

ABSTRACT TESI: Il problema dei servizi igienici è mondiale. Sebbene il sanitario con sciacquone sia stata una delle più grandi invenzioni del XX secolo, non è perfetto e nasconde pericoli e il futuro. Il tema di questa ricerca si colloca nel contesto delle sempre più importanti questioni legate alle risorse e all'ambiente, al continuo miglioramento della tecnologia e all'aumento dei livelli di consumo, all'accelerazione del ritmo di vita, al continuo miglioramento dei servizi sociali e alla diffusione del virus Covid-19. In questa ricerca sono stati raccolti dati specifici e si fa riferimento alla teoria del design sostenibile, e comprende la tecnologia avanzata, l'analisi delle cause storiche e l'analisi della domanda di progettazione; viene quindi proposto un modello di progettazione del Ciclo di vita dell'acqua dei servizi igienici. Infine sono riassunti i principi di design sostenibile dei prodotti del futuro e vengono proposti i relativi metodi di progettazione. L'obiettivo è quello di fornire indirizzi per la progettazione futura dei servizi igienici ed evitare che i problemi dei adesso associato diventino un ostacolo alla transizione verso una società sostenibile.

ABSTRACT THESIS: "Focus", a well-known British magazine, once launched the selection of "the 100 greatest inventions in the world". Although the pumping toilet is one of the greatest inventions in the 20th century, that is not perfect and even gradually becomes a hidden danger in the 21st century and even in the future. The toilet problem is a global problem, the topic of this research is selected under the background of the gradual prominent problems of resources and environment, the continuous development of technology and consumption level, the accelerated pace of life, the continuous improvement of social services and the rampant Covid-19 virus. Through concrete data collection, sustainable design theory arrangement, advanced technology combining, historical cause analysis and design demand analysis, then the design concept of toilet water life cycle is proposed, the sustainable design principles of toilet products facing the future are summarized, and the corresponding design methods are put forward according to each principle. The aim is to provide guidelines for future toilet design and prevent toilet problems from becoming obstacles to social development.

Guida alla Progettazione Futura dei Servizi Igienici
DOTTORANDO
XU LI

Dottorato di Ricerca
Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

Sapienza Università di Roma | SAPIENZA UNIVERSITY OF ROME | ciclo CYCLE XXX | nov. 2014 - oct. 2017
Scuola di Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura | DOCTORAL SCHOOL IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
Dipartimento di 'Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura' | 'PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE' DEPARTMENT



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dottorato di Ricerca PIANIFICAZIONE, DESIGN, TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA
PHD PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE
Coordinatore | Director
Prof. Fabrizio Tucci

Curriculum DESIGN DEL PRODOTTO
Curriculum PRODUCT DESIGN
Coordinatore Curriculum | Curriculum Chair
Prof. Lorenzo Imbesi

Guida alla Progettazione Sostenibile dei Servizi Igienici

il caso della città di Xuzhou, Cina

Dottorando | PhD Candidate Xu Li
Supervisore | Supervisor Prof. Carlo Martino
Cosupervisore | Cosupervisor Prof.ssa Federica dal Falco

Ciclo | Cycle 32
Novembre 2016 - Ottobre 2021



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DOTTORATO DI RICERCA

Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

COORDINATORE

Prof. Fabrizio Tucci

CURRICULUM

Design del Prodotto

COORDINATORE CURRICULUM

Lorenzo Imbesi

Guida alla Progettazione Sostenibile dei Servizi Igienici

il caso della città di Xuzhou, Cina

DOTTORANDO

Xu Li

SUPERVISOR

Prof. Carlo Martino

COSUPERVISOR

Prof.ssa Federica dal Falco

CICLO 32

Novembre 2016 - Ottobre 2021

INDICE

- p. 10 Introduzione
- p. 11 0.1 Struttura della ricerca
 - 0.1.1 Domanda di ricerca
 - 0.1.2 Obiettivi della ricerca
 - 0.1.3 Articolazione della ricerca
- p. 14 0.2 Metodologie
- p. 16 0.3 Limitazione del campo di indagine
- p. 17 0.4 Risultati attesi
- p. 18 0.5 Limiti e carenze

PARTE I INQUADRAMENTO

CAPITOLO 1 CRISI GLOBALE DELL'ACQUA

- p. 25 1.1 Inquinamento idrico urbano
 - 1.1.1 Acque reflue industriali
 - 1.1.2 Liquami di dilavamento
 - 1.1.3 Acque reflue domestiche
- p. 31 1.2 Politiche istituzionali sull'inquinamento
 - 1.2.1 Unione Europea
 - 1.2.2 Nazioni Unite
 - 1.2.2 Repubblica Popolare Cinese — Caso studio di Xuzhou
- p. 41 1.3 Iniziative
 - 1.3.1 Rome World Toilet Day 2019
 - 1.3.2 World Toilet Organization
 - 1.3.4 Reinvented toilets
 - 1.3.3 Rivoluzione dei servizi igienici in Cina
 - 1.3.3.1 Sviluppo regionale squilibrato
 - 1.3.3.2 Costruzione e modalità di funzionamento dei servizi igienici locali
 - 1.3.3.3 Servizi di gestione
- p. 55 1.4 Conclusione

CAPITOLO 2 DESIGN SOSTENIBILE

- p. 59 2.1 Il progetto della sostenibilità
 - 2.1.1 La definizione di sostenibilità
 - 2.1.2 Strategie per la sostenibilità
 - 2.1.2.1 Nuova eredità
 - 2.1.2.2 Rent line
 - 2.1.2.3 Improve now
 - 2.1.2.4 Funzionalità pertinenti
 - 2.1.3 Design sostenibile
 - 2.1.4 Green design
 - 2.1.5 Eco-design
 - 2.1.6 Design dei servizi
 - 2.1.7 Design future-oriented
- p. 89 2.2 La sostenibilità nella tradizione cinese
 - 2.2.1 Ricerca ecologica

- 2.2.2 Regole di sviluppo
- 2.2.3 L'orientamento dei valori
- 2.2.4 Protezione ambientale
- 2.2.5 Adattamento alle condizioni locali
- 2.2.6 Limitazioni
- p. 119 2.3 Conclusioni
 - 2.3.1 Economia e ambiente
 - 2.3.2 Tecnologia e persone
 - 2.3.3 Differenza di attenzione

PARTE II SISTEMI IGIENICO SANITARI E AMBIENTE BAGNO: TRADIZIONE E INNOVAZIONE

CAPITOLO 3 RICERCA SULLA STORIA DELLO SVILUPPO DEL SERVIZIO IGIENICO

- p. 127 3.0 Abstract

- p. 131 3.1 Occidente
 - 3.2.1 6° secolo a.C. · bagni pubblici romani
 - 3.2.2 Medioevo · Vaso da notte
 - 3.2.3 1597 · sanitario con lo scarico
 - 3.2.4 Servizi igienici pubblici europei
 - 3.2.4.1 Roma
 - 3.2.4.2 Mosca

- p. 153 3.2 Oriente
 - 3.1.1 582 a.C. · Bagno a Compostaggio
 - 3.1.2 Metà del IV secolo a.C. · Servizi igienici pubblici sulle mura cittadine
 - 3.1.3 II secolo a.C. · Bagno con porcile
 - 3.1.4 IV secolo d.C. · WC mobile a secco e sistema di raccolta degli escrementi
 - 3.1.5 XVI secolo d.C. · Bagno Pubblico Secco
 - 3.1.6 Primo bagno domestico nella Repubblica Popolare Cinese
 - 3.1.7 Primo bagno pubblico con sciacquone nella Repubblica Popolare Cinese
 - 3.1.8 Anni 1949-1992
 - Co-ubicazione dei servizi igienici nelle economie pianificate
 - 3.1.9 Dopo il 1978 · servizi igienici domestici di prima generazione
 - 3.1.10 Design moderno del sanitario
 - 3.1.11 Riforma dei bagni pubblici urbani

CAPITOLO 4 LE NUOVE TECNOLOGIE RELATIVE AI SERVIZI IGIENICI

- p. 167 4.1 Riciclo delle acque reflue domestiche
 - 4.1.1 Water W+W
 - 4.1.2 Water WashUP e Bagno Pubblico di Tongzhou
 - 4.1.3 Sanitario integrato per interni
 - 4.1.4 Toilette dell'Università di Nanchino

- p. 181 4.2 WC con scarico separato tra solidi e liquidi
 - 4.2.1 Bipee
 - 4.2.2 EkoToi

- 4.2.3 Aquatron
- 4.2.4 Separett
- 4.2.5 Piet
- 4.2.6 Blue Diversion toilet
- 4.2.7 Ecosan
- p. 205 4.3 Gli escrementi come risorse
 - 4.3.1 NEW generator USF
 - 4.3.2 Nano Membrane Toilet
 - 4.3.3 Toronto toilette
 - 4.3.4 Toilette Duke
 - 4.3.5 Toilette Crapper
 - 4.3.6 Cinderella
 - 4.3.7 Toilette Microbial Fuel Cell (MFC)
 - 4.3.8 Toilette Hoffmann
 - 4.3.9 E-Toilet
 - 4.3.10 Toilette dell'Università del Loughborough
 - 4.3.11 Biodigestore di Caparo Gruppo
 - 4.3.12 Sanitari a energia solare del Università del Colorado Boulder
- p. 241 4.4 Service design dei toilette
 - 4.4.1 Loowatt
 - 4.4.2 X-Runner
 - 4.4.3 SANIR
 - 4.4.4 Eco-privylearning pavilion dell'Università di Tsinghua
- p. 255 4.5 Conclusioni
 - 4.5.1 Stabilità
 - 4.5.2 Comfort
 - 4.5.3 Economia
 - 4.5.4 Sicurezza

PARTE III GUIDA ALL'INNOVAZIONE DEL DESIGN DEL SANITARIO

CAPITOLO 5 ANALISI DELLE ESIGENZE

- p. 265 5.1 Riepilogo dei dati raccolti
 - 5.1.1 Problemi e interessi attuali
 - 5.1.1.1 Inquinamento delle acque
 - 5.1.1.2 Salute e sicurezza
 - 5.1.1.3 Limitazione dell'approvvigionamento idrico
 - 5.1.1.4 Problema d'interesse mondiale
 - 5.1.2 Radici storiche
 - 5.1.3 Modelli di design sostenibili
 - 5.1.3.1 Lo sviluppo dei design sostenibilità
 - 5.1.3.2 Pratiche della sostenibilità nella tradizione cinese
 - 5.1.4 Principi del design sostenibile
- p. 277 5.2 Il ruolo degli utenti nella progettazione di servizi igienici
 - 5.2.1 Analisi del comportamento degli utenti
 - 5.2.3 Analisi domanda dell'utente di Xuzhou

- 5.2.3.1 Questionario
- 5.2.3.2 Intervista
- 5.2.3.3 Analisi comportamentale
- 5.2.4 La design sostenibile user driven
 - 5.2.4.1. Scelte di progettazione
 - 5.2.4.2 Psicologia empatica
 - 5.2.4.3 Guida al comportamento
 - 5.2.4.4 Tecnologia cognitiva
 - 5.2.4.5 L'intervento emotivo
- P. 298 5.2.5 Conclusione

CAPITOLO 6 SERVIZI IGIENICI

- p. 305 6.1 Un'innovazione morfologica
- p. 309 6.2 Trend progettuali nel campo dei servizi igienici
 - 6.2.1 Comfort
 - 6.2.2 Salute/Igiene
 - 6.2.3 Attenzione all'ambiente
 - 6.2.4 Risparmio risorse
- p. 315 6.3 Nuove metodologie per la progettazione di servizi igienici innovativi
 - 6.3.1 Stato dell'arte
 - 6.3.2 Catena del valore degli escrementi umani
 - 6.3.3 Depurazione sostenibile
- p. 325 6.4 Obiettivi l'innovazioni del design dei servizi igienici
 - 6.4.1 Ridurre l'impatto ambientale
 - 6.4.1.1 Minimizzare il consumo di acqua
 - 6.4.1.2 Innovare la gestione degli escrementi
 - 6.4.1.3 Evitare la contaminazione delle acque
 - 6.4.2 Soddisfare i bisogni fisiologici e psicologici
 - 6.4.3 Utilizzare gli escrementi come risorse
- p. 337 6.5 Consapevolezza sociale della necessità di cambiamento dei servizi igienici
 - 6.5.1 Da dispositivo di smaltimento dei rifiuti umani a fonte di risorse organiche e informative
 - 6.5.2 Il contributo dei servizi igienici del futuro al comfort e alla salute
- p. 343 6.6 Conclusione

CAPITOLO 7 PROGETTAZIONE DI SERVIZI IGIENICI SOSTENIBILI BASATA SU CONCETTI SOSTENIBILI

- p. 349 7.1 Ciclo di vita delle acque nere dal servizio igienico
 - 7.1.1 La classificazione delle acque reflue
 - 7.1.1.1 Acque bianche
 - 7.1.1.2 Acque grigie
 - 7.1.1.3 Acque nere
 - 7.1.2 Il mescolamento
 - 7.1.2.1. Il problema del mescolamento delle acque reflue
 - 7.1.2.2. Rischio di mescolamento
 - 7.1.3 Raccolta e trattamento delle acque nere

- 7.1.4 Stoccaggio, trasporto e scarico delle acque nere sterilizzate o trattate
- p. 367 7.2 Progettazione dei servizi igienici che integra il concetto di ‘ciclo di vita’ delle acque nere
 - 7.2.1 Progettazione sostenibile dei servizi igienici
 - 7.2.1.1 Servizi igienici a basso consumo di acqua
 - 7.2.1.2 Servizi igienici a raccolta di risorse
 - 7.2.1.3 Servizi igienici uso dell’energia solare
 - 7.2.1.4 Servizi igienici basati su IoT
 - 7.2.2 Il WC del futuro
- p. 379 7.3 Design modulare per prodotti Igienico-sanitari
 - 7.3.1. Caratteristiche del design modulare
 - 7.3.2. Metodo di divisione dei moduli basato sul fattore 6R
 - 7.3.2.1 Strutture di carico modulari per i sistemi di raccolta degli escrementi
 - 7.3.2.2 Moduli personalizzati
- p. 385 7.4 Approvvigionamento idrico e sistemi di scarico basata sulla teoria del “ciclo di vita” delle acque nere
 - 7.4.1 Innovazione del Sistema Tradizionale
 - 7.4.2 Sistema di Depurazione Anaerobica
- p. 391 7.5 Design di impianti di trattamento regionali basato sulla teoria di ‘ciclo di vita’ delle acque nere
 - 7.5.1 Trattamento delle acque nere nell’ambiente urbano
 - 7.5.2 Trattamento delle acque nere in aree industriali
 - 7.5.3 Trattamento delle acque nere aree di attività terrestre
 - 7.5.4 Trattamento delle acque nere in aree rurali
- p. 395 7.6 Conclusione

CAPITOLO 8 SANITARY-WARE DESIGN E INNOVAZIONE SOCIALE

- p. 401 8.1 Fattori determinanti nel funzionamento sostenibile dei sanitari di terza generazione e loro benefici
 - 8.1.1 Fattori determinanti nel funzionamento sostenibile dei sanitari di terza generazione
 - 8.1.2 Benefici del funzionamento sostenibile dei sanitari di terza generazione
- p. 407 8.2 Costruzione sociale del sistema sanitario
 - 8.2.1 Requisiti delle smart city e relativi quadri sanitari
 - 8.2.2 Sistema di raccolta intelligente
 - Il caso del sistema di raccolta dei rifiuti degli ospedali
 - 8.2.3 Metodi di costruzione dei sistemi nuovi igienici
 - 8.2.4 Guida alla scelta dei sistemi di servizi igienici più adeguati
 - 8.2.5 Produzione di nuovo servizi igienici per unità specifiche o sistemi di servizi di salute sociale
- p. 421 8.3 Human – center design
 - 8.3.1 Fattori che influenzano lo human-center design
 - 8.3.2 Human – center design nei prodotti Igienico-sanitari
- p. 429 8.4 Proposta progettuale: il prodotto combina il servizio
 - 8.4.1 Metodi di combinazione di prodotto e servizio
 - 8.4.2 Ipotesi di servizi e Industria 4.0

	8.4.3 Manutenzione del prodotto e IoT
	8.4.4 Digital family
	8.4.5 Big Data e monitoraggio dell'impatto ambientale
p. 441	8.5 Cambiamenti sociali legati all'impatto dei nuovi sanitari sostenibili
p. 443	8.6 Conclusione
p. 446	Glossario
p. 452	References
	Bibliografia
	Sitografia

INTRODUZIONE

0.1 Struttura della ricerca

0.1.1 Domanda di ricerca

Per molto tempo, i designer dei sanitari hanno naturalmente pensato al modello del wc con lo scarico, con specifici colori, struttura del serbatoio dell'acqua ecc., ma pochi si sono chiesti se quelli attuali rappresentando un potenziale pericolo per l'ambiente urbano, rappresentando un fattore di consumo eccessivo delle risorse idriche, e se soddisfano il fabbisogno di tutti. Queste domande dovrebbero essere sollevate perché l'essenza di un progetto è quella di risolvere problemi, e solo a partire dal problema stesso possiamo proporre soluzioni vantaggiose per lo sviluppo sociale. Al contrario, sarà difficile promuovere lo sviluppo della società per migliorare costantemente il progetto in un contesto stabile.

0.1.2 Obiettivi della ricerca

In questo studio sono stati analizzati i requisiti di progettazione dei servizi igienici nell'ambito del concetto di sviluppo sostenibile dal punto di vista ambientale, sociale ed economico, e si propone il concetto di design basato sul ciclo di vita delle acque nere dei servizi igienici. Il prodotto non è più concepito come un singolo prodotto, ma viene visto in un quadro complessivo comprendente il sistema, l'architettura e la comunità. Invece di puntare alla promozione di prodotti standard, l'approccio progettuale fornisce soluzioni ai fabbisogni locali. Infine, tutto ciò può portare a una rivoluzione estetica del sanitario, a una nuova cultura dei servizi igienici al futuro e a un'innovazione sociale basata su uno stile di vita sostenibile.

0.1.3 Articolazione della tesi

Il contenuto di questo studio è suddiviso in tre parti. Nella prima parte "Inquadramento" comprendente due capitoli, sono elaborate l'ideale dello sviluppo sostenibile e la realtà dell'inquinamento idrico. Nel I capitolo vengono indicati innanzitutto i dati che mostrano la situazione dell'inquinamento delle acque e viene descritta, come esempio, la situazione della città di Xuzhou in Cina. Si evidenzia l'enorme spesa per il trattamento delle acque reflue della città, attraverso l'analisi dei dati riguardo la collocazione attuale dei sistemi di tubazioni dell'acqua e del sistema di trattamento delle acque reflue dei servizi igienici e il consumo eccessivo delle risorse e dell'ambiente. Infine, vengono descritti e confrontati la Reinvented Toilet Day lanciato dalla Fondazione di Bill & Melinda Gates; L'evento del World Toilet Day tenuto dal Museo Macro di Roma; La Rivoluzione dei Servizi Igienici promossa dal Presidente Xi Jinping, e vengono discussi l'importanza e la necessità di un progetto innovativo dei servizi igienici. Nel II capitolo vengono illustrati il contesto e il processo di sviluppo della teoria del design sostenibile chiarendone lo schema. Attraverso lo studio del concetto tradizionale cinese di sviluppo sostenibile viene discusso il metodo adeguato per un design sostenibile.

Nella seconda parte "Ricerca" comprendente due capitoli, sono selezionate le soluzioni per i sanitari dai tempi antichi ad oggi. Nel III e IV capitolo vengono riassunti la tradizione e la cultura della progettazione dei servizi igienici del passato confrontando la storia dello sviluppo dei servizi igienici all'analisi di diversi servizi igienici in diverse epoche storiche e società, e si riassumono e analizzano le tecnologie più avanzate sviluppate nel mondo nell'ambito dei servizi igienici stato dell'arte come supporto tecnico alla progettazione futura dei servizi igienici.

Nella terza parte "Proposta" comprendente quattro capitoli, riguarda l'analisi e la soluzione di un problema. Il V capitolo descrive in modo esaustivo il mondo del design sostenibile analizzando i dati dei capitoli precedenti e integrandoli con i fattori di design del bagno, per esplorare il metodo sostenibile dei prodotti focalizzati sugli utenti e fare un riassunto dei principi del design del prodotto dal punto di vista dell'utente. Il VI capitolo riguarda il design dei bagni orientato al futuro

e compone un contesto entro cui inserire un sistema sostenibile di bagni. In particolare, si afferma che il progetto non dovrebbe essere limitato alla forma, e che il suo obiettivo futuro è quello di minimizzare l'impatto ambientale pur continuando a soddisfare i bisogni fisici e fisiologici degli utenti, persino convertendo gli escrementi in risorse utili per lo sviluppo, e infine per cambiare la visione che la società ha degli apparecchi igienici sanitari. L'idea è che i bagni non sono solo raccogliere e trasforma, ma luoghi in cui si possono trasformare materiali organici. Ovviamente, il processo di conversione delle risorse deve essere confortevole e igienico. Il VII capitolo riassume il metodo di progettazione sostenibile dei sanitari e presenta il concetto di "ciclo di vita" dell'acque reflue. Il rilascio, la raccolta dell'acqua dei sanitari non dovrebbe essere mescolata con l'acqua piovana o con le acque di scarico domestiche. Questi processi dovrebbero essere progettati come un ciclo separato, auto zone e completo di vita completo. Poiché la diffusione del concetto di "ciclo di vita delle acque dei sanitari" cambierà le forme attuali di questi oggetti, il capitolo affronta la questione del progetto dei sanitari, della fornitura di acqua e dello scarico, della sostituzione degli impianti centralizzati di depurazione in impianti locali di conversione delle acque reflue, e della creazione di un sistema di servizio sanitario urbano corrispondente. Riassume inoltre il metodo di pianificazione e progettazione dei sanitari in base al teorico del "ciclo di vita" dell'acqua dei sanitari. Potrebbe trattarsi della 3° generazione di sanitari dopo le latrine (1° generazione) e quelli con lo scarico (2° generazione). Il VIII capitolo, Progettazione del Sistema dei Sanitari e Innovazione Sociale, vuole sottolineare che il design di un sistema sanitario sociale completo non solo può sostenere l'operazione dei sanitari sostenibili di terza generazione, basati sul concetto del "ciclo vitale dell'acqua dei sanitari", ma anche fornire agli utenti un'esperienza più completa e rendere questi nuovi servizi socialmente accettabili ed efficacemente in uso. Sullo sfondo della costruzione di una città smart, il capitolo riassume il nuovo approccio alla produzione di sanitari e alla costruzione dei servizi igienici per i sistemi sanitari sociali in diverse tipologie architettoniche, come case private, edifici pubblici per comunità. Include anche il funzionamento l'automatizzato, la manutenzione del prodotto e la costruzione di piattaforme locali per lo smaltimento degli escrementi.

0.2 Metodologie

Questa ricerca ha previsto due metodi di indagine: una ricerca esplorativa e descrittiva desk-research, che mette in risalto lo stato dell'arte, la forma storica della toilette, la teoria di design sostenibile, le tecnologie applicate al sanitary-ware; e una altra ricerca sul campo, field-research, che ha coinvolto gli utenti e ne ha definito le esigenze attraverso interviste e questionari.

La prima fase, "desk-research", è dedicata alla lettura di manuali per acquisire conoscenze sulle ultime e più avanzate tecnologie applicate al sanitary-ware, sul concetto di sviluppo sostenibile, sulla storia dell'evoluzione del bagno in Cina e sull'analisi del mercato internazionale. Nella mia ricerca sulla "Storia dei sanitari-ware", ho innanzitutto raccolto una vasta gamma di materiali per dare una panoramica delle forme, dei materiali e dei metodi di lavoro dei servizi igienici in diversi periodi della storia orientale e occidentale. Ho poi selezionato i gabinetti di diversi periodi storici in base alla loro "specificità" e alla loro "efficacia" in relazione a un particolare ambiente sociale, e infine li ho organizzati e analizzati secondo l'ordine cronologico in cui sono apparsi. Nello studio delle "Nuove tecnologie applicate ai sanitari-ware", ho potuto esaminare un gran numero di fonti per scoprire come venivano utilizzate le nuove forme di toilette. Ho raccolto una vasta gamma di nuove tecnologie di toilette attraverso un'ampia ricerca, e poi ho classificato tutti i casi in generale secondo la loro innovazione, stabilità, comodità, economia e sicurezza. Infine, i casi selezionati sono stati divisi in quattro funzioni: "risparmio idrico", "raccolta di risorse", e "servizio sociale", e i casi migliori sono stati selezionati per un'analisi approfondita. Questa fase si è svolta prevalentemente negli ambienti universitari.

Nella seconda fase, "field-research", nella quale si è interagito con gli utenti e i principali strumenti di indagine sono stati questionari,

interviste e analisi comportamentali degli utenti. L'analisi dello scenario attraverso il coinvolgimento degli utenti e l'individuazione di servizi ausiliari che affiancati alle tecnologie permettono di ipotizzare nuove soluzioni. Ad esempio, dall'integrazione delle due componenti del progetto; Quella tecnologica e quella umana legata al mondo dei servizi, scaturiscono nuove soluzioni.

Nella terza fase "matching", sono analizzati e messi a confronto i dati raccolti si ipotizza una sintesi che, tenendo in considerazione questi dati, propone le linee guida descritte in precedenza e ridefinisce il concetto di bagno in una chiave teorica. Per esempio, sulla raccolta degli escrementi in forma modulare, riducendo i costi di rinnovo e di manutenzione del prodotto, in combinazione con l'industria 4.0 con l'obiettivo di migliorare l'esperienza d'uso nella modalità prodotto + servizio. L'applicazione del concetto del 6R (Reduce, Reuse, Recycle, Recover, Redesign, Remanufacture) al principio del design sostenibile, la tecnologia di raccolta differenziata per l'acqua del WC viene analizzata in modo più dettagliato. Infine, sono applicati al servizio varie tecnologie come l'interconnessione tra tutti gli elementi, la casa digitale, la città intelligente e le decisioni di big data, e l'esperienza d'uso è migliorata nella modalità prodotto + servizio.

0.3 Limitazione del campo di Indagine

È bene chiarire che gli aspetti di innovazione di questa ricerca sono legati ad un cambio di prospettiva e all'integrazione di soluzioni progettuali già esistenti messe a sistema e riorganizzare in modo innovativo. La ricerca non propone lo sviluppo di nuove tecnologie per il trattamento istantaneo degli escrementi, ma suggerisce un modo nuovo di riorganizzare che consideri quelle già esistenti e le integri avendo come obiettivo l'usabilità. Le esigenze del mercato. Questo studio, quindi, può rendere più popolari e dare valore alle tecnologie già esistenti e descritte nella prima parte della ricerca, ma non investe sviluppi tecnici e tecnologici più avanzati.

0.4 Risultati attesi

L'originalità di questo studio consiste nel rimettere in discussione i modelli tradizionali di sanitario e, nell'ottica dei principi di sostenibilità, proporre un approccio sovversivo di design nella progettazione di sanitari.

I risultati attesi di questo studio si sono manifestati specificamente in due punti: 1) Viene capovolto il modello consolidato di un wc senza limitare l'oggetto di design per un'impostazione predefinita, senza limiti di materiali, colore, tipo di serbatoio dell'acqua, forma e altri parametri. Invece, in questo studio viene proposto in modo innovativo il concetto di progettazione dei servizi igienici che integra l'aspetto ambientale, la società, l'economia e la tecnologia, e costituisce il metodo di progettazione del sistema incentrato sul concetto di Ciclo di vita dell'acqua dei servizi igienici; 2) Viene proposto lo schema di progettazione di un innovativo sistema di servizi igienici che non limita più l'ambito della progettazione dei servizi igienici all'applicazione della tecnologia di smaltimento dei rifiuti, ma che si estende dal prodotto al sociale, e utilizza la famiglia, l'edificio e la comunità come unità per ridurre il consumo di risorse sotto forma di pianificazione del sistema per una vita sostenibile.

0.5 Limitazioni e carenze

A causa della limitazione della profondità della pratica e della mia barriera linguistica, la linea guida al progetto potrebbe non essere esaustiva e completa, e potrebbe diventare sempre più inadeguata con il passare del tempo. Nelle linee guida, viene ridefinito il “design di sanitari”, trasformando il concetto di “wc” da “dispositivo per portare via gli escrementi” a “dispositivo per completare il ciclo chiuso degli escrementi”, portando i designer a pensare ad uno “stile di vita sostenibile” e rendendo possibile lo sviluppo sostenibile delle città. In conclusione, ritengo che la mia ricerca possa definirsi innovativa. Questo progetto richiede molte conoscenze, non solo dal punto di vista della progettazione architettonico, ma anche dal punto di vista politico, sociale e culturale che riguarda lo sviluppo dell’innovazione sostenibile. Lo sviluppo sostenibile e la gestione delle risorse ha anche una ricaduta sociale e per l’ambiente, per questo l’impegno del singolo si ripercuote nel futuro della collettività.

PARTE I

INQUADRAMENTO

CAPITOLO 1 CRISI GLOBALE DELL'ACQUA

“Dissonance is often an effective catalyst for action and change.”

— Walker Stuart, 2006, *Sustainable by Design, Explorations in Theory and Practice*²

1.1 Inquinamento idrico urbano

L'inquinamento idrico è sempre stato uno dei maggiori problemi ambientali che ci troviamo ad affrontare. Il lancio del Rapporto sullo sviluppo idrico mondiale delle Nazioni Unite², pubblicato dall'UNESCO all'ottavo Forum mondiale sull'acqua nel 2018, mostra che ci sono circa 420 miliardi di metri cubi di scarichi nei fiumi e nei laghi ogni anno in tutto il mondo, che inquinano 5,5 trilioni di metri cubi di acqua dolce, equivalente a oltre il 14% del deflusso globale totale. Tutti i fiumi che scorrono attraverso le città asiatiche sono inquinati e solo 5 dei 55 fiumi in Europa sono a malapena all'altezza; e attualmente ci sono 1,1 miliardi di persone in tutto il mondo che non hanno accesso all'acqua potabile. Negli ultimi anni, la crescita della popolazione urbana, lo sviluppo dell'industria moderna e l'espansione della scala agricola hanno causato l'inquinamento idrico come un problema più grave. Ad esempio, il fiume principale che scorre attraverso l'India settentrionale, il Gange, è stato incluso nei fiumi più inquinati del mondo (Figura 1). I residenti locali che bevono e usano acque di falda contaminate per cucinare hanno accusato molti problemi di salute come diarrea, epatite, lesioni, colera, ecc.

