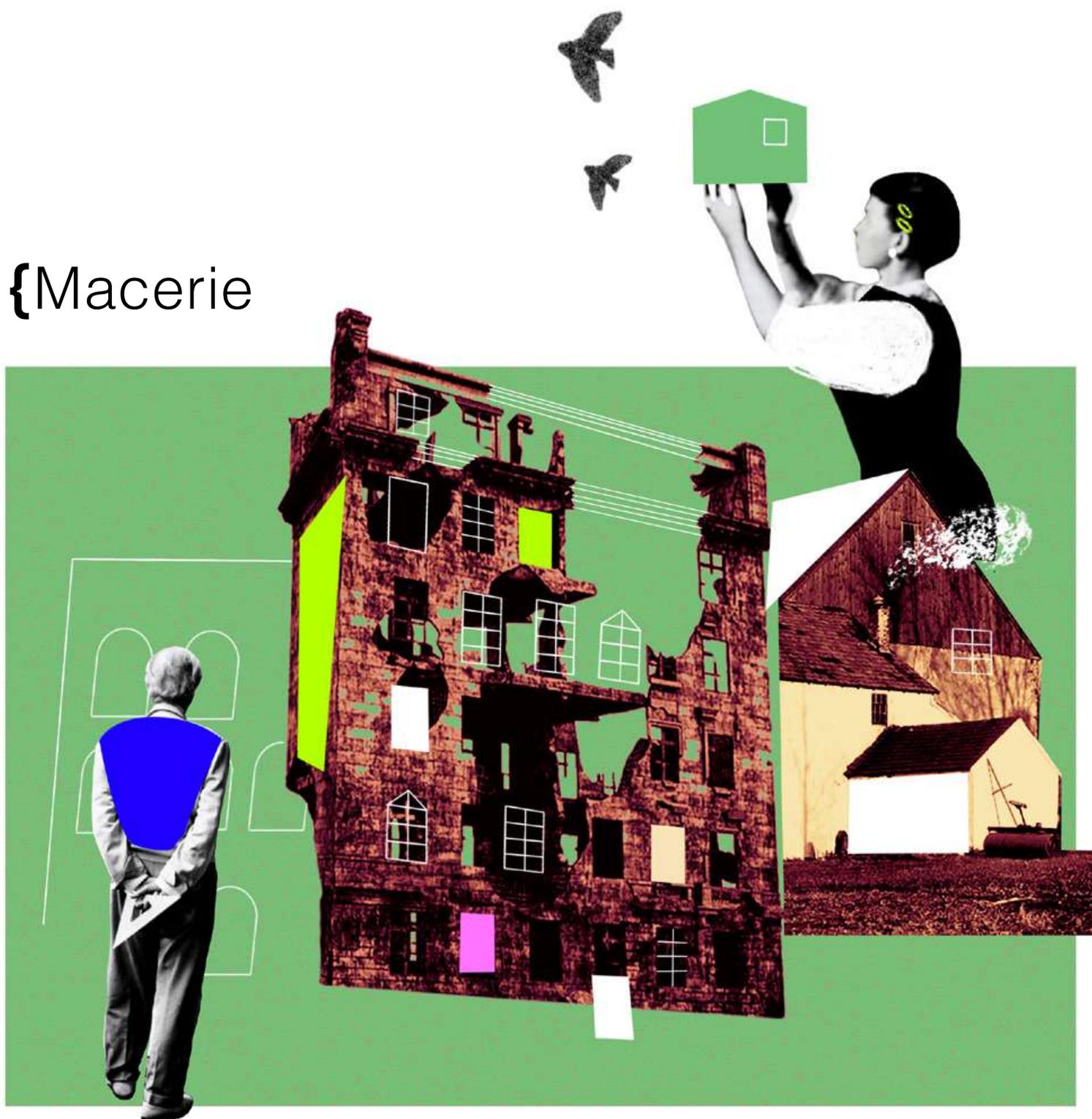


# IN F O U O

no.43 06.2024

{Macerie



# IN FOLIO

**Direttore**

Filippo Schilleci

**Comitato scientifico internazionale**

Marcella Aprile  
Michela Barosio  
Susanna Caccia  
José Calvo Lopez  
Xavier Casanovas  
Adele Picone  
Manuel Alejandro Ródenas López  
Enrico Sicignano  
Ola Söderström  
Angioletta Voghera

**Comitato editoriale**

Giuseppe Abbate  
Laura Barrale  
Simona Colajanni  
Santo Giunta  
Fulvia Scaduto  
Salvatore Siringo

**Redattori (2023-2024)**

Dottorandi dei cicli XXXVII, XXXVIII, XXXIX

**Progetto grafico**

Marco Emanuel Francucci  
Francesco Renda

**Progetto grafico cover**

Chiara Palillo

Per questo numero:

**Curatori**

Davide Gianluca Abbate

Eleonore Marie Charlotte Jactat

Desiree Saladino

**Impaginazione e redazione**

Davide Gianluca Abbate  
Adriana Calà  
Eleonore Marie Charlotte Jactat  
Chiara Palillo  
Desiree Russo  
Desiree Saladino

**Contatti**

[infolio@riviste.unipa.it](mailto:infolio@riviste.unipa.it)

**Sede**

Dipartimento di Architettura (D'ARCH)  
Viale delle Scienze, Edificio 14, Edificio 8  
90128 Palermo  
tel. +39 091 23864211

[dipartimento.architettura@unipa.it](mailto:dipartimento.architettura@unipa.it)  
[dipartimento.architettura@cert.unipa.it](mailto:dipartimento.architettura@cert.unipa.it) (pec)

**In copertina**

Macerie, elaborazione grafica di  
Chiara Palillo



Università  
degli Studi  
di Palermo

**DA  
RCH** DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA  
UNIPA



**DOTTORATO DI RICERCA  
IN ARCHITETTURA,  
ARTI E PIANIFICAZIONE**  
DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA DI PALERMO

## **DOTTORATO IN ARCHITETTURA, ARTI E PIANIFICAZIONE (XXIX-XXXIX CICLO)**

Coordinatore del Dottorato: Marco Rosario Nobile

### **Collegio dei docenti (XXXVIII CICLO)**

#### **Indirizzo in Rappresentazione, Restauro, Storia: studi sul Patrimonio Architettonico**

Fabrizio Agnello, Fabrizio Avella, Paola Barbera, Zaira Barone, Maria Sofia Di Fede, Francesco Di Paola, Edoardo Dotto, Emanuela Garofalo, Vincenza Garofalo, Francesco Maggio, Marco Rosario Nobile, Stefano Piazza, Renata Prescia, Fulvia Scaduto, Rosario Scaduto, Federica Scibilia, Ettore Sessa, Domenica Sutera, Gaspare Massimo Ventimiglia.

