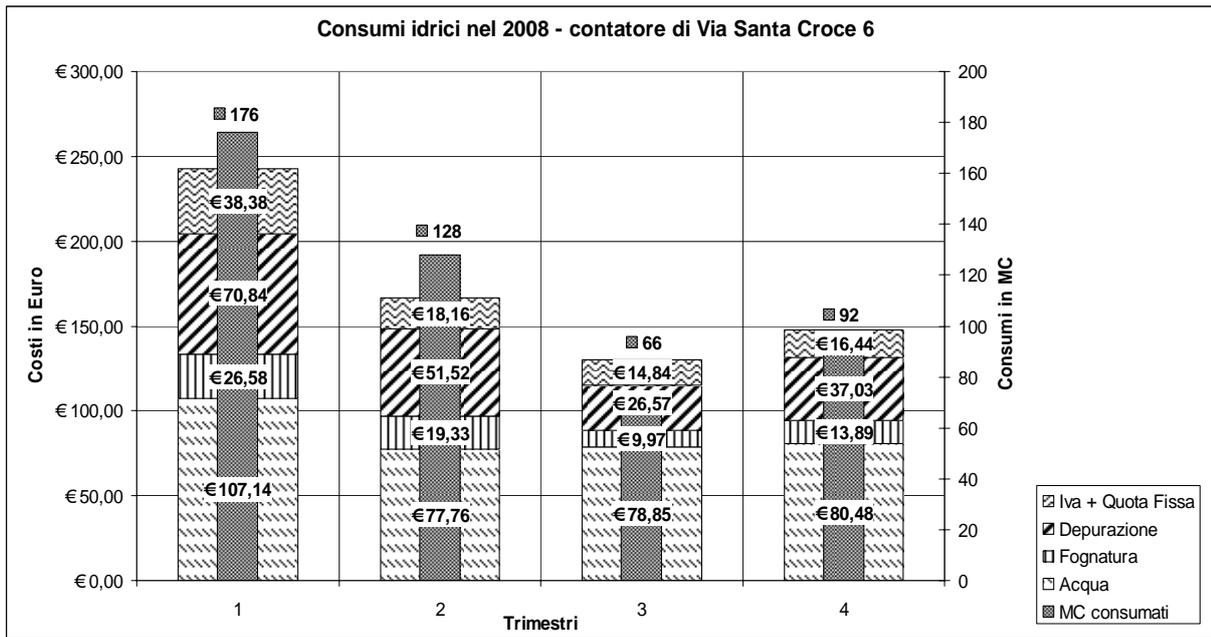


Grafico 3.7 Consumi idrici e importi suddivisi per voci di costo nelle fatture; dati relativi ai quattro trimestri del 2008.

La differenza fra i costi sostenuti nel 2007 e nel 2008 è dovuta, di nuovo, al cambiamento del contratto commerciale: da una situazione che prevedeva un limite contrattuale trimestrale di 30 m³, si è passati a un contratto di tipo 150. Questa scelta è stata sicuramente appropriata, poiché è adeguata ai consumi medi trimestrali rilevati dal contatore, che hanno raggiunto i 130,75 m³ nel 2007, e i 115,5 m³ nel 2008.

Un caso diverso è quello dell'ultimo contatore, situato in Via Santa Croce 6 e caratterizzato dal numero di matricola 160400082. I consumi rilevati sono praticamente nulli, riconducibili a 1 m³ nel 2007, e 2 m³ nel 2008, e i costi sostenuti sono quindi piuttosto bassi: 85,41 € nel 2007 e 63,21 € nel 2008. In questo caso il contratto non era adatto in quanto era addirittura eccessivo rispetto ai consumi: da un contratto di tipo 30, si è passati nel 2008 a uno di tipo 15.

Complessivamente, dunque, si è registrata una significativa diminuzione del consumo di acqua dal 2007 al 2008, con un risparmio idrico di 1.285 m³. Come già accennato in precedenza, le cause di questo decremento non sono state chiarite.

Riscaldamento

Inquadramento e obiettivi

L'impianto di riscaldamento presente nel Dipartimento è alimentato a metano; la centrale termica è situata al piano interrato, insieme al relativo contatore. Il fornitore di gas, nelle due stagioni esaminate, è stato Eni S.p.A..

Il periodo stagionale di funzionamento dell'impianto di riscaldamento è definito dal D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412³⁰: secondo la definizione che vi viene riportata, la città di Torino, con

³⁰ D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione e la manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione*

2.617 gradi giorno³¹, rientra nella zona climatica E, per la quale, secondo il comma 2 dell'art. 9 di tale Decreto, è prevista una stagione di riscaldamento che va dal 15 ottobre al 15 aprile, con un limite massimo di 14 ore giornaliere.

L'impianto termico consta di quattro caldaie, mentre i terminali di erogazione disposti in tutta la struttura sono costituiti da circuiti a radiatori, ventilconvettori, unità di trattamento aria (UTA), pannelli radianti. I ventilconvettori e le UTA, inoltre, sono collegati sia alle caldaie che ai due gruppi frigo, pertanto sono in funzione sia nei mesi invernali sia in quelli estivi, emettendo aria calda o fredda.

Lo scopo principale di questo studio è quello di determinare i consumi di metano per il riscaldamento dell'edificio, relativamente alle stagioni 2007/2008 e 2008/2009, e di mettere in luce l'eventuale esistenza di anomalie nel sistema di riscaldamento, grazie all'utilizzo di appositi strumenti in grado di registrare con continuità la temperatura di singoli locali. Dalle misure dei consumi di metano si può risalire ai flussi di energia in entrata al Dipartimento (attraverso il sistema di riscaldamento e raffreddamento dei locali) e proporre eventuali migliorie per ottimizzare i consumi termici.

Introduzione allo studio

Per l'esame dei consumi per il riscaldamento si è innanzitutto reso necessario richiedere le fatture per la fornitura del gas agli uffici della Divisione Logistica dell'Università degli Studi di Torino. Grazie a questo materiale è stato possibile ricavare i dati sui consumi di metano in m³ nelle due stagioni di riscaldamento.

Lo studio non si è però limitato all'analisi di queste informazioni: in primo luogo, si è fatto ricorso all'utilizzo di Data Logger, particolari strumentazioni in grado di registrare ad intervalli regolari le temperature dei locali in cui vengono disposti; in tal modo, è stato possibile monitorare le variazioni di temperatura di alcuni locali durante intervalli di tempo di una o due settimane, nel periodo compreso fra dicembre 2008 e febbraio 2009, a fronte delle temperature esterne. Secondariamente, ci si è rivolti alla Divisione Edilizia e Grandi Infrastrutture dell'Università degli Studi di Torino al fine di ottenere ulteriori dati rilevanti per la ricerca in corso; in tal modo si sono avute informazioni sulla presenza di sonde e valvole di controllo della temperatura e sulle caratteristiche tecniche delle diverse caldaie in uso nelle due stagioni prese in esame.

Analisi dei Dati e Risultati

Situazione caldaie e accorgimenti per l'ottimizzazione

Nella stagione 2007/2008 il riscaldamento in Dipartimento è stato assicurato dalla presenza di quattro caldaie a metano: due di esse avevano una portata termica³² di 665.000 kcal/h (corrispondenti a circa 773 kW), una di 443.750 kcal/h (pari a circa 516 kW), l'ultima, infine, aveva una portata termica di 221.900 kcal/h (equivalenti a circa 225 kW). La portata termica totale installata era dunque di 1.995.650 kcal/h, pari a circa 2.319 kW.

Si è provveduto a sostituire le vecchie caldaie, piuttosto obsolete e a basso rendimento, con nuovi modelli a condensazione: dalla stagione 2008/2009 sono in funzione due caldaie con

dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991 n.10; pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 14 ottobre 1993, n. 242

³¹ Per "gradi giorno" di una località si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20° C, e la temperatura media esterna giornaliera

³² Si definisce portata termica, o potenzialità al focolare, la quantità di calore che si può ricavare dalla combustione completa di una certa quantità di combustibile

portata termica di 532 kW e due con portata termica di 585 kW, per una potenza totale installata di 2.234 kW.

Per ridurre i consumi è stato previsto un piano di utilizzo delle caldaie diversificato a seconda delle temperature esterne: se queste sono superiori allo zero, i generatori lavorano in parallelo, minimizzando la potenza, in modo tale da riuscire a sfruttare al meglio la condensazione; quando invece le temperature esterne scendono sotto lo zero, i generatori lavorano in cascata, per far fronte alle effettive esigenze di riscaldamento.

Per quanto riguarda accorgimenti volti all'ottimizzazione dei consumi per il riscaldamento, la messa a punto di sistemi di isolamento termico è risultata per ora di difficile realizzazione, a causa della natura dello stabile: trattandosi di un edificio storico, con ampie superfici vetrate, gli interventi possibili (per esempio la sostituzione degli infissi per migliorare l'isolamento termico) risultano molto costosi. Tuttavia, esistono altre valide tecnologie per il risparmio energetico a cui si è fatto ricorso: in quattro locali sono state posizionate sonde per il controllo della temperatura dell'aria, che lavorano insieme a valvole per la regolazione della climatizzazione dei locali. La disposizione di questi dispositivi è mostrata nell'Allegato I: due di queste sonde sono situate nell'ala dell'edificio rivolta verso via Giolitti; una terza si trova nell'ala opposta, presso la Segreteria Studenti; la quarta sonda, infine, è stata collocata nell'Aula Magna del Dipartimento; considerazioni sul funzionamento di quest'ultima sono riportate nelle pagine seguenti.

Consumi bollette

Analizzando le fatture per la fornitura di metano è stato possibile ottenere informazioni sui consumi mensili di gas in m³; tuttavia, è piuttosto difficile stimare con precisione i costi mensili, in quanto, per scelte organizzative della società fornitrice, le fatture non vengono emesse ad intervalli regolari, e in ognuna viene fatturato il pagamento anticipato per quella seguente, importo che viene successivamente regolarizzato attraverso conguagli. Questi motivi, insieme al fatto che in questo contesto risulta più significativa un'analisi dei consumi piuttosto che degli importi, hanno portato alla decisione di focalizzare l'attenzione in particolar modo sull'entità dei consumi di combustibile.

La tabella 3.3 riassume quali sono stati i consumi annuali di metano in m³ per il riscaldamento e la produzione di acqua calda, e riporta i relativi costi complessivi.

Stagione	Consumo Totale	Costo Totale
2007/2008	135.933 m ³	98.709,33 €
2008/2009	126.556 m ³	108.199,33 €

Tabella 3.3 Tabella riassuntiva dei consumi stagionali di metano e costi sostenuti per il riscaldamento.

Per quanto riguarda l'analisi dei consumi mensili, come si può immaginare, per entrambe le stagioni essi sono maggiori nel periodo compreso fra il 15 ottobre e il 15 aprile, e in particolare nei mesi di dicembre e gennaio, in cui le temperature esterne hanno raggiunto i valori più bassi. I consumi di metano per la restante parte dell'anno sono riconducibili alla produzione e all'utilizzo di acqua calda.

I grafici 3.8 e 3.9 riassumono la situazione dei consumi mensili.

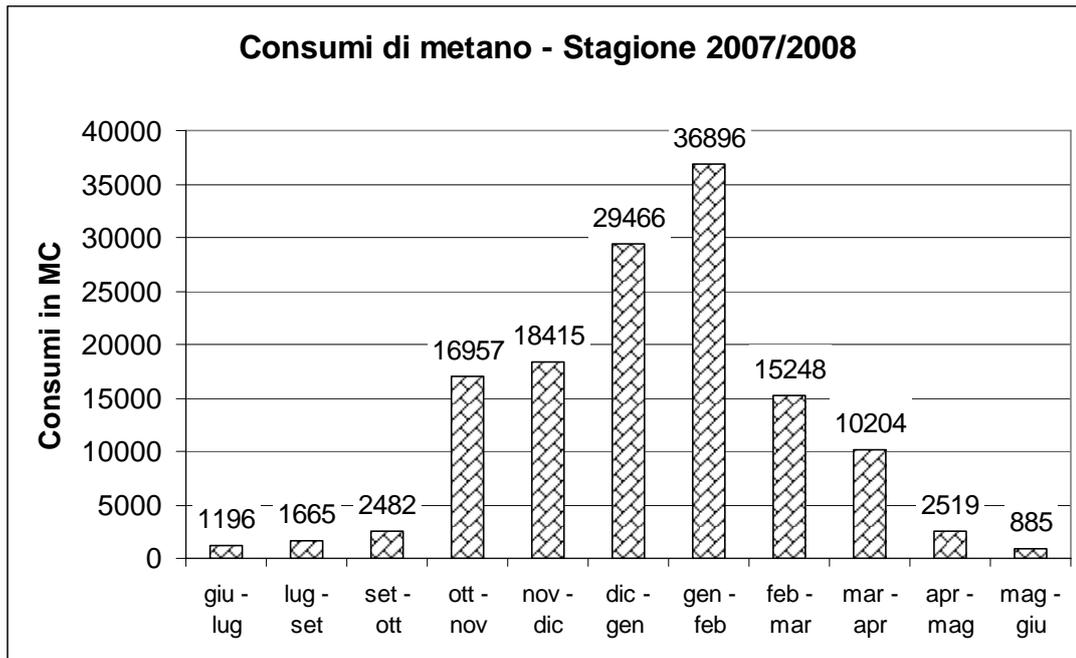


Grafico 3.8 Istogramma per i m³ di metano consumati mensilmente; stagione 2007/2008.

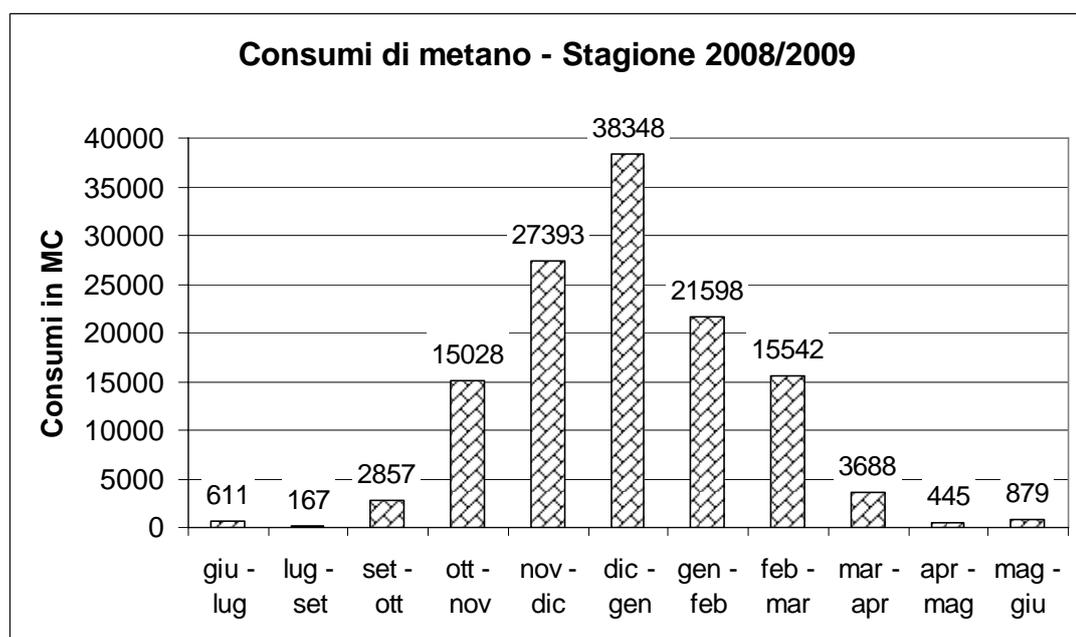


Grafico 3.9 Istogramma per i m³ di metano consumati mensilmente; stagione 2008/2009.

Complessivamente, i consumi annuali sono minori nella stagione 2008/2009, grazie alla sostituzione delle caldaie di cui si è parlato in precedenza. Il risparmio di metano dovuto all'installazione di nuove caldaie a condensazione è stato significativo, anche se va detto che limitandosi a confrontare i dati relativi ai consumi complessivi, esso risulta apprezzabile solo parzialmente: bisogna tenere conto, infatti, che nell'inverno 2008/2009 le temperature esterne sono state molto più rigide che nella stagione precedente.³³ Il grafico 3.10 riporta

³³ Per i dati sulle temperature a Torino negli inverni 2007/2008 e 2008/2009 si rimanda al sito web dell'ARPA Piemonte (<http://www.arpa.piemonte.it/>)

sinteticamente l'andamento delle temperature medie mensili a Torino nelle due stagioni di riscaldamento.