Le acque reflue urbane possono essere divise in acque reflue domestiche, acque reflue industriali e acque reflue di dilavamento a seconda della fonte, che sono generalmente raccolte da tubi urbani e dovrebbero essere trattate da impianti di trattamento delle acque reflue urbane e poi scaricate nei corpi idrici. Oltre alle acque reflue urbane contiene un gran numero di materia organica e germi, virus e vari tipi di inquinanti tossici e nocivi.³ I dati dell'Ufficio Nazionale di Statistica della Cina mostrano che lo scarico totale delle acque reflue nel 2017 è stato di 69,97 miliardi di tonnellate, di cui 18,16 miliardi di tonnellate sono state scaricate da acque reflue industriali, pari al 26,0% dello scarico totale; 51,78 miliardi di tonnellate sono



Figura 1: Giornata mondiale dell'acqua. Nuova Delhi, India, 21 marzo 2018

2 Walker S., 2006, Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice, London • Sterling, VA, USA.

3 Lin Z., Xiang G., 2018, Analysis on the discharge of main pollutants from wastewater in china, Statistics and application, vol.7(2), Beijing.

4 China's urban and rural construction department, 2016, Bollettino di progettazione edilizia urbana e rurale 2017.

state scaricate da acque reflue domestiche urbane, pari al 74,0% dello scarico totale. La proporzione di acque reflue domestiche urbane è aumentata di anno in anno ed è diventata la principale fonte di acque reflue.⁴

1.1.1 Acque reflue industriali

Le acque reflue industriali, comprese le acque reflue di produzione e le acque di raffreddamento, si riferiscono alle acque reflue e ai liquidi di scarico prodotti durante la produzione industriale, che contengono materiali di produzione industriale, prodotti intermedi, sottoprodotti e inquinanti prodotti nel processo di produzione che si perdono con l'acqua. Le acque reflue industriali hanno una composizione diversa e complessa. Per esempio, le acque reflue industriali del sale elettrolitico contengono mercurio, le acque reflue industriali della fusione dei metalli pesanti contengono vari metalli come piombo e cadmio, le acque reflue industriali della galvanica contengono vari metalli pesanti come cianuro e cromo, le acque reflue industriali della raffinazione del petrolio contengono fenolo e le acque reflue industriali della produzione di pesticidi contengono vari pesticidi, ecc. Poiché le acque reflue industriali contengono spesso una varietà di sostanze tossiche, l'inquinamento dell'ambiente è molto dannoso per la salute umana, quindi dovrebbe essere sviluppato e utilizzato in modo completo per trasformare il danno in beneficio. Di solito, secondo la composizione e la concentrazione degli inquinanti nelle acque reflue, vengono prese le misure di purificazione corrispondenti per lo smaltimento prima dello scarico.

1.1.2 Liquami di dilavamento

5 Cao Y., 2016, Studio sull'influenza delle caratteristiche delle acque reflue urbane e della struttura dei componenti della fonte di carbonio sulla denitrificazione, Taiyuan University of Technology, Taiyuan.

Le acque reflue di deflusso sono una parte delle acque reflue comunali formate dalle precipitazioni urbane che inzuppano gli inquinanti atmosferici e lavano via edifici, terreno, detriti e spazzatura. I principali inquinanti sono: materia sospesa, agenti patogeni, materia organica aerobica, nutrienti vegetali, ecc. Le acque reflue urbane di deflusso hanno le caratteristiche di grande volume, concentrazione e qualità dell'acqua relativamente stabile, sono una potenziale risorsa idrica, le acque reflue possono essere completamente riutilizzate dopo il trattamento, e per realizzare un ciclo virtuoso dell'acqua in natura, e aprire questo non tradizionali fonti di acqua, risorsa di acque reflue, per garantire la sicurezza della fornitura di acqua urbana ha anche un importante significato strategico.⁵

1.1.3 Acque reflue domestiche

Le acque reflue domestiche sono le acque reflue scaricate dalla vita quotidiana dei residenti, principalmente da edifici residenziali e pubblici, come: case, istituzioni, scuole, ospedali, negozi, luoghi pubblici e servizi igienici di imprese industriali. Gli inquinanti contenuti nelle acque di scarico domestiche sono principalmente sostanze organiche (come proteine, carboidrati, grassi, urea, azoto ammoniacale, ecc.) e un gran numero di microrganismi patogeni (come uova parassitarie, virus delle malattie infettive intestinali, coronavirus, ecc.) La materia organica presente nelle acque reflue domestiche è estremamente instabile e può facilmente decadere e produrre cattivi odori. I batteri e gli agenti patogeni usano la materia organica nelle acque di scarico domestiche come nutrimento e si moltiplicano, il che può portare alla diffusione di malattie infettive ed epidemie.⁶ Pertanto, le acque reflue domestiche mal trattate causeranno inquinamento patogeno, inquinamento organico aerobico, inquinamento da eutrofizzazione, inquinamento da odore dell'aria, inquinamento da sali acidi e alcalini e altri pericoli, è la principale fonte di inquinamento delle acque urbane.

⁶ Li X.W., 2015, Introduzione all'ingegneria ambientale in pelle, China light industry press, Beijing.

1.2 Politiche istituzionali sull'inquinamento

1.2.1 Unione Europea

La politica dei Paesi Europei nella promozione dello sviluppo sostenibile è stata di esempio per gli altri paesi del mondo, poiché la loro coscienza collettiva della protezione e salvaguardia dell'ambiente è abbastanza sviluppata, così come lo sono i servizi. Secondo i dati contenuti nel libro *Sustainable Development and Environmental Management*⁷, l'Italia è uno dei paesi con il più alto tasso di depurazione delle acque reflue, ciononostante, solo il 39% di queste vengono trattate in maniera appropriata. Entro il 2030 il Governo italiano ha disposto di investire circa 55 miliardi di euro per i servizi legati all'uso e al trattamento dell'acqua e di queste risorse, il 44,3% è per la costruzione e il miglioramento degli impianti idraulici che forniscono l'acqua e il 55,7% per la pianificazione e la realizzazione di impianti di depurazione delle acque fognarie.

1.2.2 Nazioni Unite

Il rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche del 2017⁸ ha affermato chiaramente: per perseguire uno sviluppo sostenibile, dobbiamo impegnarci a creare un sistema sicuro di utilizzo delle risorse entro il 2030 che comporti una diminuzione degli scarichi fognari, il miglioramento della qualità dell'acqua, metodi di trattamento delle acque sporche migliorati e diffusi. Questo piano di depurazione delle acque contribuirà effettivamente ad avere oceani più puliti e svolgerà un ruolo vitale per il futuro degli uomini e della società.

L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile è stata lanciata ufficialmente il 1° gennaio 2016⁹ (A/RES/70/1). La nuova agenda invita i paesi ad

7 Clini C., Musu I., Gullino M. L., 2008, *Sustainable Development and Environmental Management*. Springer Science, Business Media B.V.

8 United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization & World Water Assessment Programme, 2017, *Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche 2017— Acqua reflue: la risorsa inesplorata*.

9 Documenti delle Nazioni Unite, 2015, *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1)*, the UN Development Summit, New York.

agire per lavorare verso il raggiungimento di 17 obiettivi di sviluppo sostenibile nei prossimi 15 anni (Figura 2) :

Obiettivo 1: Porre fine ad ogni forma di povertà nel mondo

Obiettivo 2: Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile

Obiettivo 3: Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età

Obiettivo 4: Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti

Obiettivo 5: Raggiungere l'uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze

Obiettivo 6: Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie.

Obiettivo 7: Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni

Obiettivo 8: Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva ed un lavoro dignitoso per tutti

Obiettivo 9: Costruire un'infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione ed una industrializzazione equa, responsabile e sostenibile

Obiettivo 10: Ridurre l'ineguaglianza all'interno di e fra le Nazioni

Obiettivo 11: Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili

Obiettivo 12: Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo

Obiettivo 13: Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico

Obiettivo 14: Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile

Obiettivo 15: Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre

Obiettivo 16: Pace, giustizia e istituzioni forti

Obiettivo 17: Rafforzare i mezzi di attuazione e rinnovare il partenariato mondiale per lo sviluppo sostenibile



Figura 2: 17 obiettivi di sviluppo sostenibile nei prossimi 15 anni

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile ha un obiettivo più completo per quanto riguarda l'acqua, che va ben oltre il problema della fornitura idrica e dei servizi igienico-sanitari. L'obiettivo 6 di sviluppo sostenibile dichiara: *“Migliorare entro il 2030 la qualità dell'acqua riducendo l'inquinamento, eliminando le discariche, minimizzando il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose, dimezzando la quantità di acque reflue non trattate e aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro a livello globale”*. Il trattamento delle acque reflue, estremamente limitato nei paesi a basso e a medio-basso reddito, rivela l'urgente necessità di ricorrere a soluzioni a basso costo e a opzioni sicure per il riutilizzo dell'acqua affinché possa essere raggiunto l'obiettivo 6, fondamentale per il conseguimento di tutta l'Agenda.

1.2.3 Repubblica Popolare Cinese — Caso studio di Xuzhou

La Cina sta affrontando grandi sfide per l'inquinamento idrico urbano. L'enorme popolazione e l'elevata concentrazione di urbanizzazione rendono l'inquinamento idrico domestico urbano uno dei problemi più urgenti da risolvere in Cina.

Secondo le statistiche, dal 2010 al 2014 in Cina, le acque reflue domestiche sono passate da 37,98 miliardi di tonnellate a 51,03 miliardi di tonnellate, con lo scarico delle acque reflue domestiche in aumento del 34,4%, le emissioni domestiche urbane di domanda chimica di ossigeno in aumento da 8,033 milioni di tonnellate a 8,646 milioni di tonnellate, e le emissioni domestiche urbane di azoto ammoniacale in aumento da 930.000 tonnellate a 1,381 milioni di tonnellate. Con la continua urbanizzazione e il miglioramento degli standard di vita delle persone, gli scarichi di acque reflue domestiche continueranno ad aumentare e diventeranno la principale fonte di nuovi scarichi di acque reflue. Oltre a contenere sostanze come carboidrati, proteine, urea, saponi e detergenti sintetici, queste acque di scarico contengono anche batteri, virus e altri microrganismi che fanno ammalare le persone. Questo liquame consuma l'ossigeno disciolto nei corpi idrici e produce anche schiuma che impedisce all'ossigeno dell'aria di dissolversi nell'acqua, causando l'eutrofizzazione dei corpi idrici.

Poiché la città Xuzhou ha anche i problemi tipici che sono comuni nel mondo, come l'inquinamento dei fiumi, l'invecchiamento delle infrastrutture e i servizi di supporto che devono essere migliorati, pertanto, ho scelto Xuzhou come un caso per descrivere la situazione attuale dell'inquinamento idrico urbano e analizzarne le cause generali.

Xuzhou¹⁰ è una città della prefettura nella provincia di Jiangsu, una città della Cina Orientale, situata nell'ala nord del delta del fiume Yangtze (Figura 3). La popolazione del nucleo antico risale a 2600 anni fa essendo una delle prime città della Cina. Xuzhou ha una storia di civiltà di oltre 5000 anni e una urbana di oltre 2600 anni ed è una delle prime città della Cina. La leggenda narra che Peng Zu, il primo monarca di Xuzhou, fu il fondatore della cucina cinese e del qigong. Xuzhou ha una popolazione residente di 8.825.600 (anno 2019) di

10 Il termine "Xuzhou" dal Baidu Encyclopedia: <https://baike.baidu.com/item/%E5%BE%90%E5%B7%9E/6250?fr=aladdin>



Figura 3 : La posizione di Xuzhou in Cina

abitanti, un confronto: la popolazione residente di Shanghai che è di 26.320.000 (anno 2019). La città è di circa 210 chilometri da est a ovest, 140 chilometri da nord a sud, con una superficie totale di 11.258 chilometri quadrati, un'area urbana di 3.037 chilometri quadrati. Il terreno è dominato da pianure, che rappresentano circa il 90% dell'area della città. Xuzhou è una regione monsonica umida e semi-umida in una zona temperata calda, con precipitazioni medie annue di 852,6 mm, un consumo di risorse idriche pro capite di 424 m³ e una carenza idrica di circa 570 milioni di m³ all'anno e una carenza idrica di quasi 1,2 miliardi di m³, in speciali anni di siccità. È una delle 40 aree con grave carenza idrica in Cina. La carenza idrica è diventata un fattore importante che limita lo sviluppo economico e sociale della città. La principale struttura urbana è composta dal nucleo cittadino, e dalla giunzione urbano-rurale.

a. Nucleo di Xuzhou (Figura 4)

Gli edifici pubblici, come i centri di attività della città, i grattacieli ad uso ufficio, i centri commerciali, ecc. e i vecchi appartamenti, sono mescolati. Negli anni '70 e '80, la maggior parte delle case popolari costruite da dipartimenti governativi o imprese era divisa in piccole unità in cui i lavoratori potevano vivere; Le successive variazioni del

11 Michael.G. B., Christiansen F., Chapman M., 2010, Chinese Consumers: The porn Reappraisal'. Ethnography.



Figura 4: Nucleo Cittadino di Xuzhou, Cina, 2020

mercato e politica hanno portato a problemi di struttura di proprietà complessi. Dopo l'apertura del mercato immobiliare privato nel 2000, è stato costruito un gran numero di grattacieli nell'area urbana e la densità della popolazione è aumentata, il che si traduce nella situazione mista di vecchie case e nuovi edifici commerciali. Il vecchio sistema di drenaggio non è in grado di soddisfare la domanda di scarichi fognari causata dall'esplosione demografica e il problema dell'inquinamento idrico sta diventando sempre più grave.

b. Transizione urbano-rurale nel Xuzhou (Figura 5)

Si riferisce alla zona di transizione tra le aree urbane e rurali¹¹, caratterizzata da un uso del suolo sia urbano che rurale. L'uso del suolo è dominato dall'agricoltura e da strutture quali gli aeroporti, impianti di depurazione e terreni occupati dai servizi urbani, e le nuove strutture sono mescolate con vecchi edifici residenziali rurali. Alcuni proprietari di case private stanno aspettando il piano di demolizione



Figura 5: Giunzione urbano rurale di Xuzhou, Cina, 2020.



Figura 6: Le fognature domestiche vengono scaricate direttamente nel fosso, 2019.

del governo per l'ulteriore espansione della città; Per riqualificare le case; L'attuale situazione del drenaggio diretto delle acque reflue è identica per la maggior parte delle case private vecchio stile (Figura 6). Allo stesso tempo, un gran numero di nuovi edifici residenziali viene realizzato. Molti giovani poveri o indigenti scelgono di lavorare nelle aree urbane e di vivere nell'area di transizione urbano-rurale per risparmiare sui costi della vita. Le nuove strutture abitative sono dotate di sistemi di drenaggio.

c. Contee circostanti di Xuzhou (Figura 7)

Il centro delle aree rurali è lontano dal centro della città. A partire dal 2010, il governo ha iniziato a trasferire i residenti di case private nei nuovi appartamenti; Tuttavia, alcuni anziani vivono ancora nelle vecchie case, mantenendo l'abitudine di usare i bagni a secco e le fognature domestiche vengono scaricate direttamente in fossi limitrofi.

d. Villaggio (Figura 8)

L'agricoltura è ancora la principale attività economica. L'urbanizzazione ha portato alla rapida migrazione della giovane popolazione rurale nelle aree urbane, dove l'attuale popolazione di 18-45 anni è inferiore al 20%. L'inquinamento chimico causato dalle attività agricole e l'impatto causato dall'acquacoltura sono estremamente gravi. L'ambiente di alcuni villaggi è fortemente inquinato insalubre a causa dello scarico diretto dei liquami dalla maggior parte delle case private vecchio stile.



Figura 7: Contee di Lago Pan'an, Xuzhou, Cina, 2020.



Figura 8: Villaggio di Gengji, Xuzhou, Cina, 2020.



Figura 9: Categoria delle acque nere e livello di inquinamento in Cina – Mappa ambientale rilasciata dal centro di ricerca ambientale il 29.05.2019

Dal punto di vista della distribuzione geografica delle acque superficiali inquinate, si evince che la maggior parte dei corpi idrici neri e maleodoranti in Xuzhou sono concentrati nella zona residenziale (Figura 9). Dal punto di vista dei principali componenti inquinanti, il problema più grave nel processo di trattamento delle acque reflue domestiche in Cina è di solito l'inquinamento microbico patogeno, seguito dall'inquinamento da eutrofizzazione. In condizioni di grave eutrofizzazione, un gran numero di riproduzioni di alghe porterà alla morte dei pesci nei laghi a causa della mancanza di ossigeno e porterà anche a maree rosse. Alcune maree rosse rilasciano tossine di alghe, colpendo direttamente la salute umana, gli organismi acquatici e il bestiame.

Il caso di inquinamento delle acque più famoso di Xuzhou è quello del fiume Kuihe (Figura 10). Questo fiume è lungo 76 chilometri e proviene dal lago Yunlong nella città di Xuzhou, nella provincia di Jiangsu. Attraversa le contee di Suzhou, Lingbi e Sixian nella



Figura 10: Alghe blu-verdi nel fiume Kuihe, 2007, Xuzhou, Cina



Figura 11: Fiume Kuihe dopo il miglioramento ambientale, 2019, Xuzhou, Cina

provincia di Anhui. Infine, sfocia nel lago Hongze nella contea di Sihong, provincia di Jiangsu. Da quando il lago Yunlong è stato istituito come resort panoramico a Xuzhou, è stato tagliato fuori dai suoi collegamenti a valle, rendendo il fiume Kuihe quasi una fogna a Xuzhou. Il più alto contenuto di azoto ammoniacale nel fiume Kuihe è 80 volte superiore allo standard; il più alto contenuto di consumo di ossigeno chimico è 125 volte superiore allo standard; e, il più alto contenuto di azoto nitrico cancerogeno è 200 volte superiore allo standard. Il 22 novembre 2009, Xuzhou ha istituito l'ufficio di gestione del fiume Kuihe, che è stato amministrato dall'Ufficio municipale di conservazione dell'acqua. Nel 2010, il progetto Xuzhou Water Conservancy ha investito 1,7 miliardi di CNY (Circa 214 milioni di euro), di cui 280 milioni CNY (Circa 35 milioni di euro) sono stati investiti ogni anno in progetti di controllo delle inondazioni urbane, incluso il miglioramento dell'ambiente idrico della sezione urbana del fiume Kuihe.¹² (Figura 11)

12 Jiang C.L., Xia Z.Q., Liu L., 1997, Nitrogen and Phosphorus Pollution in Kuihe Sewage Irrigation District, Environmental Science, Pubblicato online: <http://www.paper.edu.cn>

1.3 Iniziativa

Secondo le stime dell'ONU e della Banca Mondiale, circa 2 miliardi di persone in tutto il mondo non hanno accesso alle strutture igienico-sanitarie di base come i servizi igienici o le latrine. Inoltre, circa 673 milioni di persone praticano ancora la defecazione all'aperto.¹³ Tale defecazione ha un grave impatto sulla salute umana, soprattutto dei bambini. Secondo l'UNICEF, le fonti idriche non protette e la defecazione all'aperto entro 30 metri dalla fonte d'acqua mette a rischio di malattie circa 1,2 miliardi di persone in tutto il mondo che bevono l'acqua contaminata. La gravità di questo rischio può essere meglio compresa dai dati delle Nazioni Unite sulla morte infantile, in base ai quali circa 297.000 bambini di età inferiore ai cinque anni muoiono ogni anno per malattie causate da una scarsa igiene, da una igiene inefficiente, e dall'uso di un'acqua non protetta e non sicura.¹⁴ Secondo la conferenza del 19 febbraio 2013 dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS), solo il 27% della popolazione, 1,9 miliardi di persone, in tutto il mondo ha accesso a servizi igienici privati con sistemi fognari. Il 13% della popolazione mondiale, 900 milioni di persone, utilizza Bagni a Secco. 2,3 miliardi di persone non dispongono di strutture igienico-sanitarie di base, come i servizi igienici e i bagni, e possono defecare solo all'aria aperta, come negli scoli stradali, in cespugli o in acque libere.¹⁵ E il problema toilette si aggrava all'aumentare della differenza geografica dai paesi industrializzati, o su territori che presentano scarsi livelli di superficie d'acqua. Ciò determina che nei paesi sviluppati, i metodi di progettazione igienica più comuni, come ad esempio il collegamento dei sistemi di fognatura e di depurazione dei servizi igienico-sanitari non siano universali.

13 UN, 2020. United Nations - Peace, dignity, and equality in healthy planet: Water. Pubblicato online: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/>

14 UN, 2020. United Nations - Peace, dignity, and equality in healthy planet: Water. Pubblicato online: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/>

15 WHO UNICEF, 2013, Progress on Sanitation and Drinking-water: 2013 Update, WHO, Geneva and UNICEF, New York

1.3.1 Rome World Toilet Day 2019¹⁶

16 Rome World Toilet Day, Pubblicato online: <https://embrace2030.com/2019/11/08/world-toilet-day-2019/>

17 World Toilet Day Rome Public Toilet, <https://www.presstletter.com/2019/11/world-toilet-day-rome-public-toilet-di-massimo-locci/>

Museo MACRO di Roma ha ospitato il World Toilet Day Rome Public Toilet, Nell'attuale sistema di igiene urbana, la quantità, la disponibilità, l'accessibilità e la riconoscibilità dei bagni pubblici sono diventati fattori importanti nella misurazione dello sviluppo urbano, pertanto la ricerca del World Toilet Day riguarda la pianificazione, la gestione e la progettazione dei bagni pubblici. Tra le finalità di questa iniziativa al MACRO, curata dall'associazione Embrice 2030 e dal WTO (l'organizzazione mondiale no-profit impegnata a migliorare le condizioni d'uso delle toilette pubbliche). Gli obiettivi della ricerca includono la comprensione delle attuali carenze dei sistemi igienico-sanitari urbani e il miglioramento della funzione e dell'estetica dei bagni pubblici urbani attraverso azioni. Il progetto del World Toilet Day Rome Public Toilet ha lo scopo di fare appello ai bagni pubblici a cui la società dovrebbe prestare attenzione. Fortunatamente, i bar e i ristoranti di Roma forniscono l'accesso pedonale ai servizi igienici, il che allevia il disagio di bagni pubblici insufficienti a Roma, ma purtroppo solo per i clienti.

La mostra Rome World Toilet Day 2019¹⁸ al Museo d'Arte Moderna Marco di Roma contiene i risultati del Workshop "Scusi dov'è il bagno?" (Figura 12), svoltosi nel mese di Ottobre 2016, nella sede del Dipartimento di Architettura dell'Università Roma Tre, con il contributo organizzativo e formativo della APS Embrice 2030., è quello di sollecitare la formazione di una nuova cultura dei bagni pubblici a Roma, e di porre il problema alla scala nazionale.

Disegni e testi rimangono a livello di una didattica avanzata, resa possibile da una Ricerca avviata nel 2013 da due Architetti romani, Maria Spina e Gabriella Restaino, confluita in Embrice 2030 e successivamente accolta dall'Università.

In area romana, gli unici bagni pubblici gratuiti di livello civile sono extraterritoriali: Aeroporti e Centri Commerciali. La città diventa così la pubblica latrina dei poveri, come sa chiunque cammini attorno alla Stazione Centrale. Manca a progetti e scritti l'approccio energetico e di sostenibilità; essi hanno tuttavia localizzazioni concrete nella Città, alla quale si adattano con diversi possibili modelli applicativi:

retail space ground floor (Fondaco), piccole piazze, mercati, aree parcheggio.

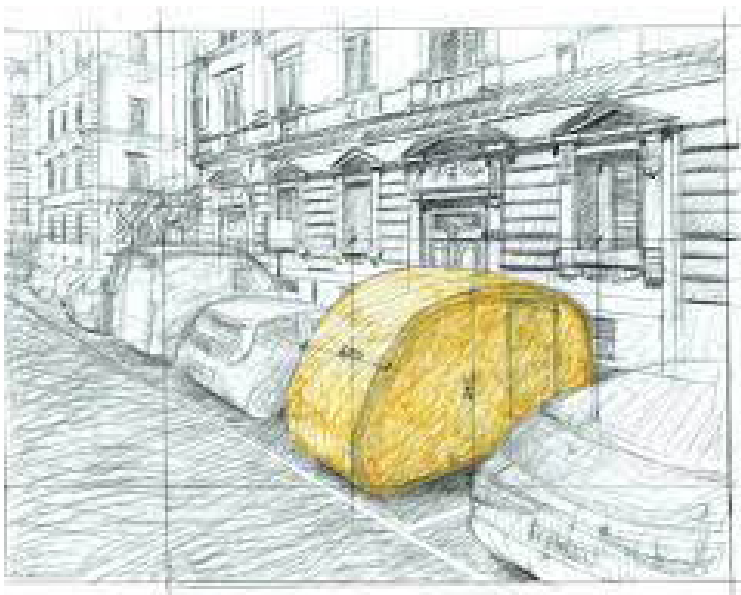
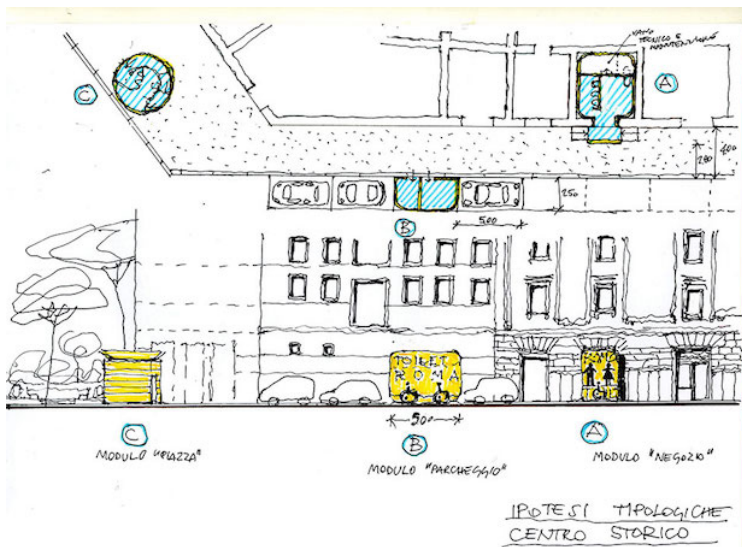


Figura 12: World toilet day Roma — Roma public Toilet

1.3.2 World Toilet Organization

18 A cura di: Becchetti A., Felici F., Trulli L., 2017, Scusi dov'è il bagno, workshop per una nuova cultura dei bagni pubblici a Roma, Embrice 2030 pubblicam da Write Up Site, Roma

Il WTO (World Toilet Organization), fondata nel 2001 e con sede a Singapore, affronta la crisi sanitaria dei bagni nel mondo. Attualmente, il WTO ha 477 membri internazionali provenienti da 177 paesi e regioni, tra cui Singapore Toilet Association, Japan Toilet Association, Finnish Toilet Association e American Public Toilet Urinary Terror Synor Association Association.¹⁹

Il primo vertice mondiale sul tema "I nostri servizi igienici - Passato, presente e futuro" si è tenuto presso l'Expo Centre di Singapore il 19-21 novembre 2001, in occasione del lancio ufficiale del WTO. Da allora, la questione dei servizi igienici è finalmente arrivata a livello globale come politica, diplomazia, commercio, armi e altre questioni. Dal 17 al 19 novembre 2003 si è tenuto a Pechino il 4° vertice mondiale sulle toilette, sponsorizzato dall'Ufficio del turismo di Pechino e comitato amministrativo di Pechino. Il tema di questo vertice era l'orientamento verso le persone, il miglioramento dell'ambiente di vita e il miglioramento della qualità della vita. I delegati hanno discusso dell'impatto del miglioramento dell'ambiente dei servizi igienici sulla qualità della vita umana e dell'impatto dello sviluppo di servizi igienici ecologici del risparmio energetico sulle protezione delle risorse, che ha promosso direttamente la ristrutturazione di 4.000 bagni pubblici a Pechino e altre città. Nel 2010 si è tenuto a Philadelphia, negli Stati Uniti, il 10° Summit sulle toilette, che ha promosso l'attenzione sociale per le strutture e le attrezzature igieniche. Lo scopo del World Toilet Summit è aumentare la cooperazione tra agenzie governative, istituti di ricerca, organizzazioni umanitarie e istituzioni nel settore delle attrezzature igienico-sanitarie per risolvere il problema dei servizi igienici per 250 milioni di persone senza servizi igienici nel mondo. Dal 22 al 24 novembre 2011 si è tenuto a Haikou l'undicesimo Summit ed esposizione mondiale sui servizi igienici. Il tema era discutere la tendenza e le questioni correlate relative al miglioramento delle condizioni sanitarie dei servizi igienici del mondo e studiare lo sviluppo dei servizi igienici e della cultura sanitaria. Inoltre, si è tenuta la Mostra mondiale della cultura e dell'attrezzatura sanitaria del 2011 per mostrare i risultati della ricerca scientifica, i servizi igienici,

le attrezzature sanitarie e altri prodotti, promuovendo gli scambi di tecnologia e il commercio di prodotti correlati. Il 24 luglio 2013, la 67g Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha convenuto di designare il 19 novembre come Giornata mondiale della toilette, principalmente per attirare l'attenzione della gente sul problema della toilette e promuovere lo sviluppo del settore della toilette, sperando che le persone di tutto il mondo potranno godere in futuro di un ambiente pulito, confortevole e igienico. Sperano anche che chiunque si assuma la responsabilità di migliorare persone di tutto il mondo possano assumersi la responsabilità di migliorare la salute ambientale del mondo e risolvere congiuntamente i problemi di vecchia data della salute ambientale del mondo.