#### **Indirizzo in Studi Urbani e Pianificazione**

Giuseppe Abbate, Angela Alessandra Badami, Maurizio Carta, Teresa Cilona, Annalisa Giampino, Manfredi Leone, Barbara Lino, Francesco Lo Piccolo, Grazia Napoli, Fausto Carmelo Nigrelli, Marco Picone, Daniele Ronsivalle, Valeria Scavone, Flavia Schiavo, Filippo Schilleci, Vincenzo Todaro, Ignazio Marcello Vinci.

#### **Indirizzo in Progettazione Sostenibile dell'Architettura e Design: approccio human-centered**

Emanuele Walter Angelico, Antonio Biancucci, Tiziana Campisi, Carmelina Anna Catania, Simona Colajanni, Rossella Corrao, Giuseppe De Giovanni, Salvatore Di Dio, Cinzia Ferrara, Tiziana Rosa Maria Luciana Firrone, Maria Luisa Germanà, Santo Giunta, Benedetto Inzerillo, Antonella Mami, Antonello Russo, Dario Russo, Cesare Sposito, Vita Maria Trapani, Calogero Vinci, Rosa Maria Vitrano.

#### **Docenti stranieri**

Josè Calvo Lopez, Javier Ibanez Fernandez, Vincenzina La Spina, Pablo Martí Ciriquiàn, Andrés Martínez Medina, Francesca Olivieri, Manuel Alejandro Rodenas Lopez, Jörg Schröder.

### **Collegio dei docenti (XXXIX CICLO)**

#### **Indirizzo in Rappresentazione, Restauro e Storia: studi sul patrimonio architettonico**

Fabrizio Agnello, Fabrizio Avella, Paola Barbera, Zaira Barone, Teresa Campisi, Maria Sofia Di Fede, Francesco Di Paola, Edoardo Dotto, Emanuela Garofalo, Vincenza Garofalo, Francesco Maggio, Rosario Marco Nobile, Stefano Piazza, Renata Prescia, Fulvia Scaduto, Rosario Scaduto, Federica Scibilia, Ettore Sessa, Domenica Sutera, Gaspare Ventimiglia, Maria Vitale.

#### **Indirizzo in Studi Urbani e Pianificazione**

Giuseppe Abbate, Angela Alessandra Badami, Maurizio Carta, Teresa Cilona, Annalisa Giampino, Manfredi Leone, Barbara Lino, Francesco Lo Piccolo, Grazia Napoli, Fausto Carmelo Nigrelli, Marco Picone, Daniele Ronsivalle, Valeria Scavone, Flavia Schiavo, Filippo Schilleci, Vincenzo Todaro, Terdinando Trapani, Ignazio Marcello Vinci.

#### **Indirizzo in Progettazione sostenibile dell'architettura e Design: Human centered**

Emanuele Walter Angelico, Antonio Biancucci, Tiziana Campisi, Carmelina Anna Catania, Simona Colajanni, Rossella Corrao, Giuseppe De Giovanni, Salvatore Di Dio, Federica Fernandez, Cinzia Ferrara, Tiziana Rosa Maria Luciana Firrone, Maria Luisa Germanà, Santo Giunta, Benedetto Inzerillo, Antonella Mami, Antonello Russo, Dario Russo, Manfredi Saeli, Cesare Sposito, Vita Maria Trapani, Calogero Vinci, Rosa Maria Vitrano.

#### **Docenti stranieri**

Josè Calvo Lopez, Javier Ibanez Fernandez, Vincenzina La Spina, Andrés Martínez Medina, Bosh González Montserrat, Manuel Alejandro Rodenas Lopez, Jörg Schröder, Francesca Olivieri.

# Indice

## EDITORIALE

Macerie come monstrum. *Maria Luisa Germanà* 06

## SEZIONE TEMATICA

Decadenza urbana e suolo in disuso. 11  
Le infrastrutture sportive complesse come motori di rigenerazione urbana. *Ilva Hoxhaj*

Città sepolte nel paesaggio contemporaneo. 17  
Il caso studio di Kamarina (Ragusa). *Alessandra Palma*

Alentejo popular. Il contributo del progetto contemporaneo 29  
nella riattivazione di un territorio in rovina ai confini d'Europa. *Salvatore Oddo*

La ricostruzione grafica delle rovine. Selinunte nei disegni 41  
di Jean Hulot. *Maria Isabella Grammauta*

Camminare tra due eternità. Macerie e rovine 49  
tra ricomposizione e invenzione. *Luigi Manziona*

Da macerie a sedime fertile. Come le macerie attraverso 59  
interventi culturali e ambientali si trasformano in Fertile Habitat Naturale. *Lucrezia Gelichi*

Stratificazioni inattese. Il suolo lavico di Mascali 69  
e la vegetazione spontanea di Noto antica: due occasioni per ripensare il significato delle macerie. *Laura Nunzia Ferlito, Graziano Testa*

Geografie dell'abbandono. *Martina D'Alessandro* 81

Macerie, rinvenimenti e progetto. Un caso nella Tuscia 93  
Viterbese. *Alessandra Romoli, Maria Argenti*

Il concetto di maceria come metafora di nuove prospettive 103  
sociali e culturali future: la trasformazione di Ostana. *Valeria Francioli*

Dinamiche insediative nell'agro ericino tra tarda antichità 129  
e medioevo. *Davide Gianluca Abbate*

La coscienza di luogo tra innovazione e tradizione. 121  
Il caso studio della Cooperativa di Comunità "Terra delle Balestrate". *Desiree Saladino*

Approcci di policy intorno agli ambiti turismo e cultura: 129  
la SNAI e il PNRR nelle Aree interne. *Alejandro Gana*

Ruins of redemption. The role of crowd-mapping 137  
within humanitarian rescue operations. *Valeria Rossi*

Macerie come strumento di ricostruzione. 147  
Possibili applicazioni di tecnologie innovative nella gestione post sisma. *Caterina Battaglia*

Conservazione VS Trasformazione. La maceria 157  
come reperto archeologico da tutelare e sfida contemporanea di rigenerazione. *Marco Toni*

1944-1946: Between the end of the war 169  
and the spirit of revival through sector journals. *Alessandra Renzulli, Giuliana Di Mari*

Le macerie come patrimonio. Interpretare i segni 177  
del secondo conflitto mondiale nella città di Palermo come eredità e memoria del futuro. *Samuele Morvillo, Federico Signorelli*

The symbolic value of the rubbles in Damascus. 189  
*Hazem Almasri*

Reviving from Ruins. Sicilian sustainable development 199  
design through the reclamation of abandoned architectures. *Luisa Lombardo, Samuele Morvillo*

Le macerie del digitale. Il ruolo del design nella crisi 211  
degli e-waste. *Annapaola Vacanti, Michele De Chirico, Carmelo Leonardi*

Feeding social innovation in Palermo's multicultural 221  
context. Moltivolti and the social regeneration of Ballarò. *Carmen Trischitta*

Da rifiuti a risorse, verso un Waste Driven Design. 233  
*Michele De Chirico*

## STATO DELLE RICERCHE

Introdurre la quarta natura nella pianificazione in contesti 241  
urbani italiani. Il riconoscimento del ruolo socio-ecologico dei novel ecosystem. *Giorgia Lisi*