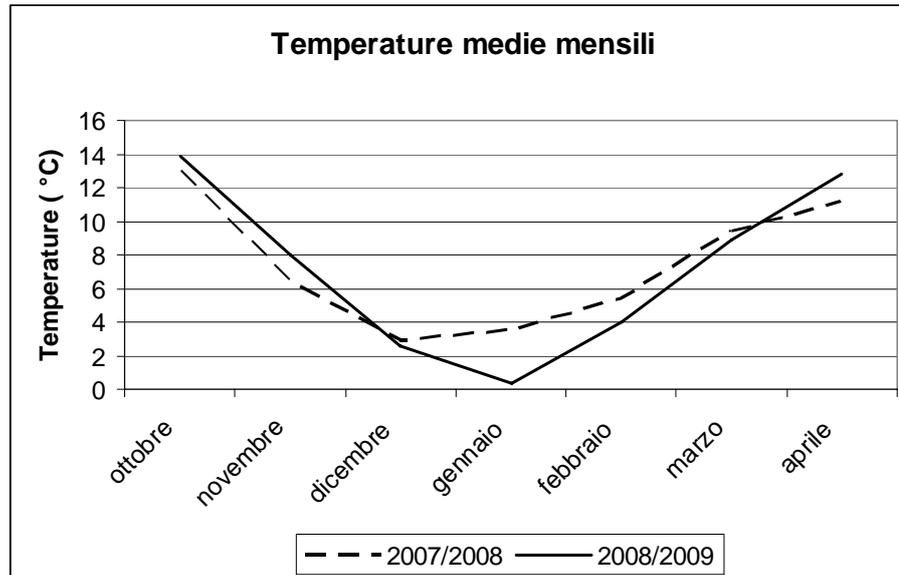


Grafico 3.10 Andamento delle temperature medie mensili registrate a Torino nelle due stagioni.

Tuttavia, nonostante ci sia stata una diminuzione dei consumi dalla prima alla seconda stagione, i prezzi totali annuali risultano essere maggiori nel secondo periodo, a causa dell'aumento delle quote variabili di vendita riportate in fattura.

Rilevazioni dei Data Logger

La fase di analisi delle temperature dell'aria in diversi locali dell'edificio è stata portata avanti grazie all'utilizzo di apposite strumentazioni fornite in prestito dalla sede di Torino dell'ARPA Piemonte: si tratta di 9 Data Logger (in particolare, modelli Junior, della Escort), apparecchi che, in seguito alla programmazione degli stessi, sono in grado di registrare la temperatura secondo le modalità desiderate. Tali strumenti permettono quindi di ottenere un database dettagliato delle temperature che si sono susseguite nell'arco delle 24 ore. Si è cercato di posizionare i Data Logger in locali il più possibile diversificati: dagli uffici, alle aule di lezione di piccola e grossa capienza, ai laboratori, ai corridoi, ai locali adibiti alla ristorazione e ai disimpegni. Questi strumenti sono stati utilizzati nel periodo compreso fra il 16 dicembre 2008 e il 9 febbraio 2009, in 4 distinte programmazioni:

1. dal 16 al 23 dicembre 2008
2. dal 24 dicembre 2008 al 7 gennaio 2009
3. dal 9 al 16 gennaio 2009
4. dal 2 al 9 febbraio 2009

La prima, la terza e la quarta programmazione prevedevano un rilevamento di temperatura ogni 20 minuti nel corso delle 24 ore, per un totale di 505 misurazioni per ciascun Data Logger in ogni settimana di monitoraggio. Per la seconda invece, che copre un intervallo di tempo doppio rispetto alle altre, si è preferito programmare gli strumenti affinché registrassero soltanto un valore ogni ora, per evitare di saturare la memoria virtuale degli apparecchi; in questo caso le misurazioni sono state 337 per ogni strumento. Considerazioni più approfondite sulle temperature registrate nella seconda programmazione sono riportate in seguito.

Nella maggior parte dei casi l'andamento delle temperature nei vari periodi esaminati presenta una sequenza di picchi giornalieri seguiti da valori minimi registrati nelle ore notturne. Il grafico che ne deriva ha quasi sempre un aspetto simile a quello raffigurato nel grafico 3.12. Un'eccezione interessante è rappresentata dall'andamento delle temperature in Aula Magna. Come si nota dal grafico 3.11, i valori registrati nelle ore giornaliere hanno un andamento "seghettato", i cui picchi hanno un valore massimo pari a 21,1°C. Questo è dovuto ad un costante controllo delle condizioni termiche dell'aula, reso possibile dalla presenza di una apposita sonda legata a sensori di temperatura, in grado di regolare il riscaldamento del locale.

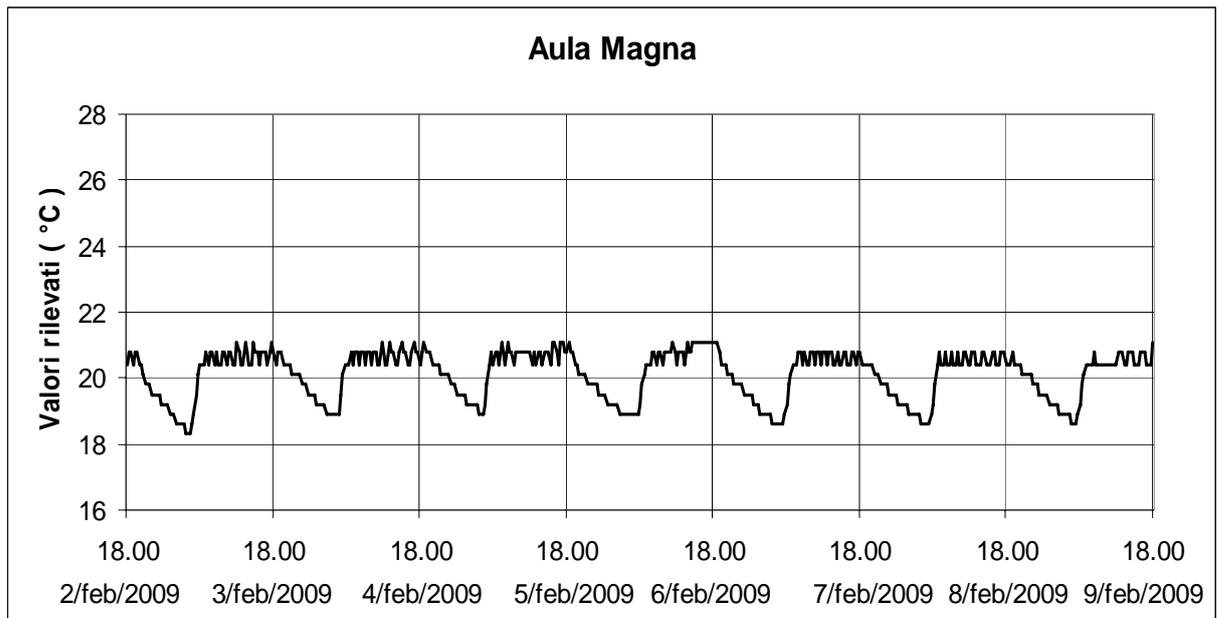


Grafico 3.11 Andamento delle temperature registrate in Aula Magna.

Un andamento analogo è stato riscontrato in un'altra registrazione effettuata sempre in Aula Magna, nella settimana compresa fra il 9 e il 16 gennaio 2009.

Il grafico 3.12 presenta invece l'andamento delle temperature registrate in un ufficio situato nell'ala nord dell'edificio, al primo piano. In questo caso le temperature non scendono mai al di sotto dei 20,4°C (registrato il 5 febbraio 2009), e durante il giorno arrivano a toccare un picco massimo di 26,6°C (registrato il 4 febbraio 2009), valore piuttosto elevato che oltretutto riduce il comfort termico del personale che vi lavora. Altre due registrazioni sono state effettuate nello stesso ufficio nel dicembre 2008 e nel gennaio 2009, e i valori riscontrati erano sempre piuttosto elevati: la media totale calcolata relativamente agli orari di ufficio è pari a 23,8°C. La presenza di una valvola termostatica potrebbe ovviare a questo inconveniente.

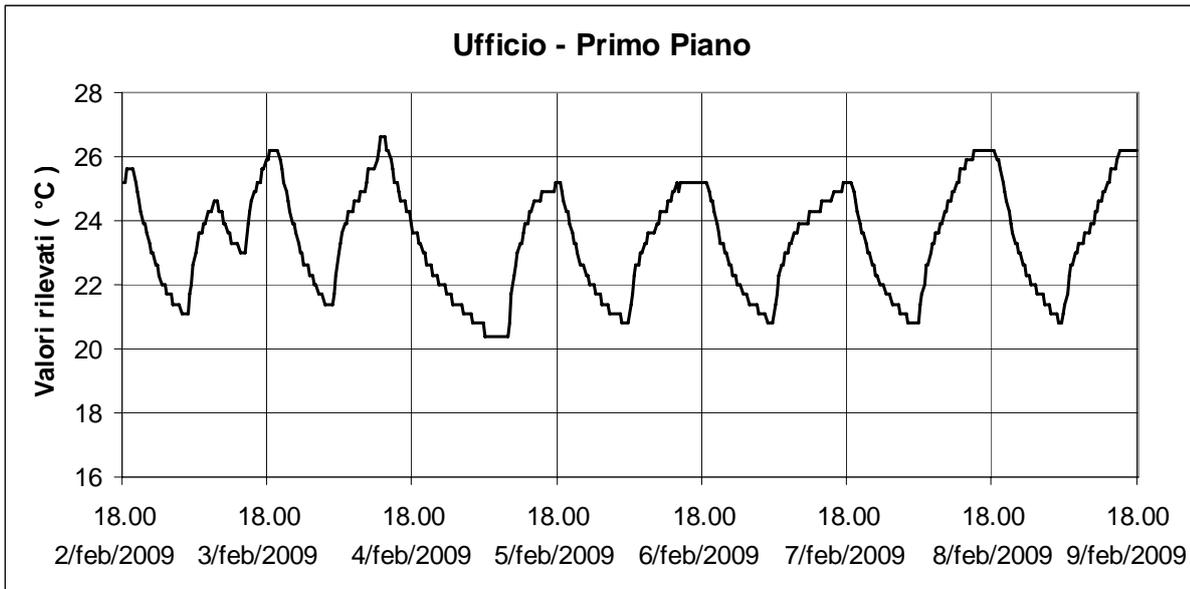


Grafico 3.12 Andamento delle temperature registrate in un ufficio situato nell’ala nord, primo piano.

Si noti che in entrambi i grafici appena presentati non sono riscontrabili variazioni di temperatura nelle giornate non lavorative (sabato 7 e domenica 8 febbraio).

Un ultimo caso su cui è interessante soffermarsi è quello di un secondo ufficio, situato al secondo piano dell’edificio, nell’ala nord. In questo caso, il personale che vi lavora spegne i termosifoni quando il loro funzionamento non è necessario. Come si nota dal grafico 3.13, nelle giornate di fine settimana (20 e 21 dicembre 2008) e nei successivi pre-festivi, le temperature dell’ufficio sono più basse dei valori normalmente registrati nelle ore notturne.

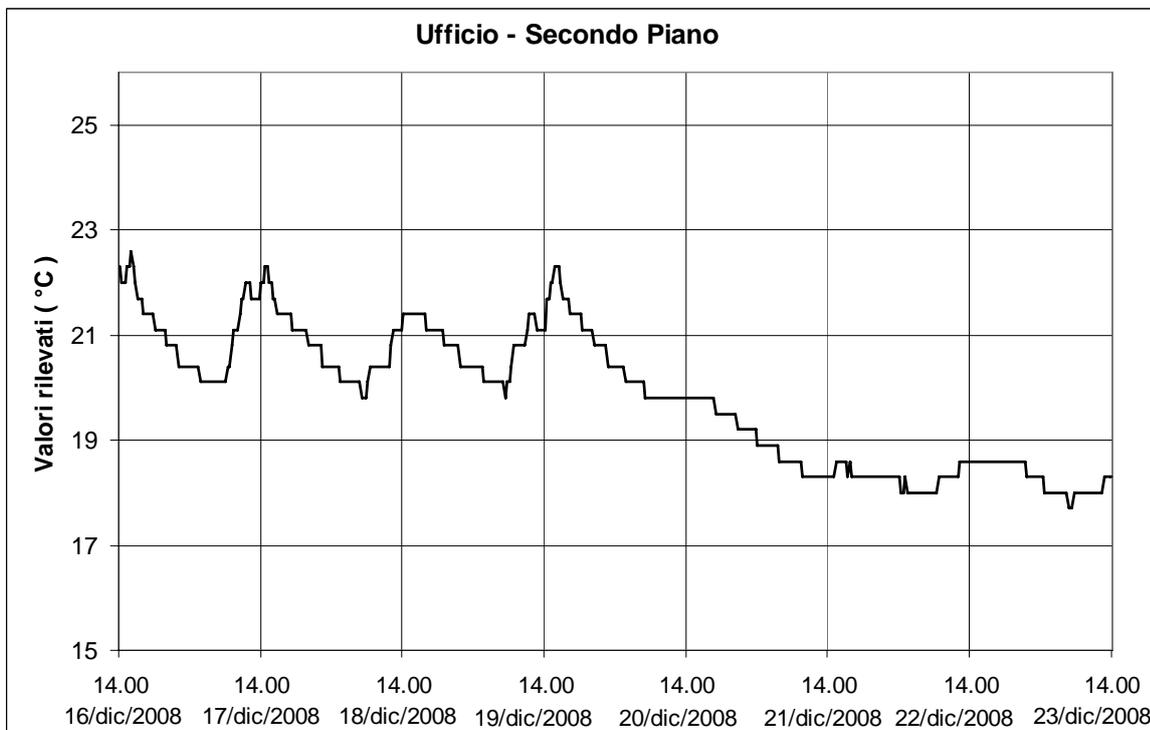


Grafico 3.13 Andamento delle temperature registrate in un situato ufficio nell’ala nord, secondo piano.

Per quanto riguarda i valori rilevati durante la seconda programmazione, è interessante notare l'andamento delle temperature nelle giornate di festività.

È stato scelto di presentare il grafico per la registrazione effettuata nell'Aula 1, in quanto particolarmente significativa. Per comodità di rappresentazione, il grafico completo è stato suddiviso in due porzioni, ed è raffigurato nei grafici 3.14 e 3.15.

Come si può notare, nelle giornate del 24, 25 e 26 dicembre 2008, le temperature giornaliere si mantengono a valori più elevati di 22°C. Il picco massimo è stato raggiunto il 24 dicembre, e corrisponde a 23,9°C. Questi risultati suggeriscono che il riscaldamento fosse acceso anche in giornate festive. I valori più bassi registrati nelle giornate seguenti, e in particolare i picchi minimi, riflettono un abbassamento delle temperature esterne: infatti, le condizioni termiche più rigide sono state rilevate fra il 28 e il 29 dicembre (quando la minima esterna ha toccato i -6,9°C), fra il 1° e il 2 gennaio (minima esterna rilevata pari a -3°C) e fra il 4 e il 5 gennaio (minima esterna rilevata pari a -7°C); per tutta la prima settimana di gennaio 2009, inoltre, le temperature medie esterne sono sempre state sotto lo zero.³⁴

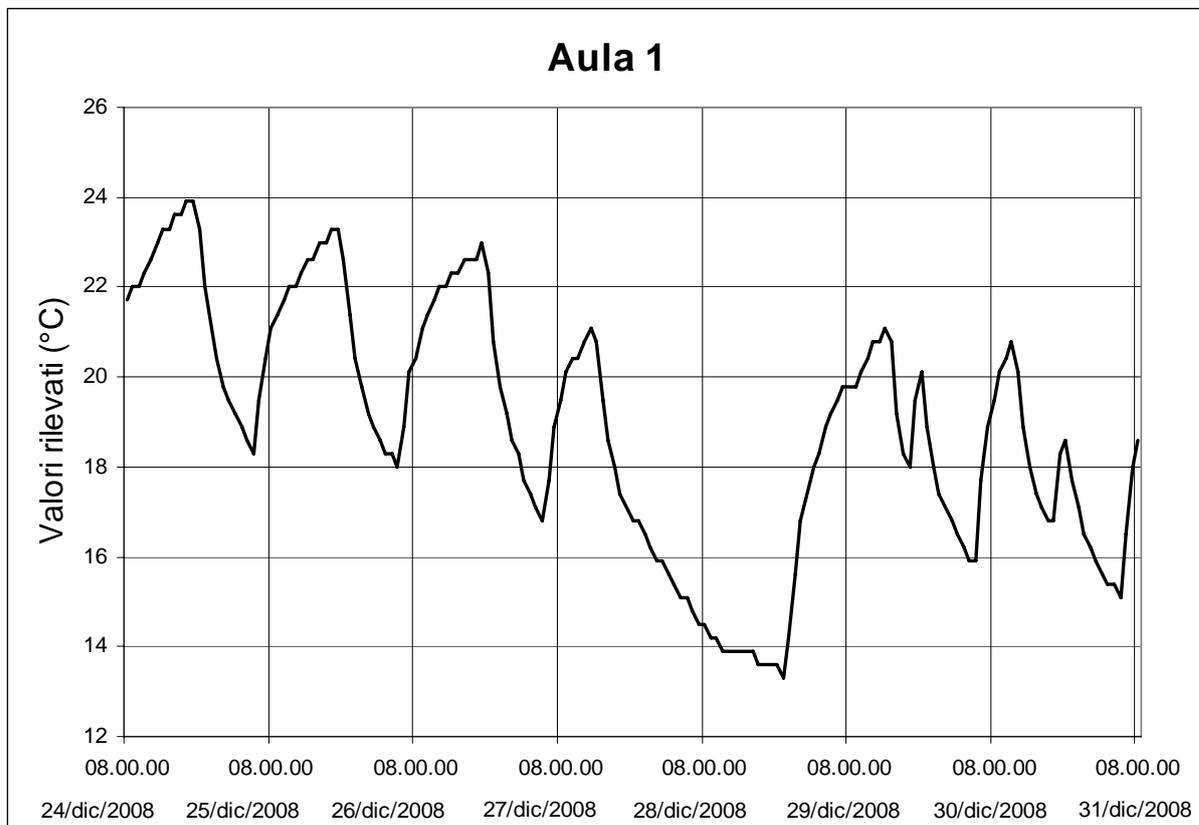


Grafico 3.14 Andamento delle temperature registrate in Aula 1 (I parte).