19 World Toilet Organization, WTO, <https://www.worldtoilet.org/>

1.3.2 Reinvented toilets

Bill Gates ha notato che gli escrementi di oltre 4 miliardi di persone in tutto il mondo, incluse molte aree con sistemi di trattamento delle acque reflue, non sono correttamente smaltiti e finiscono nell'ambiente minacciando la salute umana.²⁰ La sua consapevolezza della crisi è in anticipo sui tempi, ad esempio, dopo l'epidemia di COVID-19, il coronavirus è stato trovato nei sistemi fognari in Italia, Spagna e Brasile, in parte perché alcune feci non trattate sono state tenute a lungo in fosse settiche, inquinando le acque sotterranee intorno agli insediamenti. Parte del motivo è che alcuni rifiuti organici, portati via artificialmente o da camion di escrementi, non vengono trattati correttamente e vengono diffusi nei campi o nei corpi idrici.

Gates ritiene che nella sanità pubblica le nuove tecnologie possano cambiare il modo in cui le persone usano il bagno. Sul suo blog personale Gate Notes²¹ ha pubblicato 20 articoli e video su questioni relative ai servizi igienici, documentando le sue visite ai servizi igienici negli Stati Uniti, India, Cina (Figura 11) e in altri paesi. Come soddisfare le esigenze di 4,5 miliardi di persone nell'uso sicuro dei servizi igienici è di fondamentale importanza nello sviluppo umano e contiene inoltre enormi opportunità di lavoro.

Tenendo conto di queste considerazioni, nel 2011 la Gates Foundation ha lanciato il progetto "Toilet Innovation Challenge" e ha finanziato il "Global Toilet Innovation Contest"²² che mira a risolvere i problemi dei servizi igienici nel mondo in modo sostenibile. Negli ultimi sette anni, la Gates Foundation ha investito \$200 milioni nel tentativo di superare lo "standard aureo" dei sanitari, ossia il sistema tradizionale dei sanitari con scarico, i tubi di scarico e gli impianti di trattamento delle acque reflue, e adottare invece un approccio più sostenibile. Il nuovo metodo deve consentire di eliminare gli agenti patogeni e facilita la gestione delle feci nella catena dei servizi sanitari, al fine di soddisfare le esigenze di un rapido sviluppo urbano. Anche le istituzioni finanziarie e di sviluppo globali hanno risposto positivamente a questa esigenza. La Banca Mondiale, l'Asian Development Bank e la African Development Bank hanno annunciato nuovi impegni contribuendo fino a \$2,5 miliardi a Citywide Inclusive Sanitation, un'iniziativa

congiunta della Gates Foundation.

Finora sono stati sviluppati con successo diversi prototipi per trattare i rifiuti organici raccolti in tempo reale dalle latrine, le fosse settiche, i tubi di scarico e persino i sanitari. I bagni solari della Caltech, ad esempio, non solo generano abbastanza elettricità per poter operare indipendentemente, ma uccidono anche gli agenti patogeni dannosi presenti nei rifiuti organici trasformandoli in idrogeno per l'energia delle celle a combustibile. La tecnologia dell'Università di Loughborough nel Regno Unito e dell'Università di Stanford negli Stati Uniti può trasformare i rifiuti organici in carbone biologico, tra le altre cose.

Il vantaggio del W.C. di nuova generazione è che non ha bisogno di essere collegata ad una rete fognaria o all'acqua, quindi non è soggetta a ottenere una funzionalità. Le sfide sono:

- a. Perfetta, in grado di garantire che non ci siano odori pur non risciacquando con acqua;
- b. Abbattere i costi, il costo del prodotto è infatti elevato; il nuovo prodotto che tratta i rifiuti organici è in effetti più costoso del prodotto convenzionale che tratta i rifiuti organici scaricandoli nelle reti idriche;
- c. Organizzare il servizio di manutenzione e di assistenza.

Manutenzione del prodotto e miglioramento del servizio di assistenza del sistema. La tecnologia è più complessa e i prodotti richiedono spesso una manutenzione più professionale. Mentare lo smaltimento immediato dei rifiuti organici, i cui prodotti devono essere riciclati e riutilizzati attraverso sistemi di servizio sociale, è più semplice.

20 Bill & Melinda Gates Foundation www.gatesfoundation.org/en

21 Gate Notes <https://www.gatesnotes.com/>

22 Reinvent the toilet challenge <https://www.gatesfoundation.org/What-We-Do/Global-Growth-and-Opportunity/Water-Sanitation-and-Hygiene/Reinvent-the-Toilet-Challenge-and-Expo>

23 China toilet revolution
<https://baike.baidu.com/item/China-toilet-revolution>

1.3.3 Riforma dei servizi igienici in Cina

Dal 2015, la ministero nazionale del turismo della Cina ha avviato un programma triennale di costruzione e gestione di servizi igienici turistici a livello nazionale e negli ultimi anni la Cina ha avviato una "Riforma dei servizi igienici",²³ che ha ottenuto risultati notevoli; tuttavia, ci sono ancora alcune aree in cui i servizi igienici non soddisfano le esigenze di utilizzo. Allo stato attuale, i servizi igienici cinesi hanno principalmente i seguenti tre problemi: lo sviluppo regionale squilibrato, la distribuzione principale della popolazione; il costruzione e modalità di funzionamento dei servizi igienici locali.

1.3.3.1 Sviluppo regionale squilibrato.

Secondo i dati diffusi dal National Bureau of Statistics il 21 gennaio 2019, la popolazione totale della Cina continentale alla fine del 2018 era di 1.395,38 milioni, tra cui 31 province, regioni autonome, comuni direttamente sotto il governo centrale e militari dell'esercito popolare di liberazione della Cina, esclusi Hong Kong, la regione amministrativa speciale di Macao, la provincia di Taiwan e i cinesi d'oltremare. La distribuzione principale della popolazione è la figura 13.



Figura 13: Expo dei servizi igienici di Pechino 2018

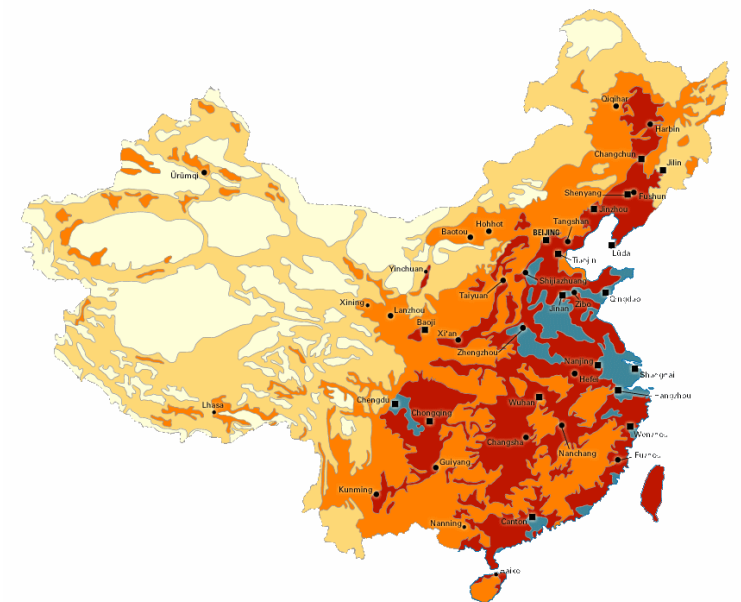


Figura 14: La distribuzione principale della popolazione

Non è difficile vedere dal grafico sopra che la popolazione è concentrata principalmente nel delta del fiume Yangtze, nel delta del fiume Pearl e nella regione Pechino-Tianjin-Tangshan, mentre la popolazione nel nord è scarsa. Considerando la distribuzione della popolazione e la forma delle case di abitazione, anche lo sviluppo dei servizi igienici è abbastanza diverso.

ROSSO (Figura 14). Aree ad alta popolazione, Cina orientale e altre regioni.

Nelle aree ad alta densità di popolazione, le persone hanno esigenze nuove e particolari esigenze nella costruzione di servizi igienici. Ad esempio, Hong Kong si trova nella Cina meridionale, ad est dell'estuario del fiume Pearl e il Mar Cinese Meridionale, ed è costeggiata dal Mar Cinese Meridionale. Con una superficie di 1.104 chilometri quadrati, la popolazione provvisoria di Hong Kong alla fine del 2018 è 748.250. La densità di popolazione è la terza più grande al

mondo. L'enorme densità di popolazione rende il tessuto residenziale di Hong Kong dominato da edifici alti e il 50% dei 100 edifici residenziali più alti del mondo si trova a Hong Kong. A causa della densità della popolazione, viene utilizzata un'enorme quantità di acqua per il funzionamento dei servizi igienici. Dagli anni '50, il governo ha introdotto un sistema di scarico dei servizi igienici con acqua di mare e leggi specifiche per promuovere i sistemi di scarico dei servizi igienici con acqua di mare. Ad esempio, in base al regolamento edilizio, tutti i nuovi edifici dovrebbero essere dotati di sistemi di scarico e di approvvigionamento idrico. Come previsto dal regolamento sulle strutture idriche, è illegale in qualsiasi luogo utilizzare acqua dolce per lo scarico dei servizi igienici dalle strutture idriche senza permesso. Nelle aree con approvvigionamento diretti di acqua di mare, i servizi igienici devono essere lavati con acqua di mare per risparmiare acqua dolce. Dal punto di vista economico, quando il numero di famiglie è ridotto, viene prima conferita acqua dolce per i servizi igienici, e dopo che la popolazione ha raggiunto un certo numero, per i servizi igienici viene utilizzata acqua di mare. I materiali del sistema di alimentazione dell'acqua di mare richiedono anche l'uso di materiali resistenti all'erosione. Finora, il risciacquo con acqua di mare è stato utilizzato nella maggior parte delle aree, coprendo quasi l'80% della popolazione di Hong Kong. Nel 2008, l'approvvigionamento annuale di acqua di mare ha raggiunto 275 milioni di m³, pari al 22% del consumo totale di acqua, e la popolazione ha raggiunto i 5,48 milioni. Vale a dire, l'uso di acqua di mare anziché di acqua dolce tramite dispositivi tradizionali può ridurre il consumo di acqua dolce del 22%. Se il costo di acquisto dell'acqua di Dongjiang è di circa 3 CNY/m³, risparmierà fino a HK \$ 800 milioni all'anno con notevoli vantaggi. Il sistema di risciacquo del WC con acqua di mare è frutto di un investimento del governo. Non ci sono contatori d'acqua e tasse per gli utenti che sciacquano i servizi igienici con l'acqua di mare.²⁴

ARANCIO (Figura 14). Aree con popolazione bassa:

La popolazione cinese è distribuita in modo non uniforme e vi è una vasta area di terra con una scarsa popolazione. A causa della natura speciale dell'area a causa dei vincoli di costo i sistemi di scarico

convenzionali non sono molto diffusi le fosse settiche indipendenti sono attualmente utilizzate nelle aree con popolazione bassa.

GIALLO (Figura 14). Aree fredde:

In inverno, la temperatura è bassa, mentre in estate la quantità di precipitazioni è scarsa. Pertanto, queste aree è generalmente secca e disidratata. In passato veniva utilizzata la maggior parte dei servizi igienici a secco. A causa della popolazione sparsa nel nord, il tasso di utilizzo dei servizi igienici è basso. I tubi esterni si congelano facilmente per via della bassa temperatura in inverno e persino i serbatoi dell'acqua di lavaggio, i tubi dell'acqua e i servizi igienici sono congelati; pertanto, la manutenzione del sistema WC è stata un problema.

AZZURO (Figura 14). Aree Jiangnan:

Nel Jiangnan della Cina (Figura 15), ci sono molte piogge, aria umida, abitazioni compatte e piccole distanze tra gli edifici e molti di questi sono relativamente vicini all'acqua. Secondo i ricordi degli anziani, in passato, la maggior parte delle persone delle aree meridionali, utilizzava w.c. di legno prima che diventassero popolari i w.c. dotati di sciaquone. Ogni mattina, una persona appositamente incaricata raccoglieva gli escrementi di ogni famiglia lungo la strada e poi li usava per il compostaggio. Con il rapido sviluppo dell'economia e della popolazione, lo smaltimento degli escrementi è sempre stato un problema urgente nelle città lungo i fiumi.

1.3.3.2 Costruzione e funzionamento dei servizi igienici locali

Il territorio della Cina è vasto ed esiste una grande differenza climatica tra il nord e il sud, con una distribuzione disomogenea delle risorse idriche. Una grande disparità nelle condizioni delle infrastrutture, uno sviluppo economico disequilibrato, e una grande differenza nelle abitudini di vita. Pertanto, nella progettazione dei servizi igienici si dovrebbe tenere in piena considerazione la popolazione, il tasso di utilizzo, la gestione successiva e altri fattori in combinazione con le condizioni reali per realizzare un modello ponderato. Tuttavia, le attuali linee guida per il design dei sanitari sono troppo semplici e



Figura 15: La distribuzione principale della popolazione

24 Cheng H. W., 2010, Citato da Fujian Architecture, Panoramica sull'applicazione del lavaggio dell'acqua di mare a Hong Kong, 2010 (8)

25 Shen Z., Liu H.B., Zhang Y.L., 2019, Lo status quo, i problemi e le contromisure della “rivoluzione del sanitario” cinese, New Rural Development Research Institute of Tongji University, University of Shanghai for Science and Technology Environment and Architecture College, Public on line : China Environmental Management: https://www.sohu.com/a/318781246_761527?qq-pf-to=pcqq.c2c.

rigide, e non prevedono una ricerca specifica sulle “differenze locali”. Vi è una mancanza di un’analisi delle diverse condizioni climatiche regionali, del livello economico e della modalità di utilizzo dei servizi igienici, e ancor meno non vi è uno standard per quanto riguarda il design dei servizi igienici, le norme e le linee guida in relazione alle condizioni locali. Solo formulando linee guida locali in base alle diverse caratteristiche regionali possiamo progettare un sistema di trattamento dei rifiuti organici accettabile per la popolazione, economicamente, conveniente con una manutenzione semplice e che non inquina le reti idriche pubbliche.

Ad esempio, in aree con un ambiente ecologico fragile come le periferie delle città in Cina centrale e occidentale, per la progettazione della rete fognaria e il trattamento delle acque si dovrebbe considerare in modo esaustivo la perdita e la diffusione dell’acqua durante il processo di scarico. Nel progetto si deve adottare un collegamento tra le acque reflue domestiche centralizzate e il sistema di trattamento delle acque reflue domestiche decentralizzato. Nelle aree con scarsità idrica, oltre a utilizzare acqua pulita per il deflusso degli escrementi, il sistema di scarico del WC può essere progettato per utilizzare il recupero dell’acqua prodotta dalle famiglie, dagli edifici e persino dalle comunità. Il progetto può inoltre comprendere un sistema di eliminazione degli escrementi combinato con vari metodi di scarichi con un mix di acqua pulita e acqua e di recupero, o senza acqua, in modo da alleggerire la pressione sull’acqua potabile urbana. Nelle aree caratterizzate da un’economia agricola, di solito c’è una certa domanda per il riciclaggio degli escrementi. Il trattamento dell’acqua di scarico dei sanitari e insieme ai rifiuti organici del bestiame può essere considerato nel suo complesso. Il sistema di raccolta e trattamento degli escrementi umani e animali può essere progettato e pianificato in modo sostenibile, progettando e migliorando il sistema di supporto. Tuttavia, nelle regioni alpine, il ciclo naturale di degradazione degli escrementi è più lungo, per cui l’intervento artificiale può essere utilizzato per accelerare il processo di trasformazione della materia organica e garantire il ciclo chiuso dell’acqua proveniente dai servizi igienici urbani.

1.3.3.3 Servizi di gestione

Nel progetto dei servizi igienici in relazione allo sviluppo urbano è importante il fatto che si possa fornire alle persone un ambiente confortevole e conveniente²⁵. L'uso dei servizi igienici, il mantenimento dell'igiene ambientale e la facilità di pulizia e manutenzione sono requisiti altrettanto importanti della sola realizzazione del progetto del prodotto, e richiedono una gestione complessiva dell'intero sistema.

Nel progetto, la gestione e la manutenzione della rete dei servizi igienici possono essere realizzate stabilendo degli standard di selezione delle tecnologie e dei prodotti correlati: ad esempio, l'integrazione di prodotti deodoranti, la pulizia delle superfici, la sterilizzazione e le altre tecnologie possono ridurre il complicato lavoro di manutenzione quotidiana. Il controllo complessivo del sistema può migliorare attraverso l'uso dell'Internet delle cose, i big data, l'interazione multi-sensoriale e altre soluzioni tecnologiche; in combinazione con il design modulare e il sistema la tecnologia integrata ad altri mezzi. Si può quindi cercare di arrivare a gestire servizi igienici intelligenti a misura umana.

1.4 Conclusione

Il tema della riduzione dell'inquinamento idrico e della progettazione dei servizi igienici sostenibili è problema comune in tutto il mondo. I progetti futuri dovrebbero tenere conto dell'impatto ambientale causato dall'uso dei prodotti i quali dovrebbero essere realizzati integrando le conquiste tecnologiche mondiali più avanzate. Dal punto di vista della manutenzione ambientale urbana, possiamo partire dal controllo dello scarico dell'acqua dei sanitari, una delle fonti di inquinamento dell'acqua, e cercare di raggiungere l'obiettivo di ridurre il consumo dell'acqua utilizzata. Dal punto di vista dello sviluppo economico, è possibile iniziare con la divulgazione e l'applicazione della tecnologia di trattamento degli escrementi raggiungendo l'obiettivo per quanto riguarda la riduzione ed il controllo delle risorse idriche dei servizi igienici, focalizzandosi sullo studio degli standard selezionati della tecnologia in linea con i fabbisogni locali e sviluppando una guida alla progettazione di sistemi per il riutilizzo dell'acqua dei servizi igienici in relazione alle condizioni locali. L'obiettivo dell'innovazione nel design dei servizi igienici, moderni non è solo l'aumento della semplice quantità, l'introduzione di tecnologie avanzate, la nuova progettazione nelle strutture domestiche, ma anche la necessità di combinare una domanda umanizzata, la protezione dell'ecologica, l'estetica e il modello di business per proporre soluzioni di sistema sostenibili.

CAPITOLO 2 DESIGN SOSTENIBILE

“Anticamente le alluvioni e i terremoti erano considerati conseguenze del malgoverno degli Imperatori, e questa teoria non è del tutto astrusa, dato che interventi lungimiranti o dissennati sul territorio possono effettivamente prevenire o causare catastrofi naturali.”

—Serena Omodeo Salè, Elettromagnetismo, geomagnetismo e Feng Shui.²⁶

2.1 Il progetto della sostenibilità

2.1.1 La definizione di sostenibilità

Nel 1962, la pubblicazione del libro del biologo americano Rachel Carson "Silent Spring"²⁷ segnò il risveglio della consapevolezza ecologica umana e l'inizio dell'"era ecologica". Nel 1972, il Club di Roma ha pubblicato il rapporto di ricerca intitolato "I limiti dello sviluppo"²⁸ in cui veniva analizzato il modello di simulazione del sistema mondiale composto da cinque fattori di base: crescita della popolazione, sviluppo agricolo, sviluppo industriale, uso dell'energia e inquinamento ambientale, rivelando quindi l'elevato consumo, l'elevato inquinamento e la distruzione dell'ambiente causate dallo sviluppo economico. Questo tipo di sviluppo economico è in contrasto alla conservazione delle risorse e tutela dell'ambiente, alla conservazione dell'ecosistema terrestre e allo sviluppo della società umana. Il Club di Roma ha promosso direttamente lo sviluppo sostenibile rivelando l'insostenibilità della "crescita elevata". Nel 1972, l'Istituto di tecnologia del Massachusetts definisce lo sviluppo sostenibile nel libro "The Limits to Growth"²⁹ "che era possibile giungere a un tipo di sviluppo che non avrebbe portato al totale consumo delle risorse del pianeta (...)". La definizione oggi ampiamente condivisa di sviluppo sostenibile è quella contenuta nel rapporto Brundtland, elaborato nel 1987 dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo e che prende il nome dall'allora premier norvegese Gro Harlem Brundtland (WCED1987)³⁰, che presiedeva tale commissione. Lo sviluppo sostenibile, lungi dall'essere una definitiva condizione di armonia, è piuttosto un processo di cambiamento tale per cui lo sfruttamento delle risorse, la direzione degli investimenti, l'orientamento dello sviluppo tecnologico e i cambiamenti istituzionali siano resi coerenti con i bisogni futuri oltre che con le

26 Omodeo S. S., 1990, Architettura Design e Natura, Progettare la sostenibilità, Elettromagnetismo, geomagnetismo e Feng Shui. Milano, Nuove iniziative.

27 McLaughlin, D., 2010, Fooling with Nature: Silent Spring Revisited. Frontline. PBS. Archived from the original on March 10, 2010. Retrieved August 24, 2010.

28 Club di Roma, 1972, I limiti dello sviluppo, Roma.

29 Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, Jørgen; Behrens III, William W., 1972, The Limits to Growth; A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. Universe Book, New York.

30 World Commission on Environment and Development, 1987, Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, Oxford.

31 International Council for Local Environmental Initiatives, 1994, Aalborg, Sustainable Cities & Towns in Aalborg, Denmark.

32 Barbier E. B., 2006, Natural Resources and Economic Development, Cambridge University Press, Cambridge.

33 Daly H. E., 1991. Steady-State Economics (2nd ed.). Washington, DC: Island Press.

34 Rifkin J., 2011, The Third Industrial Revolution; How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World. Palgrave Macmillan, London

contraddizione attuali³¹. Nel 1994 l'ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives) ha fornito un'ulteriore definizione di sviluppo sostenibile: "Sviluppo che offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operabilità dei sistemi naturali, edificati e sociali da cui dipende la fornitura di tali servizi". Le questioni economic, sociali e ambientali sono strettamente correlate, si influenzano e completano a vicenda.

L'ambiente è il fondamento dello sviluppo. La sostenibilità ambientale è intesa come capacità di mantenere qualità e riproducibilità delle risorse naturali. Come ha affermato il professor Edward, "It has been suggested that because of rural poverty and overexploitation, environmental resources should be treated as important economic assets, called natural capital"³². Nel 1991, l'economista Herman Daly definisce lo sviluppo sostenibile come: "(...) svilupparsi mantenendosi entro la capacità di carico degli ecosistemi"³³. Pertanto, il concetto ecologico di sviluppo sostenibile richiede che la quantità di risorse impiegate delle attività di produzione umana non possa superare la capacità dell'ambiente o la capacità di rinnovare il sistema ambientale. Il rapido sviluppo della società e il massiccio aumento della popolazione hanno causato un impatto sull'ambiente.

Con l'avvento della terza rivoluzione industriale³⁴ e la divulgazione del concetto di sviluppo sostenibile, le risorse ambientali hanno mostrato crescente importanza nel processo di sviluppo.

Dopo la seconda rivoluzione industriale, le persone usano il modello di sviluppo tradizionale per consumare le risorse ambientali in cambio di un rapido sviluppo economico. Con l'avvento della terza rivoluzione industriale e il concetto di sviluppo sostenibile, le risorse ambientali hanno mostrato crescente importanza nel processo di sviluppo. Tuttavia, le attività umane hanno interrotto la circolazione naturale. Il rapido sviluppo della società e il massiccio aumento della popolazione hanno causato un impatto sull'ambiente. Ad esempio, i gas di scarico industriali e le acque reflue confluiscano nell'ambiente. La raccolta eccessiva di acque sotterranee provoca. La riduzione o l'abbassamento del livello dell'acqua nella città, l'esaurimento dei fiumi, l'inquinamento delle falde acquifere, ecc. Come Serena Omodeo Salè ha sottolineato:

“Lo sviluppo incontrollato e il vertiginoso incremento demografico, hanno messo l’umanità nella condizione insostenibile di non poter più vivere sul reddito del pianeta, che in termini di biomassa proviene dall’energia solare, e a dover invece consumare il capitale ereditario della Terra costituito dall’accumulo millenario di riserve minerali e fossili, comprese quelle idriche, dalla biodiversità e dalla vegetazione³⁵.

Pertanto, il concetto ecologico di sviluppo sostenibile richiede che lo spreco delle attività di produzione umana non possa superare la capacità dell’ambiente o la capacità di rinnovare il sistema ambientale. Il rapido sviluppo della società e il massiccio aumento della popolazione hanno causato un impatto sull’ambiente. È necessario:

- a. Considerando la sostenibilità ambientale come una condizione preliminare, è necessario un piano di ottimizzazione per la struttura industriale regionale, e un layout economico;
- b. È possibile abbinando un comportamento economico sociale umano adeguato alle risorse e alle condizioni ambientali per sviluppare e utilizzare razionalmente le risorse naturali in modo che le risorse rinnovabili possano mantenere la capacità di riproduzione, la capacità di autodepurazione dell’ambiente, evitare di consumare eccessivamente risorse non che rinnovabili;
- c. Infine, comprendere le risorse rinnovabili possono sostituire completamente le risorse non rinnovabili.

L’economia è la base dello sviluppo. Sostenibilità economica intesa come capacità di generare reddito e lavoro per il sostentamento della popolazione. Il primo ministro indiano Indira Gandhi (1917-1984) una volta disse che la povertà è il più grande inquinamento al mondo. Perché da una prospettiva individuale, prima di tutto, se si trae beneficio dall’economia, si potrà avere la garanzia fondamentale del reddito stabile di mantenere la continuità prima di poter continuare a lavorare sostenibile. In secondo luogo, dal punto di vista generale, una spesa economica deve valutare il valore di questa spesa o attraverso un’altra, come ottenere un sussidio per una cosa o sperimentare un servizio o un ambiente migliore, per garantire una spesa continua e sostenibile per l’economia.

Il progresso della società non può essere separato dal progresso

35 Salè S. O., 1990, Architettura Design e Natura, Progettare la sostenibilità. Milano, Nuove IniziaCtive. Energia: consumi attuali e prospettive

36 Barbier E.,B., 2003, Natural Resources and Economic Development, Australian Economic Papers, vol. 42.

37 Brundtland Report, 1987, the World Commission on Environment and Development (WCED)

della produttività e lo sviluppo economico determina la produttività. Quindi non possiamo né consumare energia né inquinare l'ambiente per sviluppare l'economia, né arrestare lo sviluppo economico per proteggere l'ambiente. Come Edward B. Barbier ha sottolineato nel libro "The Concept of Sustainable Economic Development"³⁶:

- a. Lo scopo dello sviluppo sostenibile è massimizzare i benefici economici mantenendo al contempo la qualità dell'ambiente naturale;
- b. L'uso delle risorse oggi non dovrebbe ridurre il reddito effettivo del futuro;
- c. Non è possibile ridurre la ricchezza pro capite al fine di proteggere le risorse dell'ambiente."

Il sociale è l'obiettivo dello sviluppo. Sostenibilità sociale intesa come capacità di garantire condizioni di benessere umano, si riferisce allo sviluppo del processo decisionale, la formazione delle idee e lo sviluppo della tecnologia e il miglioramento della qualità della vita senza pregiudicare l'ambiente o addirittura soccorrendo l'ambiente attraverso l'uso efficiente delle risorse naturali, la diffusione delle energie rinnovabili, la promozione dell'agricoltura biologica, lo sviluppo sostenibile del sistema dei mezzi di trasporto, nuove industrie e nuovi mestieri, stabilità politica e sociale, ecc. Una situazione ecologica e ambientale stabile è la base per uno sviluppo sostenibile, e lo sviluppo sociale è l'obiettivo dello sviluppo sostenibile. L'obiettivo finale della società umana è lo sviluppo sostenibile, per migliorare la qualità della vita umana e creare un ambiente più sano in cui vivere. Il rapporto Brundtland³⁷ chiarisce che nella maggior parte dei casi la sostenibilità sociale è intesa come proibizione di cambiamenti irreversibili nel mondo. In questo senso, la socialità garantisce pari accesso alle opportunità e allocazione delle risorse oltre a garantire i bisogni di base e il patrimonio culturale (vedi S. Bauer 2008); cioè il principio di equità nei tempi contemporanei e generazionali. "Equità contemporanea" significa che le attività che interferiscono con la circolazione naturale non possono superare la capacità di carico massimo della regione. "Equità tra le persone" significa che tutti godono degli stessi diritti e doveri nel sistema ambientale in cui viviamo. "Equità delle generazioni" significa che non si possono

esaurire le risorse naturali che devono essere condivise con le generazioni future. Lo sviluppo sostenibile richiede alle persone moderne di considerare i bisogni attuali senza influire sullo sviluppo delle generazioni future. Poiché ogni generazione ha il diritto di svilupparsi, nessuna generazione può trovarsi in una posizione dominante.

Il concetto di sviluppo sostenibile esiste da mezzo secolo. Il punto di partenza, gli obiettivi e le aree di queste definizioni sono diversi, per questo è difficile formulare una definizione universalmente condivisa. Il significato letterale di “sviluppo sostenibile” è quello di uno sviluppo sostenuto per un lungo periodo di tempo. Uno sviluppo non è sostenibile se l'utilizzo delle risorse naturali supera la capacità di rigenerazione del sistema ecologico naturale. Questo concetto che gira intorno all'economia, si basa sullo sfruttamento delle risorse naturali ottenendo benefici economici che portano al benessere delle generazioni contemporanee garantendo al tempo stesso che il benessere delle generazioni future non venga diminuito. Scienza e tecnologia concorrono a supportare i fabbisogni umani con la premessa di ridurre al minimo il consumo di risorse naturali e l'inquinamento ambientale. Focalizzandosi sull'aspetto sociale, ci si riferisce, quindi, ad uno “sviluppo che migliora la qualità della vita umana senza superare la capacità dell'ecosistema di autosostenersi”.³⁸ Anche se i diversi concetti hanno una loro connotazione, possono essere riassunti come segue: nel processo di sviluppo, è necessario assicurare che i bisogni umani siano soddisfatti, che l'ambiente sia protetto e che i bisogni delle future generazioni di esseri umani siano garantiti. In breve, è necessario assicurare lo sviluppo sostenibile dell'economia, della società e dell'ecologia.