## TESI

I ruderi di Ortigia. La città nei disegni di Gaetano 253  
Rapisardi. *Eleonora Di Mauro*

## RETI

Raccontare le migrazioni: spunti dall'esperienza di ricerca 263  
del programma intensivo Forthem BIP (Blended Intensive Programme). *Salvatore Siringo*

## LETTURE

Building from Waste: Recovered Materials 269  
in Architecture and Construction. *Adriana Calà*

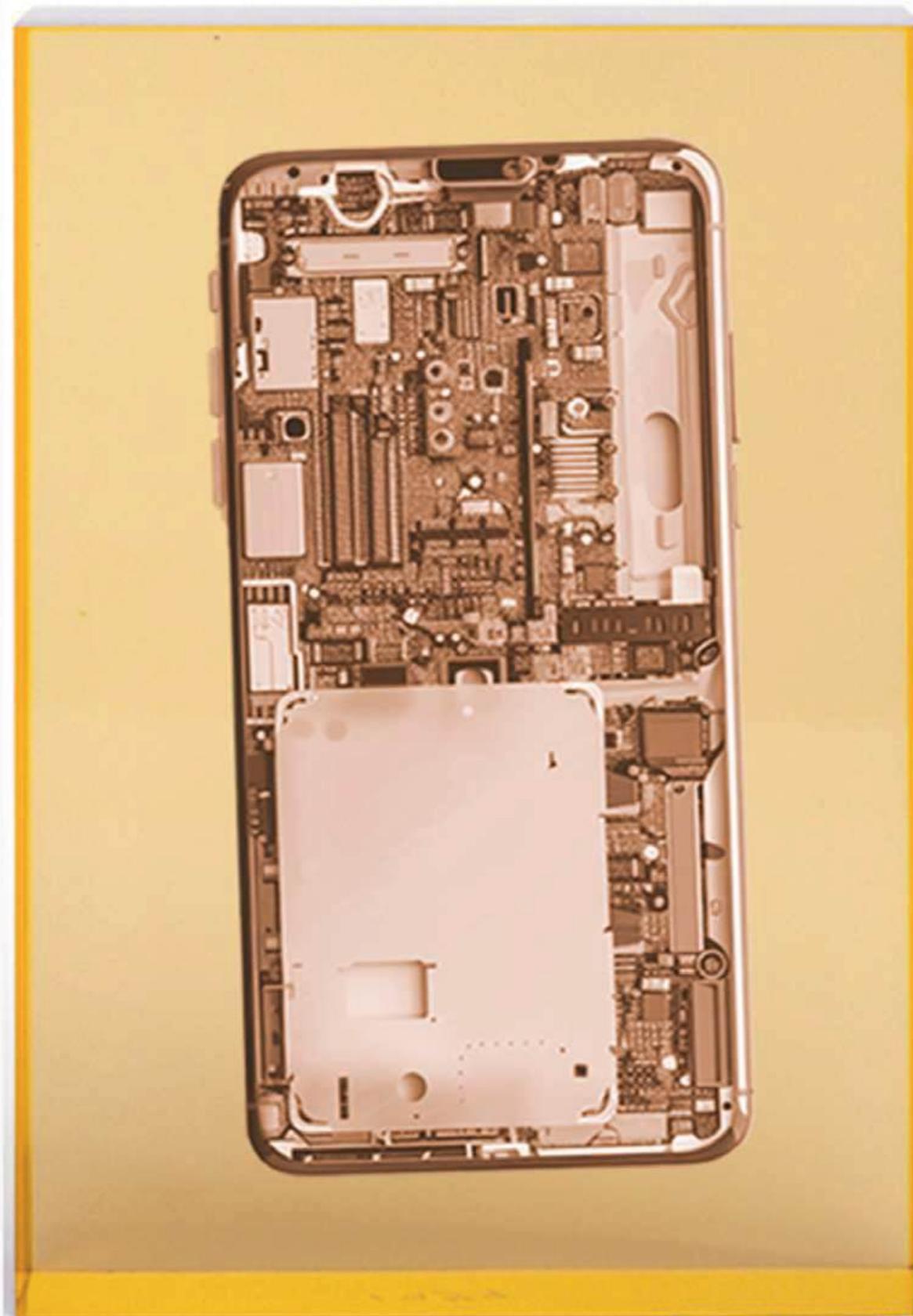
Orizzonti di accessibilità. Azioni e processi 270  
per percorsi inclusivi. *Antonio La Colla*

Rebuilding After Disasters: From Emergency 271  
to Sustainability. *Marco Bellomo*

Romanzo urbanistico. Storie dalle città del mondo. 272  
*Desiree Saladino*

Las bóvedas de Guastavino. El arte de la rasilla 273  
estructural. papersdoc y Ajuntament de Barcelona. *Salvatore Di Maggio*

Novacene: L'età dell'iperintelligenza. *Carmen Trischitta* 274



*Rielaborazione digitale di un «fossile del 2000» di Bruno Munari, in cui viene conservato sotto resina uno smartphone scopercchiato che mostra le componenti interne, 2024 (elaborazione di Annapaola Vacanti).*

# Le macerie del digitale

## Il ruolo del design nella crisi degli e-waste

Sezione I - Il tema

Annapaola Vacanti  
Michele De Chirico  
Carmelo Leonardi

*The ubiquitous ever-growing ecosystem of digital technology has significantly underestimated environmental impacts. The issue of e-waste and of the materiality of the digital is here explored through a critical examination of the main phases in the life cycle of electronic devices – resource extraction, use, and disposal. Solutions divided into three areas (prevention, care, and recovery) then demonstrate how design can increase durability and reparability of devices, promote care through the perceived value of objects, and facilitate the recovery of valuable materials from electronic debris.*

**Keywords** Digital consumption, Technofossils, E-waste, Reparability, Material recovery

### Introduzione

Di fronte alle sfide della transizione circolare, la digitalizzazione è stata identificata come strategica per lo sviluppo di pratiche sostenibili [UNESCO, 2015]. Nelle cosiddette «doppie transizioni», la transizione digitale svolge il ruolo di facilitatore per l'efficienza e l'innovazione, favorendo l'integrazione e la sinergia tra transizione ecologica, transizione energetica e cambiamento climatico [Muench et al., 2022].