³⁴ Informazioni estrapolate dalla banca dati meteorologica disponibile sul sito di ARPA Piemonte (<http://www.arpa.piemonte.it/>)

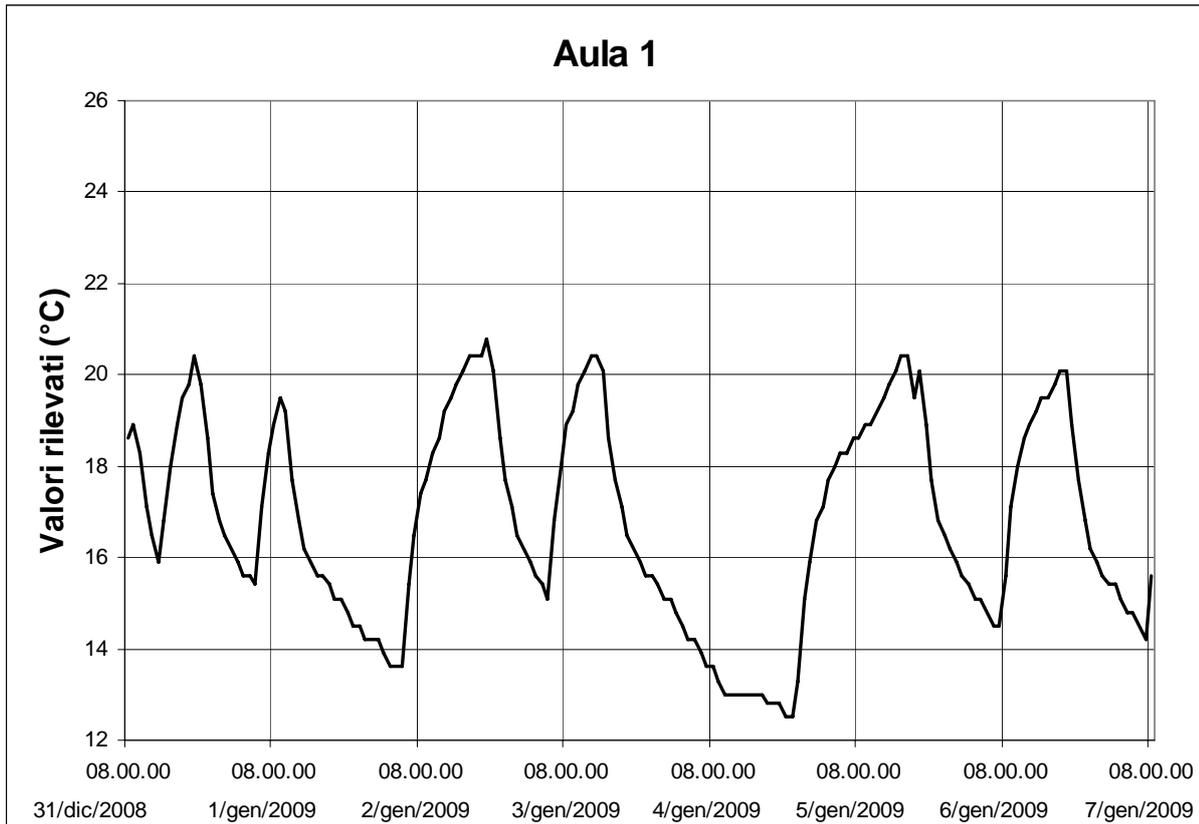


Grafico 3.15 Andamento delle temperature registrate in Aula 1 (II parte).

L'Allegato II presenta la tabulazione che riassume i dati raccolti. Per ogni periodo di programmazione sono state riportate tre voci: i valori di temperatura minimi e massimi assoluti registrati in ogni locale, e un valore medio calcolato prendendo in considerazione solo i rilevamenti effettuati durante i normali orari di ufficio, ovvero selezionando tutte le misurazioni relative ai giorni lavorativi (escludendo dunque sabati, domeniche, festivi e prefestivi) nell'orario compreso fra le 8.00 e le 18.00; la quantità di valori utilizzati per ogni calcolo è riportata, caso per caso, nella tabella stessa. Inoltre, per ogni locale in cui sono state effettuate almeno due serie di registrazioni, sono stati calcolati e riportati i valori medi totali di temperatura negli orari di ufficio, seguiti dal valore di deviazione standard e dal totale di misurazioni utilizzate in tali calcoli.

In tal modo si è osservato che in quattro locali le temperature medie superano i 22°C: la media più elevata, pari a 23,8°C, è stata registrata proprio nell'ufficio del primo piano citato in precedenza (si veda il grafico 3.13); gli altri tre valori significativi, compresi fra 22,5°C e 23,6°C, sono relativi ai tre laboratori (elettrofisiologia, biochimica, citologia) in cui sono stati posizionati i Data Logger.

Se si volesse procedere a ottimizzare l'erogazione di calore sarebbe opportuno monitorare la temperatura di tutti i locali; installando sistemi di termoregolazione si potrebbero abbassare le temperature nei giorni non lavorativi.

Energia Elettrica

Inquadramento e obiettivi

Il Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo comprende locali adibiti a scopi differenti, fra cui aule utilizzate per la didattica, uffici e laboratori. È dunque evidente che i consumi di

energia elettrica totali sono riconducibili all'utilizzo di attrezzature e strumentazioni di vario tipo, come riassunto nello schema rappresentato in figura 3.2.

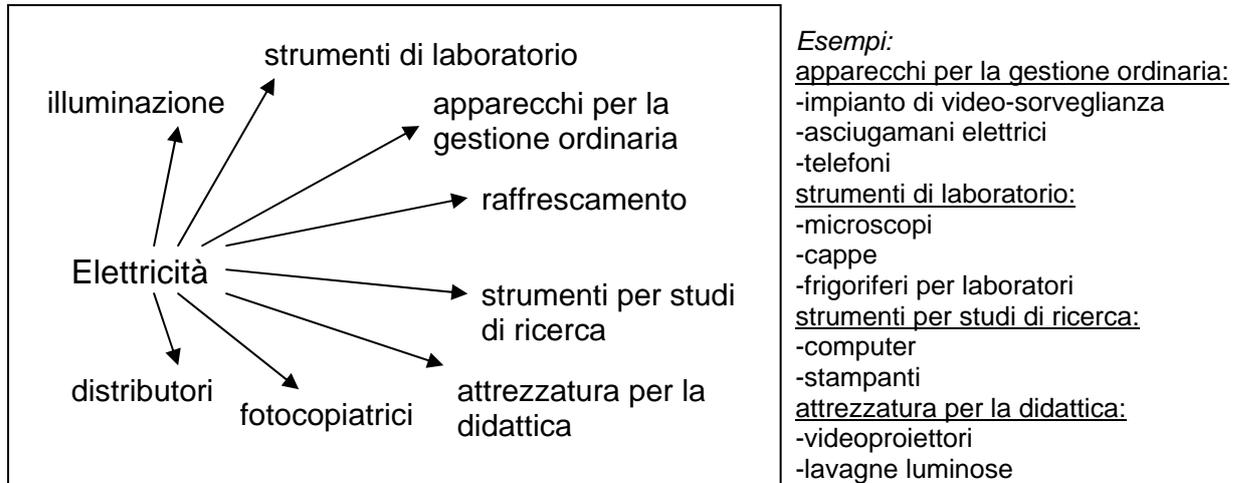


Figura 3.2 Utilizzo di elettricità nel Dipartimento

Il contatore di energia elettrica relativo alla struttura in questione risponde all'indirizzo di Via Giolitti 23, e in particolare è situato al piano interrato dell'edificio presso la centrale elettrica. Secondo contratto, il contatore riporta una potenza massima impegnata pari a 150 kW. Nel corso degli anni 2007 e 2008, contesto di studio per questo lavoro, il fornitore di energia elettrica per il Dipartimento è stato Lucas Engine S.p.A..

Lo scopo che ci si propone di raggiungere è determinare una stima dei consumi di energia elettrica del Dipartimento, riflettendo in particolare su cosa contribuisce maggiormente a tali valori, individuando l'eventuale presenza di sprechi e le possibili cause, e infine proponendo alcune soluzioni e accorgimenti utili alla loro diminuzione.

Introduzione allo studio

A questo fine è stato necessario, come nel caso dei consumi per il riscaldamento, richiedere le bollette dell'energia elettrica dell'edificio agli uffici della Divisione Logistica dell'Università di Torino, in modo da poter disporre di dati come i consumi espressi in kWh, suddivisi nelle tre fasce orarie definite dall'AEEG³⁵, relativi a ogni mese del biennio considerato, parallelamente ai costi. Le fatture analizzate coprono un periodo di tempo che va da gennaio 2007 a ottobre 2008, in quanto la fatturazione relativa agli ultimi due mesi del 2008 non è tuttora disponibile per motivi logistici dipendenti dalle società fornitrici (a causa di un cambiamento nella gestione della fornitura avvenuto a inizio 2009).

Dallo studio dei dati riportati nelle bollette dell'energia elettrica è possibile ricavare diversi tipi di grafici, che mettono in relazione l'utilizzo di elettricità nelle diverse fasce orarie, permettendo quindi di fare considerazioni sulla suddivisione dei consumi nelle varie ore del giorno (ore di punta, di medio carico, fuori punta).

Particolare attenzione è stata poi dedicata a macchinari e strumentazioni di laboratorio che possono incidere in modo significativo sui consumi di elettricità. Questi dati sono stati ottenuti distribuendo delle schede nei diversi uffici e laboratori, e chiedendo al personale che vi lavora di completarle, indicando quali e quanti strumenti ad alimentazione elettrica sono presenti in ogni locale, la frequenza di utilizzo, e, ove possibile, alcune caratteristiche tecniche

³⁵ Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas

come la potenza. In modo analogo si è condotta una ricerca per avere una stima del numero di personal computer e stampanti presenti nell'edificio.

A titolo di esempio, nell'Allegato III viene riportato il questionario compilato per i laboratori di Biologia Cellulare e Molecolare.

Le schede sono state distribuite a uno o due referenti che potessero compilarle per tutti i laboratori di ogni area di ricerca: sono state così studiate le situazioni delle diverse discipline³⁶ (con l'eccezione dei laboratori di Biochimica, per cui non è stato possibile ricevere i questionari compilati). Per non rendere eccessivamente gravoso il lavoro di raccolta dati al personale che ha gentilmente garantito la propria disponibilità, e per facilitare la successiva analisi dei dati, è stato suggerito di segnalare solo le utenze repute significative dal punto di vista dei consumi energetici.

Inoltre si è rivelato utile ottenere informazioni sull'impianto di raffrescamento: la climatizzazione estiva rappresenta infatti un'importante contributo agli elevati consumi energetici che si registrano appunto nei mesi più caldi dell'anno.

Analisi dei Dati e Risultati

I consumi di energia elettrica complessivi calcolati annualmente non presentano differenze significative: come sintetizzato nella tabella 3.4, sono stati consumati in totale 662.367 kWh nel 2007, e 581.699 kWh nel 2008 (tenendo presente che per il 2008 i dati sono incompleti, e coprono un periodo di dieci mesi invece che dodici).

Anno	Consumo complessivo	Consumo medio mensile	Picco massimo mensile
2007	662.367 kWh	55.197,3 kWh	Luglio: 76.839 kWh
2008	581.699 kWh	58.169,9 kWh	Luglio: 89.380 kWh

Tabella 3.4 Tabella riassuntiva relativa ai consumi energetici annuali, medi mensili e massimi mensili.

Analizzando l'andamento mensile dei consumi, espresso dai grafici 3.16 e 3.17, si può notare come questi siano più alti, in generale, nei mesi estivi di luglio e agosto, molto probabilmente a causa dell'utilizzo dell'impianto di raffrescamento. Un altro aspetto comune a entrambi gli anni oggetto di studio è la ripartizione dei consumi nelle tre fasce orarie, che non ha subito sostanziali differenze (come riportato anche nei grafici 3.18 e 3.19).

³⁶ I questionari sono stati sottoposti alle seguenti aree di ricerca: Anatomia Comparata, Citologia e Neurobiologia; Antropologia e Paleoantropologia; Biologia Cellulare; Didattica delle Scienze Naturali; Ecologia; Fisiologia; Genetica e Zoologia Molecolare; Zoologia e Biologia Marina

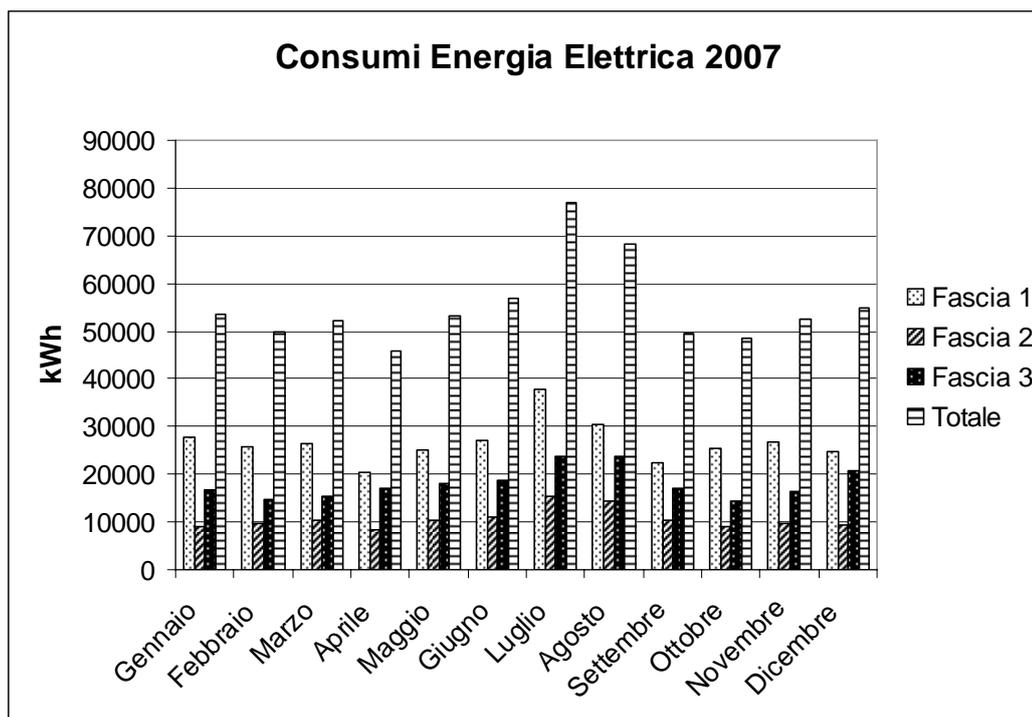


Grafico 3.16 Istogramma che esprime i consumi mensili totali e le suddivisi per fascia oraria; anno 2007.