Oggi, quasi tutti sanno che lo “sviluppo sostenibile” è un concetto corretto, positivo e dobbiamo metterlo in atto. Tuttavia, lo sviluppo sostenibile è un processo di cambiamento, non è un risultato del cambiamento. La transizione verso una società sostenibile sarà, un processo lungo e complicato, con conflitti tra i vari bisogni e il sostegno, spesso connotato dalla contraddizione: lavoratori meno pagati ma perseguendo più alti rendimenti. Quindi, se non si interpreta la domanda sostenibile dal punto di vista del design, sarà

38 IUCN (World Conservation Union), UNEP (United Nations Environment Programme) and WWF (World Wide Fund for Nature), 1991, *Caring for the earth: A strategy for sustainable living*, London, Earthscan.

39 Mazini E., Susani M., 1995, *The solid side, il lato solid in un mondo che cambia: side progetti e proposto*, V+K Publishing, Naaredn Olan.

40 Walker S., 2006, *Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice*, London • Sterling, VA, USA.

difficile raggiungere uno sviluppo sostenibile. Dobbiamo adottare una serie di cambiamenti in questa trasformazione per fare in modo che lo sviluppo della società soddisfi i bisogni della generazione attuale senza danneggiare le generazioni future. “A partire dal Summit sull’ambiente svoltosi a Rio nel 1992 si è verificato che i. governi possono accordarsi su provvedimenti favorevoli per l’ambiente, e che questi possono faticare ad essere promossi e messi in pratica a causa della visione di breve periodo che domina nella cultura e nella prassi delle aziende. Occorre che questa cultura e questa prassi cambino. Se produrre e mettere sul mercato prodotti e servizi è uno dei terreni decisivi nella definizione della qualità della vita, le imprese, e in particolare le grandi imprese, devono rendersi conto del potere e degli obblighi che ne derivano e assumersene le responsabilità. Ma per farlo devono avere un’idea più chiara del mondo verso cui si intende andare, del modo per arrivarvi e anche del punto da cui si parte. Cioè dei sistemi produttivi e dei mercati con cui ogni possibile strategia per la sostenibilità deve e dovrà confrontarsi: un quadro realistico di questo punto di partenza, cioè dell’oggi, è indispensabile per poter immaginare delle strade percorribili con cui arrivare a cambiare il domani.”³⁹ Come sostiene Stuart Walker, nessuno sa come sarà un mondo sostenibile, o quali azioni possono portare a quali risultati. Possiamo solo esplorare costantemente il significato di “design sostenibile” con vari tentativi, e cercare di alleviare i problemi attuali che hanno messo a nudo l’irrazionalità, in modo da avvicinarci all’obiettivo dello sviluppo sostenibile.⁴⁰

2.1.2 Strategie per la sostenibilità

Un terreno su cui confrontarsi oggi, come si è già accennato, è quello che concerne il come e il quanto il design possa contribuire a promuovere un'idea di benessere e di qualità sociale coerenti con la prospettiva della sostenibilità ambientale. Troppo spesso agli occhi della gente l'idea di benessere nella società tecnologica e le istanze ambientali appaiono come due autentici antagonisti. Si crede che progettare per la sostenibilità implichi la necessità di abbandonare molte delle innovazioni che il secolo scorso ha portato e di fare un passo indietro. Il design deve affermare e dimostrare che ciò non è vero. Che è possibile creare prodotti progettati nel rispetto dell'ambiente e che allo stesso tempo siano socialmente apprezzabili; siano cioè percepibili come un contributo al miglioramento della qualità della vita... Come sostiene Stefano Marzano, Nell'accettare questa sfida possono essere seguite diverse strade, diverse strategie per la sostenibilità. In particolare, qui ne verranno prese in considerazione quattro: Nuova Eredità, Rent Line, Improve Now, Funzionalità pertinenti.⁴¹

41 Mazini E., Susani M., 1995, *The solid side, il lato solid in un mondo che cambia: side progetti e proposto*, V+K Publishing, Naaredn Olan.

2.1.2.1 Nuova Eredità

Un fattore importante nell'attuale design del prodotto che influisce sulla sostenibilità è il ciclo di vita relativamente breve dei prodotti. Progettare prodotti con cicli di vita più lunghi richiede la comprensione del fatto che i prodotti moderni si sviluppano non solo a causa della durata dei materiali e degli aggiornamenti tecnologici, ma anche a causa degli attaccamenti culturali ed emotivi. I consumatori sono costantemente sopraffatti dall'esplosione di pubblicità ridondante nei mass media, e l'esagerazione delle caratteristiche irrilevanti dei nuovi prodotti porta i consumatori ad obsolezzare i vecchi articoli senza attaccamento. Come sostiene Stefano Marzano: Nella nostra società contemporanea, dove regna la pratica dell'usa e getta... Per rispondere a questa domanda dobbiamo renderci conto di ciò che certi oggetti rappresentano per la gente, facendo nascere il desiderio di possederli anche quando, in termini di funzionamento, sono ormai superati... La nostra sfida è quella di guardare avanti per vedere che tipo di prodotti daranno vita ai ricordi di famiglia delle prossime

42 Mazini E., Susani M., 1995, The solid side, il lato solid in un mondo che cambia: side progetti e proposto, V+K Publishing, Naaredn Olan.

generazioni: la Nuova Ereditd.⁴² Forse una possibile idea per far sì che gli utenti vogliano tenere e usare i prodotti più a lungo è quella di dare loro un significato culturale o un valore emotivo per l'utente, o di trasformarli in un'abitudine per l'utente.

2.1.2.2 Rent Line

Come sostiene Stefano Marzano: se i prodotti nell'ambito della Nuova Ereditd soddisfano appieno il desiderio della gente di possedere e conservare oggetti capaci di veicolare valori culturali e personali, i prodotti Rent Line rispondono ad un'altra fondamentale necessità: la soluzione di problemi di ordine pratico... Esistono alcuni prodotti con i quali vorremmo creare un legame affettivo e che vorremmo ci accompagnassero per un lungo periodo di tempo. Viceversa, esistono altri prodotti di cui abbiamo bisogno solo per il breve arco di tempo in cui devono assolvere un compito particolare.⁴² Una delle tendenze nella produzione e nel consumo è la sostituzione dei prodotti materiali con prodotti immateriali e con servizi, il modo più efficace di rispondere e quello più favorevole anche in termini ambientali, è la sostituzione di una strategia di prodotto basata sulla vendita con una basata sull'affitto.

Inoltre, i servizi a cui si ha accesso attraverso i prodotti Rent Line forniscono informazioni e servizi che potenzialmente portano a ridurre il consumo di materiali ed energia diminuendo la necessità di trasportare persone o merci.

2.1.2.3 Improve Now

Sia che gli utenti vogliano possedere e conservare a lungo tempo un oggetto a cui affidare la propria cultura e sentimenti personali, sia che vogliano noleggiare un prodotto per breve tempo per risolvere problemi pratici, hanno inevitabilmente bisogno di migliorare la durata del prodotto. Questo miglioramento può essere realizzato in due modi. Uno consiste nell'adottare una struttura di prodotto modulare, che sia facile da riparare, sostituire parti e riciclare. Questa strategia dipende in larga misura dalla disponibilità di soluzioni che rendano l'uso ripetuto di materiali e componenti economicamente attuabile coinvolgendo aspetti che vanno dall'organizzazione di sistemi

di raccolta alla valutazione della quantità di energia necessaria per il riciclaggio, ecc.; E l'altro modo è migliorare la durata del prodotto per soddisfare i requisiti di un uso a lungo termine. Questa strategia dipende dalla messa a punto di materiali e trattamenti della superficie che possano essere mantenuti dall'utente e che "invecchino bene". Essi devono deperire il più lentamente possibile e attraverso una serie di fasi in termini culturali, devono assicurare un miglioramento della qualità. Come avviene ad esempio nel caso del legno, del cuoio o del rame: più sono vecchi. Più aumenta il loro grado di attrattiva. Questo è chiaramente fondamentale per i prodotti della strategia Nuova Ereditd.

2.1.2.4 Funzionalità pertinenti

Scaturisce quando un prodotto è eccessivamente carico di caratteristiche che finiscono col confondere l'utente o essere addirittura superflue. Come sostiene Stefano Marzano: La strategia della "Nuova Eredita" dotando il prodotto di valori culturali e personali, rappresenta un modo per contrastare questa reazione. Un'altra modalità consiste nell'assicurarsi che le funzionalità che un prodotto offre all'utente siano esattamente quelle pertinenti rispetto alle esigenze dell'utente.⁴² Per fabbricare tali prodotti su misura, deve integrare fattori ambientali, fattori economici e fattori sociali e le funzioni dei consumatori hanno scegliete al momento dell'acquisto. Nel momento in cui più e più funzioni verranno incorporate nello stesso software piuttosto che nell'hardware, o almeno in componenti programmabili facilmente sostituibili, il concetto del "fatto su misura" sarà più facile da realizzare.



Figura 16: Progettazione sostenibile in senso lato

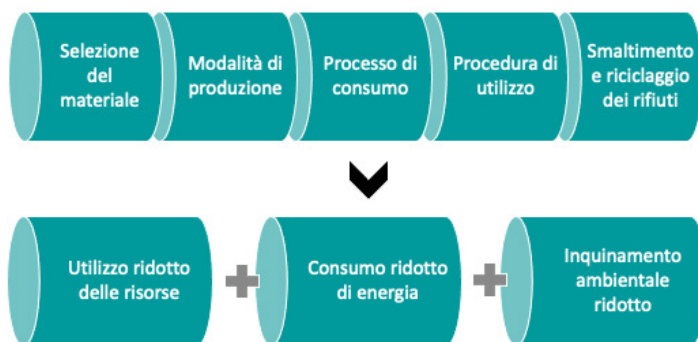


Figura 17: Progettazione sostenibile in senso stretto



Figura 18: Le quattro fasi dello sviluppo sostenibile ----
il tema della progettazione è costantemente migliorato

2.1.3 Design sostenibile

Il “design sostenibile” ha origine dal concetto di “sviluppo sostenibile” come progettazione e produzione attraverso un uso efficiente delle risorse ambientali. L’essenza del design sostenibile è una sorta di progettazione strategica per costruire e sviluppare soluzioni di sviluppo sostenibile, che considera i problemi economici, ambientali e sociali in modo equilibrato, in modo da guidare e soddisfare la domanda dei consumatori.⁴²

42 McLennan, J. F., 2004, *The Philosophy of Sustainable Design*, Ecotone Publishing.

Il design sostenibile è una soluzione ottimale che tiene conto di fattori economici, ambientali e sociali, e comprende osserva il comportamento degli utenti. La chiave è quella di semplificare le azioni sostenibili, adattarle ai modelli di comportamento esistenti e permeare tutti gli aspetti della vita delle persone attraverso i cambiamenti nello stile di vita (Figura 16). L’“idea di consumo”, “modello di business” e “soluzione” devono soddisfare le più alte aspettative sociali, le più basse emissioni ambientali e il minor consumo di risorse, il beneficio economico e lo sviluppo delle imprese. È necessario applicare una strategia di innovazione ottimale per fare pieno uso delle risorse, risparmiare energia e proteggere l’ambiente. Sulla base della teoria della progettazione sostenibile, in questo studio vengono indagati progetti, comportamenti, sistemi, stili di vita, città, comunità ed edifici sostenibili.

In senso stretto, la progettazione sostenibile richiede che nel processo di sviluppo del concept di un prodotto e nell’intero processo tecnologico di produzione, applicazione dei materiali, recupero dei rifiuti e così via, si debba prestare attenzione all’impatto sull’ambiente, favorendo il miglioramento ecologico e la protezione ambientale (Figura 17). È necessario tenere in considerazione le caratteristiche delle materie prime e la facilità di smontaggio di ogni parte del prodotto in modo che quando il prodotto viene scartato, i suoi materiali o le parti non danneggiate possano essere recuperate, riciclate o riutilizzate.

La teoria del design sostenibile può essere suddivisa in quattro fasi: green design, design ecologico, design del sistema di servizi e design di equità sociale (Figura 18). La suddivisione in quattro fasi è una generalizzazione del percorso di sviluppo del “design sostenibile”.

2.1.4 Green design

42 Papanek V., 2012, *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. China CITIC Press, Beijing.

43 Sarté B.S., 2010, *Sustainable infrastructure: the guide to green engineering and design*. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey and Canada.

La prima fase del design sostenibile è iniziata negli anni Ottanta e Novanta, e può essere definita la fase del “Green design”. È stata formulata per la prima volta dal teorico americano Victor Papanek nel 1971 in *Design del Mondo Reale, Ecologia Umana e Cambiamento Sociale*⁴² in cui viene proposto il concetto di etica del design, ovvero che un particolare design dovrebbe essere progettato per soddisfare i bisogni delle persone piuttosto che i desideri, e per la prima volta le questioni ambientali erano state incluse negli elementi di base del pensiero progettuale. I designer dovrebbero riconoscere i limiti delle risorse della terra e le loro responsabilità per l’ambiente ecologico e l’ambiente sociale. Il ruolo più importante del design non è quello di creare un valore commerciale, ma di fungere da catalizzatore per il cambiamento sociale. Questo rivela in anticipo il ruolo del design e il ruolo sociale dei progettisti, il che aumenta notevolmente il valore sociale del design e promuove la formazione di valori sostenibili.

Il green design si concentra inizialmente su considerazioni ambientali del prodotto stesso, e richiede che il prodotto sia progettato in modo da ridurre il più possibile l’impatto sull’ambiente e il consumo energetico. La connotazione essenziale è quella di prendere l’attributo ambientale come obiettivo del design del prodotto piuttosto che come condizione limitante, e di far confluire nel prodotto le prestazioni e la qualità che favoriscono la protezione dell’ambiente senza influire sulle prestazioni, la qualità e la durata di vita del prodotto.

Metodi specifici includono la sostituzione di materiali ad alto impatto ambientale con materiali a basso impatto ambientale, la sostituzione di fonti di energia non rinnovabili con fonti di energia rinnovabili e la classificazione e il riciclaggio di prodotti e delle sue parti. Si parte dallo sviluppo di uno studio completo del Ciclo di vita del prodotto dall’acquisizione delle materie prime, il consumo di energia di produzione, la vita utile e il riciclaggio dei rifiuti. I principi della progettazione sono Riduzione, Riciclaggio e Riutilizzo, poi con il progresso dello sviluppo sostenibile e il miglioramento della ricerca sul green design il nuovo principio si baserà sulle risorse rinnovabili del prodotto moderno, la rifabbricazione e l’ampliamento del design⁴³.

Il principio di riduzione richiede che il processo di produzione impieghi la minore quantità possibile di materiali ed energia; Il principio del riutilizzo richiede che il prodotto venga considerato riutilizzabile; Il principio del riciclaggio richiede che il prodotto possa essere riciclato dopo l'uso, al fine di ridurre lo spreco di risorse; Il principio del recupero richiede che dopo il Ciclo di vita del prodotto, lo scarto possa essere decomposto e riutilizzato, e che lo scarto che non possa essere riutilizzato venga riciclato; Il principio della riprogettazione richiede un'innovazione e trasformazione continua dei prodotti per utilizzare al meglio le risorse nella produzione nelle fasi d'uso e di riciclaggio; Il principio della ri-produzione riprocessa i prodotti usati per ripristinarli al loro stato originale per funzioni simili, rendendoli di nuovo utilizzabili.

Oggi ci si avvale sempre più frequentemente di prodotti noleggiati piuttosto che di prodotti di proprietà. Ciò significa che alla fine del suo ciclo di vita, un prodotto noleggiato avrà generalmente fornito un servizio più intenso e valido rispetto a quello dato dal prodotto posseduto con il risultato che anche la sua qualità ambientale complessiva è migliore.⁴⁴ Ad esempio il bike-sharing (Figura 19), popolare in tutto il mondo, incarna pienamente il principio del green design: riduce il numero di biciclette prodotte attraverso la condivisione; Le biciclette danneggiate vengono riciclate dopo essere

44 Mazini E., Susani M., 1995, *The solid side, il lato solid in un mondo che cambia: side progetti e proposto*, V+K Publishing, Naaredn Olan.



Figura 19: Ofo cycle

state smontate per cui vengono rispettati i principio di Riutilizzo e Riciclaggio. Le biciclette danneggiate che non possono essere utilizzate verranno restituite alla fabbrica e riparate. Vengono quindi applicati i principi di Recupero e Rifabbricazione. Inoltre, le applicazioni facili da usare possono aiutare gli utenti ad accedere al servizio in qualsiasi momento e ovunque senza la necessità di doversi prendere cura e mantenere le bici.

Attualmente, la modalità di realizzazione di uno “stile di vita verde” è l’argomento più importante nella promozione del green design. L’interazione tra uomo e natura si riflette principalmente nella produzione e nella vita dei prodotti, i quali scopi sono quelli di soddisfare i bisogni delle persone trasformando le risorse naturali in prodotti. La promozione della coscienza del consumo green è particolarmente importante nel presente, ed è un mezzo efficace per regolare il comportamento consumistico delle persone. Quindi, la formazione del concetto di consumo green che guida il design è il punto focale dello sviluppo di uno stile di vita green e guida il pubblico a partecipare alla pratica dello sviluppo sostenibile. Ciò richiede il lancio di prodotti green da parte degli sviluppatori, in cui i designer si devono assumere la responsabilità dello sviluppo sostenibile e il settore dell’istruzione deve prestare attenzione alla divulgazione dei valori green agli studenti.

Poiché il processo che va dalla generazione di un concetto alla formazione di un concetto completo è lungo, l’idea di Papanek, sebbene controversa quando è stata proposta la prima volta, non è stata presa in considerazione o implementata dall’industria del design nel periodo in cui le persone erano in competizione per lo sviluppo economico e i benefici materiali. Con lo scoppio di due crisi energetiche a livello mondiale negli anni Settanta, la coscienza della protezione ambientale, la coscienza green e l’ecologia sono state riconosciute dai paesi occidentali sviluppati, dando il via alla tendenza del “green design”. È proprio per i limiti della “crisi urgente” che il concetto iniziale di green design rimane come “intervento post-processo”, cioè il trattamento finale adottato dopo la consapevolezza dei “problemi e dei pericoli”, in modo da mitigare e rimediare all’inquinamento generato. Sebbene sia utile per eliminare l’incidenza dell’inquinamento, ha ridotto in una

certa misura l'intensità del danno e prolungato la vita del prodotto. In effetti, in base al concetto dell'inquinamento e di trattamento, è difficile risolvere fundamentalmente il conflitto tra lo sviluppo economico e la protezione ambientale.

45 Desmond K., 2008, Arthur George Tansley, pubblicati online: doi/10.9774/GLEAF.978-1-909493-73-5_70

46 Vernon R., 1966, International investment and international trade in the product cycle, The quarterly journal of economics, vol.80, Numelo 2, Harvard

2.1.5 Eco-design

Con lo sviluppo e la pratica della teoria del green design, i designer si sono resi conto che solo l'intervento sul prodotto non poteva risolvere completamente il problema dell'inquinamento ambientale e dello spreco di risorse. L'ecologo britannico Arthur George Tansley ha proposto il concetto di "ecosistema"⁴⁵. Gli organismi non possono essere separati dal loro ambiente ma devono interagire e solo dipendenti l'uno dall'altro per formare dipendono l'uno dall'altro per formare un ecosistema naturale con un certo flusso di energia, ciclo dei materiali e trasmissione delle informazioni secondo determinate regole. Se l'impatto delle attività umane sull'ambiente supera un certo limite, e l'autoregolazione dell'ecosistema ambientale collassa, si metteranno inevitabilmente in pericolo la sopravvivenza e lo sviluppo degli esseri umani e delle altre creature. Quindi viene formalmente proposto il concetto di "design ecologico".

Il design ecologico iniziale è la progettazione dell'intero processo del Ciclo di vita del prodotto. Non si concentra solo sul risultato finale, ma considera anche in modo globale i problemi ambientali in varie fasi, aspetti e collegamenti definiti "interventi di processo". In particolare, il "design ecologico" comprende i seguenti elementi: il consumo di energia nel processo di produzione del prodotto; lo smaltimento di acqua, aria e suolo inquinati; l'inquinamento rumoroso, vibrazioni, radiazioni e campi elettromagnetici; la generazione e lo smaltimento dei materiali di scarto.

La teoria del Ciclo di vita del prodotto è stata proposta da Raymond Vernon nel 1966, professore dell'Università di Harvard, nel suo articolo "Investimento e Commercio Internazionale nel Ciclo del Prodotto"⁴⁶ Il Ciclo di vita Sostenibile (LCDS) si riferisce all'intero processo che va dallo sviluppo allo smaltimento di un prodotto, e viene suddiviso in sei fasi: progettazione, produzione, uso, manutenzione, riciclaggio e smaltimento. Nel design si considera in modo esaustivo la sostenibilità dell'intero ciclo di vita del prodotto nella fase di progettazione, l'impatto sull'ambiente, l'economia e la società, in particolare nella selezione dei materiali, nella progettazione del prodotto, nella produzione, nel trasporto, nella vendita, nell'uso e nella trasformazione

e si propongono idee sostenibili per lo sviluppo e la progettazione del prodotto per massimizzare il beneficio delle risorse e l'utilizzo dell'energia. I designer dovrebbero partire dalla fonte di intervento nella fase di progettazione del prodotto utilizzando energia pulita per minimizzare l'impatto ambientale, utilizzare un'energia efficiente per sostituire l'energia ad alto inquinamento, utilizzare materie prime rinnovabili per sostituire le materie prime non rinnovabili e infine raggiungere l'obiettivo ideale di zero inquinamento e nessun consumo di risorse non rinnovabili. Adottare una modalità di produzione pulita dell'intero ciclo riduce il rischio di una produzione inefficiente e lo spreco di materie prime; e, nell'utilizzo del prodotto, riduce, al minimo il carico ambientale. Quando i prodotti raggiungono il termine di vita utile, i pezzi e i materiali di ricambio saranno riutilizzati costituendo le materie prime dei nuovi prodotti. In questo modo si forma un ciclo sostenibile senza rifiuti, senza inquinamento, rinnovabile e chiuso. La valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment-LCA)⁴⁷ di un prodotto è un mezzo importante per realizzare un "design ecologico". La valutazione del ciclo di vita (Life Cycle Assessment-LCA) è una tecnica per analizzare gli aspetti ambientali e gli impatti potenziali lungo tutta la vita di un prodotto (dalla culla alla tomba), ovvero dalla acquisizione delle materie prime, attraverso la fabbricazione e l'utilizzazione, fino al fine vita. Quest'ultimo comprende le 4 possibili opzioni di riuso, riciclaggio, recupero energetico e smaltimento in discarica.⁴⁸ Utilizza metodi sistematici e indicatori quantitativi per guidare e standardizzare il processo di progettazione. La LCA sta diventando un elemento chiave della politica ambientale in molti paesi del mondo, tra cui la Cina. Il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) ha condotto progetti di ricerca sullo sviluppo di prodotti ecologici con l'Istituto Rathenau nei Paesi Bassi e la Delft University of Technology, pubblicando nell'aprile del 1997 il libro *Eco-Design: un Approccio Promettente alla Produzione e al Consumo Sostenibile*⁴⁹. Il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) e la Società Internazionale di Tossicologia e Chimica Ambientale (SETAP) hanno lanciato nel 2002 l'Iniziativa del Ciclo di vita per condurre uno studio approfondito e completo sulla gestione del Ciclo di vita (LCM). Il 6 luglio 2005, il Parlamento Europeo e il Consiglio Europeo hanno

47 Life Cycle Assessment <http://www.corbion.com/about-corbion/sustainability/life-cycle-assessment>

48 A cura di Pietroni L., Barbera S., 2001, *L'eco-innovazione di prodotto nelle imprese Italiane*, atti del convegno Università di Roma "La Sapienza" 13 giugno 2001, Fise Servizi Editore, Roma.

49 Brezet H., Hemel V.C., 1997, *EcoDesign: A promising approach to sustainable production and consumption*, a disposizione online: [doi:http://dx.doi.org/](http://dx.doi.org/)

49 Brezet H., Hemel V.C., 1997, EcoDesign: A promising approach to sustainable production and consumption, a disposizione online: [doi:http://dx.doi.org/](http://dx.doi.org/)

adottato la Direttiva EUP sui requisiti di progettazione ecologica dei prodotti che consumano energia. Recentemente sono stati sviluppati gli standard internazionali ISO della serie 14020 che definiscono tre tipi di etichettature ambientali: Type I (ISO 14024)-etichette, garantite da terze parti, i cui criteri si basano su un approccio life cycle, Type II (ISO 14021) - autodichiarazioni; Type III (ISO 14025) - dichiarazioni che forniscono informazioni quantificate sugli impatti ambientali dei prodotti basate sull'analisi del ciclo di vita (LCA).⁴⁹

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente Italiano (ANPA) ha puntato sullo sviluppo dell'informazione ambientale con la pubblicazione della Banca dati I-LCA a supporto degli studi di valutazione del ciclo di vita (LCA - Life Cycle Assessment), e le dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD-Environmental Product Declaration), credendo fortemente che l'aumento dell'informazione ambientale a disposizione delle imprese e dei consumatori possa generare, come conseguenza naturale, un aumento della domanda di prodotti più ecologici. La Banca dati I-LCA, che costituisce il primo esempio in Europa di banca dati pubblica, contiene informazioni sugli impatti ambientali di prodotti, processi e servizi di interesse per lo scenario italiano. La EPD è uno strumento informativo utile alle aziende che vogliono comunicare al mercato la prestazione ambientale del ciclo di vita dei propri prodotti e servizi. La Commissione Europea nel libro verde sulla politica integrata relativa ai prodotti propone di rafforzare e riorientare le politiche ambientali concernenti i prodotti, al fine di puntare verso un modello di crescita e miglioramento della qualità della vita, che crei ricchezza e competitività sulla base di prodotti più ecologici. L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) ha puntato sullo sviluppo dell'informazione ambientale con la pubblicazione della Banca dati I-LCA a supporto degli studi di valutazione del ciclo di vita (LCA-Life Cycle Assessment), e sullo sviluppo di un sistema per la redazione e la convalida delle Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD-Environmental Product Declaration).

La banca dati I-LCA si tratta di uno strumento innovativo e concepito per una molteplicità di utenti delle imprese, i decisori e i pianificatori pubblici, utenti della ricerca e più in generale tutte le organizzazioni

non governative che si occupano di tematiche ambientali. L'autorevolezza tecnico-scientifica di tale strumento, garantita non solo dalla realizzazione e dalla gestione curate direttamente da ANPA, ma anche dalla partecipazione dei maggiori esperti internazionali di LCA, ne assicura la qualità dei dati, attraverso la scelta delle fonti bibliografiche più accreditate, secondo il principio della condivisione dell'informazione e delle sinergie delle competenze. La realizzazione di questa Banca Dati, concepita e gestita nel quadro italiano, l'obiettivo della I-LCA è fornire validi elementi in forma di dati rappresentativi e funzionali all'elaborazione dell'inventario a supporto della valutazione del ciclo di vita dei prodotti.

La EPD basata sulla Valutazione del Ciclo di Vita, e rappresenta il fondamento metodologico da cui scaturisce l'oggettività delle informazioni fornite, e fornisce i principi e gli schemi operativi per la qualificazione ambientale del prodotto. Mediante la dichiarazione, le organizzazioni sono in grado di veicolare ai distributori ed ai consumatori, dati oggettivi, confrontabili e credibili sulle prestazioni ambientali dei propri prodotti e servizi. Altra caratteristica qualificante della EPD, è la possibilità di classificare prodotti o servizi in gruppi ben definiti, in modo da consentire, a beneficio dei destinatari della Dichiarazione, l'effettuazione di confronti mirati all'identificazione dei prodotti che rispondano meglio alle esigenze di compatibilità ambientale. La EPD consente inoltre, in particolare a imprese produttrici di manufatti ad elevato contenuto tecnologico, di fornire informazioni affidabili sui propri prodotti ed in particolare sulle singole componenti dei prodotti stessi, ciascuna delle quali è caratterizzata da un potenziale impatto sull'ambiente. Infine, ciò che rende la EPD estremamente trasparente, è la credibilità delle informazioni contenute nella dichiarazione, assicurata dall'intervento imparziale di un organismo accreditato indipendente, la cui funzione è quella di garantire la validità dei contenuti della dichiarazione, e la rigorosità del sistema.

Uno dei casi tipici dell'applicazione della valutazione del ciclo di vita del prodotto è l'applicazione del bambù (Figura 20). Innanzitutto, per quanto riguarda il materiale stesso, il bambù non pesa sull'ambiente ed è un materiale rinnovabile, con un ciclo di crescita breve, un alto



Figura 20 Prodotti in Bambù

rendimento, un'alta resistenza e un prezzo basso, ecc. Inoltre, il materiale è morbido e lucente, liscio al tatto, elastico e di odore fresco, per cui il potenziale di applicazione è elevato. In termini di produzione, i moderni prodotti di arredamento in bambù sono generalmente realizzati con metodi standardizzati e modulari al fine di migliorare l'efficienza della produzione e raggiungere la produzione di massa. In più, i materiali avanzati dal processo di produzione possono essere utilizzati come materie prime per assi di legno, tavole di bambù leggere, tavole di bambù pesanti e altri materiali composti da bambù (Figura 21) che preservano le caratteristiche eccellenti del bambù stesso come la traspirabilità e la durezza e mantenendo anche la naturale sensazione estetica della struttura del bambù, realizzando prodotti in bambù con zero rifiuti. Infine, gli oggetti in bambù possono essere frantumati e interrati dopo il Ciclo di vita utile, con un breve periodo di decomposizione e l'impatto ridotto sul suolo e sull'ambiente.

Un altro esempio di design ecologico è il marchio spagnolo ALONDRA che produce letti per bambini. Il Ciclo di vita sostenibile del prodotto si riflette principalmente nei cambiamenti apportati nel design modulare per quanto riguarda il trasporto, uso, manutenzione, demolizione e ad altri aspetti. Il design modulare del prodotto abbrevia lo sviluppo e la produzione del prodotto. La standardizzazione del processo di produzione garantisce il miglioramento dell'efficienza, e il cambiamento della modalità di collocazione e combinazione tra i moduli porta alla trasformazione delle funzioni del prodotto e soddisfa le diverse esigenze degli utenti.