Tuttavia, gli impatti ambientali dell'uso crescente del digitale sono spesso sottovalutati [OECD, 2021]. Sebbene le tecnologie digitali svolgano un ruolo cruciale nell'analisi dei dati climatici e nel miglioramento della pianificazione e dell'efficienza complessiva, conservando così energia e riducendo l'uso delle risorse [World Bank, 2016], il «mito del digitale» [McGovern, 2020] presenta un quadro fuorviante di possibilità illimitate. Il concetto di sostenibilità richiede dunque un passaggio dal piano materiale a quello digitale, spesso percepito come una nuvola intangibile (il cloud), che tuttavia consuma energia, materiali e luoghi. L'area di interesse di questo contributo si concentra sui sistemi e comportamenti di spreco nel dominio digitale. Lo studio si colloca all'interno di un'indagine più ampia condotta dagli autori, che ha esplorato

il problema in relazione a diverse tematiche, evidenziando la materialità del digitale, dai consumi energetici agli impatti sulle emissioni di CO<sub>2</sub> [Vacanti et al., 2023] e definendo un'agenda progettuale per scenari sostenibili negli ecosistemi digitali [Vacanti et al., 2024] sottolineando l'importante contributo che l'Interaction Design può offrire [Vacanti, 2024].

Il focus di questo testo è un aspetto specifico del digitale, direttamente collegato alla sua materialità: gli e-waste. Attraverso un'analisi critica della letteratura, il contributo presenta una descrizione del contesto e sistematizza i problemi principali legati a tre fasi della vita dei dispositivi che consentono l'accesso al digitale: estrazione di risorse, utilizzo e smaltimento. Si esaminano così le percezioni e i valori socialmente attribuiti a queste macerie elettroniche, fondamentali per promuovere un «cambiamento culturale ecologicamente orientato» [Franz, 2022], attraverso il design, che è in grado di innescare trasformazioni significative nelle sfide presenti. Successivamente vengono proposti esempi di soluzioni progettuali esistenti, organizzate in tre aree di intervento: prevenzione, cura e recupero. Ogni area è definita e sostenuta dagli esempi presentati, che trattano gli e-waste come macerie: da evitare o da vedere come opportunità di rinascita. L'identificazione di queste aree di intervento



Fig.1: Una discarica di e-waste, 2017 (foto di Adobe Stock).

mira a orientare un aumento di consapevolezza e possibili cambiamenti comportamentali negli ambienti digitali. Dalle analisi emerge, infatti, un paradosso nel rapporto uomo – tecnologia: una scarsa percezione del valore degli oggetti al momento del loro fine vita (che sia questo un abbandono o un effettivo smaltimento), nonostante al momento dell’acquisto siano visti come preziosi, anche per il loro costo elevato. In conclusione, il principale obiettivo del contributo è chiarire il ruolo del design nel guidare cambiamenti comportamentali, evidenziando come questa disciplina possa influenzare la percezione del valore degli artefatti che consentono l’accesso al digitale, e che di questo digitale si nutrono, come materia impalpabile.

### Contesto: le macerie del digitale

I dispositivi digitali vengono percepiti e utilizzati come estensioni del sé [Belk, 2013], strumenti in grado di generare relazioni tra la sfera culturale, tecnica, etica e politica dell’individuo [Cochoy et al., 2020]. Sulla base delle specifiche necessità, aspettative e caratteristiche di ciascuna persona, tali strumenti assumono una immensa varietà di ruoli diversi, non limitati a soddisfare esigenze reali: la tecnologia digitale si inserisce in un contesto socio-culturale più ampio, in cui la connettività e la reperibilità rappresentano un’aspettativa normalizzata [Proske et al., 2019]. In particolare, gli smartphone hanno assunto il ruolo di «partner costante» [Eisentraut, 2016], a supporto dell’organizzazione della vita quotidiana, alle interazioni sociali, alla gestione di altri dispositivi per la smart home [Vacanti,

2023]. La dipendenza culturale dalla costante disponibilità degli smartphone è elevata e rafforzata dal significato simbolico di avere un partner affidabile [Proske et al., 2019]. Conseguenza di questo è la crescita annua del 6% dell’impronta di carbonio del settore ICT, che rappresenta attualmente il 3-4% delle emissioni globali. Per allinearsi agli obiettivi di decarbonizzazione, è necessario ridurre queste emissioni del 45% entro il 2030 [The Shift Project, 2021; SBTi et al., 2020]. I prodotti elettronici generano impatti in tutte le fasi del ciclo di vita. Da un lato, circa il 90% dei dati digitali rimane inutilizzato dopo la sua archiviazione, evidenziando una cultura dell’eccesso e dell’inefficienza, contribuendo a formare una «nuvola» di rifiuti [McGovern, 2020]. Dall’altro lato, le infrastrutture e i dispositivi manifestano la propria fisicità in maniera diretta, richiedendo l’uso intensivo di materie prime e conducendo a una loro rapida conversione in rifiuti elettronici [World Health Organization, 2020; McGovern, 2020].

I rifiuti di apparecchi elettrici ed elettronici (RAEE, o e-waste) includono apparecchiature destinate all’abbandono perché guaste, inutilizzate o obsolete [EPA, 2014]. Questo tipo di rifiuti è particolarmente dannoso per l’ambiente, dato che il loro ciclo di produzione comporta significativi inquinamento e consumo energetico [Fig.1]. Inoltre, la cultura della tecnologia è intrinsecamente legata a un modello di business che dipende da una breve durata di vita degli apparecchi, che accelera il consumo di materie prime esacerbando ulteriormente l’impatto ambientale [Lepawsky, 2020].

Nel dibattito sull’Antropocene, oltre a riconoscere la natura antropogenica delle crisi, dovremmo considerare il

ruolo quasi-autonomo svolto dai sistemi tecnologici [Haff, 2014a, 126]. La tecnosfera rappresenta un paradigma planetario con un impatto pari a quello esercitato dall'atmosfera, dalla litosfera, dall'idrosfera e dalla biosfera. Tuttavia, «la tecnosfera non ha ancora evoluto la capacità di riciclare i propri flussi di rifiuti» [Haff, 2014b, 301]. Non esiste, cioè, alcun mezzo per metabolizzarne tutti i «rifiuti integrali» [Cubitt, 2016, 114], che continueranno ad esistere nel tempo geologico.

In un certo senso, uno smartphone si fossilizzerà: i suoi detriti diventeranno «tecnofossili» [Cornford, 2023]. «Tra millenni, i detriti della tecnologia scartata, insieme alle ossa compresse dei dinosauri e alla materia organica delle paludi del mondo preistorico, diventeranno parte del record geologico» [Cornford, 2023, 8]. Già nel 1959, Bruno Munari realizza provocatoriamente la serie «I fossili del 2000» [Fig.2], mettendo sotto resina alcuni prodotti tecnologici a imitazione del lavoro millenario della natura con gli insetti nell'ambra, sottolineando il rapido invecchiamento della tecnologia.

I rifiuti elettronici contengono di fatto materiali preziosi che possono essere impiegati come risorse secondarie [Thanas et al., 2022], processo che in Unione Europea è normato dalla Direttiva RAEE (2012/19/UE) [Unione Europea, 2012].