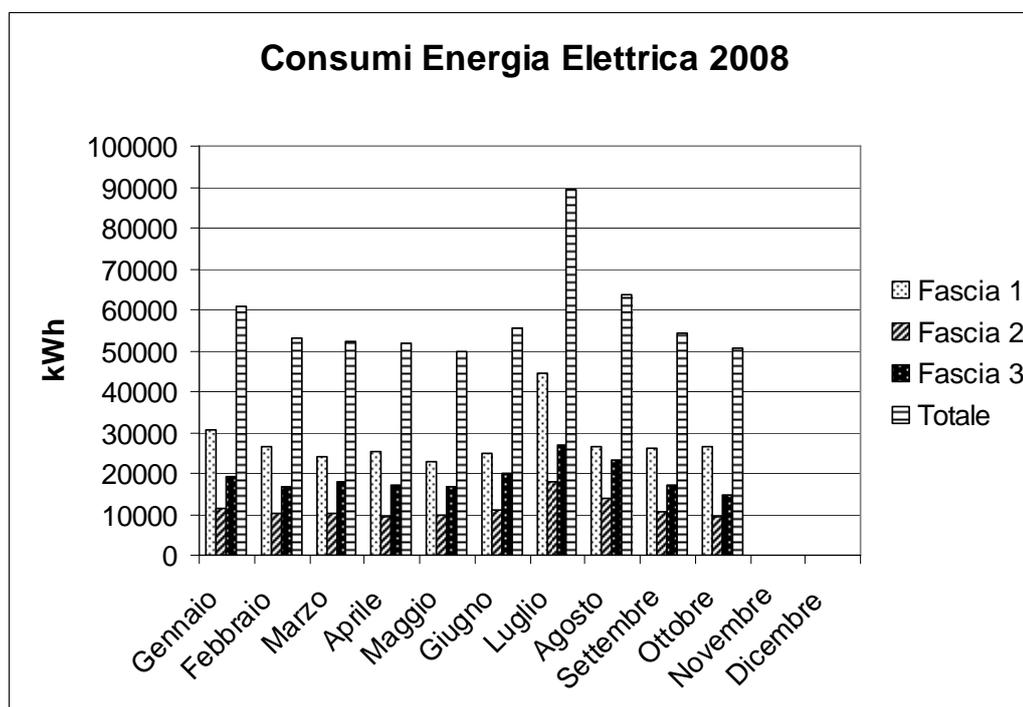


Grafico 3.17 Istogramma che esprime i consumi mensili totali e suddivisi per fascia oraria; anno 2008.

Grazie ai dati ottenuti è possibile comprendere, con dovizia di particolari, in che modo i consumi si ripartiscono nelle tre fasce orarie. Prima di fare qualche considerazione su questi aspetti, si rende necessaria una precisazione riguardo le suddette fasce orarie:

- la fascia 1 rappresenta le ore di punta (peak), e copre sostanzialmente i normali orari di ufficio: dal lunedì al venerdì dalle 08.00 alle 19.00;

- la fascia 2 è riconducibile alle ore di medio carico (mid-level), ossia dal lunedì al venerdì dalle 07.00 alle 08.00 e dalle 19.00 alle 23.00, il sabato dalle 07.00 alle 23.00;
- la fascia 3 invece corrisponde alle ore fuori punta (off-peak), e comprende dal lunedì al sabato dalle 23.00 alle 07.00, domeniche e festivi.³⁷

I grafici (3.18 e 3.19) esprimono in modo chiaro e immediato la suddivisione dei consumi annuali nelle 3 fasce orarie, riportando sia il valore percentuale sia il valore espresso in kWh.

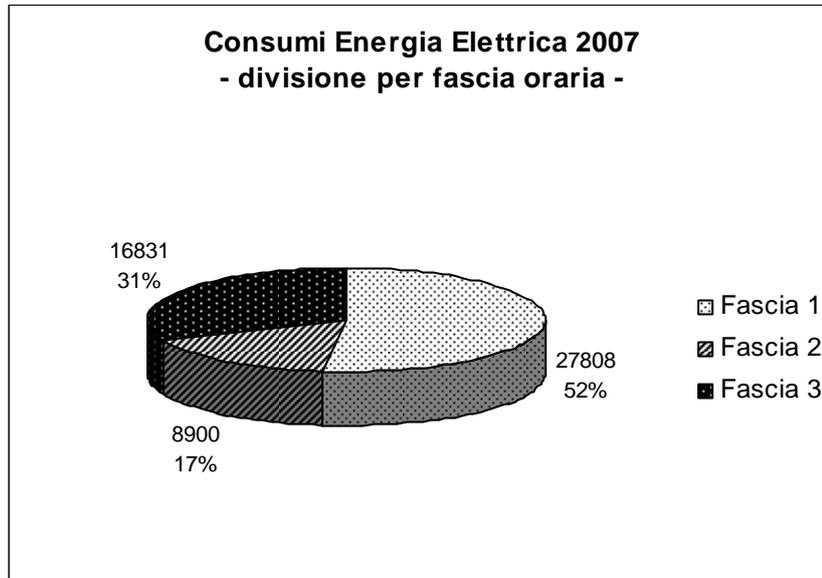


Grafico 3.18 Ripartizione dei consumi di energia elettrica nelle tre fasce; anno 2007.

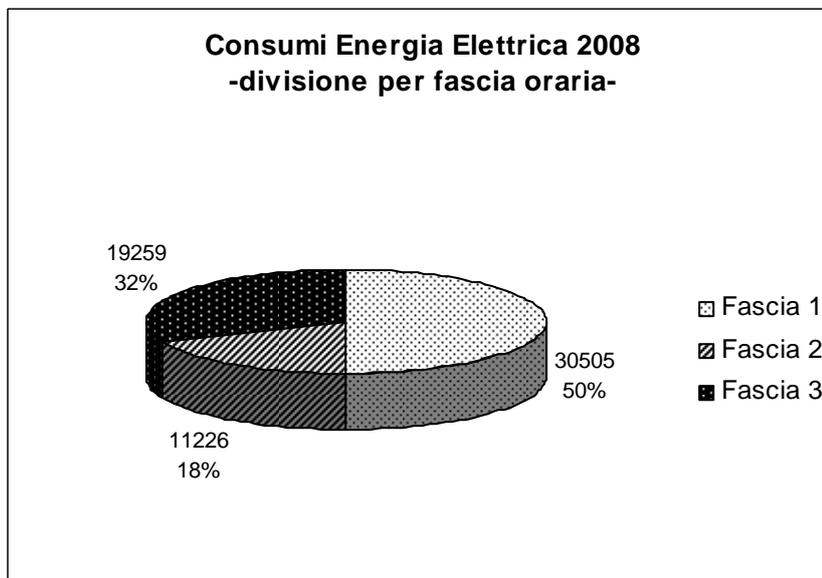


Grafico 3.19 Ripartizione dei consumi di energia elettrica nelle tre fasce; anno 2008.

³⁷ Come riportato dall'AEEG, si considerano festivi: 1 gennaio, 6 gennaio, lunedì di Pasqua, 25 Aprile, 1 maggio, 2 giugno, 15 agosto, 1 novembre, 8 dicembre, 25 dicembre, 26 dicembre

Come si può notare dai grafici 3.18 e 3.19, una buona parte dei consumi è riconducibile all'utilizzo di energia elettrica nelle ore di punta (52% del totale nel 2007, 50% nel 2008), che, come già detto, coincidono con i normali orari di apertura degli uffici. È piuttosto strana, invece, la ripartizione dei consumi nelle restanti due fasce: la porzione relativa alle ore fuori punta (fascia 3) è infatti considerevole (31% del totale nel 2007, 32% nel 2008), e rappresenta pertanto un andamento anomalo rispetto quello che ci si aspetterebbe di registrare per una struttura in cui il personale è presente prevalentemente in orari di ufficio.

A questo proposito si è deciso di indagare per cercare di comprendere quali possano essere le cause di tali andamenti, individuando la presenza di eventuali utenze responsabili di carichi elettrici continuativi, notturni o non necessari.

Contributi significativi

Mesi estivi

Dal punto di vista dei consumi mensili, come esplicito nei grafici 3.16 e 3.17, i valori più elevati si riscontrano nei mesi estivi. Questo è sicuramente dovuto al funzionamento dell'impianto di raffrescamento; il Dipartimento è dotato di due grossi gruppi frigo che garantiscono la climatizzazione estiva di gran parte dei locali della struttura:

- il primo, situato sul tetto dell'edificio nel lato rivolto a nord-ovest, e più precisamente presso la chiesa adiacente, impegna una potenza di circa 500 kW;
- il secondo gruppo frigo, posizionato nel sottotetto del lato a sud-est, adiacente alla struttura di proprietà della Polizia di Stato, è composto da 4 sub-unità, per un impiego totale di circa 400 kW.

Fanno eccezione le aule A, B, e C, in cui non è presente un sistema di climatizzazione estiva; inoltre, parlando con il personale che lavora negli uffici e laboratori situati nell'ala est dell'edificio, e grazie ai questionari distribuiti al personale del Dipartimento, è stato scoperto che in quell'area sono presenti sistemi di raffrescamento indipendenti. Ai considerevoli consumi dei gruppi frigo vanno quindi aggiunti altri contributi dovuti all'utilizzo di:

- 1) tre piccoli gruppi per il raffrescamento posti nel sottotetto nell'ala est dell'edificio, le cui le caratteristiche tecniche non sono reperibili;
- 2) un condizionatore a muro di circa 2 kW di potenza, collocato in un laboratorio di colture cellulari che richiede particolari condizioni di sterilità dell'aria;
- 3) otto condizionatori portatili in uso in alcuni uffici della struttura, con una potenza totale stimata pari a circa 12 kW.

Questionari

Attraverso i questionari è stato possibile individuare le principali utenze elettriche maggiormente responsabili dei consumi energetici dell'edificio, e quelle che causano i consumi notturni, e in generale in orari fuori punta. Si ricorda comunque che i dati e le considerazioni qui riportati non rappresentano completamente la situazione del Dipartimento, sia per l'impostazione dello studio, sia perché non tutti i questionari sono stati restituiti compilati.

Fra le strumentazioni di laboratorio che consumano di più rientrano: le cappe, e in particolare quelle chimiche e di sicurezza (micro)biologica (dette anche Cappe BioHazard), con potenze che in alcuni casi vanno oltre 15 kW; strumentazioni come autoclavi, stufe e muffole, con potenze vicine a 2 kW; attrezzature da banco come centrifughe e bagni termostatici, con potenze comprese fra 1,5 e 1,7 kW. Vi sono poi altre categorie di strumentazioni che incidono in modo significativo sui consumi di elettricità, non tanto per gli elevati valori di potenza, ma piuttosto per il loro frequente e prolungato utilizzo e/o la loro numerosa presenza nell'edificio (come, ad esempio, i microscopi il cui numero minimo stimato è 30).

Poiché nei questionari è stato chiesto di segnalare indicativamente anche la frequenza di utilizzo degli strumenti di laboratorio, è stato possibile stimare, in modo molto approssimativo, i consumi mensili dovuti al loro funzionamento a circa 5.559 kWh. Uno studio analogo è stato portato avanti per i computer e le stampanti presenti nelle diverse aree di ricerca; a questo proposito i dati raccolti sono riassunti nella tabella 3.5.

Strumentazione	PC	Stampanti
Numero Totale	110	44
Potenza cad.	122 W	17 W
Potenza tot. per categoria	13.420 W	748 W
Potenza Totale	14.168 W	

Tabella 3.5 Computer e stampanti presenti nell'edificio.

Ammettendo che l'utilizzo di computer e stampanti sia limitato agli orari di ufficio (8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana), si può stimare che il consumo mensile ammonti a circa 2.266,88 kWh.

Per quanto riguarda le ore fuori punta, il fatto che i consumi in fascia 2 e 3 siano notevoli significa che vi sono strumentazioni in funzione indipendentemente dalla presenza del personale. Si stima che in tutto il Dipartimento siano presenti almeno 50 fra frigoriferi e congelatori di diverse dimensioni e con potenze comprese fra 150 e 1.200 W; utilizzati per lo più per conservare preparati e campioni, essi devono essere necessariamente mantenuti in funzione 24 ore al giorno, incidendo in modo significativo sui consumi notturni. A questi vanno poi aggiunti i 3 computer server e i 10 armadi elettrici, anch'essi in funzione in modo continuo. In modo analogo agli altri risultati appena presentati, sono stati calcolati approssimativamente i consumi dovuti a questi macchinari accesi 24 ore al giorno, e si è trovato un valore pari a circa 16.474 kWh. Il resto del carico delle fasce fuori punta è probabilmente dovuto ad altre strumentazioni che rimangono accese in maniera continuativa e che non sono state esaminate in questo studio, e a diversi accessori in stand-by.

A questi risultati vanno poi aggiunti i consumi di cui non si sono potute avere ulteriori informazioni, come quelli attribuibili all'illuminazione e alle attrezzature per la didattica e per la gestione ordinaria.

Breve analisi dei costi

A fronte dell'esame dell'entità dei consumi, sono stati analizzati i costi sostenuti per il rifornimento di energia elettrica del Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo. Bisogna sottolineare che queste considerazioni sono state fatte tenendo conto esclusivamente dei prezzi relativi all'energia elettrica consumata, e pertanto in tali valori non rientrano tutte le altre voci di costo presenti nelle fatture quali imposte, quote fisse, IVA e altre ancora. La tabella 3.6 esprime sinteticamente i consumi totali di energia elettrica e i relativi costi sostenuti (si ricorda che per il 2008 i dati sono incompleti e coprono un periodo di 10 mesi).

Anno	Consumo complessivo	Costo complessivo
2007	662.367 kWh	56.286,97 €
2008	581.699 kWh	61.102,88 €

Tabella 3.6 Tabella riassuntiva per il confronto consumi/costi annuali di energia elettrica.

I costi annuali complessivi sono ripartiti nelle tre fasce orarie come espresso dai grafici 3.20 e 3.21.

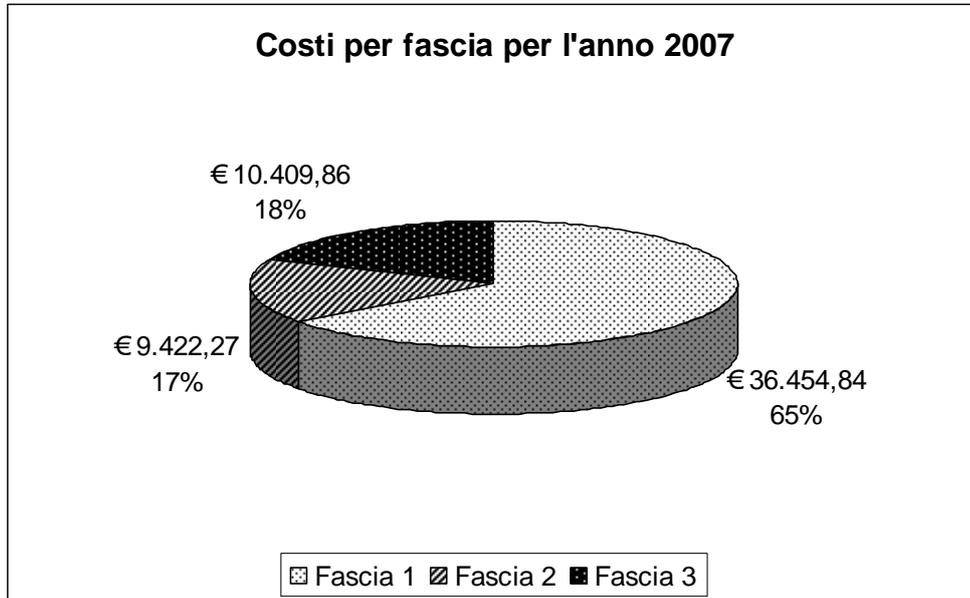


Grafico 3.20 Ripartizione dei costi nelle tre fasce orarie; anno 2007.