Il concetto del design di ALONDRA è quello di

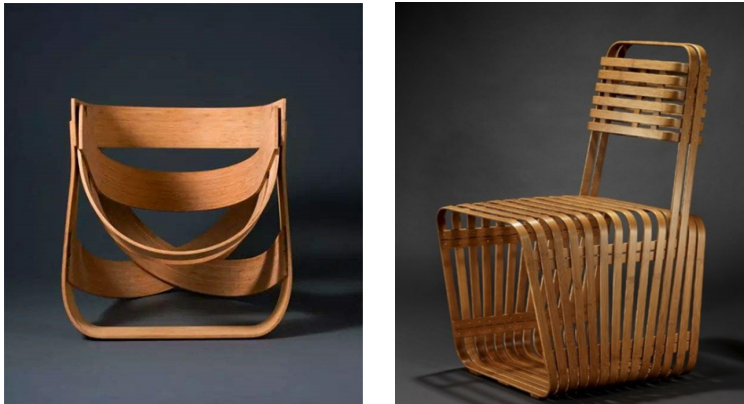


Figura 21: Mobili in bambù ricomposto



Figura 22: Alondra letto per bambini per crescere con saggezza, Spagna

cambiare la funzione dei prodotti attraverso lo smontaggio (Figura 22), l'aumento, la diminuzione e la ricombinazione tra i moduli, in modo da realizzare un uso sostenibile dei prodotti. La funzione originale del prodotto è quella di culla, con la crescita dei bambini, i prodotti vengono gradualmente completati e trasformati in letti e scrivanie tramite la riorganizzazione dei moduli. Il design rimovibile assicura la comodità di trasporto del prodotto. La forma dei moduli standard e la combinazione flessibile garantiscono la semplicità d'uso del prodotto. Il design modulare della struttura del prodotto e delle parti funzionali garantisce la facilità di manutenzione la manutenzione. Il processo di ricombinazione dei moduli massimizza il tasso di utilizzo dei componenti strutturali e prolunga la vita utile del prodotto. Il concetto di "economia circolare"⁵⁰ è un'estensione dell'applicazione

50 The Circular Economy Concept - Regenerative Economy. URL consultato il 6 novembre 2016.

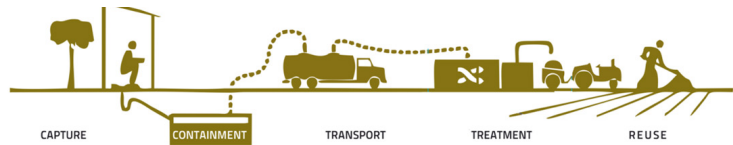


Figura 23: Life Cycle Analisi

51 Huang Y. Z., 2017, Circular Economy, Tianxia Magazine Co., Ltd., China

della teoria del Ciclo di vita dal processo di produzione del prodotto al processo di produzione agricola, processo di consumo e vita della comunità (Figura 23). Economia circolare è una locuzione che definisce un sistema economico pensato per potersi rigenerare da solo garantendo dunque anche la sua ecostenibilità. Secondo la definizione che ne dà la Ellen MacArthur Foundation, in un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera.

I presupposti progettuali sono i seguenti:

- a. Ridurre o addirittura eliminare gli sprechi degrado e riciclando;
- b. Utilizzare il design modulare che può facilitare l'assemblaggio, la riorganizzazione, lo smontaggio e il riciclaggio del prodotto, riducendo i costi di manutenzione e di gestione del prodotto;
- c. Le energie rinnovabili vengono utilizzate risparmiando risorse, riducendo la dipendenza da quale dall'energia stesso;
- d. Comprendere il sistema da una prospettiva macro. Capire come ogni componente di un sistema di grandi dimensioni interagisce e prestare attenzione alla pertinenza generale dei componenti;
- e. Mantenere il massimo valore di design scarti, con l'idea di trovare un valore aggiuntivo sempre. Ad esempio, se i rifiuti alimentari vengono bruciati, è possibile ottenere zero rifiuti; Tuttavia, esiste ancora un livello più elevato di utilizzo che può essere come fertilizzante o produzione di biogas, producendo un valore più elevato ed evitando un trattamento "ad alto consumo di energia e senza valore".⁵¹

2.1.6 Design dei servizi

Siamo alla fine del prodotto industriale. non evidentemente perché si cesserà di produrre o scompariranno le industrie. ma nel senso che si sta chiudendo quel grande ciclo in cui esso rappresentava il cuore stesso dello sviluppo della civiltà. Ogni età della produzione materiale è stata caratterizzata da un baricentro intorno al quale si organizzava l'investimento tecnico, estetico e culturale. Nel Medioevo il centro focale era rappresentato dalla costruzione delle cattedrali. Nel secolo scorso sono state le grandi opere di ingegneria a svolgere un ruolo di traino. il Novecento verrà invece ricordato come l'età della merce estetizzata⁵². Sakaiya Taichi, uno studioso giapponese, ha riassunto il concetto di valore della società industriale come "consumare di più" e "soddisfare al massimo il desiderio materiale della gente". Nella società moderna, le persone prestano grande attenzione alle cose materiali e visibili, ma ignorano quei valori intangibili e invisibili che esistono al di fuori del materiale. Lester Russel Brown, uno studioso americano, ha affermato nel suo libro "Costruire una Società Sostenibile"⁵³ nel 1981 che i valori sono la chiave dello sviluppo sostenibile, non solo perché possono influenzare il comportamento delle persone, ma anche perché possono determinare il focus dello sviluppo sociale, determinando quindi la capacità di sopravvivenza sociale. Quindi dobbiamo cambiare i valori universali della supremazia della produzione e del consumo nella società industriale. Dobbiamo inoltre renderci conto che non esiste un concetto di sviluppo corretto e una comprensione etica obiettiva del coordinamento e dell'equilibrio dell'ambiente, della società e dell'economia, e non dobbiamo cambiare e adattare i rapporti sociali, i rapporti di produzione e gli stili di vita produttivi degli esseri umani. È difficile raggiungere l'obiettivo dello sviluppo sostenibile affidandosi alla moda, al gusto, al lusso e al massimo godimento materiale dei prodotti per stimolare il mercato, e affrontare i rischi dell'inquinamento dopo il processo di produzione o controllare l'impatto ambientale durante il processo di produzione. La realizzazione dello sviluppo

52 Mazini E., Susani M., 1995, *The solid side, il lato solid in un mondo che cambia: side progetti e proposto*, V+K Publishing, Naaredn Olan.

53 Brown L. R., *Eco-Economy: Building an Economy for the Earth*, Routledge, New York.

54 Moritz S., 2005, Service design: practical access to an envolving field, http://stefan-moritz.com/_files/Practical%20Access%20to%20Service%20Design.pdf.

55 Vezzoli C., 2018, Design for Environmental Sustainability — Life Cycle Design of Products, 2nd edition: Springer-Verlag London Ltd.

sostenibile dell'economia sociale dipende dal cambiamento dei valori e delle modalità di consumo delle persone. Pertanto, l'attenzione al "modello di consumo" sostenibile è diventato il focus centrale della ricerca sul design sostenibile, e il "design del sistema dei servizi" che mira a sua volta all'innovazione sociale diventato uno dei temi più recenti nella ricerca in ambito di design.

Il designer Stefan Moritz ha proposto una definizione di design dei servizi: "accesso pratico ad un campo coinvolgente"⁵⁴. Per "Design dei servizi" si intende la creazione di nuovi servizi o il ripensamento di servizi già esistenti per renderli più utili, pratici e necessari per gli utenti, e più efficienti ed efficaci per le organizzazioni. Pertanto, il design dei servizi è un nuovo campo multidisciplinare integrato per fornire ai consumatori servizi immateriali per soddisfare qualsiasi fabbisogno. Il concetto di servizi ridefinisce significativamente il concetto di consumo come un modo per soddisfare i bisogni piuttosto che per acquisire elementi materiali. Il design dei servizi è stato interpretato per un lungo periodo di tempo come regalo promozionale per i prodotti. Invece di soddisfare la domanda originale attraverso il design dei servizi, quest'ultimo ha stimolato il consumo di prodotti, incoraggiato il consumismo, accelerato il consumo di risorse e aggravato il consumo insostenibile.

Il professor Carlo Vezzoli del Politecnico di Milano ha perfezionato il concetto di design dei servizi spostando l'attenzione dal servizio come entità materiale a servizio come tramite di ricerca di soluzioni⁵⁵ (From the device of products to the contrive of "solutions"). Le soluzioni potrebbero consistere in un prodotto materiale o in un servizio non materiale. Egli fa una chiara distinzione tra design dei servizi e design dei prodotti, classificando il design materiale come prodotto e il design non materiale come servizio. Si mira quindi alla ricerca di soluzioni con i servizi che si distinguono dai prodotti accessori. Un servizio non può esistere senza materiali né può consumare completamente energia e risorse. Ad esempio, per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico comunale, i consumatori godono del servizio dell'acqua di rubinetto, ma gli impianti di depurazione dell'acqua, la rete idrica, gli impianti di depurazione delle acque reflue sono tutti elementi tangibili, e la

produzione di rubinetti consumano anche energia e risorse.

Sulla base della definizione di design dei servizi, il Professore Dai Fuping dell'Università di Jiangnan ha ulteriormente migliorato la definizione⁵⁶: "il design di un servizio è il processo aziendale in cui il fornitore progetta la funzione, la proprietà o le informazioni con l'obiettivo di realizzare e soddisfare gli interessi dei consumatori". Egli definisce il servizio come il processo di interazione tra designer e utente. Il design dei servizi è la progettazione del processo di interazione tra fornitore di servizi e cliente. Questo estende il concetto di progettazione congiunta e di innovazione collaborativa. In tal modo non si invita l'utente a partecipare alla progettazione e all'innovazione, ma lo si invita a descrivere le caratteristiche del servizio portando alla creazione di un valore condiviso tra designer e utenti. Dopotutto, senza le risorse fornite dagli utenti, il servizio non può essere realizzato.

Ezio Manzini, ha proposto un approccio progettuale sostenibile basato sul concetto di design dei servizi⁵⁷. Dato che "servizio" è diverso da "design" che viene solitamente associato a "prodotto materiale", in un contesto aziendale vengono integrati molti fattori legati al design, come i prodotti e i servizi, per costruire soluzioni sostenibili per soddisfare le specifiche esigenze dei consumatori e per creare nuove soluzioni olistiche dei "modelli di business". Quindi il design dei servizi è diverso dal green design e dal design ecologico. Va oltre l'attenzione generale dei "prodotti materiali": non si considerano solo i fattori ambientali, ma si sostiene anche la necessità di tenere conto delle esigenze degli utenti, dai benefici economici, i benefici sociali e l'esperienza culturale tramite una strategia globale di innovazione per realizzare una gestione sistematica delle risorse ambientali e sociali. Con lo sviluppo del design dei servizi si è stabilito:

- a. Un metodo di design dei prodotti basato sul "servizio condiviso: I servizi condivisi sono un modello di business che consente di sfruttare le risorse in un'intera organizzazione con conseguente riduzione dei costi con i livelli di servizio clienti concordati"⁵⁸;
- b. Un metodo di design dei prodotti sostenibili basato sull'"innovazione sociale: l'innovazione sociale è un processo di cambiamento basato su strategie e idee che portano a soddisfare lo sviluppo economico e

56 Dai F. P., Xin X. Y., 2016, Research on the definition of service design based on Phenomenological method, ZhuangSi, vol.282, Wuxi, China.

57 Vezzoli C., & Manzini E., 2007, Design per la sostenibilità ambientale. Milano, Zanichelli, 2 edizione

58 Shared Services, <https://www.peeriosity.com/shared-services/articles/2017/08/what-is-shared-services/>

59 Howaldt J., Schwarz M., 2010, Social Innovation: Concepts, research fields and international trends, IMO international monitoring.

60 Hamari J., Sjöklint M., Ukkonen A., 2016, The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption, in Journal of the Association for Information Science and Technology, vol. 67(9).

61 Ertz M., Durif F., Arcand M., 2019, A conceptual perspective on collaborative consumption, in AMS Review, vol. 9(1).

62 2020, Business Models Shaping New Mobility, pubblicato online: www.wsp.com.

sociale di una determinata comunità di riferimento.”⁵⁹;

c. Un metodo di design sostenibile basato sull’”economia circolare”.
”L’economia condivisa: l’economia collaborativa, o economia condivisa (sharing economy), è un modo di distribuire beni e servizi che differisce dal tradizionale modello di società che assume dipendenti e vende prodotti ai consumatori. Nell’economia della condivisione, si dice che le persone fisiche prendano in locazione o “condividano” beni mobili e immobili come la propria auto, casa e tempo personale con altri soggetti in modo peer-to-peer.”⁶⁰⁻⁶¹⁻⁶²

Nel concetto di condivisione, l’obiettivo finale dei consumatori che acquistano prodotti non è quello di ottenere il prodotto materiale in sé, ma di ottenere i servizi forniti dai prodotti. Il modello di consumo condiviso aiuta a guidare i consumatori ad acquistare prodotti da utilizzare attraverso il noleggio, il prestito e altre modalità, invece di possedere semplicemente i prodotti. Ad esempio, in molti fast food e stazioni della metropolitana è possibile usufruire della stazione di ricarica condivisa, caso tipico del modello di economia condivisa. Dal punto di vista economico, quasi tutti gli utenti di smartphone sono disposti a pagare circa 1 euro per una ricarica completa della batteria quando sono fuori casa. Poiché una stazione di ricarica viene noleggiata almeno 4 ore ogni giorno, si stima che il costo di produzione della stazione di ricarica possa essere recuperato entro due mesi. Il Ciclo di vita di una stazione di ricarica è di 1-2 anni, e le entrate in modalità di condivisione sono pari a 10 volte il costo di vendita. Dal punto di vista sociale, questa è una manifestazione di utilizzo razionale delle risorse sociali, evitando l’indolenza e migliorando l’efficienza dell’uso delle risorse e delle energie.

Il metodo teorico della “fisica del design” proposto dal Professore Liu Guanzhong dell’Università di Tsinghua è sostanzialmente coerente con il “design dei servizi” definito dal professor Ezio Manzini. Il Professore Liu Guanzhong ritiene che il design non sia un obiettivo, ma un modo per risolvere i problemi, e che lo scopo sia quello di migliorare la qualità della vita. Pertanto, la comprensione ragionevole del design dei servizi si basa sull’integrazione di tutti gli elementi materiali e immateriali, prendendo l’esperienza e il servizio come mezzo per sostituire il consumo di prodotti materiali, mirando a

ridurre l'esaurimento delle risorse e l'inquinamento ambientale e migliorando la qualità della vita sociale, prendendo la costruzione di un sistema di produzione e di consumo di valore come l'attività ideale di design creativo⁶³. Il professor Ezio Manzini descrive questo modello futuro socialmente innovativo come "green, sociale e interconnesso". Rispetto all'economia delle materie prime, il concetto di economia dei servizi è di grande aiuto nell'uso razionale e nella distribuzione delle risorse materiali. Il continuo sviluppo e approfondimento del concetto di design dei servizi è la manifestazione concreta di questa riflessione. L'economia dei servizi non è una "produzione inversa" ma un sistema di produzione e consumo sostenibile. Proprio come nell'esempio descritto precedentemente sul bike-sharing, sebbene il modello rispondesse ai criteri di valutazione del green design e del design ecologico, è stato interrotto forse perché il modello di "servizio" non era stato stabilito correttamente nella fase di pianificazione del progetto. Questo poiché il piano di progettazione deve considerare non solo il costo di produzione della prodotto, ma anche i costi di gestione del servizio.

Il progetto di bike-sharing mira a risolvere il problema dell'"ultimo chilometro dalla stazione metropolitana al luogo di lavoro/casa" portando quindi inevitabilmente alla migrazione in massa delle biciclette. Dopo l'ora di punta mattutina, solo circa la metà degli utenti torna in bicicletta all'ingresso della metropolitana, a causa dell'abbondanza di attività serali in città e della popolarità del passaggio tra colleghi. Pertanto, per mantenere in vita l'operazione, è necessario impiegare un gran numero di persone per trasportare le biciclette sparse in città fino alla stazione della metropolitana. È questo alto costo di gestione che elimina i reali benefici del bike-sharing (Figura 24). Se fosse stato condotto uno studio completo sui requisiti di design dei servizi fin dalla fase di proposta iniziale, si sarebbe potuto adottare un approccio commerciale più razionale per raggiungere una redditività sostenibile del progetto.

Il design è un ponte che collega la produzione al consumo. Il design può essere uno strumento per stimolare l'impulso al consumo delle persone, oppure può essere trasformato in un mezzo per sostenere il consumo sostenibile. Con l'ampliamento del campo del design sostenibile si

63 Liu G. Z., 2018, The design methodology, Shanghai People's Fine Arts Publishing House, Shanghai.



Figura 24: Il progetto di bike-sharing OFO ---- i veicoli rottamati si accumulano come montagne

amplia anche la portata del “design di prodotto” convenzionale in cui i designer si assumono maggiori responsabilità sociali. I designer dovrebbero aderire alla coscienza ecologica della responsabilità per se stessi e per gli oggetti utilizzati, e dovrebbero chiarire che il design non dovrebbe servire solo per il business, e più fondamentale, non dovrebbe servire solo per la ricerca del profitto. A causa dei vari aspetti della natura e della società legati al design sostenibile, ogni opera di design sostenibile può essere considerata come un sistema di ingegneria sociale. Pertanto, è possibile che gli interventi di progettazione sostenibile producano risultati realistici comprendendo e padroneggiando quante più conoscenze e informazioni possibili in campi multidisciplinari e multisociali e svolgendo attivamente una cooperazione multidisciplinare e multisettoriale.

2.1.6 Design future-oriented

Oggi, il concetto sistematico di “design sostenibile” viene ulteriormente approfondito e perfezionato estendendosi all’armonia sociale e al mondo spirituale ed emotivo delle masse sotto l’impatto della globalizzazione. Il design future oriented nasce dal desiderio di equità e armonia sociale. Corrisponde inoltre all’espansione e al miglioramento del “design sostenibile” in termini di contenuti, e comporta lo sviluppo sostenibile della cultura locale, il rispetto della diversità culturale e delle specie, l’attenzione ai gruppi vulnerabili e alla promozione di modelli di consumo sostenibili ecc.⁶⁴

“Equità dei consumi”⁶⁵ significa che tutti possono consumare beni e condividere le risorse in modo equo, il che deriva dal principio di equità dello sviluppo sostenibile. Questo principio può essere inteso come il diritto relativamente equo di utilizzare le risorse sociali tra la stessa e diverse generazioni. A causa dello sviluppo disequilibrato a livello sociale ed economico, la distribuzione disuguale della ricchezza sociale e il crescente divario tra ricchi e poveri, poche persone ritengono la maggior parte della ricchezza sociale. Molti progetti si concentrano sul servizio della “minoranza” che rende la vita dei ricchi più prospera e migliore, mentre progetti rivolti alla gente comune vengono spesso trascurati. Pertanto, il design di prodotto sostenibile sostiene il metodo di progettazione di “equità del consumo” e invita i designer a prestare attenzione alla progettazione del 90% dei consumi e dell’armonia sociale delle persone. Solo soddisfacendo i fabbisogni della stragrande maggioranza dei consumatori nel mondo e prestando attenzione ai loro consumi e alla loro vita, possiamo chiamarlo sviluppo sostenibile e realizzare lo sviluppo armonioso dell’intera società. La transizione verso la sostenibile può innescare nuove forme di comunità la cura dei beni comuni richiede intenti e attenzioni comuni. E, d’altra parte, la ricerca della sostenibilità può costituire il valore condiviso su cui produrre legame sociale.⁶⁶

64 Liu X., 2010, The Notion, Evolution and Practices of Sustainable Design. Creativity And Design, vol.7(2).

65 United Nations, 2015, Sustainable Development Goals (SDGs).

66 Mazini E., Susani M., 1995, The solid side, il lato solid in un mondo che cambia: side progetti e proposto, V+K Publishing, Naaredn Olan.

67 Mencius, 250 a.C.-150 a.C.,
《孟子·公孙丑下》, Chinese
originale: 天时地利人和。

È necessario quindi che i designer prestino maggiore attenzione alle esigenze dei gruppi vulnerabili e forniscano loro progetti che riflettano il calore umano e la cura umanistica. L'attenzione del design non dovrebbe essere limitata alla popolazione sana, ma dovrebbe anche tener conto dei gruppi vulnerabili per quanto riguarda la sicurezza alimentare, la sicurezza dell'acqua potabile, la sicurezza degli alloggi, la sicurezza dei sistemi sanitari e altre questioni. Si dovrebbe inoltre prendere in considerazione il design umanistico e prestare attenzione alle richieste diversificate delle diverse classi, nazionalità e generi. In realtà, fin dall'antichità, la Cina ha sostenuto la visione dello sviluppo sostenibile attraverso il coordinamento e l'unità delle condizioni favorevoli, delle condizioni geografiche e delle persone (the right time, the right place, the right person)⁶⁷. Il concetto tradizionale cinese di sviluppo sostenibile mira a mantenere l'ordine originario della natura. Sebbene non sia stato formato un sistema teorico perfetto, il concetto è stato ampiamente dimostrato attraverso la produzione e la vita, l'architettura, il servizio sociale e altri aspetti.

2.2 La sostenibilità nella tradizione cinese

2.2.1 Ricerca ecologica

Lo studio dell'ambiente e dell'ecologia fa riferimento alla sintesi delle leggi del clima naturale per l'agricoltura, la caccia e la pesca in accordo con le leggi naturali del ciclo di riproduzione e crescita di animali e piante. Questo può garantire la crescita e la riproduzione di animali e piante, evitare la generazione di contraddizioni tra domanda e offerta, in modo da garantire lo sviluppo sostenibile delle risorse animali e vegetali. Ad esempio, nel periodo primaverile e autunnale, erano state decretate leggi e regolamenti che stabilivano esplicitamente che le montagne e le foreste dovevano essere chiuse durante i periodi di caccia e di pesca per proteggere gli uccelli, gli animali, i pesci e gli insetti che si riproducevano. Confucio propugnava la pesca con le canne piuttosto che con le reti, e l'uccisione degli uccelli piuttosto che la distruzione dei nidi per catturare gli uccelli.⁶⁸

68 Confucio, 475 a.C.-221 a.C., 《论语·述而》, Cinese originale: 钓而不纲, 弋不射宿。

2.2.2 Regole di sviluppo

69 XunZi, 313 a.C.-238 a.C., 《荀子·天论》, Cinese originale: 天行有常, 不为尧存, 不为纣亡

70 Guan Z., 475 a.C.-221 a.C., 《管子·八观》, Cinese originale: 山林虽近, 草木虽美, 宫室必有度, 禁发必有时

71 Mencius, 250 a.C.-150 a.C., 《孟子·梁惠王上》, Cinese originale: 凡乱之所由生者, 皆在流遁。流遁之所生者五 木、水、土、金、火, 此五者, 一足以亡天下矣。

Attraverso lo studio delle risorse naturali come le foreste, le fonti d'acqua e i giacimenti minerali, gli antichi si sono resi conto che la formazione di tutte le risorse naturali ha un ciclo non inesauribile. Pertanto, è necessario stabilire regole di sviluppo sostenibile delle risorse naturali attraverso leggi e progetti per evitare lo sfruttamento eccessivo e migliorare il tasso di utilizzo delle risorse naturali per prevenire lo spreco di risorse.

Il famoso pensatore, scrittore e politico XunZi credeva che la natura seguisse alcune leggi oggettive e non fosse soggetto alla volontà umana⁶⁹. Pertanto, le diverse risorse dovrebbero essere utilizzate in modo diverso a seconda delle loro caratteristiche per mantenere l'equilibrio dell'ambiente ecologico.

Il ministro dello Stato del Qi, il famoso filosofo, politico e stratega militare Guanzhong proponeva l'idea di evitare lo sfruttamento eccessivo delle risorse naturali. La natura della capacità produttiva è limitata, e l'uomo non può distruggere i limiti naturali.⁷⁰

Il famoso pensatore, politico ed educatore MengZi considerava l'uso moderato delle risorse come una parte importante di un governo benevolo. Egli riteneva che l'eccessivo spreco delle foreste, delle risorse idriche, della terra, dei minerali e dell'energia potesse causare disordini sociali, pertanto per la stabilità della situazione, è necessario gestire e limitare lo sviluppo e l'uso delle risorse e dell'energia.⁷¹

Per esempio, la capanna wai Hakka (Figura25-33) è uno stile di costruzione Hakka unico che è così diffuso che si può trovare ovunque vivano gli Hakka. Le case rotonde sono caratterizzate da cerchi concentrici, mentre le case quadrate hanno diversi piani quadrati. Le capanne grandi possono ospitare centinaia di persone, mentre quelle più piccole possono ospitarne poche decine. A quel tempo, il popolo Hakka si trasferì a sud per sfuggire alla guerra, e la maggior parte di loro fuggì in gruppi dalla stessa città natale, così la gente fuggì in gruppo e scelse di vivere in gruppo quando si stabilì di nuovo. Le capanne sono chiuse all'esterno e aperte all'interno, e le stanze di ogni piano hanno più o meno la stessa struttura e area, di solito con una porta e una finestra verso il patio, utilizzando il patio all'interno

dell'edificio per la luce e la ventilazione e per regolare lo yin e lo yang delle stagioni. Di solito nell'est, ovest, sud e nord dell'edificio ci sono quattro direzioni di scale che portano ad ogni strato. Il piano inferiore della casa è di solito usato come sala, scuola, stanza del pozzo, cucina, sala da pranzo e stanza per mettere gli attrezzi agricoli, la sala è di solito il centro di cerchi concentrici per tenere feste, riunioni di clan, matrimoni, funerali, banchetti, ecc; il secondo piano è ombreggiato e di solito usato come granaio; il terzo piano sopra è ben ventilato e illuminato quindi è per lo più usato come camera da letto.

L'ambiente locale è unico in quanto non c'è abbastanza legno e pietra per costruire una casa, quindi le capanne sono di solito costruite utilizzando materiali di terra locali e abbondanti, mentre alcuni scelgono di usare il legno come supporto per mantenere l'edificio forte per molto tempo. È ammirevole che se una capanna è diventata vecchia, la struttura di terra può essere spogliata e distrutta, la terra può ancora essere restituita ai campi per la coltivazione, e il legno e le pietre rimanenti possono essere usati per costruire una nuova casa, un metodo di riciclaggio che riflette l'idea di sviluppo sostenibile delle risorse naturali.

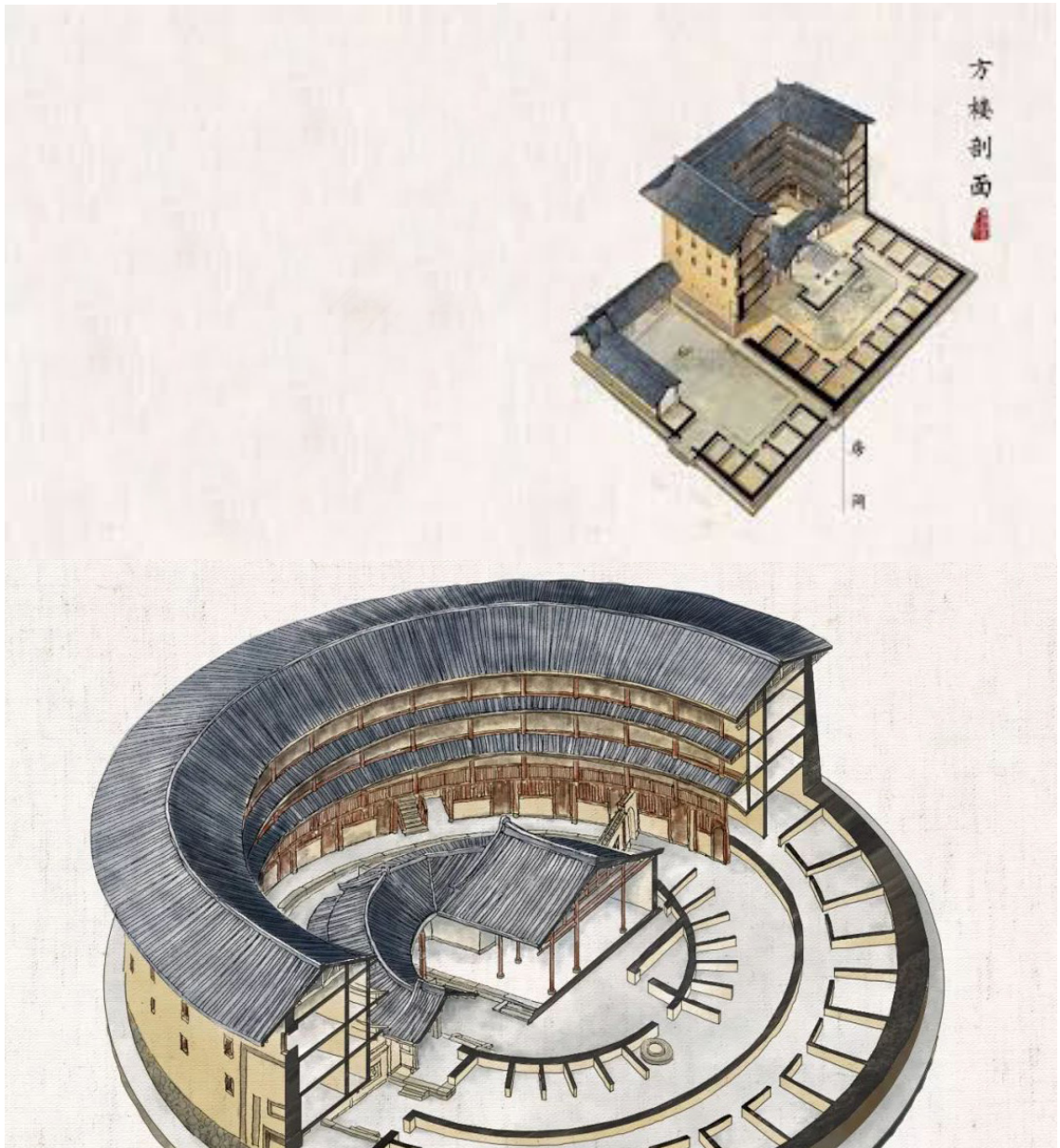


Figura 25: Schema della struttura della capanna wai Hakka



Figura 26: Fotografica della capanna wai Hakka



Figura 27: La capanna Taian



Figura 28: La capanna Yongding



Figura 29: La capanna Yongding



Figura 30: La capanna Gaobei



Figura 31: Villaggio Naxi, Provincia del Fujian, Cina



Figura 32: Villaggio Chuxi, Provincia del Fujian, Cina



Figura 33: Villaggio Tianluokeng, Provincia del Fujian, Cina

2.2.3 L'orientamento dei valori

72 Wang A. S., 960—1279, 《临川集·卷六十九·风俗》
Cinese originale: 君子制俗以俭,
其弊为奢。

Gli antichi sostenevano uno stile di vita frugale, credendo che la ricerca incontrollata dei materiali avrebbe accelerato il consumo e l'esaurimento delle risorse, portando a uno sviluppo insostenibile. Wang Anshi⁷² ritiene che poiché la gente moderna ammira il lusso, le persone di alto livello dovrebbero correggere questo tipo di errore contrastandolo con un comportamento frugale. Pertanto, l'orientamento al valore della frugalità come standard morale potrebbe guidare il comportamento delle persone.