I rifiuti elettronici sono dunque considerabili una «miniera urbana» [Murthy & Ramakrishna, 2022], poiché contengono una vasta gamma di metalli, plastiche e terre rare. In queste miniere – una metafora che trasforma le discariche in nuovi giacimenti da cui estrarre risorse – l'e-waste è depositato configurando un accumulo di macerie preziose, capsule materiche abbandonate che possono essere il punto di partenza per la loro stessa rigenerazione e dunque elementi di continuità e non di distruzione. Le macerie del digitale, con i loro detriti e frammenti dispersi, sono custodi e testimoni delle trasformazioni subite dalla materia e possono essere fonte da cui ripartire: ogni frammento materiale si offre come il fondamento per riflessioni e azioni progettuali volte alla rigenerazione e alla «circularità tecnosferica» [Cornford, 2023, 80] dei materiali.



Fig.2: B. Munari, alcuni esemplari dei Fossili del 2000, 1985 (foto di Anna Paola Vacanti).

## Fasi di vita di un dispositivo

### Estrazione

I dispositivi che ci consentono di accedere al digitale sono profondamente materiali, dipendenti da estrazione, raffinazione e altri processi industriali. Le materie prime estratte in tutto il mondo vengono trasformate attraverso l'infrastruttura materiale del Cloud, che si estende dai server, attraverso cavi sotterranei, fino ai dispositivi nelle nostre mani [Cornford, 2023; Paoletti, 2021].

In generale un prodotto elettronico è costituito per circa il 50% di ferro e acciaio, il 10-30% di plastiche, e per la restante percentuale da metalli [Oguchi et al. 2012; Natarajan & Ting 2014; Kaya, 2016]; tuttavia è difficile stabilire con precisione la composizione dei prodotti – poi rifiuti – elettronici a causa della varietà dei materiali che li compongono. Un tipico smartphone contiene fino a 60 elementi della tavola periodica. La sua produzione genera molti rifiuti solidi e liquidi, accumulati in discariche a volte di diversi chilometri quadrati. Inoltre, spesso questi materiali vengono estratti in paesi con standard di sicurezza scarsi o inesistenti [Yang et al., 2020].

La produzione di uno smartphone può generare fino al 90% dell'inquinamento che esso crea durante la sua vita utile [Mongardini & Radzikowski, 2020]. Per bilanciare le risorse consumate, andrebbe utilizzato per almeno cinque anni (oggi la media è due anni). Per quanto riguarda i laptop, la vita utile dovrebbe raggiungere i sette anni (oggi la media è quattro anni) [Bakker et al., 2014].

### Utilizzo

La «*devicification*» descrive il fenomeno insito nella cultura del consumo, per cui sempre più azioni quotidiane sono mediate da dispositivi digitali [Cochoy et al., 2020]. Le ragioni per sostituire i dispositivi includono malfunzionamenti, ma anche limitazioni come scarsa memoria, batteria insufficiente o qualità inferiore della fotocamera. Fattori esterni come la durata dei contratti di assistenza o piani vantaggiosi per l'acquisto di nuovi prodotti influenzano tale tendenza [Wieser & Tröger, 2018]. Inoltre, l'assenza di aggiornamenti per i sistemi operativi può degradare la funzionalità dei dispositivi a lungo termine. Un carico di lavoro elevato può surriscaldare la batteria, mentre il caching di grandi quantità di dati può riempire rapidamente la memoria di archiviazione, portando a prestazioni ridotte e usura. Anche l'aumento delle esigenze di performance dovute a pagine web, software e applicazioni più complessi può causare un consumo più rapido delle risorse hardware come CPU, GPU e RAM, accelerando l'usura dei componenti e riducendo la vita utile del dispositivo [Cordella et al., 2021].

Dal punto di vista sociale, esiste un paradosso evidente: le persone spendono volentieri grandi somme per nuovi



Fig.3: Ghana, lavoratori che smontano rifiuti elettronici, 2011 (foto di The Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions).

dispositivi, ma non sviluppano mai un legame duraturo con questi prodotti. Li considerano quasi usa e getta, e sono negligenti nei loro riguardi, deprezzandoli mentalmente nel momento in cui è disponibile una versione più aggiornata [Wieser et al., 2015, Bellezza et al., 2017]. L'appropriazione di un prodotto, intesa come uso di beni e servizi per realizzare pratiche personali e sociali [Mylan, 2015], è fondamentale per mantenere i dispositivi in uso. A questo scopo, è necessario mantenere i vari modi in cui un particolare dispositivo è funzionale per il suo utente, il che va oltre il semplice funzionamento di un dispositivo, e significa collegarsi alle aspirazioni dell'utente in materia di funzionalità e alle sue esigenze pratiche nel contesto dell'uso quotidiano.

#### Smaltimento

La quantità di *e-waste* sta crescendo a un tasso annuale del 3%-5% [Forti et al., 2020] e si prevede che raggiungerà i 74,7 milioni di tonnellate entro il 2030 [UNITAR, 2024]. Nel 2022 a livello globale sono stati generati 62 miliardi di kg di *e-waste*, di cui solo il 22,3% è stato raccolto e riciclato [UNITAR, 2024]. La maggior parte dei dispositivi non viene riciclata correttamente a causa di un basso tasso di raccolta e di uno scarso sviluppo di una rete impiantistica per il recupero: molti dispositivi finiscono in discariche dove vengono smontati per recuperare i metalli di base, altri vengono semplicemente gettati via e subiscono un lento processo di decomposizione, corrosione e cristallizzazione in nuove forme «tecnofossili». A tal proposito è rilevante anche il fenomeno delle economie informali del recupero dei rottami, in particolare in

Asia e Africa [Lepawsky, 2020]. La più grande discarica di rifiuti elettronici si trova ad Agbogbloshie, ad Accra, in Ghana [Fig.3] (con oltre 250 milioni di tonnellate di *e-waste*, provenienti per l'85% dall'Europa) e si tratta di una vera e propria città nella città, dove vivono decine di migliaia di persone, il cui sostentamento dipende dall'economia dell'*e-waste* [Senseo, 2022].

A monte di questo stato dell'arte si può rintracciare, tra le varie, una causa che è strettamente progettuale: molti device sono progettati deliberatamente per non essere riparati; ad esempio, gli smartphone spesso presentano colle speciali, viti personalizzate e batterie che non possono essere facilmente sostituite e utilizzano fino a quaranta metalli diversi, i quali richiedono metodi specifici per essere separati l'uno dall'altro. Gran parte del contenuto minerale utilizzato nelle tecnologie viene perso durante il processo stesso di riciclo, introducendo sfide significative alla prospettiva di «estrarre» dispositivi per riutilizzarne i materiali [Hatayama et al., 2015].

#### Risposte progettuali

Quanto discusso evidenzia l'urgenza di una rivalutazione di progettazione, uso e smaltimento dei device elettronici. Storicamente, il ruolo del design è radicato nelle dinamiche di consumo delle società capitaliste [Wizinsky, 2022], ma allo stesso tempo detiene un potere trasformativo utile a immaginare scenari futuribili desiderabili, sia dal punto di vista sociale che tecnico [Dio et al., 2022]. Descriviamo di seguito i tre principali

fronti possibili su cui il design può intervenire nell'ottica di proporre soluzioni all'incontrollata crescita di macerie del digitale. I quattro casi esemplificativi proposti rappresentano risposte progettuali di diversa scala e impatto, che suggeriscono come il design possa guidare il cambiamento, sia dal punto di vista della progettazione di prodotto che di servizi, nel contesto commerciale o come pratica *bottom-up* [Fagnoni & Olivastri, 2019].