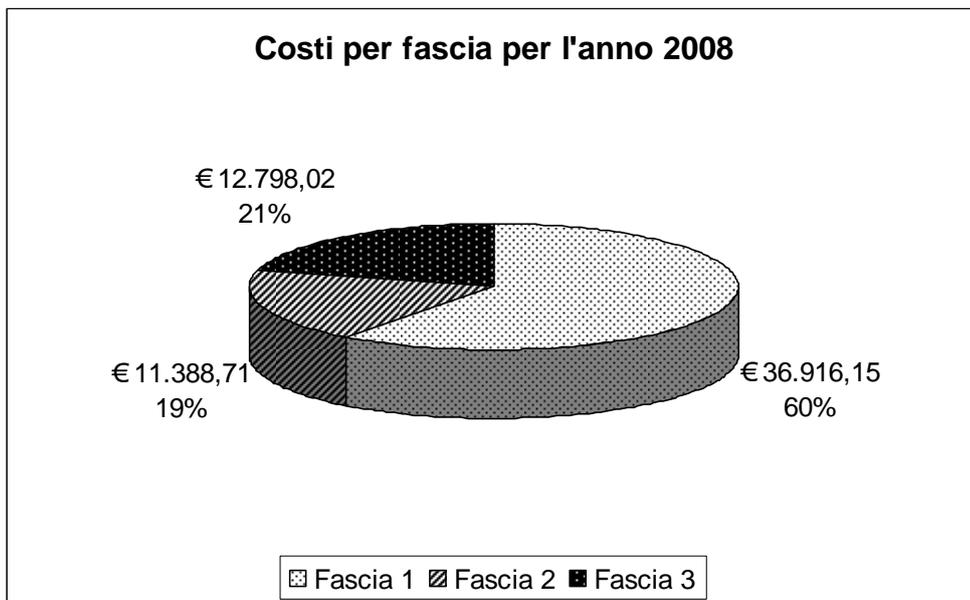


Grafico 3.21 Ripartizione dei costi nelle tre fasce orarie; anno 2008.

È evidente che una parte non trascurabile dei costi per l'energia elettrica è riconducibile al funzionamento di strumentazioni durante le ore notturne e i festivi, nonostante il costo unitario per kWh per la terza fascia sia molto minore rispetto le altre due. Qualora ciò fosse dovuto al mancato perseguimento delle pratiche di risparmio energetico e/o al funzionamento continuo e non necessario di apparecchi e attrezzature, basterebbe seguire alcuni semplici accorgimenti per ridurre sensibilmente i consumi di energia elettrica, e dunque i relativi costi sostenuti dall'Università di Torino.

Materiali

Come già detto in precedenza, l'indagine sui consumi del Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo non si è limitata all'analisi della situazione relativa a acqua, riscaldamento e energia elettrica. È stato portato avanti, infatti, anche uno studio più incentrato sui consumi di materia, raccogliendo dati sugli acquisti cartacei effettuati dal Dipartimento e sui consumi riconducibili ai distributori di cibo e bevande, e dando un breve sguardo all'utilizzo di detersivi e prodotti per la pulizia.

Acquisti Cartacei

Per potere avere un'idea dei consumi di materiale cartaceo è stato necessario chiedere l'aiuto del personale degli Uffici Amministrativi e della Biblioteca del Dipartimento, che ha gentilmente accettato di collaborare mostrando molto interesse. Lo scopo è stato quello di ottenere un valore che esprimesse l'entità di tale materiale cartaceo, calcolandone una stima del peso.

Dagli Uffici Amministrativi è stato possibile ottenere l'inventario degli acquisti cartacei di cancelleria effettuati nel corso degli anni 2007 e 2008. Per ogni voce in elenco, è stato quantificato il corrispettivo peso in kg (ove possibile pesando direttamente il prodotto); in tal modo, si è potuto calcolare il peso totale degli acquisti cartacei per la cancelleria.

Per quanto riguarda gli acquisti di monografie, riviste e fascicoli per la Biblioteca del Dipartimento, si è tenuto conto dei volumi acquistati nei due anni di studio, compresi quelli relativi alla Sezione Didattica. Anche in questo caso, il fine è stato quello di ottenere una stima del peso complessivo: è stato calcolato il peso medio di ogni volume e rivista utilizzando titoli campione, e quindi si è messo in relazione tale valore con la quantità totale di monografie e fascicoli ordinate.

La tabella 3.7 riassume i valori così trovati.

Anno	Monografie e Riviste	Acquisti Cartacei	Totale
2007	646,18 kg	3.364,81 kg	4.010,99 kg
2008	681,81 kg	3.640,10 kg	4.321,91 kg

Tabella 3.7 Peso degli acquisti cartacei nei due anni di studio.

Avere una stima, per quanto possibile, del peso dei prodotti cartacei acquistati annualmente è necessario nel procedimento di calcolo dell'Impronta Ecologica, che verrà esposto nelle pagine seguenti.

Consumi dei Distributori Automatici

Al fine di studiare l'entità dei consumi relativi ai distributori di cibo e bevande, è stato necessario contattare la ditta che si occupa di rifornire le macchinette presenti al primo piano del Dipartimento, e richiedere informazioni riguardo la quantità di prodotti consumati mensilmente. È stato possibile avere dati completi solo relativamente all'anno 2008. Da tali dati si sono ottenuti i risultati riassunti nella tabella 3.8.

Tipo di Prodotto	Consumo Annuale (2008)
Acqua (bottiglie da 500 ml)	4474
Bibite in lattina	1672
Snack	4767
Panini	3770
Bevande calde	24691

Tabella 3.8 Tabella riassuntiva dei consumi relativi ai distributori.

Grazie a questi dati è anche stato possibile determinare la quantità di acqua consumata in un anno per la preparazione delle bevande calde: si stima che si tratti di circa 1170 litri.

Detersivi

Parlando con il personale che si occupa delle pulizie in Dipartimento, è stato possibile ottenere una stima delle quantità di prodotti impiegati mensilmente; rivolgendosi all'impresa di pulizie si è poi potuto avere alcune schede tecniche di tali sostanze. Nell'Allegato IV sono riportati più in dettaglio i consumi mensili indicati dal personale.

Si è visto che, di tutti i detersivi utilizzati per la pulizia in Dipartimento, nessuno riporta il marchio Ecolabel, nonostante le stesse aziende fornitrici dispongano anche di prodotti analoghi a quelli in uso e con marchio Ecolabel.

Ad ogni modo, con l'adesione ufficiale al Protocollo d'intesa per la promozione degli acquisti pubblici ecologici (Green Public Procurement - GPP), avvenuta nell'aprile 2009, l'Università degli Studi di Torino ha fatto passi avanti in questo senso. Recentemente (inizio 2010), ad esempio, è stata pubblicata una gara d'appalto per l'affidamento dei servizi di pulizia che integra i criteri ambientali previsti dal protocollo.

3.3 – Calcolo dell’Impronta Ecologica del DBAU

I dati ottenuti nella prima fase dello studio sono stati analizzati e utilizzati per il calcolo di una parte dell’Impronta Ecologica del Dipartimento. Nel primo capitolo è stato introdotto il metodo, ora verrà brevemente descritto come esso viene applicato.

Nel nostro caso, si è fatto riferimento a due delle sei categorie di terreno previste dal metodo dell’Impronta Ecologica: il terreno per l’energia (Energy Land) e le terre forestali (Forest Land).

Energy Land

Il terreno per l’energia rappresenta la superficie di terreno necessaria ad una gestione sostenibile del nostro fabbisogno energetico (ad esempio per la produzione di energia da fonti rinnovabili o per coltivazione di biomassa); Wackernagel & Rees [1996] utilizzano una definizione che si basa sull’area di foresta necessaria per l’assorbimento della CO₂ emessa in seguito allo sfruttamento di risorse energetiche non rinnovabili quali i combustibili fossili. Proprio su questa seconda definizione, più diffusa ed utilizzata a livello internazionale nell’ambito degli studi di impronta ecologica, si basa il calcolo seguito in questo studio di caso. Questa categoria di terreno è stata presa in considerazione per calcolare gran parte degli impatti dovuti alle tipologie di consumo analizzate in questo studio: questo tipo di calcolo, infatti, si basa sul concetto dell’Embodied Energy (ovvero dell’energia nascosta in una certa quantità di prodotto o sostanza, o in un servizio). Si tratta quindi di una metodologia che permette di valutare l’ammontare totale dell’energia utilizzata nel corso dell’intera vita del prodotto (o per lo svolgimento di un dato servizio): estrazione delle materie prime, trasporto, trasformazione, montaggio, installazione, come pure demolizione e smaltimento. Alcune metodologie puntano a esprimere l’Embodied Energy in termini di consumo di petrolio necessario, altre la valutano in termini di quantità di luce solare che viene utilizzata nei processi ecologici (eMergy).

Ne consegue che il concetto di Embodied Energy può essere utilizzato non solo nel calcolo dell’impatto dovuto ai consumi energetici, ma anche, ad esempio, per i consumi di materiale cartaceo, di plastica e di alluminio.

Utilizzando una serie di indici convenzionali il cui valore cambia a seconda della nazione di riferimento a causa dei diversi contesti in cui ogni area geografica si viene a trovare (ad esempio in base all’effettivo mix elettrico nazionale, ovvero alla proporzione fra le fonti utilizzate per la produzione di energia elettrica a livello nazionale), si possono effettuare diverse conversioni che permettono di arrivare alla superficie (espressa in ettari globali) richiesta per fornire l’energia necessaria alla produzione di una certa quantità del materiale, sostanza o combustibile considerato, e per smaltirne i prodotti di scarto.

Il primo passaggio consiste nel quantificare l’embodied energy totale dei prodotti consumati, moltiplicando la quantità totale di prodotto consumata in un anno (espressa in tonnellate) lo specifico valore di embodied energy per singola tonnellata di prodotto (espresso in GJ/t). Questo valore cambia a seconda del combustibile, sostanza, o prodotto considerato; il risultato

viene poi convertito in TWh tramite una semplice equivalenza. Su questo dato si utilizzano in sequenza l’indice di World Electricity and Heat Carbon Intensity [$\text{Mt CO}_2 (\text{TWh})^{-1}$] (che rappresenta un valore medio della quantità di CO_2 emessa per produzione di TWh a livello mondiale), e il rapporto C/CO_2 [$\text{t C (t CO}_2)^{-1}$], che permettono di convertire i TWh in CO_2 emessa e quindi in C (espressi rispettivamente in Mt e in t). Nel penultimo passaggio si utilizza il fattore di Carbon Sequestration [$\text{t C ha}_w^{-1} \text{ yr}^{-1}$], che permette di ottenere la superficie (espressa in ettari) di terreno forestale ipoteticamente necessaria all’assorbimento di una tale quantità di C. Infine, il valore ottenuto viene trasformato in ettari globali (global hectar – gha) attraverso il fattore di equivalenza specifico per la tipologia di terreno considerata.

Forest Land

Le terre forestali costituiscono la superficie occupata da foreste da cui si possono ricavare prodotti del legno. Questa categoria di terreno viene utilizzata per l’analisi degli impatti attribuibili al consumo di materiale cartaceo e, più in generale, di origine forestale.

In questo caso il procedimento è semplificato: attraverso un indice di rendimento [$\text{t ha}_w^{-1} \text{ yr}^{-1}$] il cui valore è diverso a seconda del tipo di prodotto considerato (l’indice varia, ad esempio, se si vuole calcolare l’Impronta Ecologica attribuibile a una certa quantità di legname o di pubblicazioni cartacee), si converte direttamente la quantità di materiale di origine legnosa consumata in un anno (espressa in tonnellate) in superficie forestale per la sua produzione. Applicando a questo valore il fattore di equivalenza specifico, si ottiene l’Impronta Ecologica espressa in ettari globali.

Procedimento di Calcolo delle Impronte Ecologiche Parziali

A titolo di esempio, si è scelto di riportare il calcolo dell’Impronta Ecologica relativa agli acquisti cartacei nell’anno 2008, mentre per quanto riguarda gli altri calcoli verranno riportati solamente i risultati finali. Poiché per i materiali cartacei si può prendere in considerazione sia il terreno per l’energia, sia quello forestale, verranno qui di seguito riportati entrambi i procedimenti.

Peso dei Libri e delle Riviste acquistati nel 2008	681,81 kg = 0,68181 t
Peso della Cancelleria Cartacea acquistata nel 2008	3.640,1 kg = 3,6401 t
Peso totale degli Acquisti Cartacei per il 2008	4.321,91 kg = 4, 3291 t

Energy Land

Per i materiali di origine forestale l’ Embodied Energy varia a seconda dei prodotti presi in esame; ne consegue che il valore per libri e riviste è diverso rispetto a quello relativo alla cancelleria cartacea (buste, carta per fotocopie, ecc...); per comodità, viene qui riportato integralmente il calcolo solo relativamente a libri e riviste acquistati nel corso del 2008: la procedura da seguire per i prodotti di cancelleria è comunque identica.

Nel caso di questi prodotti si fa riferimento alle categorie “Libri” e “Giornali e periodici”, entrambe caratterizzate da un valore di Embodied Energy pari a:

$$\text{Embodied Energy} = 50 \frac{\text{GJ}}{\text{t}}$$

Bisogna quindi convertire in GJ e poi in TWh le tonnellate di libri e riviste acquistati, moltiplicandole per l’indice di Embodied Energy, e poi applicando l’equivalenza³⁸:

³⁸ Considerando che $1 \text{ GJ} = 2,78 * 10^{-7} \text{ TWh}$

$$0,68181 \text{ t} * 50 \frac{\text{GJ}}{\text{t}} = 34,09 \text{ GJ}$$

$$34,09 \text{ GJ} = 94,77 * 10^{-7} \text{ TWh}$$

L’indice di World Electricity and Heat Carbon Intensity ci permette di convertire questo valore nelle Mt di CO₂ emessa, che deve essere poi trasformata in t:

$$\text{World Electricity and Heat Carbon Intensity} = 0,5 \frac{\text{MtCO}_2}{\text{TWh}}$$

$$94,77 * 10^{-7} \text{ TWh} = 47,39 * 10^{-7} \text{ Mt CO}_2 = 4,74 \text{ t CO}_2$$

Applicando il rapporto C/CO₂ si ottengono le t di C:

$$\text{Rapporto } \frac{\text{C}}{\text{CO}_2} = 0,27$$

$$4,74 \text{ t CO}_2 = 1,28 \text{ t C}$$

A questo punto, utilizzando il fattore di Carbon Sequestration si può convertire la quantità di C in superficie di foresta necessaria al suo sequestro:

$$\text{Fattore di Carbon Sequestration} = 0,97 \frac{\text{tC}}{\text{ha} * \text{yr}}$$

$$1,28 \text{ t C} = 1,32 \text{ ha}$$

Questo valore è poi espresso in ettari globali (gha) tramite il fattore di equivalenza:

$$\text{Fattore di Equivalenza} = 1,33 \frac{\text{gha}}{\text{ha}}$$

$$1,32 \text{ ha} = \underline{1,76 \text{ gha}}$$

Alla fine del procedimento si ottiene l’Impronta Ecologica parziale per l’Energy Land su base annuale per i libri e le riviste acquistati nel 2008, espressa in ettari globali. Per quanto riguarda i prodotti di cancelleria cartacea, il procedimento è lo stesso, l’unico indice che differisce è quello di Embodied Energy (che in quest’ultimo caso ha un valore pari a 35 GJ/t).

Forest Land

Per quanto riguarda le terre forestali, invece, il procedimento è semplificato e si può effettuare un calcolo unico per tutti i prodotti cartacei acquistati nel corso di un anno: in questo caso, quindi, si considera il peso totale degli acquisti cartacei e lo si mette in relazione a un indice di rendimento medio per le categorie di prodotti considerate.

$$\text{Indice di Rendimento} = 0,67 \frac{\text{t}}{\text{ha} * \text{yr}}$$

$$4,3291 \text{ t} = 6,46 \text{ ha}$$

Applicando a questo valore il fattore di equivalenza specifico, si ottiene l’Impronta Ecologica espressa in ettari globali.

$$\text{Fattore di Equivalenza} = 1,33 \frac{\text{gha}}{\text{ha}}$$

$$6,46 \text{ ha} = \underline{8,59 \text{ gha}}$$

Risultati

Nell’ambito dell’Energy Land, è stata calcolata l’Impronta Ecologica su base annuale per:

- energia elettrica – si ricorda che, per quanto riguarda il 2008, i dati sono incompleti, in quanto non è stato possibile consultare le bollette degli ultimi due mesi;
- metano – le Impronte Ecologiche parziali per i consumi di metano sono espresse nella tabella 3.9 e sono state calcolate su base annuale facendo riferimento all’inizio delle stagioni di riscaldamento (cioè da metà giugno del primo anno a metà giugno di quello successivo); tuttavia, per poter misurare l’Impronta Ecologica complessiva per il 2008, è stato necessario uniformare il calcolo agli altri dati: nella tabella 3.10 è riportata l’Impronta Ecologica parziale relativa ai consumi di metano da gennaio a dicembre 2008;
- acqua – in questo caso si considera solamente l’energia per il trattamento, il trasporto in condutture e la distribuzione dell’acqua, utilizzando come valore indicativo 0,08 ha/anno per 1000 m³, corrispondenti a un milione di litri;³⁹
- acquisti cartacei – poiché l’indice di Embodied Energy per materiali come libri e riviste è diverso da quello dei prodotti di cancelleria, le due componenti sono state analizzate separatamente;
- consumi distributore automatico – si è calcolata l’Impronta Ecologica parziale per quanto riguarda le bottigliette d’acqua (per la plastica) e le lattine (per l’alluminio) vendute nel corso del 2008; per risalire al peso dei materiali si è considerato il peso di una bottiglietta da 500 ml vuota (circa 25 g) e quello di una lattina da 330 ml vuota (circa 15 g);
- detergenti – per l’indice di Embodied Energy dei prodotti per le pulizie si è fatto riferimento alla voce “Sostanze Chimiche” e si è ammesso che il peso specifico di tali prodotti sia vicino a quello dell’acqua; anche in questo caso i dati per il 2007 non erano reperibili.

