La sostenibilità del digitale nelle Biblioteche

Anatomia dell’immateriale per un Open Science responsabile

Daniela Armocida
Biblioteca del Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Energetica
Sapienza Università di Roma

Il Mito della Nuvola

L'avvento del digitale ha alimentato la falsa convinzione di una completa dematerializzazione.

La realtà è ben diversa: il digitale non è immateriale. Dietro l'apparente leggerezza del Cloud si celano immense infrastrutture di cemento e acciaio, strutturalmente fragili ed energivore.



Impronta Ecologica: Tre Assi Principali

Consumi Energetici

Ogni consultazione attiva una catena di server nei Data Center che elaborano dati continuamente, producendo emissioni paragonabili al settore aereo.

Consumo Idrico

I supercomputer lavorano a temperature estreme. Il loro raffreddamento termico richiede l'evaporazione di miliardi di litri di acqua ogni anno.

Rifiuti Elettronici

L'obsolescenza rapida impone continui aggiornamenti hardware, generando metalli pesanti altamente inquinanti (E—waste).

Un Fabbisogno Energetico Crescente

3ÒTWh

CONSUMO STIMATO (2035)

Proiezioni allarmanti

Attualmente i Data Center in Italia incidono per l’1,9% del fabbisogno elettrico.

Le proiezioni stimano che entro il 2O35 il consumo supererà i 3O Terawattora, assorbendo tra il 7% e il 13% del totale dei consumi elettrici italiani.

Il Lato Oscuro dell‘E-Waste

- Il ciclo di sostituzione accelerato di PC, server e scanner produce montagne di rifiuti tecnologici (E—waste).
- Questi dispositivi dismessi contengono sostanze altamente tossiche come piombo, cadmio e mercurio.
- Lo smaltimento inadeguato causa gravi devastazioni ambientali, colpendo in particolar modo i Paesi in via di sviluppo privi di legislazione adeguata.



Pratiche per Biblioteche Sostenibili

Green Public Procurement

Adottare linee guida di acquisto verde, preferendo fornitori di servizi cloud che impiegano energia certificata proveniente da fonti rinnovabili.

Software Open Source

Combattere l'obsolescenza programmata estendendo il ciclo di vita dei computer tramite software leggeri (es. distribuzioni Linux).

Gestione dei RAEE

Promuovere attivamente la riparazione dei dispositivi danneggiati e assicurare il corretto e sicuro riciclo delle apparecchiature elettriche ed elettroniche.

L'Obsolescenza Tecnologica

Le sfide intrinseche della conservazione a lungo termine

La Fragilità del Patrimonio Digitale



Degrado Fisico

Supporti come SSD e hard disk hanno cicli di vita brevi. I server richiedono sostituzioni ogni 3—5 anni per evitare guasti e perdite di dati (bit rot).



Formati Logici

I formati di lle cambiano vertiginosamente. File non standardizzati o proprietari cadono in disuso, diventando del tutto inaccessibili in pochi anni.



Gestione Metadati

Un oggetto digitale privo di un rigoroso corredo informativo strutturato diventa di fatto invisibile, introvabile e, conseguentemente, perduto.

Strategie di Mitigazione

1. Migrazione ed Emulazione

Per superare l'obsolescenza dei file, le biblioteche implementano due vie:

- Migrazione: Conversione periodica verso formati aperti e aggiornati (es. PDF/A).
- Emulazione: Creazione di software che simulano vecchi ambienti hardware e sistemi operativi.

2. Adozione del Modello OAIS

È necessario abbandonare l'approccio artigianale. La sostenibilità richiede l'uso di standard internazionali.

Il modello OAIS (Open Archival Information System) struttura i flussi di archiviazione in modo sistemico per la conservazione a lungo termine.

Cosa è il Modello OAIS

Un modello concettuale di riferimento che definisce l'architettura, i processi e i soggetti coinvolti in un sistema di conserva zione digitale permanente.
Fornisce un linguaggio comune e una struttura indipendente dalle singole tecnologie hardware e software.

Il modello OAIS definisce **tre pacchetti informativi** (*Information Packages*) — **SIP**, **AIP** e **DIP** — progettati per accompagnare l'oggetto digitale lungo tutto il suo ciclo di vita:

- **SIP (Submission Information Package):** Il pacchetto di dati e metadati inviato dal produttore/biblioteca verso il sistema di conservazione. Il SIP (*Submission*) serve per l'ingresso nel sistema
- **AIP (Archival Information Package):** Il pacchetto di archiviazione vero e proprio, arricchito dai metadati di preservazione (es. PREMIS, METS) per garantirne l'integrità nel tempo. L'AIP (*Archival*) gestisce la conservazione a lungo termine
- **DIP (Dissemination Information Package):** Il pacchetto derivato dall'AIP e formattato appositamente per la consultazione da parte dell'utente finale. Il DIP (*Dissemination*) regola l'accesso da parte degli utenti.

- All'interno del pacchetto di archiviazione (AIP), l'oggetto digitale non viene salvato come semplice file isolato, ma viene incapsulato insieme alle *Representation Information* (le istruzioni necessarie per decodificare il formato) e ai metadati di conservazione (*Preservation Description Information*). Questa struttura a "scatola chiusa ma documentata" garantisce che le informazioni necessarie per leggere, interpretare e migrare i dati rimangano sempre accessibili, anche quando i server originali, i sistemi operativi o i programmi proprietari con cui il file è stato creato diventano obsoleti.

Perché è fondamentale per la Sostenibilità Digitale

- **Pianificazione attiva contro l'obsolescenza:** L'entità *Preservation Planning* garantisce che i dati non diventino illeggibili con il passare dei decenni.
- **Superamento dei metodi artigianali:** Sostituisce soluzioni improvvisate con standard internazionali verificabili, pilastro indispensabile per un'**Open Science** autenticamente duratura.

Image Sources



https://abccarolinas.org/wp-content/uploads/2026/02/b867c792-b0af-4191-83d3-c3a407acf20b.png

Source: abccarolinas.org



https://images.stockcake.com/public/0/8/e/08e76fb7-3006-4ce4-aeb8-8fe01c10773e_medium/electronic-waste-crisis-stockcake.jpg

Source: stockcake.com



https://aesonlabs.ca/wp-content/uploads/2026/08/wd-velociraptor.jpg

Source: aesonlabs.ca



https://plus.unsplash.com/premium_photo-1661876806982-61d04a531d8e?fm=jpg&q=60&w=3000&auto=format&fit=crop&ixlib=rb-4.1.0&ixid=M3wxMjA3fDB8MHxwaG90by1yZWxhdGVkfDE0fHx8ZW58MHx8fHx8

Source: unsplash.com



https://cdn.prod.website-files.com/67af3db5bb3b892e61258bd4/6a39a12704afeecf6672cefb_363-what-Is-a-data-catalog.png

Source: www.domo.com