#### Prevenire

La prima opzione a disposizione è quella di aumentare la vita utile dei dispositivi [Cordella et al., 2022]. Dal punto di vista progettuale, questo significa aumentare l'affidabilità del prodotto riducendo la probabilità di guasti, e allo stesso tempo facilitarne la riparabilità, in caso che un guasto effettivamente avvenga [Cordella et al., 2022]. Queste caratteristiche hanno il vantaggio di agire su una maggiore affidabilità percepita dagli utenti [ibidem, 2022]. In questo ambito, la maggior parte delle attuali barriere è rappresentata proprio dalle decisioni prese nel contesto del product design, come la bassa qualità dei materiali, e l'indisponibilità di informazioni e pezzi di ricambio per la riparazione. Dal punto di vista dell'utente, i costi di riparazione e l'incertezza sul risultato dell'intervento, in aggiunta alla mancanza di disponibilità del dispositivo per periodi anche prolungati, rappresentano notevoli freni alla prevenzione dello smaltimento [Rudolf et al., 2022].

Virtuoso è il caso di *Fairphone*<sup>1</sup>, azienda olandese creata nel 2013 da un consorzio di attivisti, accademici e professionisti, con l'obiettivo di produrre smartphone in condizioni di equità, sostenibilità e trasparenza nell'intera filiera produttiva [Van Der Velden, 2014]. A partire dagli esordi del progetto, *Fairphone* ha posto attenzione alla scelta dei materiali, attraverso l'approvvigionamento di risorse da territori gestiti in maniera responsabile. Tutti i modelli sono progettati con l'obiettivo di raddoppiare la vita utile dello smartphone medio, fornendo guide chiare per la riparabilità e vendendo parti di ricambio. *Fairphone 5*<sup>2</sup>, l'ultima versione sul mercato, ha la cover posteriore realizzata in plastica riciclata al 100%, 5 anni di garanzia, e aggiornamenti software garantiti per 8 anni. Inoltre, il 70% dei materiali utilizzati è riciclato e la componentistica non è incollata, per favorire sia la riparabilità che il recupero [Fig.4].

#### Avere cura

Il design non è solo atto di creazione di artefatti con una certa forma e funzione, piuttosto trasforma gli artefatti in segni carichi di significato [Latour 2009]. In questo senso, la seconda risposta progettuale è rappresentata dall'aumento del valore percepito dei dispositivi, al fine di favorire processi di cura e mantenimento, allungan-

done dunque la vita utile. Questo obiettivo richiede il superamento dell'«obsolescenza percepita», ovvero degli aspetti psicologici che, insieme a quelli tecnici, tendono a diminuire la reale longevità di un prodotto [Makov & Fitzpatrick, 2021]. Il desiderio di possedere un device più moderno e performante è stato da tempo «installato» efficacemente negli utenti, e richiede dunque azioni progettuali volte a riposizionare il valore della durevolezza e del riparo.

*iFixit*<sup>3</sup> rappresenta un punto di riferimento per la crescita di una community globale interessata alla riparazione fai-da-te. Fondata nel 2003 come risorsa *bottom-up* di dettagliate istruzioni di riparazione, per smartphone, computer, elettrodomestici e persino veicoli elettrici, ogni anno pubblica l'indicizzazione della riparabilità dei dispositivi, valutando la facilità con cui possono essere riparati. Tale indice<sup>4</sup> prende in considerazione, tra gli altri, la facilità di accesso ai componenti interni, la disponibilità di parti di ricambio e la chiarezza delle istruzioni, fornendo una fondamentale risorsa per l'acquisto consapevole. La piattaforma offre poi l'acquisto di pezzi di ricambio, spesso recuperati da dispositivi dismessi, e di *tool kit* di riparazione completi per facilitare l'empowerment di tutti gli utenti – anche principianti. Tra i più noti brand tecnologici, Motorola è stata la prima a fornire direttamente parti di ricambio originali ad *iFixit* [Barsch, 2018].

#### Recuperare

Quando un dispositivo non è più perfettamente funzionante, la scelta di ripararlo o meno dipende sia da valutazioni di fattibilità che di tempistiche e di costi che, per risultare appetibili, non dovrebbero superare il 20% del costo di una sostituzione [Rudolf et al., 2022]. Esiste inoltre una differenza tra la vita tecnica e quella funzionale: i dispositivi alla fine della loro vita funzionale (difettosi) potrebbero non essere riparati se sono anche alla fine della loro vita tecnica (cioè non sono più aggiornabili e dunque utilizzabili). Dunque, il recupero delle componenti o dei materiali stessi non è affrontabile attraverso una strategia univoca, poiché dipende dalle caratteristi-



Fig.4: Il Fairphone 5 scomposto nelle sue componenti modulari, 2023 (immagine di Fairphone, Amsterdam).

che del dispositivo dismesso in relazione all'attuale stato dell'arte tecnologico.

Lo studio Formafantasma ha affrontato queste tematiche nell'estensivo progetto di ricerca *Ore Streams*<sup>5</sup>, portato avanti tra il 2017 e il 2019. Una gamma di arredi per l'ufficio è stata progettata e realizzata utilizzando metalli riciclati e componenti elettronici dismessi, che fungono da raffinate decorazioni dei prodotti (a questo scopo Formafantasma usa ripetutamente l'oro ricavato dalle schede elettroniche). Obiettivo del progetto è mostrare i dispositivi, spogliati delle loro funzioni originarie, come meri materiali, eliminando implicitamente l'idea di rifiuto: i materiali non sono considerati scarti, ma elementi in trasformazione. Da una prospettiva *bottom-up* nasce invece *Jerry Do It Together*<sup>6</sup> (2013), vincitore del premio *European Young Innovators*. Un gruppo di studenti dell'*EN-SCI-Les Ate policy maker liers* di Parigi ha progettato un computer autocostruito e personalizzabile, realizzato all'interno di tuniche di plastica riciclate. In risposta alla problematica della disuguaglianza nell'accesso alle tecnologie digitali nei contesti economicamente meno sviluppati, il progetto si propone come soluzione inclusiva e democratica, in quanto utilizza materiali e componenti in disuso e coinvolge gli utenti finali nella costruzione dei computer Jerry, attraverso tutorial gratuiti e open source, nonché un approccio collaborativo e sostenibile.

## Conclusioni

Le sfide della sostenibilità richiedono un allontanamento dall'illusione di una espansione continua e illimitata. Se la decarbonizzazione della produzione di elettricità potrebbe fortemente ridurre l'impatto climatico del consumo di contenuti digitali, l'abuso delle risorse materiali potrebbe persistere in futuro, anche in caso di prolungamento della durata di vita dei dispositivi elettronici [Istrate et al., 2024]. Per quanto decisive possano essere le innovazioni tecnologiche, il percorso verso la sostenibilità non porterà a un equilibrio con la natura a meno che non siamo capaci di intraprendere una strada diversa, cambiando le nostre abitudini e comportamenti.