Per quanto riguarda la categoria Forest Land, è stata calcolata l’Impronta Ecologica per il materiale cartaceo nel suo complesso, negli anni 2007 e 2008.

Stagione di Riscaldamento	2007/2008	2008/2009
Impronta Ecologica parziale	241,42 gha	224,77 gha

Tabella 3.9 Valori dell’Impronta Ecologica parziale per il consumo di metano nelle due stagioni di riscaldamento

³⁹ Si veda Chambers, Simmons, Wackernagel [2002, p.112]

Energy Land	2007	2008
Energia Elettrica	122,61 gha	107,67 gha
Metano	-	258,79 gha
Acqua	0,34 gha	0,23 gha
Libri e Riviste	1,66 gha	1,76 gha
Cancelleria Cartacea	6,06 gha	6,56 gha
Plastica per Bottigliette	-	0,58 gha
Alluminio per Lattine	-	0,28 gha
Detergenti	-	5,90 gha
Forest Land	2007	2008
Materiale Cartaceo	8,08 gha	8,59 gha
Totale per il 2008	-	390,36 gha

Tabella 3.10 Valori delle Impronte Ecologiche parziali e totale per il 2008.

Il valore ottenuto per il 2008 è dunque pari a 390,36 ettari globali. Prima di procedere con le considerazioni su questo risultato, bisogna mettere in chiaro che esso costituisce necessariamente una sottostima del valore reale, sia per la natura stessa del metodo (che, come spiegato nel Capitolo I, tiene conto esclusivamente degli impatti in termini di risorse rinnovabili), sia perché in questo studio si è scelto di lavorare sugli aspetti più accessibili, tralasciando dunque l’analisi di quei dati più difficili da reperire (come informazioni riguardanti i trasporti utilizzati quotidianamente dal personale e dagli studenti per giungere al Dipartimento), sia perché in certi casi i dati sono incompleti (si ricorda che non è stato possibile analizzare le ultime due fatture per i consumi di energia elettrica relative al 2008). Considerando solo il personale che lavora nella struttura (è difficile avere una stima significativa del flusso di studenti che ogni giorno interessa il Dipartimento, anche perché questo aspetto varia considerevolmente nei vari periodi dell’anno), si possono fare delle riflessioni sul valore dell’Impronta Ecologica *pro capite* relativamente all’ambiente di lavoro. Secondo i dati riportati sul sito web del Dipartimento di Biologia Animale e dell’Uomo⁴⁰, il personale appartenente al Dipartimento comprende 71 fra docenti e assegnisti, 44 fra tecnici, borsisti e collaboratori e 47 dottorandi, per un totale di 162 persone. Tenendo conto che l’entità dei consumi di bottigliette e lattine dipende significativamente dall’affluenza di studenti, nel calcolo dell’Impronta Ecologica *pro capite* per il personale del Dipartimento questi contributi non vengono considerati. Si avrà quindi un valore pari a 389,5 gha. Dividendo questo valore per il numero di personale che lavora al Dipartimento, si ottiene un valore di circa 2,4 ettari globali *pro capite*. Ciò significa che, se consideriamo che ad ogni cittadino piemontese è attribuibile una Impronta Ecologica pari a 5,28 gha⁴¹, il personale del Dipartimento “utilizza” più del 45% di questa superficie solo all’interno del posto di lavoro. La percentuale sale, andando poco oltre il 50%, se si considera il valore per l’Italia, pari a 4,8 gha nel 2005.⁴² Sempre secondo i dati riportati nel *Living Planet Report 2008*, nel 2005 per paesi come Sudan, Malesia e Brasile il valore di Impronta Ecologica *pro capite* era paragonabile a quello di un “lavoratore” del Dipartimento. In ogni caso il risultato, nonostante rappresenti solo una sottostima del valore reale, si pone ben al di là di quella che è definita la “legittima quota di terra” *pro capite* mondiale e che corrisponde a 1,7 gha [Wackernagel & Rees, 1996].

⁴⁰ Queste informazioni possono essere reperite al sito internet del Dipartimento, nella sezione ‘Personale’ http://www.unito.it/unitoWAR/page/dipartimenti1/D001/D001_personale_batch1

⁴¹ Si veda lo studio di Bagliani, Ferlaino, Martini [2005]

⁴² Dati riportati nel *Living Planet Report 2008*

Si possono infine fare ulteriori riflessioni confrontando la superficie fisicamente occupata dal Dipartimento e quella rappresentata dalla sua Impronta Ecologica: la prima, pari a circa 8.571 m², rappresenta solo il 0,22% circa dell’Impronta Ecologica dell’edificio⁴³; si può dire che il Dipartimento occupi, approssimativamente, un’area pari ad almeno 455 volte la sua superficie reale.

Tutte queste considerazioni lasciano spazio a ulteriori approfondimenti e studi di scenari futuri: a partire da queste analisi si potrebbero progettare vari interventi, sia strutturali, sia gestionali, stimandone a priori i possibili effetti e provvedendo successivamente a una valutazione degli esiti.

⁴³ La superficie è stata calcolata basandosi su foto da satellite

3.4 – Conclusioni e Proposte

Una volta analizzato il problema dei consumi del Dipartimento di Biologia Animale e dell’Uomo dell’Università di Torino, è possibile pensare a eventuali interventi per ridurre l’impatto che tale struttura ha sull’ambiente. L’attenzione verrà focalizzata in particolare sugli aspetti idrici, termici e elettrici.

Efficienza idrica

Il fatto che l’acqua rappresenti una risorsa naturale preziosa da cui dipendono interi ecosistemi (nonché le attività antropiche) è lampante e indubbio: la riduzione degli sprechi, il rispetto e l’utilizzo più responsabile ed equo di un bene così prezioso diventano dunque valori fondamentali da perseguire, anche nei piccoli accorgimenti e gesti quotidiani. Da una gestione più attenta e responsabile della risorsa idrica può derivare un risparmio notevole, in termini sia ambientali che economici.

Nel caso del Dipartimento, in particolare, oltre alla diffusione di buone pratiche per l’ottimizzazione dell’uso dell’acqua e il sistematico monitoraggio per l’individuazione di eventuali perdite, l’installazione di alcuni dispositivi per la diminuzione dei consumi idrici potrebbe aiutare in modo significativo. È il caso, ad esempio, dei rompigetto aerati e dei riduttori di flusso per rubinetti: secondo quanto riportato dalla campagna nazionale dell’acqua (Progetto T.V.B. – Ti Voglio Bere) portata avanti dal Centro Studi Ambientali di Torino, installando rompigetto aerati e riduttori di flusso ai rubinetti si riducono i consumi di acqua fino al 50% se montati singolarmente, o, se installati entrambi, fino al 75%.⁴⁴ Parallelemente a questi interventi sarebbe auspicabile installare, dove non sono già presenti, i riduttori per le vaschette dei WC, che permettono di ridurre notevolmente il consumo di acqua causato da ogni scarico. Il prezzo di tutti questi dispositivi non è eccessivo (2-8 € al pezzo), tanto che arriverebbero a ripagare il proprio costo in pochi mesi, grazie al risparmio che garantiscono. Il Progetto T.V.B., inoltre, focalizza l’attenzione sulle possibili alternative ai distributori automatici di bottigliette d’acqua, promuovendo negli edifici scolastici e della Pubblica Amministrazione l’installazione di fontanelle e refrigeratori collegati all’acqua di rete. L’installazione di questi impianti, dunque, limiterebbe significativamente l’impatto ambientale dovuto alla produzione, trasporto, vendita e smaltimento delle bottigliette. Questi sistemi di trattamento dell’acqua hanno un prezzo di acquisto e installazione che va dagli 800 ai 1.300 € ma i benefici che essi comportano sull’ambiente sono ben maggiori.

Consumi termici

Come si è visto dall’analisi dei consumi termici riportata nella seconda parte di questo Capitolo, la presenza di una sonda di controllo della temperatura nell’Aula Magna ha permesso di monitorare costantemente le condizioni termiche del locale (a questo proposito si veda, ad esempio, il grafico 3.11). Nonostante le grosse dimensioni dell’aula (il cui volume è 1.192,56 m³), il dispositivo ha permesso un controllo preciso della situazione, tanto che il valore massimo di temperatura non supera mai i 21,1°C. Al fine di ridurre i consumi di

⁴⁴ Dati riportati sul sito web del Progetto T.V.B. : <http://www.tvb-tivogliobere.it>

metano per il riscaldamento, è consigliabile l'installazione di questi sistemi centralizzati di controllo della temperatura anche in altre aree dell'edificio, insieme a valvole termostatiche che permettano un controllo più localizzato. Anche in questo caso, un ruolo non trascurabile è ricoperto dalla sensibilizzazione e diffusione di buone norme (si veda ad esempio il grafico 3.13 che mostra l'andamento delle temperature registrate in un ufficio in cui il personale spegne i termosifoni quando il loro funzionamento non è necessario).

Consumi di energia elettrica

I possibili accorgimenti per una riduzione dei consumi di elettricità sono molteplici: grandi risultati si possono ottenere semplicemente con la sensibilizzazione di personale e studenti. Seguendo le più semplici norme di risparmio energetico è possibile ottenere risultati significativi: spegnere luci, computer e altre strumentazioni ad alimentazione elettrica quando non in uso comporterebbe un netto abbassamento dei consumi negli orari notturni e nei festivi, permettendo un risparmio energetico notevole; basti pensare che nel 2007 i consumi delle fasce fuori punta hanno rappresentato il 48% dei consumi totali, mentre nel 2008 la percentuale sale a 50%.

A questo proposito è stata fatta una stima del risparmio di energia elettrica che si potrebbe ottenere, per dare un'idea dell'ordine di grandezza. Nel caso in cui i consumi durante notturni e festivi fossero dovuti solo a quelle strumentazioni il cui funzionamento continuo è inevitabile (ad esempio frigoriferi, congelatori, server), i consumi mensili nelle fasce 2 e 3 dovrebbero essere costanti. La loro sensibile variazione nel corso dell'anno, invece, suggerisce la presenza di altre strumentazioni accese in modo saltuario oltre i normali orari di ufficio. Ipotizzando che il consumo mensile minimo registrato nelle fasce 2 e 3 nel corso di un anno sia dovuto solamente al funzionamento di tali strumentazioni, e che quindi le variazioni mensili rispetto a questo valore siano dovute alla presenza di altri macchinari accesi, si può fare una stima del risparmio energetico che si potrebbe ottenere applicando buone pratiche di risparmio di energia elettrica. In tal modo si è stimato un potenziale risparmio energetico pari ad almeno 65.000 kWh all'anno. Va detto che questo valore rappresenta una stima molto approssimativa del risparmio energetico effettivamente raggiungibile, per diversi motivi. È infatti poco plausibile che il valore minimo preso come riferimento sia dovuto solo al funzionamento dei macchinari che richiedono continua alimentazione elettrica. Inoltre, il calcolo considera solo il risparmio che si potrebbe ottenere minimizzando i consumi nelle ore fuori punta: un utilizzo più consapevole dell'energia elettrica nei normali orari di ufficio da parte di personale e studenti, e l'installazione di dispositivi per il risparmio energetico porterebbero a un risparmio molto maggiore.

Un discorso più approfondito può essere fatto per i computer: considerando che un PC in stand-by impiega una potenza di circa 5 W, mantenere in stand-by tutti i computer presenti in Dipartimento (si tratta di almeno 110 PC) oltre i normali orari di ufficio e nei festivi, comporta un consumo mensile di circa 260 kWh, che si traduce in un consumo annuale di circa 3.200 kWh.

I benefici di un eventuale risparmio energetico non sono solamente di natura ambientale: diminuire i consumi significa anche abbassare i costi. Nel 2007 la spesa sostenuta dall'Università di Torino per l'energia elettrica consumata al Dipartimento nelle fasce fuori punta è stata intorno ai 20.000 €, mentre per i primi dieci mesi del 2008 il valore è stato di circa 24.000 €.

Per quanto riguarda i picchi estivi, è plausibile che essi siano riconducibili all'entrata in funzione dell'impianto di raffrescamento che, come illustrato precedentemente, impiega una potenza di oltre 900 kW. Inoltre, il fatto che i consumi nelle fasce fuori punta registrino dei picchi massimi nello stesso periodo dell'anno suggerisce che in alcuni locali la climatizzazione estiva rimane in funzione anche quando, di fatto, il personale non è presente.

Un contributo importante nella riduzione dei consumi elettrici è poi rappresentato dalla possibilità di sostituire macchinari obsoleti con nuove strumentazioni a maggiore efficienza e a basso consumo, in particolare per quanto riguarda grossi elettrodomestici come frigoriferi e congelatori, il cui funzionamento è continuo.

Un altro ambito di intervento è quello dell'illuminazione: oltre alla manutenzione e alla pulizia delle lampade, potrebbe rivelarsi utile installare timer per lo spegnimento delle luci quando non necessarie, e sensori di presenza in locali poco frequentati come disimpegni e toilette. Le tradizionali lampadine a incandescenza dovrebbero essere sostituite con quelle a risparmio energetico, a patto che queste ultime vengano poi smaltite in modo corretto, a causa del loro contenuto in mercurio.

Materiali

Si possono infine fare alcune considerazioni per quanto riguarda il consumo di materiali. Di fatto, con l'adesione al Protocollo d'intesa per la promozione degli acquisti pubblici ecologici, l'Università di Torino ha scelto di inserire criteri ambientali nella propria amministrazione, e quindi anche per quanto riguarda gli acquisti cartacei e il servizio di pulizia degli immobili (per cui, si ricorda, è già stata pubblicata una gara d'appalto conforme al Protocollo).

Per quanto riguarda i consumi attribuibili ai distributori automatici si è già detto della possibilità di sostituirli, almeno parzialmente, con i sistemi di trattamento, distribuzione (ed eventualmente refrigerazione) dell'acqua proveniente dalla rete idrica. Per quanto riguarda invece snack e panini in vendita nelle macchinette, potrebbe essere interessante sostituire tali prodotti confezionati con altri a produzione locale, e magari più "naturali" (si pensi ai distributori di frutta e verdura fresca di stagione, possibilmente a basso chilometraggio, recentemente installati in alcune scuole).⁴⁵

⁴⁵ Si veda, a questo proposito, il sito della campagna "Frutta Snack": <http://www.fruttasnack.eu/it/index.html>

Riflessioni Conclusive

Nella mia esperienza di studentessa e tesista ho compreso che l'università è un sistema complesso, dinamico e aperto, che rappresenta un microcosmo all'interno della società e del contesto culturale in cui è immersa. Con le sue molteplici attività, il mondo universitario è in grado di influenzare profondamente la realtà di cui fa parte (oltre che esserne influenzato a sua volta). Penso che proprio da questi suoi aspetti poliedrici derivino i potenziali contributi che gli atenei possono apportare al raggiungimento dell'obiettivo della sostenibilità: le principali attività universitarie (didattica e formazione, ricerca, gestione e amministrazione interna, relazioni con le realtà locali), sebbene possano a prima vista apparire indipendenti e slegate fra loro, sono in realtà strettamente collegate, e fanno tutte parte di una complessa rete d'azione per la sostenibilità.

Fra tutti i corsi che ho frequentato, i pochi in cui si è trattato il tema della sostenibilità hanno avuto il pregio di farmi acquisire una nuova visione del mondo, mi hanno insegnato ad aprire gli occhi e a guardare ogni realtà adottando prospettive diverse, per cercare di coglierne il maggior numero possibile di aspetti. È grazie a questi corsi che ho capito l'importanza di una trasformazione culturale, non solo a livello delle realtà universitarie, ma dell'intera società: a questo proposito, è importante che ogni ateneo acquisisca una propria identità ambientale, ponendosi nell'ottica di essere non solo un luogo di formazione e di educazione superiore, ma anche un'istituzione in grado di imparare, e di migliorare. In particolare, penso che le università dovrebbero imparare a incoraggiare al cambiamento, promuovendo i valori etici della sostenibilità ambientale e sociale, dell'importanza della collaborazione e dell'integrazione fra discipline diverse in una prospettiva di inter- e trans- disciplinarietà: solo con questi approcci, infatti, è possibile superare la paura del cambiamento e intraprendere un cammino verso un modello più sostenibile.