2.2.4 Protezione ambientale

Nell'antica Cina c'erano due occupazioni speciali. Una era "raccolgere rifiuti di notte", ovvero le persone raccoglievano gli escrementi di casa in casa. Nell'epoca in cui non c'erano impianti di drenaggio, molte famiglie usavano sanitari di legno con coperchio per gli escrementi, e i rifiuti organici venivano raccolti ogni notte. Gli escrementi venivano versati in un barile di legno. Molte città avevano persino promulgato leggi per impedire rigorosamente ai residenti di gettare gli escrementi nel fiume o di pulire il sanitario. Un'altra occupazione speciale era la "Divisione Stradale", responsabile della pulizia della città e della raccolta dei rifiuti. Durante le dinastie Shang e Zhou, c'erano leggi e regolamenti chiari secondo cui l'inquinamento era punibile con l'amputazione delle mani.⁷³

L'istituzione di queste due posizioni serviva a garantire che le acque reflue e i rifiuti venissero smaltiti ad un tasso inferiore alla capacità di autopurificazione ambientale. Poiché gli antenati della Cina si resero conto che l'ambiente possiede un certo grado di autopurificazione e di ciclo metabolico, solo seguendo il ciclo naturale l'ambiente non viene completamente distrutto. Senza modificare l'ordine originario dell'ambiente naturale, possiamo produrre e vivere a lungo in modo sostenibile. Lao-tzu è stato il primo a proporre il concetto di sviluppo ciclico e sostenibile, credendo che tutte le cose in natura siano cicliche e infinite.

Il concetto del ciclo naturale è stato ampiamente utilizzato nella progettazione urbana, come nel caso del pozzo d'acqua con tre fori che esisteva ancora ampiamente nelle città fino agli anni Novanta (Figura 34). In generale, questo pozzo è composto da tre pozzetti per cui viene chiamato pozzo tre fori. Il pozzo superiore fornisce acqua potabile, il pozzo centrale è per il lavaggio di frutta e verdura, e il pozzo inferiore è per il lavaggio dei vestiti. Il concetto alla base di un pozzo a tre fori è simile a quello del pozzo di recupero dell'acqua. Oltre a soddisfare il fabbisogno di acqua potabile urbana, il pozzo a tre fori utilizzava l'acqua potabile per lavare il cibo, e a sua volta quest'acqua veniva utilizzata per lavare i vestiti, riducendo non solo il consumo di acqua della città, ma anche lo scarico delle acque reflue urbane.

73 Han F., 280 a.C.—233 a.C.,
《韩非子》, Cinese originale: 弃
灰于道者断其手。



Figura 34: Pozzi a tre fori in Cina

Negli ultimi 30 anni, con la riduzione idrica nelle città, l'inquinamento idrico è diventato un problema sempre più grave e l'arrivo dell'acqua corrente domestica ha fatto perdere gradualmente la funzione dei pozzi a tre fori.

È interessante notare che la creatività del water Roca (Figura 35) progettata dai designer milanesi Gabriele e Oscar Buratti, è simile al concetto del ciclo naturale del pozzo d'acqua con tre fori, è dotata di un lavandino sovrastante. L'acqua per lavare le mani viene riutilizzata per tirare lo sciacquone alla toilette: si tratta di un'idea intelligente per risparmiare acqua.



Figura 35: Roca Water, Gabriel e Oscar Buratti

2.2.5 Adattamento alle condizioni locali

Gli antichi sostenevano che le persone recuperano, costruiscono e vivono in armonia con l'ambiente secondo le caratteristiche dell'ambiente geografico. Questo concetto tradizionale cinese di sostenibilità ha portato anche alle caratteristiche delle diverse forme e stili delle tradizionali abitazioni cinesi.

Per esempio, l'edificio a palafitta nella cultura Bachu è fondamentalmente in legno (Figura 36) e viene per lo più costruito vicino alla montagna (Figura 37) o vicino all'acqua (Figura 38-39). Alcune case sono costruite a terra, altre sono sospese e sostenute da colonne. Grazie a tali caratteristiche, in queste abitazioni i rubinetti domestici sono diventati i pratici elementi locali. Come le montagne scoscese, il clima umido e piovoso, gli alberi e l'abbondante legno degli alberi sulle montagne viene utilizzato come materiale da costruzione facile da ottenere con un basso impatto ambientale. Combinando i diversi elementi si crea un'abitazione ventilata e asciutta e si impedisce la riproduzione delle zanzare.

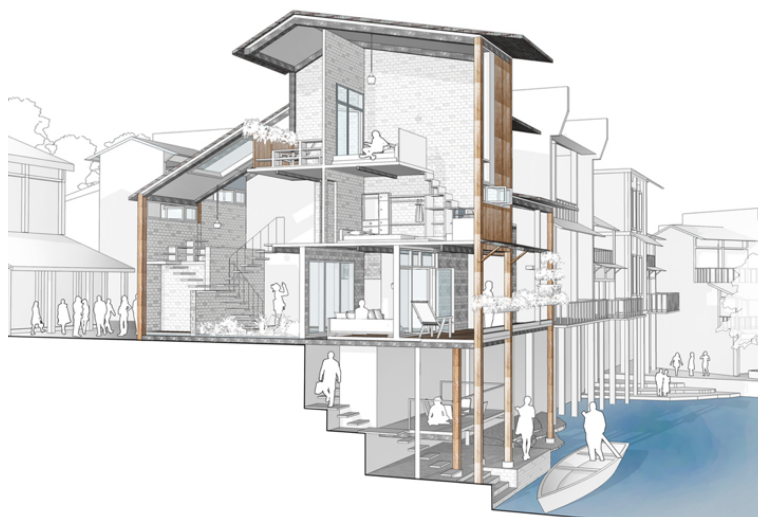


Figura 36: Schema della struttura del edificio a palafitta

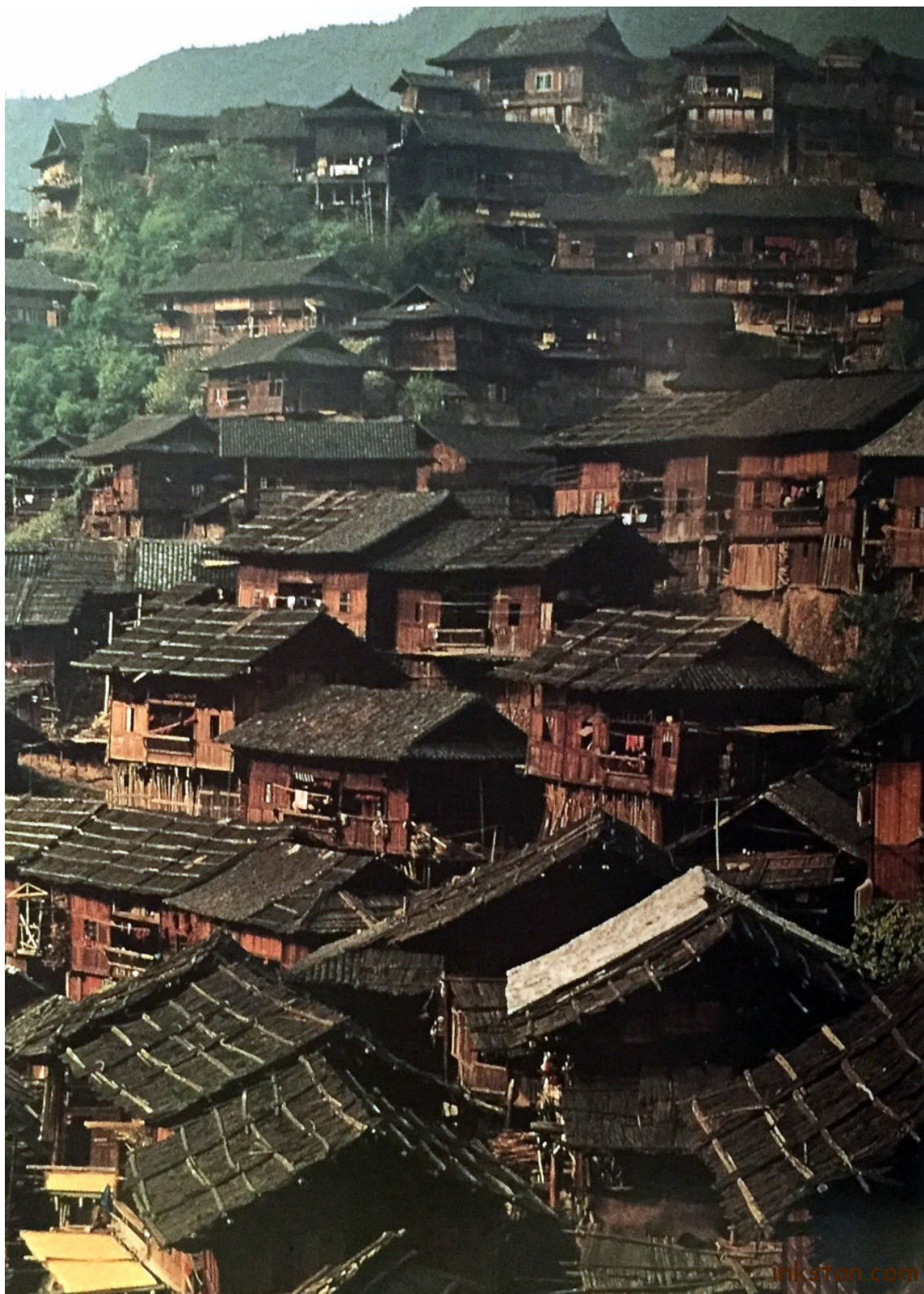


Figura 37: l'edificio a palafitta nel Giuzhou, Cina



Figura 38: La montagna di Lei, il lago di Xi e centinaia di abitazioni⁷³



Figura 39: Città antica Phoenix⁷⁴

73 La montagna di Lei, il lago di Xi e centinaia di abitazioni, Immagini da Internet http://bbs.zol.com.cn/dcbbs/d657_281916.html

74 Città antica Phoenix, Immagini da Internet <http://vacations.ctrip.com>

Per esempio, la rappresentativa architettura Huizhou di Jiangnan (Figura 40-45). Jiangnan zona ha abbondanti precipitazioni, la precipitazione media annua di 1600 mm, concentrata nella stagione delle piogge prugna (maggio a luglio), frequenti temporali, spesso le precipitazioni giornaliere in più di 100 mm, facile da causare inondazioni improvvise, così il villaggio Hui fila di scarichi intorno al villaggio, quando la pioggia si riversa, attraverso il patio sotto il sistema di drenaggio in tempo per deviare; stagione delle piogge è cupo, al fine di luce completamente, Hui edifici in stile sono per lo più seduti nord rivolto a sud; porte di costruzione sono dotate di porta, il principale La funzione principale è quella di impedire alla pioggia e al fango di schizzare lungo il muro fino alla porta. La formazione della cultura dell'architettura di Huizhou è legata alla situazione sociale del clan locale che vive insieme, che è una piccola società a porte chiuse, quindi il cortile è progettato per soddisfare le esigenze di vita di diversi gruppi di età in una grande famiglia; la posizione di fronte al cancello nel cortile è la sala, che è principalmente utilizzata per attività cerimoniali, come il benvenuto agli ospiti, ecc, e di solito utilizzato anche come luogo per le attività di vita, ed è la parte principale di tutta la serie di case; il patio nel cortile dà pieno gioco al ruolo di ventilazione, penetrazione della luce e drenaggio dell'acqua, e la gente seduta al coperto può godere dei benefici della casa. Ruolo di drenaggio, le persone sedute all'interno, può essere la luce del mattino, notte stargazing; cortile su entrambi i lati della stanza per la stanza, dopo il patio della "seconda rifrazione", indoor più morbido, adatto per il riposo; cortile al secondo piano di solito non è più separato in piccole stanze, spazio aperto, comunemente noto come "edificio del cavallo da corsa". Il secondo piano del cortile di solito non è più diviso in piccole stanze, lo spazio è aperto, comunemente noto come "edificio del cavallo da corsa". I principali materiali da costruzione dell'architettura di Huizhou sono il legno, il mattone e la pietra, con la struttura di legno per sopportare il peso, e il mattone, la pietra e la terra per costruire il muro di contenimento; perché la terra coltivata a Huizhou è preziosa centimetro per centimetro, le case nel villaggio sono dense, e gli edifici usano la struttura di legno, una volta il fuoco, se non ci sono buone misure, allora l'intero villaggio può

essere distrutto, così gli edifici sono circondati da alte mura, chiamate “muro della testa di cavallo”. Lo scopo di questi muri era di bloccare la fonte del fuoco.

Nel processo di costruzione, gli antichi rispettavano le caratteristiche del terreno naturale e dell’ambiente, preziosa dimostrazione di sviluppo sociale sostenibile. L’idea progettuale di adattamento alle condizioni abbandona i cosiddetti standard di progettazione, con l’obiettivo finale di migliorare la qualità della vita e di creare un ambiente di vita migliore. Le case tradizionali cinesi non solo riflettono l’estetica regionale e la saggezza degli antenati nell’uso intelligente del suolo, ma comprendono anche i concetti sostenibili di risparmio energetico e protezione ambientale, materiali locali, riciclaggio dei rifiuti e orto urbano, che hanno un significato fondamentale e di guida per l’attuale design e ricerca sostenibile.

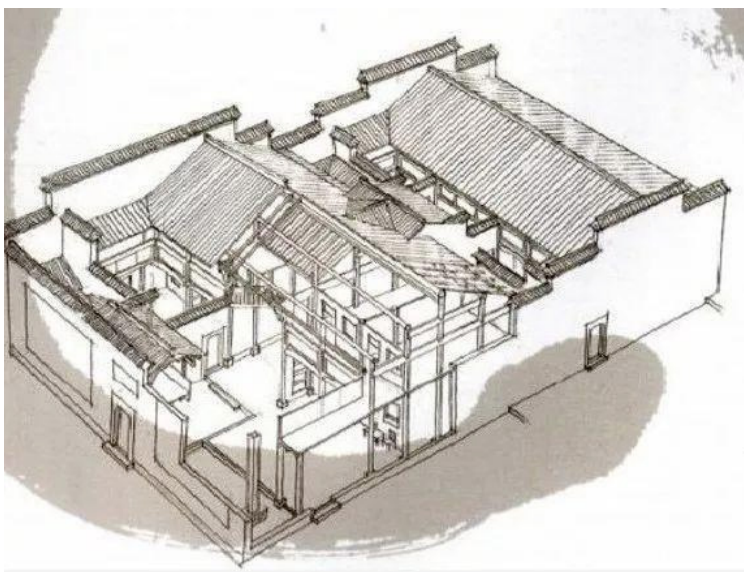


Figura 40: Schema smontato dell’architettura della scuola di Huizhou



Figura 41: Villaggio Hong, Contea di Yixian, Provincia di Anhui



Figura 42: Villaggio Hong, Contea di Yixian, Provincia di Anhui



Figura 43: Villaggio Tangmo, Città di Huangshan, Provincia di Anhui



Figura 44: Villaggio di Yangchan, Paesino di Shendu, Città di Huangshan



Figura 45: Villaggio Lu Zhi (角直), Su Zhou, Provincia di Jiang Su



2.2.6 Limitazioni

Il pensiero sostenibile nella Cina antica è stato frutto del processo di sviluppo della civiltà agricola, influenzato dalle esperienze e dalla storia di tremila anni per guidare la produzione, la vita, l'edilizia, l'estrazione mineraria, l'educazione e altri elementi alla sopravvivenza umana e lo sviluppo della società. La sopravvivenza e lo sviluppo sociale hanno svolto un ruolo positivo, e gli antichi rispettavano l'ambiente e le loro tradizioni hanno un importante significato per la sempre crescente crisi ambientale mondiale e la crisi delle risorse. Tuttavia, il concetto di sostenibilità nell'antica Cina non era privo di limiti. In primo luogo, non si era pienamente consapevoli del fatto che l'ambiente può essere migliorato o ripristinato attraverso l'impegno dell'uomo, e affidarsi esclusivamente all'auto-riparazione dell'ambiente e all'uso limitato di energia limita inevitabilmente lo sviluppo delle città. In secondo luogo, poiché il valore frugale promosso nel concetto di sviluppo cinese non favorisce la prosperità dell'economia di consumo, è necessario guidare lo sviluppo di una corretta cultura del consumo, e trovare un nuovo modello di sviluppo economico che possa stimolare l'economia delle materie prime con un rapido aggiornamento dei prodotti senza un eccessivo consumo di risorse ed energia, promuovendo lo sviluppo economico e migliorando la felicità dei consumatori.

2.3 Conclusioni

2.3.1 Economia e ambiente

Con l'analisi del concetto tradizionale cinese di sostenibilità abbiamo chiarito che la tutela ambientale e lo sviluppo economico non sono assolutamente concetti opposti.

Il design sostenibile deve integrare risorse, tecnologia e domanda in modo che l'economia e l'ambiente possano svilupparsi insieme. Per esempio, generalmente si credeva che l'allevamento di maiali inquinasse l'aria e causasse l'eutrofizzazione delle fonti d'acqua, pertanto il governo locale impose arbitrariamente la disgregazione degli allevamenti di maiali senza un'analisi approfondita dello sviluppo economico e sociale locale. Pur avendo tutelato l'ambiente, ciò portò alla crisi economica nel settore dell'allevamento, e con la carenza di carne suina sul mercato il prezzo della carne suina aumentò notevolmente, venne colpita l'industria della ristorazione e così via, causando una serie di reazioni a catena.

Se la relazione tra ambiente ed economia viene vista correttamente nella progettazione, non sarà necessaria alcuna decisione drastica per evitare un ulteriore deterioramento ambientale. Al contrario, invece di smantellare le aziende agricole, l'industria sarà riformata e potenziata per formare un sistema di allevamento standardizzato e industrializzato, e lo scarico delle acque reflue e dei rifiuti sarà rigorosamente controllato.

2.3.2 Tecnologia e persone

La mancanza di comprensione dei metodi di progettazione sostenibile, l'eccessiva fiducia nell'applicazione delle nuove tecnologie e l'incuria nell'interazione umana, spesso causa il termine prematuro del Ciclo di vita di un prodotto o di un servizio. Ad esempio, nei dormitori per gli atleti olimpici di Pechino è stato progettato un dispositivo di raccolta dei rifiuti per i grattacieli. In principio ogni piano era dotato di diversi tipi di punti di raccolta e apparecchi di smaltimento dei rifiuti. Gli atleti che vi alloggiavano potevano consegnare i rifiuti domestici quotidiani secondo i requisiti di classificazione, ma il progettista aveva trascurato il concetto la comprensione del sistema di raccolta e classificazione dei rifiuti, e ha ignorato l'educazione e lo stile di vita degli utenti. Di conseguenza, l'unità di smaltimento dei rifiuti veniva spesso danneggiata e la manutenzione diventava complicata; infine il sistema di tubazioni per la raccolta dei rifiuti venne completamente abbandonato.

2.3.3 Differenza di attenzione

In Cina, la ricerca sul design sostenibile pone maggiore attenzione alla soluzione dei problemi sociali, mentre i progettisti italiani prestano maggiore attenzione all'integrazione tra tecnologia e design, al completamento della tecnologia stessa, al rapporto tra architettura e città e alla qualità progettuale dell'architettura stessa.

Ciò è dovuto alle differenze tra i fattori ambientali regionali, i fattori culturali e le condizioni economiche. Dato che ogni paese ha condizioni nazionali particolari, l'attenzione per la progettazione sostenibile è destinata a essere diversa. Ad esempio, la Cina ha una popolazione numerosa, è relativamente a corto di risorse e la distribuzione è disomogenea, con una scienza e una tecnologia relativamente arretrate e uno sviluppo economico disomogeneo tra le regioni. Fare quindi differenze evidenti, ibridare e convertire gli approcci progettuali sono l'unica via per una progettazione sostenibile in Cina. Lo studio della storia di sviluppo del bagno non solo può effettuare un confronto orizzontale dello sviluppo delle società orientali e occidentali, ne anche può effettuare un'osservazione longitudinale della storia dello sviluppo culturale del millennio. Lo sviluppo dei servizi igienici riflette il processo di sviluppo sociale, che, come altri processi educativi, insegna gradualmente a vivere meglio a costi ridotti, e a ricostruire la società materiale e l'ambiente in cui viviamo facendo uso della tecnologia avanzata a livello mondiale.

PARTE II

SISTEMI IGIENICO SANITARI E AMBIENTE BAGNO: TRADZIONE E INNOVAZIONE

CAPITOLO 3 RICERCA SULLA STORIA DELLO
SVILUPPO DEL SERVIZIO IGENICO

*“La civiltà non è iniziata con l’invenzione delle parole,
ma con l’invenzione del primo gabinetto”*

Horan Julie, The porcelain god — A social history of the toilet⁷⁵

3.1 Abstract

Sebbene i bagni con scarico siano utilizzati in tutto il mondo, lo sviluppo dei bagni orientali era piuttosto differente dai servizi igienici in occidente prima che i bagni divenissero popolari in oriente. La storia ha dato al gabinetto orientale la funzione di escrezione e di una stazione di collegamento per il riciclaggio delle risorse. Anche se l'introduzione di fertilizzanti chimici in Cina non serve più necessaria la funzione di compostaggio di fermentazione nel bagno, il processo di sviluppo dei servizi igienici orientali può ancora portarci a pensare in termini di sostenibilità e design.

Prima della diffusione delle toilette a sciacquone in Oriente, le forme di latrina potevano essere ampiamente classificate come: latrine a fossa, latrine a muro, latrine con recinti per maiali, toilette in legno e sistemi di raccolta degli escrementi urbani sani, e latrine a cortile. Tra questi, le latrine a fossa sono state progettate per ridurre l'inquinamento dell'ambiente di vita da parte degli escrementi; le latrine a muro sono state progettate per fornire un'efficace raccolta di escrementi ed evitare che grandi quantità di escrementi inquinassero le fonti d'acqua urbane; le latrine con recinti per maiali sono state progettate per compostare gli escrementi umani e del bestiame da utilizzare nella produzione agricola; e l'uso diffuso di botti di legno e sistemi di raccolta degli escrementi urbani sani ha permesso ai residenti urbani di andare in bagno in modo più privato, confortevole e privato. L'uso diffuso di barili e di sistemi validi di raccolta degli escrementi urbani non solo permette ai residenti urbani di andare alla toilette in un ambiente privato e confortevole, ma anche un sistema valido di raccolta degli escrementi urbani degli escrementi, prevenendo l'inquinamento delle fonti d'acqua e facilitando anche il compostaggio centralizzato degli escrementi; la nascita della toilette da cortile è il risultato di una maggiore richiesta da parte della gente

75 Horan J., 2000, *The porcelain god — A social history of the toilet*, Citadel Press, Kensington

dell'esperienza della toilette e dell'estetica del design della toilette sulla base della soluzione del pericolo nascosto dell'inquinamento dagli escrementi e della necessità della raccolta della materia organica. Dopo l'introduzione dei water con sciacquone in Oriente, i primi gabinetti familiari non erano comuni, e lo sviluppo dei loro gabinetti può essere approssimativamente riassunto come segue: gabinetti pubblici a sciacquone, gabinetti condivisi e gabinetti familiari primitivi. Nei primi tempi della Repubblica Popolare Cinese, fu costruita una grande quantità di servizi igienici pubblici, come infrastrutture urbane, per soddisfare le esigenze dei residenti. Da un lato, si ebbe un certo livello di sviluppo sociale ed economico; dall'altro, si ebbe una crescente pressione della popolazione urbana e della mancanza del sistema di trattamento dell'acqua dei servizi igienici domestici. Oggi, tuttavia, il gran numero di bagni pubblici obsoleti nelle città sta causando gravi problemi ambientali e rischi per la salute, e il governo cinese ha lanciato una riforma dei bagni per migliorare tutti i tipi di problemi dei bagni urbani. Una toilette condivisa è una toilette usata da due o tre famiglie in comune, e oltre alla funzione di toilette più elementare, ha anche le funzioni di lavaggio e pulizia dei vestiti; con lo sviluppo del livello economico urbano, le toilette private sono diventate gradualmente lo standard delle abitazioni urbane, ma le toilette a filo sono anche una delle fonti di inquinamento delle acque urbane.

Prima della nascita dello sciacquone in occidente, le antiche toilette romane o portavano flussi d'acqua per scaricare gli escrementi, o facevano cadere liberamente gli escrementi all'esterno dell'edificio con l'aiuto di muri, torri e altri edifici alti, progettati senza altro scopo che il desiderio di scaricare gli escrementi lontano; dopo che lo sciacquone fu inventato e divenne gradualmente popolare attraverso generazioni di miglioramenti, lo sciacquone, pur fornendo una soluzione igienica e confortevole ai problemi di igiene personale, portò anche a gravi problemi di inquinamento ambientale e malattie dilaganti, e si cominciarono a costruire sistemi fognari per drenare gli escrementi. Il problema dei servizi igienici pubblici in Cina si riflette soprattutto nell'impatto dei vecchi servizi igienici rimasti storicamente nelle città, a causa della mancanza di amministrazione delle strutture

vecchie e sporche, mentre il problema dei servizi igienici pubblici in Europa si riflette soprattutto nel numero insufficiente o nella necessità di pagamento per usufruire del servizio.

3.2 Oriente

3.2.1. 582 a. C · Bagno a Compostaggio

Le prime notizie sui bagni nella storia cinese si possono far risalire al 6 giugno 582 a. C (del calendario lunare), "Zuo Chuan·Cheng Gong shi Nian"⁷⁶, registra la tragica storia dell'imperatore Ji Yu, del paese Jin, che improvvisamente fu colpito dal mal di stomaco e in seguito scivolò in bagno, annegando nella fossa. Il bagno in quel momento era una panca di legno posizionata sulla fossa ed era utilizzata come appoggio per accovacciarsi. Quando la fossa era piena di escrementi uno o più schiavi la coprivano di terra per poi scavarne un'altra. (Figura 46)

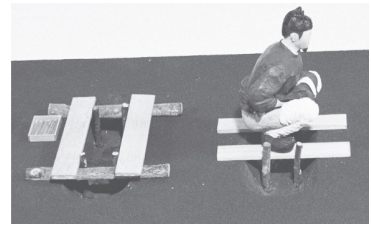


Figura 46: Bagno a compostaggio

3.2.2 Metà del IV secolo a.C. · Servizi igienici pubblici sulle mura cittadine

Secondo il determinato standard nelle mura cittadine del libro Mozi, i sanitari dovevano essere allocati ogni 50 passi e collegati con il sistema fognario, inoltre in tali servizi non potevano essere portate armi. Nei tempi antichi, la città non disponeva di un sistema di drenaggio così perfetto come oggi, pertanto l'altezza delle mura veniva utilizzata per far cadere gli escrementi nel punto più in basso, raccogliendoli al centro per evitare l'inquinamento ambientale, la diffusione di malattie e l'inquinamento idrico in città. (Figura 47)



Figura 47: Servizi igienici pubblici sulle mura cittadine

76 Zuo Q.M., Metà del IV secoloa.C.,La biografia di ZuoQiuming (左传).



Figura 48: Restauro delle città nella Dinastia Han nel vecchio sito

3.2.3 Il secolo a.C. · Sanitario con Porcile

Durante la dinastia Han (202-220 a.C.), le strutture del territorio cinese erano incentrate su capitali, paesi e città, e nei dintorni si trovava un gran numero di insediamenti agricoli (Figura 48). A quel tempo, apparve il primo libro agricolo cinese, si chiama “i Fan Sheng Zhi”⁷⁷. L’agronoma Fan Shengzhi ha scritto che i fertilizzanti hanno la capacità di aumentare i raccolti e ha quindi proposto di mettere insieme steli di piante, letame di maiale, mangime, escrementi umani con il fango raccolto nei recinti per poi fermentarli. Pertanto, il sanitario con porcile — 溷 (hùn) divenne popolare durante questo periodo. Questa tradizione di compostaggio è stata tramandata, il vecchio terreno scavato era “letame fertilizzato”. Questo letame da cortile “fermentato” è stato la materia prima agricola più importante della Cina per migliaia di anni.

Nella cultura funeraria tradizionale cinese, dopo la morte l’anima di una persona continua a vivere in un altro mondo. Conseguentemente, gli antichi realizzavano generalmente dei modelli in ceramica della casa della persona da seppellire insieme al defunto (Figura 49). Fortunatamente, al giorno d’oggi si hanno le reliquie rinvenute dalle tombe che riflettono la vita antica. In Qianyuan North Street di Zhengzhou, era tipico trovare modelli di case in ceramica risalenti alla tarda dinastia Han occidentale (Figura 50), che solitamente rappresentavano un cortile isolato chiuso da un portico, una cucina, la parte principale della casa, il fienile, un porcile e un bagno. Il bagno era costruito sopra il porcile. I rifiuti organici cadevano dal bagno nel porcile e venivano mescolati con gli scarti del bestiame e con della terra, lasciati calpestare da maiali e lasciati fermentare.