In particolare, questo studio promuove sobrietà e parsimonia [Franz, 2022] nell'ambito del digitale come cambi di paradigma che consentono ai designer di influenzare significativamente l'impronta ambientale di artefatti e contenuti digitali attraverso la loro creazione, accessibilità e consumo. Quanto detto necessita l'estensione dei principi di ecodesign al mondo digitale, che, nonostante la sua percezione intangibile, ha un impatto ambientale sostanziale [McGovern, 2020; Paoletti, 2021]. Questo approccio influenza lo sviluppo dei beni digitali,

assicurando che siano realizzati con un focus sulla conservazione delle risorse e sulla durabilità e riparabilità dei dispositivi [Franquesa et al., 2016]. Infatti, il riciclo non affronta i problemi principali: la sovrapproduzione e il sovraconsumo. Poiché la maggior parte dell'inquinamento e delle macerie derivanti dall'elettronica si verifica molto prima che i consumatori abbiano i loro dispositivi in mano, anche un tasso di recupero post-consumo del 100% non può recuperare le emissioni generate durante la produzione [Lepawsky, 2018].

Il design ha dunque la possibilità – e la responsabilità – di migliorare la relazione tra esseri umani e tecnosfera, ponendosi nel ruolo di facilitatore di due tipi di riprogettazione: dei processi industriali legati alla produzione di dispositivi, e degli stili di vita di coloro che li utilizzano, verso pratiche più eque e moderate [Remy & Huang, 2015]. Attraverso il design, possono essere ridefinite e messe in discussione le politiche stesse che regolano il digitale, integrati elementi educativi e informativi nella progettazione facilitando un processo decisionale informato per *policy maker* e utenti, e implementati approcci sostenibili sia nella progettazione fisica che della *User Experience* degli artefatti tecnologici.

## **Riconoscimenti**

Il contributo è frutto di un lavoro congiunto da parte degli autori, tuttavia Annapaola Vacanti è l'autrice dei paragrafi "Fasi di vita di un dispositivo" e "Conclusioni", Michele De Chirico è l'autore dei paragrafi "Introduzione" e "Contesto", Carmelo Leonardi è l'autore del paragrafo "Risposte progettuali".

*Annapaola Vacanti  
Ph.D, Ricercatrice in Design  
Università Iuav di Venezia,  
Dipartimento di Culture del progetto  
avacanti@iuav.it*

*Michele De Chirico  
Ph.D Student in Design  
Università Iuav di Venezia,  
Dipartimento di Culture del progetto  
mdechirico@iuav.it*

*Carmelo Leonardi  
Ph.D Student in Design  
Università Iuav di Venezia,  
Dipartimento di Culture del progetto  
cleonardi@iuav.it*

## Note

1. <https://www.fairphone.com/it>
2. <https://shop.fairphone.com/it/fairphone-5>
3. <https://it.ifixit.com/>
4. <https://it.ifixit.com/riparabilita/punteggi-smartphone>
5. <http://www.orestreams.com/>
6. <https://wsa-global.org/winner/jerry-do-it-together-2/>

## Bibliografia

- Bakker C., Wang F., Huisman J., Den Hollander M. (2014), "Products that go round: exploring product life extension through design", *Journal of Cleaner Production*, vol. 69, pp. 10-16.
- Barsh, E. (2018), *Motorola and iFixit—A Match Made in Mobile*, <https://it.ifixit.com/News/11644/motorola-ifixit-partnership>
- Belk R. (2013), "Extended self in a digital world", *Journal of Consumer Research*, vol. 40, pp. 477–500.
- Cochoy F., Licoppe C., McIntyre M. P., Sörum N. (2020), "Digitalizing consumer society: equipment and devices of digital consumption", *Journal of Cultural Economy*, vol. 13, no. 1, pp. 1-11.
- Cordella M., Alfieri F., Clemm C., Berwald A. (2021), "Durability of smartphones: A technical analysis of reliability and repairability aspects", *Journal of Cleaner Production*, vol. 286, 125388.
- Cornford S. (2023), *Petrified media*, The Eriskay Connection, Breda.
- Cubitt S. (2016), *Finite media: Environmental implications of digital technologies*, Duke University Press, Durham.
- Di Dio S., Inzerillo B., Monterosso F., Russo D. (2022), "Design e transizione digitale – Nuove sfide design-driven per l'innovazione tecno-sociale", *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 12, pp. 212-225, doi:10.19229/2464-9309/12192022.
- Eisentraut S. (2016), "Das mobiltelefon als digitaler dauerbegleiter", in *Dinge befremden: Essays zu materieller Kultur*, pp. 107-113.
- EPA. (2014), *Regulatory and guidance information by topic: Waste – Guide for industrial waste management*, <https://www.epa.gov/regulatory-information-topic/regulatory-and-guidance-information-topic-waste#solid>.
- Fagnoni, R., Olivastri, C. (2019) "Hardsign vs Softdesign", *AGATHÓN | International Journal of Architecture, Art and Design*, 5, pp. 145–152. <https://doi.org/10.19229/2464-9309/5162019>
- Forti V., Balde C. P., Kuehr R., Bel G. (2020), *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*, United Nations University, Tokyo.
- Franz G. (2022), *L'umanità a un bivio: Il dilemma della*

*sostenibilità a trent'anni da Rio de Janeiro*, Mimesis, Milano.

- Franquesa, D., Navarro, L., & Bustamante, X. (2016). "A circular commons for digital devices: Tools and services in reuse.org". In *Proceedings of the second workshop on computing within limits*, pp. 1-9, <https://doi.org/10.1145/2926676.2926684>
- Haff P. (2014a), "Humans and technology in the Anthropocene: Six rules", *The Anthropocene Review*, vol. 1, no. 2, pp. 126-136, <https://doi.org/10.1177/2053019614530575>.
- Haff P. K. (2014b), "Technology as a geological phenomenon: Implications for human well-being", *Geological Society, London, Special Publications*, vol. 395, no. 1, pp. 301-309, <https://doi.org/10.1144/SP395.14>.
- Hatayama H., Tahara K., Daigo I. (2015), "Worth of metal gleaning in mining and recycling for mineral conservation", *Minerals Engineering*, vol. 76, pp. 58-64.
- Istrate R., Tulus V., Grass R. N., Vanbever L., Stark W. J., Guillén-Gosálbez G. (2024), "The environmental sustainability of digital content consumption", *Nature Communications*, vol. 15, no. 1, 3724.
- Kaya M. (2016), "Recovery of metals and nonmetals from electronic waste by physical and chemical recycling processes", *Waste Management*, vol. 57, pp. 64-90, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.004>.
- Latour, B. (2009), "A cautious Prometheus? A few steps toward a philosophy of design (with special attention to Peter Sloterdijk)", in Glynne J., Hackney F., Minton V. (a cura di), *Networks of Design. Proceedings of the 2008 Annual International Conference of the Design History Society, 3-6 settembre, University College Falmouth*. Universal Publishers, Boca Raton.
- Lepawsky J. (2018), *Reassembling rubbish: Worlding electronic waste*, MIT Press, Cambridge.
- Lepawsky J. (2020), "Sources and streams of electronic waste", *One Earth*, vol. 3, no. 1, pp. 13-16, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.07.001>.
- Makov T., Fitzpatrick C. (2021), "Planned obsolescence in smartphones? Insights from benchmark testing", in *PLATE – Product lifetimes and the environment: 3rd PLATE Conference*, September 18–20, 2019, Universitätsverlag der TU, Berlin.
- McGovern G. (2020), *World Wide Waste: How digital is killing our planet—and what we can do about it*, Lulu Press, Morrisville.
- Muench S., Stoermer E., Jensen K., Asikainen T., Salvi M., Scapolo F. (2022), "Towards a green and digital future", *Publications Office of the European Union*, <https://doi.org/10.2760/54>.
- Murthy V., Ramakrishna S. (2022), "A review on global E-waste management: Urban mining towards a sustainable future and circular economy", *Sustainability*, vol. 14,