L'educazione superiore ha il compito di formare i futuri decisori, politici, cittadini: è qui che risiede una prima possibilità di influenzare le politiche di sviluppo e di mercato. Sarebbe opportuno che il processo di formazione universitaria fosse mirato alla diffusione di quelle capacità, conoscenze e valori necessari alla creazione di un futuro sostenibile; in qualità di studentessa e cittadina, mi auguro che questa trasformazione avvenga presto.

Nel mio lavoro ho scoperto l'importanza che ricopre l'attività di ricerca universitaria nei confronti della sostenibilità. Anche in questo caso, è necessaria una svolta, una trasformazione, che possa innalzare la ricerca a livello di promotore per un concreto miglioramento della società in materia ambientale.

Analizzare la situazione delle istituzioni universitarie estere mi ha permesso di capire che l'adesione concreta ai principi della sostenibilità rappresenta un'ulteriore possibilità di intervento per le università; istituire buone pratiche nella gestione e nell'amministrazione interna secondo quei programmi che all'estero prendono il nome di "greening the campus", ha diversi risvolti positivi: alla riduzione dell'impatto ambientale delle strutture universitarie si affiancano benefici meno palesi ma forse altrettanto efficaci, dovuti, ad esempio, al coinvolgimento diretto dei soggetti, e quindi ad una diffusione di tali comportamenti anche al

di fuori della realtà universitaria. Nella mia esperienza di studentessa ho capito che l'università ha la potenziale capacità di far provare allo studente la sensazione di far parte di qualcosa di più grande, creando un rapporto di scambio e collaborazione fra i soggetti coinvolti, e credo che questo non valga solo per gli studenti, ma anche per i docenti e per il personale universitari. Penso che le istituzioni dell'istruzione superiore debbano puntare su questi aspetti: sentirsi attivamente parte di una certa realtà porta inevitabilmente a un maggiore interesse da parte dei soggetti, a una crescente consapevolezza di ciò che ognuno nel suo piccolo può fare per contribuire ad una università più sostenibile.

Nel corso del mio studio ho poi scoperto che l'università può agire nei confronti della sostenibilità anche nell'ambito delle relazioni con altre realtà e con la comunità locale. Ad esempio, in una prospettiva di collaborazione fra università, industrie e governo, la potenzialità degli atenei risiede nella possibilità di indirizzare tali relazioni verso un modello di sviluppo sostenibile.

Reputo dunque che le università possiedano tutte le potenzialità e le capacità per promuovere quella trasformazione culturale di cui ho accennato in precedenza. Ogni ateneo può e deve impegnarsi nella ricerca di una propria identità ambientale, secondo approcci e modelli differenti, a seconda del contesto, della propria situazione e organizzazione interna, dei propri punti di forza e debolezze.

Tuttavia questo processo, soprattutto in Italia, in cui non esiste una vera e propria rete di collaborazione fra università e atenei sostenibili, non sembra ancora essere decollato.

L'analisi del caso del Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo dell'Università di Torino che ho sviluppato in questo elaborato mi ha fatto capire quali siano le difficoltà che si possono riscontrare nel trattare le tematiche della sostenibilità all'interno di un'istituzione così complessa e che coinvolge un numero così ampio di soggetti e situazioni.

Il metodo dell'Impronta Ecologica che ho applicato allo studio di caso (e, più in generale, l'indagine che ho condotto) non vuole rappresentare un punto di arrivo, ma piuttosto un punto di partenza da cui iniziare un percorso volto a rendere l'Università di Torino più sostenibile, nella speranza di fornire spunti di riflessione e di azione per un progressivo miglioramento dell'Ateneo.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., *Energia Eolica: Aspetti Tecnici, Ambientali e Socio-Economici*. ENEA, Dipartimento Energia, 1999
- AA. VV., *The Handbook of Sustainability Literacy: skills for a changing world*. Green Books, Dartington, 2009
- ARMAROLI N., BALZANI V., *Gli schiavi energetici*. KOS, n° 243, Dicembre 2005, p. 22-27
- ARMAROLI N., BALZANI V., *The Future of Energy Supply: Challenges and Opportunities*. *Angewandte Chemie*, 46, Int. Ed. 2007, p. 52-66
- ARROW K., et al., *Are we consuming too much?* *Journal of Economic Perspectives* 18 (3), summer 2004, p. 147-172
- BAGLIANI M., FERLAINO F., MARTINI F., *Contabilità ambientale e Impronta ecologica: casi studio del Piemonte, Svizzera e Rhône-Alpes*. IRES, Regione Piemonte, 2005
- BAUMGÄRTNER S., QUAAS M., *What is sustainability economics?* *Ecological Economics* 69, 2010, p. 445-450
- BERINGER A., ADOMBENT M., *Sustainable university research and development: inspecting sustainability in higher education research*. *Environmental Education Research*, 14 (6), December 2008, p. 607-623
- BINDI G., *Ecolampadine sotto accusa*. *Terra Nuova*, Gennaio 2009, p. 12-15
- BLAKE J., STERLING S., KAGAWA F., *Getting it together: Interdisciplinarity and Sustainability in the Higher Education Institution*. Centre for Sustainable Futures Occasional Paper 3, 18 June 2009
- BOLOGNA G., *L'Impronta Ecologica: un indicatore per la sostenibilità*. 2006 (Articolo consultato online all'indirizzo web http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/download/2006_Impronta_ecologica-Bologna.pdf; visitato in Aprile 2010)
- BREWER G. D., *Inventing the future: scenarios, imagination, mastery and control*. *Sustainability Science* 2, 2007 p. 159-177
- BROWN M. T., ULGIATI S., *Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems*. *Ecological Modelling*, 178, 2004, p. 201-213
- CHAMBERS N., SIMMONS C., WACKERNAGEL M., *Manuale delle Impronte Ecologiche Principi, Applicazioni, Esempi*. Edizioni Ambiente, Milano, 2002

CLARKE A., KOURI R., *Choosing an appropriate university or college environmental management system*. Journal of Cleaner Production 17, 2009, p. 971-984

Comunità di Sant'Egidio. Convegno di Napoli *Per un mondo senza violenza*. Napoli, 21-23/10/2007

COWELL S. J., PARKINSON S., *Localisation of UK food production: an analysis using land area and energy as indicators*. Agriculture, Ecosystem and Environment 94, 2003, p. 221-236

COSTANZA R., *Commentary Forum: The Ecological Footprint, The dynamics of the ecological footprint concept*. Ecological Economics, 32, 2000, p. 341-345

CORTESE A. D., *The critical role of higher education in creating a sustainable future*. Planning for Higher Education, 31 (3), March-May 2003, p. 15-22

DAWE G., GANT R., TAYLOR R., *Kingston University: Sustainability in the Curriculum*. Steering Group for Sustainability, Kingston University, November 2003

DENTICE D'ACCADIA M., et al., *Applicazioni di energetica: Introduzione all'Analisi Tecnico-Economica di Sistemi per il Risparmio Energetico*. Liguori Editore, Napoli, 1999

ELLIS G., WEEKES T., *Making sustainability 'real': using group-enquiry to promote education for sustainable development*. Environmental Education Research, 14 (4), August 2008, p. 482-500

ETZKOWITZ H., ZHOU C., *Triple Helix twins: innovation and sustainability*. Science and Public Policy, 33 (1), February 2006, p. 77-83

FERREIRA J., *Unsettling orthodoxies: education for the environment/for sustainability*. Environmental Education Research, 15 (5), 2009, p. 607-620

FERRER-BALAS D., et al., *Giong beyond the rethoric: system-wide changes in universities for sustainable societies*. Journal of Cleaner Production, 18, 2010, p. 607-610

FIALA N., *Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science*. Ecological Economics, 67, 2008, p. 519-525

GIORDANO M., MILANO L., RAGOZZINO E., *Fondamenti di Fisica*. Terza Edizione, EdiSES, Napoli 2000, p. 61

GOLLIER C., TREICH N., *Decision-Making Under Scientific Uncertainty: The Economics of the Precautionary Principle*. The Journal of Risk and Uncertainty, 27 (1), 2003, p. 77-103

GREEN G., *Housing Plus: Improving Domestic Energy Efficiency and the Health of Residents*. Sheffield Hallam University, United Kingdom (Articolo consultato online all'indirizzo web <http://www3.iclei.org/egpis/egpc-059.html>; visitato in Dicembre 2009)

HABERL H., et al., *Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer*. Land Use Policy 21, 2004, p. 199-213

HAYNIE D. T., *Biological Thermodynamics*. Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge, 2008, cap. 1

HEGARTY K., *Shaping the self to sustain the other: mapping impacts of academic identity in education for sustainability*. Environmental Education Research, 14 (6), December 2008, p. 681-692

HINTERBERGER F., LUKS F., STEWEN M., *Economia, Ecologia, Politica: Rendere sostenibile il mercato attraverso la diminuzione delle materie*. Edizioni Ambiente, 1999

HJORTH P., BAGHERI A., *Navigating towards sustainable development: A system dynamics approach*. Futures, 38 (1), February 2006, p. 74-92 (Articolo consultato online all'indirizzo <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V65-4GV980P-4/2/c9696e5cae43217074854405483af9ac>; visitato in Marzo 2010)

HOPKINSON P., HUGHES P., LAYER G., *Sustainable graduates: linking formal, informal and campus curricula to embed education for sustainable development in the student learning experience*. Environmental Education Research, 14 (4), August 2008, p. 435-454

Introduction to LCA with SimaPro7, a cura del Product ecology consultants, Febbraio 2008 (manuale reperibile on-line all'indirizzo web <http://www.pre.nl/download/manuals/SimaPro7IntroductionToLCA.pdf>; visitato nel Marzo 2010)

KAJIKAWA Y., *Research core and framework of sustainability science*. Sustainability Science, 3, 2008, p. 215-239

KITZES J., et al., *A Research Agenda for Improving National Ecological Footprint Accounts*. Ecological Economics, 68 (7), May 2009, p. 1991-2007

KORHONEN J., SEAGER T. P., *Beyond Eco-Efficiency: a Resilience Perspective*. Business Strategy and the Environment, 17, 2008, p. 411-419 (Articolo consultato online all'indirizzo http://www.teollinenekologia.fi/documents/Resilience_BSE_Vol17Issue7_2008.pdf; visitato in Marzo 2010)

LAMBIASE N., PROBO ., MANCIN E., *Per una politica della sostenibilità ambientale dell'Università degli Studi di Torino*, Commissione Sostenibilità Ambientale del Senato degli Studenti dell'Università degli Studi di Torino, Torino, 28 Novembre 2007

LEIGH MASCARELLI A., *How green is your campus?* Nature, 461, 10 September 2009 p. 154-155

Life Cycle Assessment: principles and practice, a cura del Scientific Applications International Corporation, Maggio 2006 (documento reperibile al Sito Web <http://www.epa.gov/NRMRL/lcaccess/pdfs/600r06060.pdf> ; visitato in Marzo 2010)

MARTENS P., *Sustainability: Science or Fiction?* Sustainability: Science, Practice, & Policy, 2 (1), spring 2006

NASH J. R., *Standing and the precautionary principle*. Columbia Law Review, 108, 2008, p. 494-528. (Articolo consultato online all'indirizzo <http://www.columbialawreview.org/assets/pdfs/108/2/Nash.pdf>; visitato in Marzo 2010)

NORDBERG D., *The ipat equation, global modeling & the search for sustainable development*, 2002

Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (documento consultato online all'indirizzo http://www.regione.piemonte.it/ambiente/tutela_amb/allegati/PAN_GPP.pdf; visitato in Maggio 2010)

POLK M., KNUTSSON P., *Participation, value rationality and mutual learning in transdisciplinary knowledge production for sustainable development*. Environmental Education Research, 14 (6), 2008, p. 643-653

RISKU-NORJA H., et al., *Towards more ecoefficient food production: MFA approach*. Farming and rural systems research and extension - European Farming and Society in Search of a New Social Contract – Learning to Manage Change (Pre)proceedings of the 6th European IFSA Symposium, April 2004

SACHS W., *Planet Dialectics: Explorations in Environment and Development*. Zed Books, London, 1999, cap. 2-3

SACHS W., *The Power of Limits: An Inquiry Into New Models of Wealth*. New Perspectives Quarterly, 17 (4), 2000, p. 14-26

SACHS W., SANTARIUS T., *Fair Future - Resource Conflicts, Security & Global Justice*. Zed Books, London, 2007

SCHMIDT-BLEEK F., *The Factor 10/MIPS-Concept: Bridging Ecological, Economic, and Social Dimensions with Sustainability Indicators*, 2010 (Articolo consultato online all'indirizzo <http://www.factor10-institute.org/files/MIPS.pdf> ; visitato in Marzo 2010)

SCHMIDT-NIELSEN K., *How animals work*. Cambridge University Press, 1972

SHARP L., *Higher Education: the quest for the sustainable campus*. Sustainability: science, practice & policy, 5 (1), spring/summer 2009

SHEPHARD K., *Higher education's role in 'education for sustainability'*. Australian Universities' Review, 52 (1), 2010, p. 13-22

SMIL V., *Energies: an Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 1999

SMIL V., *Energy in Nature and Society: General Energetics for Complex Systems*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 2008

SMITH T. M., SMITH R. L., *Elementi di ecologia*. Sesta Edizione, Pearson Paravia Bruno Mondadori S.p.A, Milano, 2009, cap. 20

STEPHENS J. C., et al., *Higher education as a change agent for sustainability in different cultures and contexts*. International Journal of Sustainability in Higher Education, 9 (3), 2008, p. 317-338

STIRLING A., *Risk, precaution and science: towards a more constructive policy debate. Talking point on the precautionary principle*. EMBO Rep., 8 (4), April 2007, p. 309-315 (Articolo consultato online all'indirizzo: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1852772/pdf/7400953.pdf>; visitato in Marzo 2010)

TALLACCHINI M., *Before and beyond the precautionary principle: Epistemology of uncertainty in science and law*. Toxicology and Applied Pharmacology, 207, 2005, S645-S651

THE WORLDWATCH INSTITUTE, *State of the World 2004: Innovations for a Sustainable Economy*. W. W. Norton & Company New York, London, 2004

THE WORLDWATCH INSTITUTE, *State of the World 2008: The Consumer Society*. W. W. Norton & Company New York, London, 2008

THE WORLDWATCH INSTITUTE, *State of the World 2010: Trasforming cultures from consumerism to sustainability* W. W. Norton & Company New York, London, 2010

VENETOULIS J., *Assessing the ecological impact of a University: the ecological footprint for the University of Redlands*. International Journal of Sustainability in Higher Education, 2 (2), 2001, p. 180-196

VOGEL S., *Life's Devices: The Physical World of Animals and Plants*. Princeton University Press, Princeton, N.J., 1998

WACKERNAGEL M., REES W., *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publisher, Gabriola Island, BC, 1996

SITOGRAFIA

<http://fire.rettorato.unito.it/blog/?id=23971&month=7&year=2008> (Blog di Unito.it sull'Agenda 21 per l'Università degli Studi di Torino, a cura del Senato degli Studenti e del Rettorato; visitato in Marzo 2010)

<http://green.harvard.edu/> (Sito Web interamente dedicato alla sostenibilità ad Harvard; visitato in Giugno 2010)

http://lct.jrc.ec.europa.eu/index_jrc (sezione del Sito Web della Commissione Europea relativa al Life Cycle Thinking and Assessment; visitato in Marzo 2010)

<http://strategicplan.ubc.ca/the-plan/sustainability/> (Pagina Web dell'Università della British Columbia dedicata alla sostenibilità nell'università; visitato in Giugno 2010)

<http://sustainable-scale.org/ConceptualFramework/UnderstandingScale/MeasuringScale/TheIPATEquation.aspx#one> (Sito Web del *Sustainable Scale Project*, pagina che tratta dell'equazione IPAT; visitato in Marzo 2010)

<http://www.acca.it/euleb/it/home/index.html> (Sito Web dell'*European High Quality Low Energy Buildings*; visitato in Dicembre 2008)

<http://www.ace.mmu.ac.uk/eae/english.html> (Enciclopedia dell'Inquinamento Atmosferico a cura dell'*Atmospheric Research & Information Centre*, Manchester Metropolitan University; visitato in Febbraio 2009)

http://www.altenergyaction.org/mambo/index.php?option=com_content&task=view&id=9 (Sito Web sulle energie alternative; visitato in Novembre 2008)

http://www.apat.gov.it/site/_files/Agenda21/normativa/mondo/1987_rapporto_brundtland.pdf (Sommaio del Rapporto Brundtland; visitato in Febbraio 2009)