Figura 49: Casa e cortile in ceramica rinvenuta a Qianyuan North Street, Zhengzhou, Cina.



Figura 50: Casa e cortile in ceramica rinvenuta a Qianyuan North Street, Zhengzhou, Cina.⁷⁸



Figura 51: Casa di ceramica rinvenuta a Zhangmao, Luoyang, Cina⁷⁹

77 Fan S.Z., 202 a.C., Libro di Fan Sheng Zhi, Cinese originale: 汜胜之书, primi anni della Dinastia Han Occidentale.

78 Museo di Zhengzhou: La tomba di mattoni a Qianyuan North Street, 1995, Reliquie Originali Cinesi, vol. I, Zhengzhou,

79 Museo di Henan: Artefatto della dinastia di Han, 2002, Daxiang Press, 2002, Zhengzhou.

Questi bagni-porcile avevano in genere delle bocchette di ventilazione nella parte inferiore, poiché gli antichi tenevano conto dell'impatto dell'odore dei sanitari e dei porcili sulla vita umana. I modelli in ceramica verde smaltati della dinastia Han occidentale vivevi in un cortile anteriore e in uno posteriore (Figura 51). Il cortile anteriore era costituito da stanze rettangolari, la mansarda anteriore e posteriore e il mulino. Il cortile posteriore comprendeva un sanitario e un porcile. Il bagno era costruito su un lato del porcile con una fossa settica al centro. Il pavimento era leggermente inclinato, consentendo ai rifiuti umani e a quelli animali di fluire nella fossa settica, dove venivano lasciati fermentare e utilizzati come fertilizzante.



Figura 52: Botti di legno (马桶) per la raccolta degli escrementi dal 960 anno al 1279 anno

3.2.4 IV secolo d.C. · WC mobile a secco e Sistema di raccolta dei escrementi

Wu Zimu della dinastia Song ha studiato lo stile urbano della città di Lin'an in "Il registro di Lin'an, la capitale della dinastia Song meridionale (《梦梁录》)",⁸⁰ (1274 d.C.): la maggior parte delle persone nei vicoli non dispone di servizi igienici, ma usano solo botti di legno (Figura 52), con coperchio per gli escrementi e i raccoglitori (收粪人) raccolgono le feci ogni giorno. Questa è la prima volta nei documenti storici cinesi che il termine "botti di legno per gli escrementi" e il termine "raccoglitori" sono emersi. Si può vedere che già ottocento anni fa, la Cina ha iniziato a progettare un processo completo dal riciclaggio centralizzato e al trattamento di acque nere, anche se imperfetto. Non c'era spazio per il bagno nella casa dei nobili del periodo Heian (da 794d.C. a 1192d.C.). In Giappone, generalmente veniva utilizzato la scatola da bagno (Figura 53). L'immagine mostra la toilette nel periodo Heian, colui che lo utilizzava apriva il coperchio per l'uso. Dopo l'uso, il servo estraeva il cassetto con gli escrementi e lo scaricava. Alla fine della Dinastia Qing, i servizi igienici domestici cinesi erano costituiti esclusivamente dai gabinetto, ma con il tempo questi

80 Wu Z.M., 1274, Il registro di Lin'an, la capitale della dinastia Song meridionale (《梦梁录》), dinastia Song, Cina.

81 Tanizaki J., 1935, Libri
d'ombra, Chuokoron.

iniziavano a cambiare. Un tipico bagno in stile cinese era costituito da uno spazio circondato da assi di legno o recinzioni di bambù in un angolo del cortile circondato, da anfore, fiori e piante aromatiche. Il bagno era costituito da una fossa profonda. Il terreno intorno al muro della fossa era bruciato, duro e impermeabile. Nella fossa vi era collocato un grande vaso di ceramica. La gente si accovacciava sulla parte superiore del vaso o si sedeva su sedie cave che defluivano nella fossa (Figura 55). Per ridurre l'odore, le feci venivano cosparse con la cenere. I vasi venivano svuotati regolarmente, oppure i raccoglitori di feci venivano a raccogliere i vasi seppellendo gli escrementi nei campi vicini. Il bagno con design alla natura viene oggi ammirato da molte persone. (Figura 54)

I servizi igienici tradizionali sono ancora conservati e utilizzati nei templi di Kyōto o Nara, come descritto dall'autore nel libro d'ombra⁸¹: Discosti dall's principale, i gabinetti stanno accucciati sotto minuscoli cespi selvosi, da cui viene odore di verde di foglie, e di borraccina. È bello, là, accovacciarsi nel luore che filtra dallo sbōji, e fantasticare, e guardare il giardino. Tra i sommi piaceri dell'esistenza Natsume Sōseki annoverava le evacuazioni mattutine: piacere fisiologico, che gabinetto alla giapponese, fra lisce pareti di legno dalle sottili venature, mirando l'azzurro del cielo e il verde della vegetazione, si può assaporare sino fondo... Non sembri azzardato affermare che, nella costruzione dei gabinetti, l'architettura giapponese ha toccato il sommo della raffinatezza.



Figura 53: Scatola da bagno (ひばこ Hibako) di periodo Heian (da 794d.C a 1192 d.C)



Figura 54: Design di un bagno moderno decorato con le piante



Figura 55: Servizi igienici in giardino, 2020, Nantong, Cina





Figura 56: L'immagine mostra gli agricoltori degli anni '50 che raccolgono gli escrementi di bestiame e umano per composto di fermentazione.

3.2.5 XVI secolo d.C. · Bagno a Secco

Nel primo romanzo della dinastia Qing “Raccolta di racconti della dinastia Qing (《照世杯》)”⁸² c’era una storia su “il business del bagno pubblico che trasformò l’avaro in un uomo ricco”. Secondo questa storia, nel villaggio Yi della contea di Wucheng, della prefettura di Huzhou, nel Zhejiang, c’era un vecchio di nome Mu. Una volta, andò in città a lavorare e vide che i bagni pubblici della città erano pieni, e i cittadini dovevano pagare per usarli. Wu ha avuto subito una buona idea, quando tornò a casa, chiese agli artigiani di scavare tre grandi fosse nella sua abitazione: ogni fossa fu tagliata da un muro, poi le pareti furono dipinte e decorate. Poi pubblicò un annuncio pubblicitario che attirò gli abitanti del villaggio: “Il nuovo bagno è aperto, libero, pronto da usare, e regala in omaggio la carta igienica”, “Mu vendette il letame raccolto nei bagni ai contadini e lo usò come fertilizzante. Grazie a questa sua trovata guadagnò molti soldi.

100 anni fa, il professore americano Franklin Hiram King visitò la Cina, la Corea e il Giappone per indagare sull’agricoltura orientale. Si meravigliò di una delle più grandi pratiche agricole dagli agricoltori in Cina, Corea e Giappone, cioè l’uso dei rifiuti organici umani per mantenere la fertilità del suolo e aumentare la resa dei raccolti. Scopri che questi metodi orientali di fertilizzazione furono praticati fin dall’antichità, e rifletté sul perché i terreni agricoli occidentali si esaurirono in meno di 100 anni con le enormi quantità di fertilizzanti minerali utilizzati per mantenere la terra produttiva. I rifiuti organici umani sono stati a lungo intenzionalmente raccolti come una materia prima speciale. Alla Conferenza Internazionale della Città di Shanghai del 1908, ad un imprenditore cinese venne riconosciuto il privilegio per aver prelevato 78.000 tonnellate di rifiuti organici umani per 31.000 yuan (moneta d’oro), spediti poi nelle campagne e venduti agli agricoltori come previsto dai contratti.⁸³

Fino a 20 anni fa, la funzione data ai bagni cinesi dalla storia non era solo di eliminare gli escrementi, ma anche un mezzo per il riciclaggio delle risorse. L’immagine mostra i contadini che raccolgono il letame raccolto all’inizio degli anni ‘50 nei primi giorni della fondazione della Repubblica popolare cinese per farlo fermentare in fertilizzanti (Figura

82 Zhuo Y.T., prima del 1662, Raccolta di racconti della dinastia Qing (《照世杯》), dinastia Qing Cina

83 Franklin H.K. 2011, quattro mila anni di agricoltori: agricoltura sostenibile in Cina, Corea e Giappone, Oriental Press, Pechino.

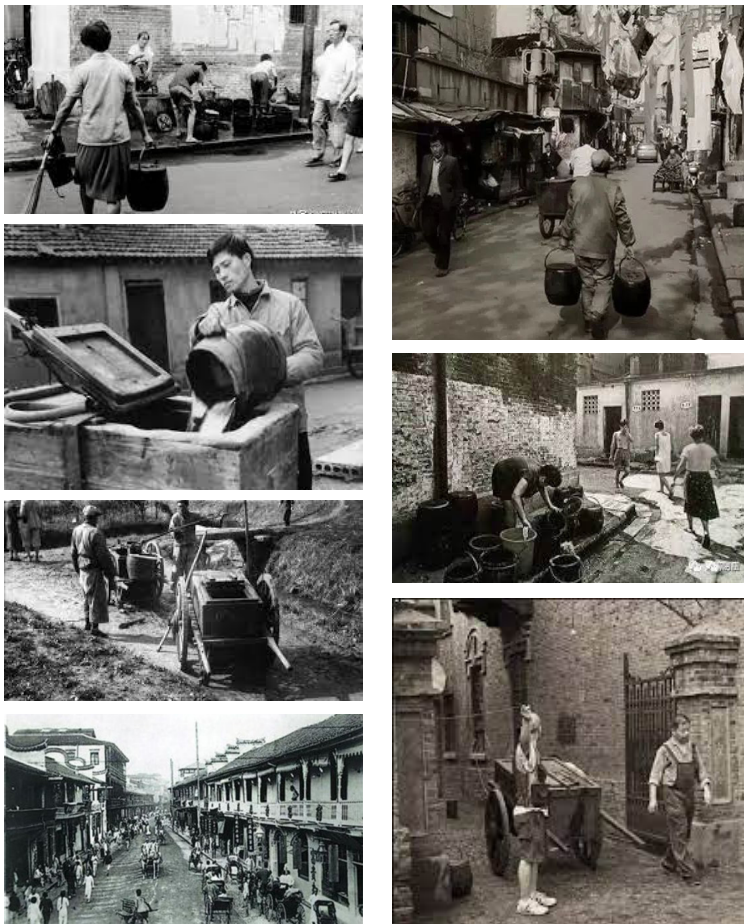


Figura 57: I cittadini vuoto fuori i escrementi umani negli anni 50'

56-57). Tuttavia, dopo l'introduzione dei fertilizzanti chimici in Cina, il prodotto del compostaggio non era più necessario: i servizi igienici in stile occidentale erano stati accettati dalla società e nei primi anni '80 i servizi igienici a fognatura divennero popolari.



Figura 58: Primo bagno domestico, 50-60s

3.2.6 Periodo della Repubblica Popolare Cinese · primo bagno domestico

Nella Repubblica Popolare Cinese, durante l'importante periodo di sviluppo e cambiamento dei servizi igienici domestici (Figura 58), apparve un nuovo tipo di bagno con lo sciacquone, ampiamente popolare tra funzionari, imprenditori, professori e studiosi. A quel tempo il sistema di trattamento delle acque non era ancora perfetto, quindi l'acqua veniva scaricata direttamente nella rete fognaria senza essere trattata nelle fosse settiche. Le forme dei bagni, erano influenzate da quelle utilizzate in Unione Sovietica: con piastrelle bianche come base, mobili e sanitari e bagno alla turca o sanitario stile occidentale con un enorme e ingombrante serbatoio d'acqua.



Figura 59: Bagni pubblici urbani a via Songshan a Shanghai degli anni Sessanta

3.2.7 Primi tempi della Repubblica Popolare Cinese · Bagno pubblico con scarico

Agli inizi della Repubblica Popolare Cinese, fu costruita una grande quantità di servizi igienici pubblici, come infrastrutture urbane, per soddisfare le esigenze dei residenti. Da un lato, si ebbe un certo livello di sviluppo sociale ed economico; dall'altro, una crescente pressione della popolazione urbana e della mancanza del sistema di trattamento dell'acqua dei servizi igienici domestici. I primi servizi igienici pubblici con sciacquone erano per lo più del tipo alla turca, e il bagno era separato da un'asse e da una parete bassa, quindi era una struttura semi-aperta. Nella parte superiore della fossa vi era un serbatoio d'acqua che risciacquava regolarmente nel tunnel sottostante. Nella parte posteriore della fossa vi era un foro che collegava direttamente al tubo di drenaggio. (Figura 59)

Allo stesso tempo, alcune città hanno iniziato a costruire sistemi di drenaggio urbano per sostenere la costruzione di servizi igienici domestici. Per esempio, negli anni Sessanta a Pechino, sono stati ristrutturati 85000 servizi igienici domestici e costruiti 3000 bagni pubblici in conformità alle condizioni locali. Venne realizzato il primo cambiamento dal "sanitario antico" al "sanitario con scarico". Nel 1987, il Ministero delle Costruzioni promulgò le norme di progettazione per i servizi igienici pubblici urbani (CJJ14-87), che, oltre a richiedere che la pianificazione e la costruzione dei servizi igienici pubblici fossero

integrate nella pianificazione dettagliata delle aree urbane nuove, ricostruite e ampliate, specificò la distanza dei servizi igienici pubblici nelle strade e li divise in tre categorie in base al livello standard di costruzione, con disposizioni specifiche su ventilazione, illuminazione, riscaldamento, rapporto di superficie, numero di fosse, attrezzature dei servizi igienici, misure di prevenzione di zanzare e mosche e inverdimento intorno ai servizi igienici. I servizi igienici pubblici di prima classe dovevano essere allestiti in luoghi turistici aperti e strade trafficate, dotati di servizi igienici di dimensioni indipendenti, impianti di riscaldamento, strutture per la carta igienica, dispositivo avanzato per il risparmio idrico, necessità di allestire uno stanzino indipendente di 1,8 metri di altezza, standard elevati di decorazione del pavimento e delle pareti. I servizi igienici pubblici di seconda classe erano adatti per le strade principali e potevano contenere una stanza indipendente e adottare l'orinatoio. I servizi igienici pubblici di terza classe si trovavano sulle strade generali e adottavano l'orinatoio e lo standard dei materiali di decorazione era in relazione alla classe sociale.

Le condizioni igienico-sanitarie dei servizi igienici pubblici sono state ulteriormente chiarite e integrate nel 1998 con la promulgazione, da parte del Ministero della Salute, dello Standard per i Servizi Igienici Pubblici Comunali (GB/T 17217-1998) che insieme allo Standard per la Pianificazione e la Progettazione dei Servizi Igienici Pubblici Urbani (CJJ14-87) divenne una base importante per la costruzione e la ristrutturazione dei servizi igienici pubblici.

3.2.8 Anni 1949-1992 · Co-ubicazione dei servizi igienici nelle economie pianificate

Nell'era dell'economia pianificata, le forme residenziali più comuni urbane erano le strutture a bobina (Figura 60). Come suggerisce il nome, con bobina si fa riferimento ad un lungo corridoio che collega diverse stanze singole. Ogni singola stanza privata aveva una superficie di circa 15-20 metri quadrati, mentre altre stanze erano condivise, tra cui due o tre cucine e tre o cinque bagni. Il bagno comune era diverso dal bagno pubblico. In primo luogo, aveva utenti fissi, e in secondo luogo, aveva funzioni più ampie che potevano soddisfare le esigenze di toilette e evacuante, lavaggio e così via.

I bagni comuni di un edificio a bobina erano prevalentemente del tipo alla turca. La fossa era separata da un'asse e da una parete bassa, quindi si trattava di una struttura semi-aperta. Nella parte superiore della fossa vi era un serbatoio d'acqua che risciacquava regolarmente e scaricane nel tunnel sottostante. Nella parte posteriore della fossa vi era un foro che collegava direttamente al tubo di drenaggio.



Figura 60: L'appartamento Longchang fu completato nel 1933, a via Pingliang, Shanghai.

3.2.9 Dopo il 1978 · servizi igienici domestici di prima generazione

Dalla riforma e l'apertura, con il rapido sviluppo del livello economico urbano e la popolarizzazione delle abitazioni commerciali, i servizi igienici erano diventati uno standard dell'edilizia residenziale urbana, sviluppandosi da unica funzione di sanitario ad un luogo con varie funzioni, come il lavaggio di indumenti e di persone.

Per quanto riguarda i materiali, il WC primitivo era principalmente in legno. Durante la Repubblica Cinese, era molto popolare il WC in piombo (Figura 61); dopo la popolarità del sanitario domestico, il sanitario in ceramica divenne quello più diffuso. Per quanto riguarda l'aspetto estetico, dopo la riforma e l'apertura graduale dell'economia e della cultura, si diffuse il sanitario in stile cinese retro-europeo. Le piastrelle erano decorate, la vasca e il WC erano diventati più piccoli e di forme differenti. Per quanto riguarda l'uso, i bagni delle abitazioni di solito contenevano la vasca, il lavabo, il WC (in uno spazio stretto e non proprio comodo).



Figura 61: Il WC in metallo

3.2.10 Design moderno del sanitario

L'influenza più importante sull'attuale progettazione dei servizi igienici fa riferimento al pensiero di Ludwig Mies van der Rohe sulle attività e gli spazi esposti nel complesso della Casa Bianca di Stoccarda, che risveglia la nuova tendenza del design dei servizi igienici, ed è anche il predecessore del progetto di servizio igienico che separa la sostanza secca da quella umida. (Figura 62) Il bagno è diventato uno degli spazi più importanti per le persone e si è notevolmente arricchito di funzioni. Oltre a soddisfare le esigenze di base, vi sono il lavandino, la vasca da bagno, apparecchi per fare il bucato e persino accessori di bellezza e cura della pelle. I progettisti, in base alla frequenza d'uso, alle attività, alle esigenze di pulizia, alla visione spaziale e altri fattori, propongono costantemente soluzioni umanizzate per la disposizione degli spazi. Con l'accelerazione dello stile di vita e il miglioramento dell'ambiente domestico, lo stile dei servizi igienici ha mostrato una tendenza di sviluppo diversificata: tra questi, lo stile industriale moderno e lo stile di lusso italiano. Il design inizia a riflettere sullo spazio, e sulla necessità di durare nel tempo.

Sotto l'influenza del concetto di protezione dell'ambiente, sono stati applicati un gran numero di materiali per il risparmio energetico, di tecnologie per il risparmio idrico e per il trattamento delle acque reflue. Con il rafforzamento degli scambi internazionali, si sono abbattute le barriere nazionali per il commercio dei prodotti sanitari, e quindi sui sono presto diffusi nel mercato Cinese: il sanitario intelligente giapponese, la superficie del materiale nano-glass dei sanitari autopulenti italiani e altri prodotti. Allo stesso tempo, i prodotti cinesi per i servizi igienici stanno migliorando qualitativamente, e vi sono molti marchi nazionali rappresentativi come ARROW, GOLD, ecc.

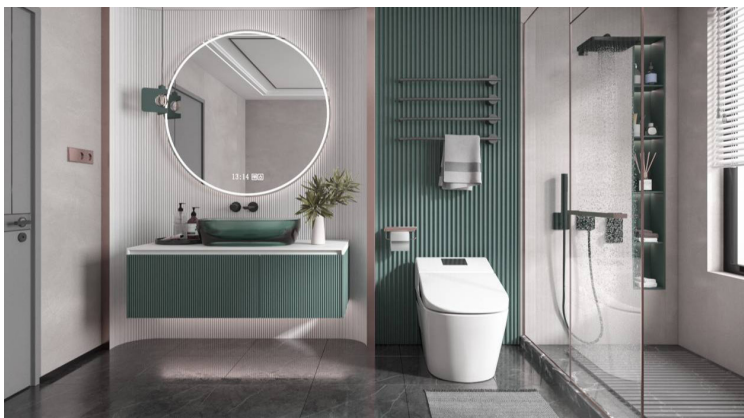


Figura 62: Il progetto di servizio igienico che separa la sostanza secca da quella umida.

3.2.11 Riforma dei bagni pubblici urbani

Con lo sviluppo del turismo e l'aumento della popolazione urbana, alcune parti della Città si trovano ad affrontare lo stesso problema grave della carenza di servizi igienici pubblici di Roma. Però, i cinesi non sono generalmente abituati ad andare nel bagno nei bar. Pertanto, la mancanza di bagni pubblici finirà per degenerare in problemi ambientali urbani.

La Rivoluzione dei servizi igienici è un programma di rinnovamento e miglioramento dei servizi igienici pubblici in Cina, proposto da Xi Jinping, segretario generale del Comitato Centrale del Partito Comunista Cinese (CPC) e presidente del paese; nel 2015, inizialmente con l'obiettivo principale di promuovere il turismo migliorando la qualità dei servizi igienici pubblici. Poi ulteriormente ampliato in un progetto di sussistenza per migliorare la qualità della vita delle persone, rinnovando i servizi igienici pubblici urbani, specialmente quelli nelle zone rurali, con un ambiente povero. Entro il 2017, 68.000 servizi igienici pubblici erano stati migliorati a livello nazionale per un costo totale di oltre 20 miliardi di RMB; Dal 2018 al 2020, 64.000 nuovi servizi igienici sono stati costruiti, rinnovati e ampliati a livello nazionale, compresi più di 47.000 nuovi servizi igienici e più di 17.000 servizi igienici rinnovati e ampliati.

Secondo la relazione sullo sviluppo urbano, dal 2014 Xuzhou ha effettuato una ristrutturazione completa dei bagni pubblici a secco e dei bagni pubblici vecchio stile. Fino ora, Sono stati demoliti un totale di 322 bagni vecchi e sono stati rinnovati 238 bagni vecchi. L'investimento accumulato è stato di 39 milioni di yuan (circa 4,9 milioni di euro). Nonostante ciò, ci sono ancora alcuni servizi igienici che devono essere ricostruiti o aggiornati.

Oggi, come in altre Città di Cina, a XuZhou si possono vedere molti edifici lungo la strada e nelle piazze vicino alle zone residenziali, contrassegnati dalle parole "bagno pubblico". (Figura 63-69)

A XuZhou vi è ancora un vecchio bagno pubblico a pozzo, che è stato costruito tra il 1989 e il 1999. A quel tempo, il problema del drenaggio domestico non era ancora stato risolto. I bagni pubblici erano costruiti dal governo come struttura di servizio necessaria per il pubblico.



Figura 63: bagno pubblico vicino stazione di Metro di Zone Yunlong Xuzhou, Cina, ha tre water, e sei padelle accovacciate.



Figura 64: bagno pubblico sulla piazza Suning, Xuzhou, Cina



Figura 65: bagno pubblico, sul marciapiedi di Zone Yunlong. Il bagno è gratuito, ma la carta igienica deve essere acquistata al distributore automatico all'entrata dei bagni. Il prezzo di un piccolo pacchetto di fazzoletti è di 0,25 euro.

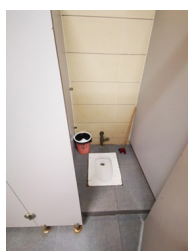
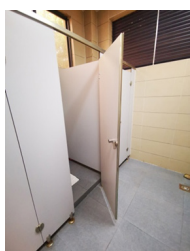


Figura 66: bagno pubblico sul ciglio della strada Qingfeng, Xuzhou, Cina

Questi bagni pubblici sono stati progettati con una semplice struttura a scanalatura, senza porte e con uno scarico regolare. Il progetto era basato principalmente sulla semplicità e sulla funzionalità.

A Nanchino, i servizi igienici sono contenuti in un container mobile e possono risolvere molti problemi, in luoghi di vacanze, di grandi eventi o di punti panoramici famosi, di solito sono messi a disposizione una varietà di servizi igienici mobili. (Figura 70)

Il governo di Xuzhou e l'Università Cinese Mineraria di Tecnologia hanno sviluppato congiuntamente un sistema di ricerca supervisione di un bagno intelligente, con cui è possibile: cercare i bagni, monitorare la loro pulizia, apportare una ventilazione tempestiva e conservare acqua ed elettricità, determinare il rilevamento ambientale, chiamare lo staff di pulizia e altre funzioni. Gli utenti possono utilizzare l'applicazione per trovare informazioni sulla mappa, come il bagno più vicino e il numero di utenti in tempo (Figura 71). Ad eccezione dell'app, la Città Xuzhou ha anche sistemato diversi segnali stradali per bagni pubblici. (Figura 72)



Figura 72: Bagno intelligente in Giardino LiuYuan — Schermo Lavandino Spia



Figura 67: bagno pubblico nella periferia di Xuzhou, ha 8 padelle accovacciate e uno water per disabili.



Figura 68: bagno pubblico sulla piazza Wanda, Xuzhou, Cina



Figura 69: bagno pubblico vecchio stile bagno pubblico di Xuzhou, 1989-1999, Cina



Figura 70: Servizi igienici mobili



Figura 71: Road signs per bagni pubblici

3.3 Ovest

Prima della nascita dello sciacquone, le antiche toilette romane o portavano flussi d'acqua per scaricare gli escrementi, o facevano cadere liberamente gli escrementi all'esterno dell'edificio con l'aiuto di muri, torri e altri edifici alti, progettati senza altro scopo che il desiderio di scaricare gli escrementi lontano; secoli dopo che lo sciacquone fu inventato e divenne gradualmente popolare attraverso generazioni di miglioramenti, lo sciacquone, pur fornendo una soluzione igienica e confortevole ai problemi di igiene personale, portò anche a gravi inquinamento ambientale e le malattie dilaganti, e si cominciarono a costruire sistemi fognari per drenare gli escrementi. Il problema dei servizi igienici pubblici in Cina consiste soprattutto nell'impatto dei vecchi servizi igienici rimasti storicamente nelle città, a causa della mancanza di amministrazione delle strutture vecchie e sporche, mentre il problema dei servizi igienici pubblici in Europa si riflette soprattutto nel numero insufficiente o nella necessità di pagamento per usufruire del servizio.



Figura 73: Un'antica latrina pubblica romana di Ostia antica, 7° secolo a.C. - Alto medioevo



Figura 74: Antica latrina pubblica romana

This latest research on the prevalence of ancient parasites suggests that Roman toilets, sewers and sanitation laws had no clear benefit to public health. The widespread nature of both intestinal parasites and ectoparasites such as lice also suggests that Roman public baths surprisingly gave no clear health benefit either...It seems likely that while Roman sanitation may not have made people any healthier, they would probably have smelt better

— Piers Mitchell, *The secret history of ancient toilets*⁸⁴

3.3.1 6° secolo a.C. • bagni pubblici romani

Nel 6° secolo a.C., Tarquinius Priscus, re che faceva parte della dinastia Etrusca, fece costruire a Roma la fogna che è diventata la più famosa al mondo - la Cloaca Massima. Consiste in un canale principale largo 16 piedi con sette tubi di diramazione. Di solito le feci si accumulavano gradualmente nella fogna fino all'arrivo della pioggia, grazie alla quale il canale veniva ripulito scaricandone il contenuto nel fiume Tevere, con l'aiuto del deflusso dell'acqua piovana.

Nelle rovine di Ostia Antica (7° secolo d.C. - Alto medioevo) possiamo trovare i resti, risalenti a 7° secolo d.C., di un bagno pubblico all'aperto che poteva ospitare fino a 22 persone (Figura 73). Sopra al canale di scolo si trova una fila di sedili in marmo, posizionati in modo da far cadere le feci attraverso il foro del sedile direttamente nell'acqua, che fluendo li trascinava via. C'è un piccolo fossato di fronte ai sedili contenente acqua pulita, in cui erano immersi dei comuni bastoni di legno a cui era legata una spugna. Dopo la defecazione, gli antichi romani usavano questo bastone per pulirsi. Dopo averlo usato, lo immergevano con la spugna nel piccolo fossato, in modo da lavarlo per un uso successivo. (Figura 74)

Verso il 315 d.C. c'erano più di 140 bagni pubblici a Roma. Così come nella condizione attuale, il sistema idrico delle acque nere di Roma nel periodo classico era molto grande. Sebbene un gran numero di bagni pubblici e fognature siano ancora insufficienti per sostenere tutte le emissioni di acque nere in tutta la città, sono state apportate numerose migliorie atte ad assicurare la pulizia dell'ambiente urbano.

84 Mitchell P., 2016, The secret history of ancient toilets, Parasitology, a disposizione online: <http://dx.doi.org/10.1017/S0031182015001651>



Figura 75: Versamento di escrementi direttamente dalla finestra.

85 Rudd N., Courtney E., 1991, Juvenal: Satires I, III, X, Bolchazy-Carducci Publishers, Wauconda.

86 The Satires of Decimus Junius Juvenalis. Translated into English Verse By Dryden J., London: Printed for Jacob Tonson, 1693. E-10 01064 Fisher Rare Book Library, University of Toronto.

3.3.2 Medioevo • Orinale da notte

Oltre ai bagni pubblici molti antichi romani usavano anche l'orinale, in quanto in quell'epoca si era scoperto che l'urina è in grado di rimuovere il grasso dai vestiti e può anche essere usata nel processo di produzione dei coloranti. Pertanto, al fine di raccogliere l'urina, molte botteghe avevano messo gli orinali fuori dalla porta ad uso gratuito da parte dei passanti.

Naturalmente erano presenti anche orinali nelle case dei cittadini, e le poesie dell'antico poeta romano Decimo Iunius Iuvenalis (1-2° secolo) testimoniano che il modo principale con cui le persone svuotavano l'orinale era quello di buttare gli escrementi direttamente dalla finestra. (Figura 75)

Originale:

et aedant silicem. possis ignavus haberi
et subiti casus improvidus, ad cenam si
intestatus eas: adeo tot fata, quot illa
nocte patent vigiles te praetereunte fenestrae.

— — Decimus Junius Juvenalis, Satires⁸⁵

Tradurre:

As many fates attend, thy steps to meet,
As there are waking windows in the street.
Bless the good gods, and think thy chance is rare
To have a pisspot only for thy share.

— — The Satires of Decimus Junius Juvenalis. Translated into English Verse By Dryden J.⁸⁶

3.3.3 1597 • Sanitario con lo scarico

Il primo sanitario con lo scarico apparve nel 1596 in Gran Bretagna (Figura 76), progettato da John Harington e riviste da Braman. Egli progettò un sanitario di legno con una cassetta d'acqua. Dopo i bisogni, le feci sarebbero state trasportate via con l'acqua dopo l'apertura della valvola. A causa della mancanza di un sistema automatico, l'acqua di scarico doveva essere buttata manualmente. Questo sanitario era disponibile solo per la regina, a causa dei costi elevati, quindi non era popolare tra la gente.