- no. 2, 647, <https://doi.org/10.3390/su14020647>.
- Mylan J. (2015), "Understanding the diffusion of Sustainable Product-Service Systems: Insights from the sociology of consumption and practice theory", *Journal of Cleaner Production*, vol. 97, pp. 13-20.
- Natarajan G., Ting Y. P. (2014), "Pretreatment of e-waste and mutation of alkali-tolerant cyanogenic bacteria promote gold biorecovery", *Bioresource Technology*, vol. 152, pp. 80-85, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.10.108>.
- OECD. (2021), *Implementation and usage of the OECD Recommendation on Broadband Development (OECD Digital Economy Papers, No. 318)*, OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/64eb0526-en>.
- Oguchi M., Sakanakura H., Terazono A., Takigami H. (2012), "Fate of metals contained in waste electrical and electronic equipment in a municipal waste treatment process", *Waste Management*, vol. 32, no. 1, pp. 96-103, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.09.012>.
- Paoletti I. (2021), *Siate materialisti!*, Einaudi, Torino.
- Proske M., Jaeger-Erben M. (2019), "Decreasing obsolescence with modular smartphones?—An interdisciplinary perspective on lifecycles", *Journal of Cleaner Production*, vol. 223, pp. 57-66.
- Remy, C., & Huang, E. M. (2015), "Limits and sustainable interaction design: Obsolescence in a future of collapse and resource scarcity", *First Monday*, 20(8). <https://doi.org/10.5210/fm.v20i8.6122>
- Rudolf S., Blömeke S., Niemeyer J. F., Lawrenz S., Sharma P., Hemminghaus S., Herrmann C. (2022), "Extending the life cycle of EEE—findings from a repair study in Germany: repair challenges and recommendations for action", *Sustainability*, vol. 14, no. 5, 2993.
- SBTi, ITU, GeSI, & GSMA. (2020), *Guidance for ICT companies setting science based targets—Mobile networks operators, fixed networks operators and data centres operators*, <https://sciencebasedtargets.org/sectors/ict>.
- Sensoneo. (2022), *Global Waste Index 2022*, <https://sensoneo.com/global-waste-index/>.
- Svensson S., Richter J. L., Maitre-Ekern E., Pihlajarinne T., Maigret A., Dalhammar C. (2018), "The emerging 'Right to Repair' legislation in the EU and the U.S.", Paper presented at Going Green CARE INNOVATION 2018, Vienna.
- Thanas J., Bode A., Mati S. (2022), "Mineral waste, recycling and rehabilitation of their disposal areas", *Mining Revue*, vol. 28, pp. 35-41.
- The Shift Project. (2021), *Impact environnemental du numérique: Tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G*, <https://theshiftproject.org/article/impact-environnemental-du-numerique-5g-nouvelle-etude-du-shift/>.
- UNESCO. (2015), *Transformative Solutions for 2015 and Beyond: A Report of the Broadband Commission Task Force on Sustainable Development*, <https://www.broadbandcommission.org/Documents/publications/BB-Comm-ManifestoNames.pdf>.
- Unione Europea. (2012), *Direttiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 4 luglio 2012 sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) (rifusione)*, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0019>.
- UNITAR. (2024), *The global E-waste Monitor 2024*, United Nations Institute for Training and Research, [https://ewaste-monitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM\\_2024\\_18-03\\_web\\_page\\_per\\_page\\_web.pdf](https://ewaste-monitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf).
- Vacanti A. (2023), "How smart is the Italian domestic environment? A quantitative study.", in De Sainz D., Galluzzo L., Rizzo F., Spallazzo D. (a cura di), *IASDR 2023: Life-Changing Design*, 9-13 October, Milano, <https://doi.org/10.21606/iasdr.2023.206>.
- Vacanti A. (2024), "Environmentally Conscious Digital Interfaces: A Mindful Approach to UX.", in Gambardella C. (a cura di) *For Nature/With Nature: New Sustainable Design Scenarios*, Springer Series in Design and Innovation, vol. 38, Springer, Cham, [https://doi.org/10.1007/978-3-031-53122-4\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-031-53122-4_51).
- Vacanti, A., De Chirico, M., Leonardi, C. (2024). "Downgrade by design. Lightening the web to increase access", in Di Dio, S. (a cura di) *Communities' Sustainable Experiences*, pp. 56-58. Altralinea Edizioni.
- Vacanti A., De Chirico M., Leonardi C., Cason Villa M. (2023), "Energy responsive design: a novel paradigm for human-technology interaction", *Rivista Italiana di Ergonomia*, vol. 27, pp. 7-20.
- Van der Velden M. (2014), "Re-politicising Participatory Design: What can we learn from Fairphone.", *Culture, Technology, Communication*, vol. 133, pp. 133-150.
- Wieser H., Tröger N. (2018), "Exploring the inner loops of the circular economy: Replacement, repair, and reuse of mobile phones in Austria.", *Journal of Cleaner Production*, vol. 172, pp. 3042-3055.
- World Bank. (2016), *Rapport sur le développement dans le monde 2016: Les dividendes du numérique*, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/23347>.
- World Health Organization. (2020), *Electronic waste (e-waste)*, [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-\(e-waste\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/electronic-waste-(e-waste)).
- Wizinsky M. (2022), *Design after Capitalism – Transforming design today for an equitable tomorrow*, MIT Press, Cambridge.
- Yang C., Harris S. A., Jantunen L. M., Kvasnicka J., Nguyen L. V., Diamond M. L. (2020), "Phthalates: Relationships between air, dust, electronic devices, and hands with implications for exposure.", *Environmental Science & Technology*, vol. 54, no. 13, pp. 8186-8197, <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c00229>.