<http://www.arpa.piemonte.it> (Sito Web dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale, Piemonte; visitato in Giugno 2010)

<http://www.autorita.energia.it/it/index.htm> (Sito Web dell'*Autorità per l'energia elettrica e il gas*; visitato in Marzo 2009)

<http://www.biologialthermodynamics.com/index.htm> (Sito Web dedicato al testo *Biological Thermodynamics* di D. T. Haynie; visitato in Aprile 2010)

<http://www.ces-surrey.org.uk/> (Sito Web dedicato al centro di ricerca per la sostenibilità dell'Università di Surrey; visitato in Giugno 2010)

<http://www.eia.doe.gov/> (Sito Web dell'*Energy Information Administration*; visitato in Dicembre 2008)

<http://www.energysaving.it/> (Portale per il risparmio energetico; visitato in Dicembre 2008)

<http://www.factor10-institute.org> (Sito Web del *Factor 10 Institute*; visitato in Marzo 2010)

<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/> (Sito Web del *Global Footprint Network*; visitato in Marzo 2010)

<http://www.fruttasnack.eu/it/index.html> (Sito Web della campagna *Frutta Snack* per la diffusione di distributori automatici di frutta e verdura nelle scuole; visitato in Giugno 2010)

<http://www.gearypacific.com/ComfortZone/14%20The%20People%20Load.pdf> (Sito visitato in Novembre 2008, non più accessibile da Marzo 2010)

<http://www.hefce.ac.uk/> (Sito ufficiale de The Higher Education Funding Council for England (HEFCE) ; visitato in Giugno 2010)

<http://www.madsci.org/posts/archives/1997-03/859204043.Ph.r.html> (Sito visitato in Novembre 2008)

<http://www.miw.it/> (visitato in Aprile 2009, non più accessibile da Agosto 2009)

<http://www.news.harvard.edu/gazette/2004/10.14/09-sustain.html> (Pagina Web dell'Università di Harvard dedicata alla propria politica ambientale; visitato in Giugno 2010)

<http://www.pnas.org/> (Sito ufficiale della rivista scientifica PNAS; visitato in Giugno 2010)

<http://www.smatorino.it/notizia?id=75> (Sito Web della *Società Metropolitana Acque Torino*, pagina che tratta il *Progetto Ti Voglio Bere*; visitato nel Settembre 2008)

<http://www.tvb-tivogliobere.it/index.php> (Sito Web del *Progetto Ti Voglio Bere*; visitato nel Settembre 2008)

http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_00.shtml (Pagina del Sito delle Nazioni Unite dedicata al testo integrale dell'Agenda 21; visitato in Giugno 2010)

<http://www.ulsf.org/> (Sito Web dell'Associazione Università Leader per un Futuro Sostenibile; visitato in Giugno 2010)

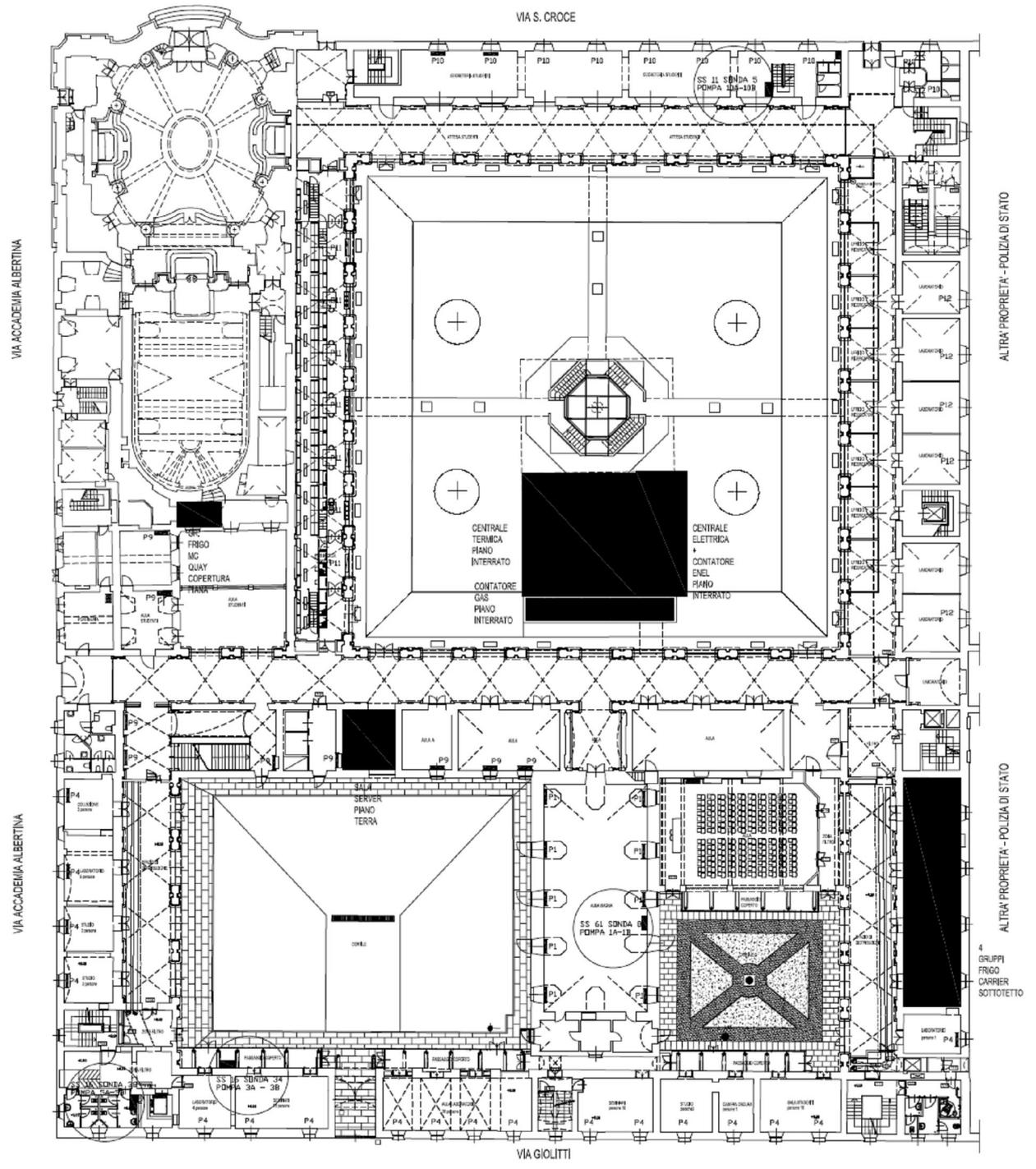
<http://www.vialattea.net/esperti/php/risposta.php?num=9383> (Sito visitato in Novembre 2008)

<http://www.worldwatch.org/> (Sito Web del Worldwatch Institute; visitato in Giugno 2010)

<http://www.wupperinst.org/en/home/index.html> (Sito Web del *Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy*; visitato in Marzo 2010)

<http://www.wwfroma11.it/stili%20di%20vita/energia/serra.htm> (Sito visitato in Novembre 2008)

Allegato I



Allegato II

Periodi di Programmazione		Corridio P1	Biblioteca P1	Lab. Elettrofisiologia P1	Ufficio P1 4160	Disimpegno P1 4400	Lab. Citologia P1	Disimpegno P1 4050	Ufficio P1 4080	Ufficio P2	Aula 1 PT
1° programmazione: dal 16 al 23 dicembre 2008 (Misurazioni per la media: 106)	minimo	16,2	16,8	20,1	18	16,2	22,6	18,6	18,6	17,7	
	massimo	20,4	21,1	24,6	25,9	25,2	25,6	24,3	23,9	22,6	
	media (h ufficio)	19,5	20,2	23,7	23,2	23,2	24	21,2	22,7	21,4	
2° programmazione: dal 24 dicembre 2008 al 7 gennaio 2009 (Misurazioni per la media: 45)	minimo	12,8	11,6		15,9	13,3	17,7	14,5	13,6		12,5
	massimo	18,6	19,8		25,6	22,3	24,6	23,6	23		23,9
	media (h ufficio)	15,2	15		22,6	17,7	19,3	18,4	18		19,3
3° programmazione: dal 9 al 16 gennaio 2009 (Misurazioni per la media: 156)	minimo										11
	massimo										21,7
	media (h ufficio)										18,6
4° programmazione: dal 2 al 9 febbraio 2009 (Misurazioni per la media: 156)	minimo			20,8	20,4		21,7		18,9		17,7
	massimo			24,6	26,6		24,3		23,9		25,6
	media (h ufficio)			23,3	24,5		22,8		22,3		23,3
Media totale periodi lavorativi		18,2	18,6	23,5	23,8	21,6	22,7	20,4	21,8	21,4	20,7
Deviazione Standard		2,02	2,44	0,61	1,6	2,77	1,74	1,5	1,8	0,61	2,71
Misurazioni per la media totale		151	151	262	307	151	307	151	307	106	357
Periodi di Programmazione		Aula A PT	Aula 5 PT	Ufficio PT 2020	Aula 3 PT	Aula 2 PT	Ufficio PT 1280	Lab. Biochimica PT	Aula Magna PT	Aula De Filippi PT	Aula B PT
1° programmazione: dal 16 al 23 dicembre 2008 (Misurazioni per la media: 106)	minimo										
	massimo										
	media (h ufficio)										
2° programmazione: dal 24 dicembre 2008 al 7 gennaio 2009 (Misurazioni per la media: 45)	minimo	15,6									
	massimo	21,7									
	media (h ufficio)	18,9									
3° programmazione: dal 9 al 16 gennaio 2009 (Misurazioni per la media: 156)	minimo		14,8	15,9	16,2	10,2	14,8	18,6	16,2	10,8	
	massimo		19,2	22,3	21,7	20,1	22,6	25,6	21,1	22,3	
	media (h ufficio)		17,6	20,5	19,7	17	20,7	23,7	20,3	20,9	
4° programmazione: dal 2 al 9 febbraio 2009 (Misurazioni per la media: 156)	minimo	20,8						19,5	18,3		20,1
	massimo	23,9						25,9	21,1		23
	media (h ufficio)	22,7						23,4	20,7		21,9
Media totale periodi lavorativi		21,9	17,6	20,5	19,7	17	20,7	23,6	20,5	20,9	21,9
Deviazione Standard		1,7	1,06	1,2	1,04	2,01	1,68	1,27	0,8	1,71	0,52
Misurazioni per la media totale		201	156	156	156	156	156	312	312	156	156

Allegato III

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo

Tesi di laurea in Analisi dei Flussi di Energia e Materia che interessano il D.B.A.U.
- Raccolta dati sui consumi energetici della strumentazione presente nel dipartimento -

Questo questionario è stato elaborato con lo scopo di ottenere informazioni sui consumi energetici delle apparecchiature presenti nei laboratori ed uffici ai fini di ricerca. Verrà utilizzato per una Tesi di Laurea che si occuperà anche di analizzare, per quanto possibile, i flussi di Energia e Materia all'interno del Dipartimento.

Per portare a termine questa indagine, avremmo bisogno della vostra preziosa collaborazione: si tratterebbe di compilare la tabella indicando quali e quanti strumenti sono presenti nel laboratorio di vostra competenza, la frequenza di utilizzo e la potenza utilizzata dagli stessi. Non è necessario riportare i dati di ogni singolo apparecchio, ma saranno sufficienti le informazioni relative alle strumentazioni responsabili di un consumo energetico significativo. Sugeriamo inoltre di procedere raggruppando le varie attrezzature in categorie (ad esempio: microscopi, autoclavi, forni, congelatori, condizionatori, cappe, pompe, eccetera...).

Vi ringraziamo per la vostra disponibilità e gentile collaborazione.

Data 10 ottobre 2009

Cod. Loc.

P.I. 0530, 0550, 0570, 0580, 0600, 0610, 0620, 0630, 0680, 0690, 0710, 0720, 0730, 0740, 0750, 0760, 0770

P.T. 1860, 1870, 1880, 1890, 1900, 1910, 1930

P.A. 2780, 2790, 2830

Compilatore della scheda : Tiziana Merlo, Giovanna Gambarotta

Tipo di attività svolta : Laboratori e Uffici di Biologia Cellulare e Molecolare

Num. Pc : 13

Num. Stampanti : 5

Altre apparecchiature dai consumi energetici significativi					
Tipo di strumento	Frequenza di utilizzo			Potenza	Quantità
	Continuo	Settimanale	Occasionale		
Autoclavi		x		2200 W	1
Bagni termostatici		x		700 W	4
Cappe		x		280 - 400 W	7
Centrifughe da banco		x		1500 W	6
Condizionatori		x		1200 - 1600 W	5
Congelatori -20	x			1200 W	4
Congelatori -80	x			665 W	1
Frighi	x			180 W	4
Incubatori cells		x		440 W	2
Macchine del ghiaccio	x			330 W	1
Microonde		x		240 W	1
Stufe 180			x	1000 W	2

Nota locali:

laboratori e studi gruppo Perroteau, locali radioisotopi resp. Gambarotta, locali tabulari resp. Peretto

Allegato IV

Tipologia di Prodotto	Confezioni utilizzate mensilmente	Contenuto di ogni confezione (l)	Consumo totale mensile (l)
Candeggina	16	2	32
Ammoniaca	16	2	32
Sgrassatore	30	0,75	22,5
Pulitore per vetri	10	0,75	7,5
Disincrostante	5	1	5
Detergente antistatico	5	0,4	2
Liquido per pavimenti	5	5	25
Cera	5	5	25
Decerante	5	5	25
Sapone liquido	3	5	15

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare Elena per la pazienza con cui mi ha seguita in questo lungo lavoro, per il suo continuo sostegno, e senza la quale non avrei potuto intraprendere questo faticoso ma entusiasmante percorso.

Un sentito ringraziamento anche a tutto il gruppo di ricerca in Didattica delle Scienze Naturali, in particolar modo a Daniela, Anna e Marta, per il sorriso e la gentilezza con cui mi hanno sempre accolta durante la stesura della Tesi.

Vorrei poi esprimere la mia sincera gratitudine a tutti coloro che mi hanno aiutata nella raccolta e nell'analisi dei dati: in primo luogo tutto il personale del Dipartimento che ha gentilmente offerto la propria disponibilità e collaborazione, e in particolare Susanna Antoniotti, Daniela Donna e Maura Bersano, il Direttore e il personale della Biblioteca; Andrea Tartaglino, della Divisione Edilizia e Grandi Infrastrutture dell'Università di Torino e Renato Masin, della Divisione Logistica; Enrico Degiorgis, dell'ARPA Piemonte, per l'immensa gentilezza con cui, in diverse occasioni, mi ha fornito preziosi consigli e indicazioni; Simone Contu, di IRIS, per avermi aiutata a portare a termine la mia Tesi, dimostrando grande interesse nel mio lavoro.

Un ringraziamento speciale alla mia famiglia (umana e felina) che non mi ha mai lasciata sola, incoraggiandomi e sostenendomi in ogni mia scelta; un grazie in particolare ai miei zii Norma e Mauro, per la solarità e l'affetto con cui mi hanno sempre sostenuta, e anche a Elisa & Alberto.

Ringrazio tutti i cari amici che mi sono stati vicini per tanti anni, e su cui so di poter contare in qualsiasi momento: Diana e Irene, per la grinta che sono state in grado di infondermi quando più ne avevo bisogno, e non solo; Sara, amica di infanzia con cui sono cresciuta, per la sua amicizia sempre sincera, anche se sono passati tanti anni e sono cambiate molte cose.

Un grande grazie a tutti i miei compagni di liceo per la spensieratezza che hanno saputo regalarmi in tante occasioni: voglio ringraziare soprattutto Alessio, Riccardo e Federico, la cui simpatia mi ha sempre fatto sorridere, anche nei momenti difficili.

Ringrazio gli amici che ho incontrato durante il lungo cammino che abbiamo poi condiviso: in particolare Manuela e Miky, Alessandra, Cristina, Nicola, Sara e Sara.

Un grandissimo grazie va poi a Marco e Gianluca, senza i quali sono sicura che non avrei raggiunto questi risultati: per il buonumore che sono sempre stati in grado di trasmettermi, per le lunghe giornate di studio e di incoraggiamento reciproco, per tutto...davvero, grazie di cuore.

Infine, riservo il mio ringraziamento più grande a Nino, per la fiducia che ha sempre riposto in me, per la pazienza con cui ha saputo sopportare i miei sbalzi di umore in tutti questi anni, per il calore, il conforto, il dolce affetto che non mi ha mai fatto mancare, per essere stato l'ala protettrice sotto cui ho potuto ripararmi ogni volta che ne sentivo il bisogno. Grazie di aver scelto di rimanere sempre al mio fianco, qualunque cosa accada.