Nel 1775, l'inventore inglese Joseph Bramah migliorò il design del sanitario di Harington. Egli inventò la valvola a sfera con un sifone ad S di tre pezzi. Tirando lo sciacquone, l'acqua scendeva a vortice facilitando la fuoriuscita delle feci.

Nel 1778, dopo la rivoluzione industriale, l'orologiaio Alexander Cumming migliorò il sanitario progettato da Harington. La valvola si sarebbe chiusa quando non c'era acqua nel serbatoio, permettendo così al serbatoio di riempirsi. Inoltre usò il principio del sifone per progettare il tubo a S in modo da formare un coperchio per la rimozione degli escrementi.

Nonostante il sanitario con scarico sia semplice, pulito e comodo, lo scarico degli escrementi nei fiumi ha comportato diversi problemi di inquinamento ambientale e malattie infettive. Nel 1858, con il verificarsi dell'evento puzzolente del Tamigi, si iniziò a costruire una rete fognaria.

1596 flush + valve	1852 wash-out platform	- one piece porcelain - siphonic double flush	- one piece porcelain pedestal wash out	1885 beufort wash-down toilet	1800s toilet paper invented by Joseph Cayetty	1884 sewage connection
1775 s-trap	1870 - improved valve + decorative casing - twirl flush + conical metal bowl	1884 - siphonic wash down - elevated cistern	1885 first all-ceramic one piece wash-down	1884 elevated cistern	1877 private room	2014 final toilet

Figura 76. Evoluzione 1596—2014 nei secoli del design e dell'architettura dei servizi igienici

3.3.4 Servizi igienici pubblici europei

Il problema dei servizi igienici pubblici in Cina consiste soprattutto nell'impatto dei vecchi servizi igienici rimasti nelle città, a causa della mancanza di una bonifica delle vecchie strutture sporche, mentre il problema dei servizi igienici pubblici in Europa consiste soprattutto nel numero insufficiente o nella necessità di sostenere un costo per usufruire del servizio.

3.3.4.1 Roma

Come la maggior parte delle città europee, Roma ha solo pochi servizi igienici pubblici (Figura 77). È difficile immaginare che in una città turistica di fama mondiale, con una media di 40.000 visitatori al giorno, non si trovino i servizi igienici. Ma conoscendo lo stile di vita di Roma si viene a sapere che l'uso dei servizi igienici è associato ai negozi lungo la strada. La maggior parte dei bar, ristoranti, hotel, fast-food, ecc. accettano la richiesta dei pedoni di utilizzare i servizi igienici, aumentando così il flusso di clienti. Dopotutto, i pedoni che utilizzano i bagni di solito consumano una tazzina di caffè.

Sebbene questo modello sia molto ostile per i turisti che vengono in Europa, dal punto di vista della pianificazione urbana i servizi igienici pubblici sono strettamente legati al sistema sociale, ma l'obiettivo dovrebbe essere quello di soddisfare le esigenze dei cittadini. Se le esigenze possono essere soddisfatte attraverso l'integrazione delle risorse sociali, perché spendere molti soldi per la costruzione di un bagno pubblico che deve essere pulito, gestito e che può portare ad un maggiore inquinamento idrico? In questo modello di servizi igienici che mobilita pienamente le risorse sociali, il servizio pubblico romano avrebbe però bisogno di:

- a. Incrementare la segnaletica dei servizi igienici pubblici nelle città. Ad esempio, l'uso di cartelli nei negozi, opuscoli per i viaggiatori, informazioni orali nei negozi per informare gli utenti riguardo i servizi igienici aperti al pubblico, al fine di ridurre il numero di turisti tutti cittadini in difficoltà che urinano in un angolino nascosto perché non riescono a trovare un bagno o non possono tornare subito all'hotel.
- b. Aumentare i servizi igienici pubblici urbani per soddisfare le esigenze

di cittadini e turisti: l'aggiunta di servizi igienici pubblici in luoghi affollati come le stazioni della metropolitana e le stazioni ferroviarie. Nel Forum sulla Giornata del Sanitario tenutosi al Museo MACRO Nazionale, il professore Carlo Severati ha proposto un modello di servizi igienici per risolvere il problema a Roma, e ha guidato tre dei suoi migliori studenti a ideare un progetto di sanitari mobili. Questi studenti hanno progettato un sanitario trasportabile che occupa un solo posto auto, e se la richiesta di servizi igienici si riduce o il sanitario è pieno, si trasporta il sanitario al centro di manutenzione.



Figura 77: Bagno pubblico sulla Viale Giuseppe Mazzini, Roma

3.3.4.2 Mosca

La maggior parte dei bagni pubblici di Mosca sono puliti e spaziosi, ma costano tra 0,25 e 0,50 euro. La maggior parte di questi bagni pubblici ha un registratore di cassa, e gli utenti devono acquistare un biglietto per poter entrare. Tra i bagni più lussuosi vi sono quelli del centro commerciale GUM (Figura 78), costruito alla fine dell'impero russo, decorati con marmo e granito, con tappeti rossi sulla scala d'ingresso, profumi nelle credenze e persino un cameriere speciale che prende il cappotto dei clienti. Il prezzo per andare il bagno è di 84 rubli, circa 1,5 euro.

I bagni pubblici di Mosca si sono sviluppati in una forma speciale di commercio, e sono concepiti come un'industria di servizi simili ad uno dei tanti negozi del centro commerciale con servizi a pagamento. Qui si può provare la migliore esperienza per quanto riguarda il servizio dei bagni pubblici del mondo.

Il clima in Russia è rigido, e se nelle fosse settiche venisse buttata la carta igienica, il ciclo di degradazione degli escrementi durerebbe troppo a lungo, quindi molti bagni pubblici a Mosca espongono cartelli in varie lingue per ricordare alla gente di non gettare la carta igienica nel sanitario dopo l'uso. Quindi, quasi tutti i bagni hanno vicino un cestino per gettare la carta igienica usata e altri oggetti. I servizi igienici di Mosca non solo soddisfano le esigenze di utilizzo, ma svolgono anche un'educazione sociale per garantire il normale funzionamento del sistema dei servizi igienici sociali. Nei progetti futuri, per quanto riguarda i servizi igienici, una parte molto importante viene svolta dal ragionevole coordinamento di tutte le risorse naturali, le risorse sociali e le risorse viventi, così come lo sviluppo di una coscienza ecologica dei servizi igienici e la formazione dell'estetica della vita.



Figura 78: Servizi igienici di lusso nel centro commerciale GUM

CAPITOLO 4 LE NUOVE TECNOLOGIE RELATIVE AI SERVIZI IGIENICI

“In architectural and industrial design, new materials and new technologies lead to new designs.”

——Guan Shaoping: “Design should strike a balance between driving business development and corsillo protecting the sustainability of the ecological environment⁸⁷”

Al giorno d'oggi, i servizi igienici con sciacquone sono comunemente utilizzate nel mondo con fognature, fosse settiche e sistemi di trattamento delle acque. I rifiuti umani vengono scaricati dalla toilette nei tubi di scarico. I solidi vengono fatti precipitare nella fossa settica e il liquido entra nel tubo di drenaggio verso l'impianto di trattamento delle acque. Tuttavia, questo tipo di tecnologia igienica ha i suoi svantaggi. Oltre all'alto costo dell'impianto e al grande impatto sull'ambiente, ci sono pericoli nascosti per la salute. Le feci contengono un gran numero di batteri e microrganismi patogeni. Questi microrganismi possono venire a contatto con il corpo umano sotto forma di aerosol o attraverso la pelle, il tratto respiratorio, il tratto digestivo, ecc. E diffondere malattie. Quando si utilizza la toilette, lo scarico libera, una forte turbolenza dell'aria libera; i microrganismi presenti, si diffondono nell'aria. Inoltre, il tubo di drenaggio crea condizioni ottimali per la riproduzione di microrganismi come batteri, muffe e vermi. Pertanto, l'innovazione dell'apparecchio igienico sanitario è diventata un problema che deve essere affrontato con urgenza. Lo sviluppo e l'applicazione di nuove tecnologie danno la possibilità di creare nuove soluzioni. Come il professore Guan Shaoping ha detto, innanzitutto, le nuove tecnologie possono incrementare lo sviluppo economico, sociale e culturale; poi, possono promuovere l'ottimizzazione e l'aggiornamento industriale e la formazione di nuovi settori industriali; terzo, possono migliorare la forma e l'efficienza dell'uso delle risorse; infine, possono promuovere la protezione ambientale e lo sviluppo sostenibile.⁸⁷

Dal momento che l'obiettivo del progetto di un sanitario innovativo è quello di giungere ad uno sviluppo sostenibile, è necessario creare un nuovo sistema per la raccolta e il trattamento degli escrementi tramite l'integrazione di componenti materiali e non. Nelle nuove tecnologie si fa uso di strumenti, materiali e mezzi sostenibili che possono consentirlo.

87 Guan S. P., 2019, Design should strike a balance between driving business development and protecting the sustainability of the ecological environment, public online: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5127.tb.20190927.1406.038.html>

4.1 Riciclo delle acque reflue domestiche

88 Vezzoli C., 2018, Design for Environmental Sustainability — Life Cycle Design of Products, 2nd edition: Springer-Verlag London Ltd.

Il professore Carlo Vezzoli del Politecnico di Milano, nel suo libro Design per la Sostenibilità Ambientale⁸⁸, sostiene che nel processo di design il progettista dovrebbe fare in modo che, utilizzando il prodotto, venga minimizzato il consumo dei materiali, e che tale riduzione non dovrebbe influire sulle prestazioni di base del prodotto. Per arrivare a ridurre l'impatto ambientale di un bene di consumo, si dovrebbero prendere in considerazione tutti i possibili design sostenibili e i diversi materiali di consumo. Con l'aumento della popolazione, l'acqua è sempre più carente su scala mondiale e la domanda è in costante aumento. Il riciclo delle acque reflue domestiche riduce l'utilizzo di risorse idriche nei sanitari.

Le acque reflue domestiche differenti dall'acqua di scarico del WC come per esempio l'acqua per il lavaggio delle persone e per il bucato, sono note come acque grigie. L'uso efficiente delle acque grigie viene considerato come una possibile soluzione per mitigare la grave carenza delle risorse idriche causata dal rapido aumento della popolazione urbana. Per cooperare con le città cinesi in merito al riutilizzo delle acque reflue, il Ministero dell'Edilizia e il Comitato Nazionale di Gestione della Normalizzazione hanno redatto una serie di standard per il riutilizzo delle acque reflue, come lo Standard per il Riutilizzo delle Acque Recuperate (GB50336-2018), Pianificare e Progettare il Riutilizzo delle Acque Reflue Urbane (GB50335-2016), Codice di Controllo della Qualità dell'Impianto di Trattamento delle Acque Reflue Urbane (GB50334-2002), ecc. che forniscono dati tecnici per l'uso efficace delle risorse fognarie urbane garantendo la qualità del loro trattamento, e fornendo delle linee guida per integrare il progetto di riciclo delle acque reflue domestiche nel progetto di nuovi sanitari.

Il riciclo delle acque reflue domestiche apporta i seguenti vantaggi:

- a. Il volume delle acque reflue domestiche e urbane è enorme, l'output è costante e non viene influenzato dalle condizioni climatiche o da altre condizioni naturali. In teoria, finché verranno prodotte le acque reflue domestiche, i sanitari avranno a disposizione una fonte d'acqua a sufficienza per la pulizia degli stessi;
- b. Utilizzo a distanza ravvicinata. Le acque reflue domestiche vengono prodotte dalla cucina e dal bagno di casa, la fonte è quindi più vicina e più conveniente dell'approvvigionamento idrico municipale. Pertanto, anche la modalità di riciclaggio delle acque reflue può essere più flessibile: in una famiglia basta riciclare una piccola quantità di acqua, mentre per una comunità e più edifici residenziali si può mettere a disposizione un piccolo o grande serbatoio che contenga le acque grigie per la pulizia dei sanitari, in base alle condizioni locali;
- c. Barriera tecnica ridotta. La tecnologia di riutilizzo delle acque reflue domestiche (acque grigie) è relativamente meno diffusa. Inoltre, le acque grigie contengono meno dello 0,1% di impurità, quindi non sono difficili da trattare, e tramite un pretrattamento e una filtrazione dei materiali vengono soddisfatti i requisiti dell'acqua di lavaggio;
- d. Vantaggio economico. Il riciclaggio delle acque grigie fornisce un modo più economico di riutilizzare l'acqua sia per gli utenti che per gli operatori. Poiché i prodotti per il riutilizzo delle acque reflue non solo riducono il consumo d'acqua degli utenti ma anche la produzione di acque reflue. Si riduce inoltre la pressione negli impianti di trattamento delle acque reflue urbane.

Caso Studio 1		
W+W	2010	AZIENDA/COMPANY: ROCA (SPAGNOLA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: GABRIELE BURATTI, OSCAR BURATTI
WC		MATERIALE/MATERIALE: CERAMICA



Figura 79: Roca Water: W+W, Gabriel e Oscar Buratti

4.1.1 Water W+W

Introduzione:

Quando ero bambino, mi lavavo le mani in una bacinella. Dopo essermi lavato le mani, i miei famigli conservavo l'acqua per non sprecarla, riutilizzandola per sciacquare la toilette.

Caso Studio 1:

IL sistema integrato lavabo e wc (Figura 79-80) della prodotto dall'azienda spagnola Roca, progettata dai designer milanesi Gabriele e Oscar Buratti, è dotata di un lavabo sovrastante. L'acqua per lavare le mani viene riutilizzata per tirare lo sciacquone alla toilette: si tratta di un'idea intelligente per risparmiare acqua.

Vantaggi:

- Roca Water e Huib Van Glaneek Water non entra in conflitto con le abitudini d'uso di un sanitario tradizionale;
- Riduce il consumo idrico;

Svantaggi:

- È necessario collegare il sanitario al sistema di approvvigionamento idrico e alla rete fognaria;
- Gli escrementi entrano comunque nel sistema fognario, causando problemi nel trattamento delle acque;

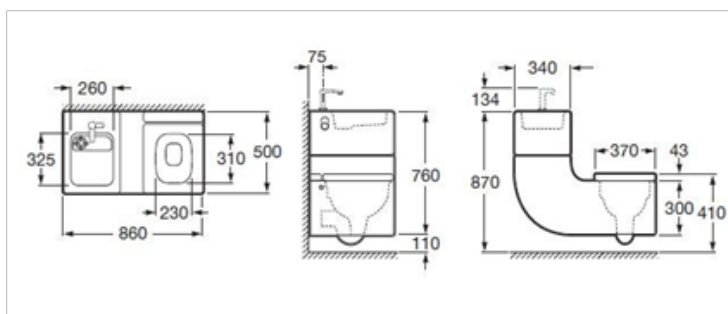


Figura 80: Roca Water: W+W, Gabriel e Oscar Buratti

Caso Studio 2		
WASHUP	2008	AZIENDA/COMPANY: TECHNOGADGET (UMM AL QUWAIN)
		PROGETTISTA/DESIGNER: SEVIN COSKUN
WC		MATERIALE/MATERIALE: METALLO E CERAMICA

Caso Studio 3		
BAGNO PUBBLICO DI TONGZHOU	2008	AZIENDA/COMPANY: FACOLTÀ DI BELLE ARTI DELL'UNIVERSITÀ DI TSINGHUA (CINA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: LIU XIN
BAGNO PUBBLICO		EDIFICIO PUBBLICO



Figura 81: WashUP, Sevin Cosku



Figura 82: bagno pubblico di Tongzhou, Liu Xin

4.1.2 Water WashUP e Bagno Pubblico di Tongzhou

Introduzione:

L'acqua di lavaggio e dello sciacquone è la fonte principale delle acque reflue domestiche. Dal momento che l'acqua utilizzata per scaricare il sanitario deve essere solo relativamente pulita, e poiché l'acqua di lavaggio dei lavabi contiene detersivi profumati, il riutilizzo di quest'acqua per lo sciacquone diventa estremamente pratico. Molti utilizzano l'acqua di scarico della lavatrice per lavare il pavimento o tirare lo sciacquone. Alcune persone pongono la lavatrice vicino o direttamente sopra il sanitario in modo da far finire l'acqua di lavaggio direttamente nel serbatoio del sanitario.

Caso Studio 2:

Il designer Sevin Coskun dal TechnoGadget ha progettato un prodotto in base al concetto di collegamento tra lavatrice e sanitario, si chiama WashUP (Figura 81). L'acqua di lavaggio viene immagazzinata nel serbatoio d'acqua e successivamente utilizzata per pulire il sanitario; l'acqua viene quindi usata in modo efficiente.

Caso Studio 3:

La figura 82 mostra un bagno pubblico di Tongzhou ideato da Liu Xin, un professore della facoltà di belle arti dell'Università di Tsinghua, con i suoi studenti. Il concetto di design è simile a quello della toilette del Roca. Il piano terra è un bagno pubblico, mentre il primo piano è una lavanderia. L'acqua di lavaggio è riutilizzata per tirare lo sciacquone dei servizi igienici. Oltre a conservare l'acqua, le soluzioni innovative di Liu uniscono le esigenze delle persone ad uno stile di vita sano ed ecologico.

Vantaggi:

- a. Non entra in conflitto con le abitudini d'uso di un sanitario tradizionale;
- b. Risparmia l'acqua e riduce il consumo idrico;

Svantaggi:

- a. È necessario collegare il sanitario al sistema di approvvigionamento idrico e alla rete fognaria;
- b. Gli escrementi entrano comunque nel sistema fognario, causando problemi nel trattamento delle acque;

Caso Studio 4		
SANITARIO INTEGRATO PER INTERNI	2019	AZIENDA/COMPANY: DIN&MEI (CINA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: TEAM DI PROGETTAZIONE DI DIN&MEI
SANITARIO		MATERIALE/MATERIALE: CEMENTO IN FIBRA DI VETRO



Figura 83: Serie di Separazione di Elementi Asciutti e Bagnati dei Sanitari Integrati per Interni

4.1.3 Sanitario integrato per interni

Introduzione:

La toilette integrale è stata sviluppata in Giappone nel 1964 ed è caratterizzata da una rapida installazione, basso costo, protezione ambientale, alto tasso di recupero dei materiali e applicazione a cascata delle risorse idriche.

La toilette integrale è un'unità sanitaria indipendente formata da un pozzetto impermeabile, un pannello a parete e un soffitto, con una varietà di articoli sanitari funzionali, con tre funzioni di base: bagno, lavaggio e toilette o qualsiasi combinazione tra altre funzioni. È adatto per edifici in mattoni e cemento, cemento armato, cemento con fibra di vetro e acciaio, mattoni e legno. Il bagno integrale è fatto di piastrelle, nido d'ape in alluminio, fibra di vetro, calcestruzzo in fibra di vetro e poliuretano in un'unica pressa nello stampo, tutti i componenti sono prodotti in fabbrica e assemblati in loco, il che favorisce l'industrializzazione dell'alloggio e l'industrializzazione della costruzione, e facilita anche una pianificazione più scientifica del sistema di approvvigionamento idrico e di scarico nel bagno integrale per migliorare l'utilizzo delle risorse idriche.

Caso Studio 4:

La azienda cinese Din&mei Homeware si concentra sulla Ricerca e Sviluppo e sulla produzione di sanitari integrati per interni⁸⁹ (Figura 83-84), in cui viene utilizzata la tecnologia di riutilizzo delle acque reflue domestiche raccogliendo l'acqua utilizzata per fare il bagno e per lavare le mani per lo scarico del sanitario, migliorando così l'efficienza d'uso delle risorse idriche e riducendo il consumo di acqua. Inoltre, il bagno integrato per interni adotta la produzione standard prefabbricata (simil Lego). Il processo di installazione comprende una costruzione a secco non inquinante e più rispettosa dell'ambiente rispetto ai bagni tradizionali. Inoltre, nel processo di decorazione del bagno viene ridotto lo spreco dei materiali da costruzione, riducendo i costi e accorciando i tempi di costruzione.

Al momento sono stati lanciati quattro modelli dei bagni integrati per interni Dingmei: 2m², 2-3m², 4-5m² e >6m² adatti per hotel, monolocali, ospedali, dormitori studenteschi e altri scenari.

89 Sanitario integrato per interni
<http://www.xtlztwy.com/>



Figura 84: Serie di Risparmio Idrico dei bagni Integrati

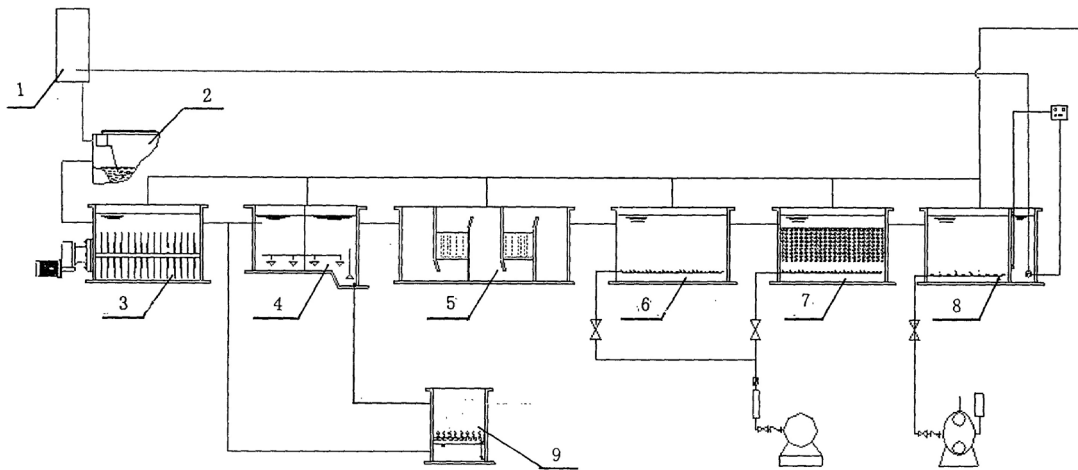
Vantaggi:

- a. Il bagno integrato adotta un design modulare, e qualsiasi parte può essere combinata liberamente in termini di colore, pattern e materiale superficiale in base alle preferenze estetiche e a vari stili, soddisfacendo le estetiche variegata del mercato;
- b. Rispetto ai bagni tradizionali, i costi di realizzazione dei bagni integrati per interni sono minori;
- c. Paragonato al bagno tradizionale, il periodo di costruzione del sanitario integrato per interni è più breve, e i tempi relativi sono determinati dall'ambiente specifico di installazione;
- d. Alcuni bagni integrati possono essere dotati di sistemi di risparmio idrico, utilizzando l'acqua per il lavaggio delle mani e l'acqua del bagno per pulire il sanitario e ridurre il consumo di acqua;

Svantaggi:

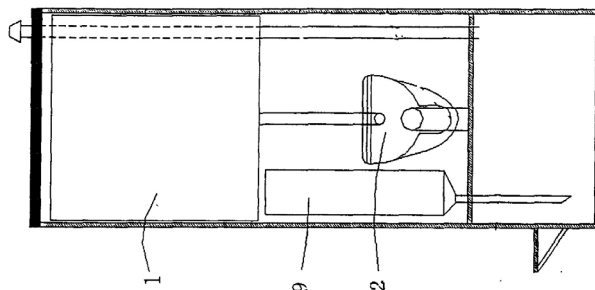
- a. È necessario collegare il sistema alla rete idrica e al sistema fognario, e ciò porta a limitazioni agli scenari di applicazione;

Caso Studio 5		
TOILETTE DELL' UNIVERSITÀ DI NANCHINO	2004	AZIENDA/COMPANY: UNIVERSITÀ DI NANCHINO (CINA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: ZHANG ZHI
RICERCA		MATERIALE/MATERIALE: METALLO



181

Figura 85: Sistema di funzionamento della toilette dell' Università di Nanchino



1. serbatoio
2. water
3. dispositivo per frantumare le feci
4. dispositivo di separazione solido-liquido
5. dispositivo di reazione anaerobica
6. dispositivo di reazione facilitante
7. dispositivo di reazione aerobica
8. dispositivo ozono disinfezione
9. dispositivo di asciugatura

Figura 86: Struttura della latrine ecologiche

4.1.4 Toilette dell'Università di Nanchino

Introduzione:

Sebbene l'uso di acque reflue domestiche per la pulizia dei sanitari possa migliorare l'efficienza d'uso delle risorse idriche, non è facile cambiare la situazione attuale: un grande quantità di acqua utilizzata per sciacquare il WC viene scaricata direttamente nel sistema fognario. Con la tecnologia di riciclaggio delle acque dell'Università di Nanjing, l'acqua utilizzata per sciacquare il sanitario corrisponde ad un'acqua pulita separata dagli escrementi, chiudendo sostanzialmente il ciclo del sistema idrico. (Figura 85-86)

Caso Studio 5:

Nel 2006, il Laboratorio Ambientale dell'Università di Nanchino, in Cina, ha depositato un brevetto per delle latrine ecologiche che possono essere lavate con "acqua che ricircola". La decontaminazione delle feci viene portata avanti su scala periodica (su cicli di 90 o 180 giorni) e queste vengono convertite in fertilizzanti. La trasformazione dell'urina, la sua decomposizione, purificazione e disinfezione e il riuso dell'acqua sono un passo avanti verso il riciclaggio.

Il sistema della fognatura circolare è il seguente: prima, l'acqua che dovrà circolare viene immagazzinata in cisterne e verrà utilizzata per scaricare gli escrementi nel WC e trasportarli nel vaso di raccoglimento posto in basso. Successivamente, i rifiuti vengono sottoposti a un processo di separazione del solido dal liquido con un apposito dispositivo per il trattamento degli escrementi.

In questo dispositivo, i liquidi sono convogliati in un tubo e vanno incontro ad un processo di purificazione a strati e alla fine vengono riconvogliati nella cisterna dell'acqua, pronti al riutilizzo.

Vantaggi:

Non solo quest'invenzione libera i WC dalla loro dipendenza dall'acqua e dalla necessità di gestire immediatamente gli escrementi, ma anche supera gli altri WC secco, nella misura in cui in questi ultimi:

- a. Potrebbero verificarsi perdite durante la raccolta e il trasporto dei fertilizzanti;
- b. I materiali per sigillare i sacchetti di scarti potrebbero causare problemi di inquinamento secondario;

Svantaggi: A causa degli alti costi di installazione, questo genere di WC non è molto diffuso.

4.2 WC con scarico separato tra solidi e liquidi

Introduzione:

Nelle pagine qui di seguito è riportata una selezione di modelli di sanitario o wc in cui il refluito solido è separato da quello liquido. In questo tipo di sanitari, tirando lo sciacquone i solidi, ossia le feci, e i liquidi, ossia l'urina, vengono scaricati separatamente. Questo porta a due vantaggi: innanzitutto, separando le feci e l'urina è possibile ridurre il consumo idrico complessivo. Per risciacquare l'urina servono meno di 0,3 litri; per risciacquare le feci, se il sanitario è collegato ad un tubo a gravità, il consumo di acqua sarà di solo 1,2 litri. Secondo: sebbene il sanitario con una tecnologia di risciacquo suddivisa tra solidi e liquidi non produca di per sé un valore economico sostanziale, la rimozione di solidi, come per esempio feci dall'acqua comporta una maggiore convenienza per il trattamento successivo delle acque reflue e dell'uso degli escrementi come risorse, offrendo così la possibilità di creare un nuovo modello di sanitario.

Attualmente, i sanitari con il risciacquo separato tra solidi e liquidi sono solitamente dotati di tubi di scarico per liquidi e tubi di scarico per solidi rispettivamente nella parte anteriore e posteriore. La porta di scarico con una piccola apertura nella parte frontale consente lo scarico e la raccolta delle urine, mentre la porta di scarico con una grande apertura sul retro consente lo scarico e la raccolta delle feci. In alcuni sanitari a risciacquo solido-liquido, viene posizionato al centro un tubo di scarico per sciacquare il sanitario con dell'acqua pulita. In alcune regioni come India e Giappone viene talvolta aggiunto un tubo di scarico per il lavaggio personale.

Caso Studio 6		
BIPEE	2010	AZIENDA/COMPANY: UNIVERSITÀ DELLE ARTI FOLKWANG (GERMANIA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: ANKE BERNOTAT
WC		MATERIALE/MATERIALE: CERAMICA



Figura 87: Bipee

4.2.1 Bipee

Caso Studio 6:

Il Bipee⁹⁰⁻⁹¹ (Figura 87) è un bidet integrato per il risparmio idrico e servizi igienici per orinatoi. Con la separazione dell'urina, il Bipee richiede meno di 0,5 litri per il lavaggio rispetto ad altri apparecchi igienico sanitari a risparmio idrico convenzionali che richiedono più di 2,5 litri per lavaggio.(Figura 88)

Il sanitario Bipee è innovativo per quanto riguarda il risciacquo suddiviso tra urina e feci: l'urina entra nel sistema fognario nella parte anteriore del sanitario e viene risciacquata con meno acqua, mentre le feci entrano nel sistema fognario nella parte posteriore del sanitario risciacquata con una quantità normale di acqua.

Vantaggi:

a. Si riduce grandemente il consumo idrico per il risciacquo del sanitario.

Svantaggi:

- a. È necessario collegarlo al sistema fognario;
- b. È impossibile raccogliere e utilizzare gli escrementi come risorse;

90 Bipee <http://www.m-attia.com/2010.html>

91 Bipee <https://attiadesign.com/uni/>

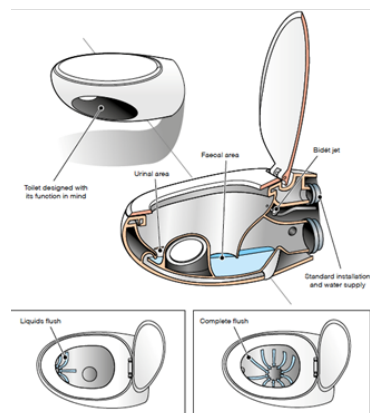
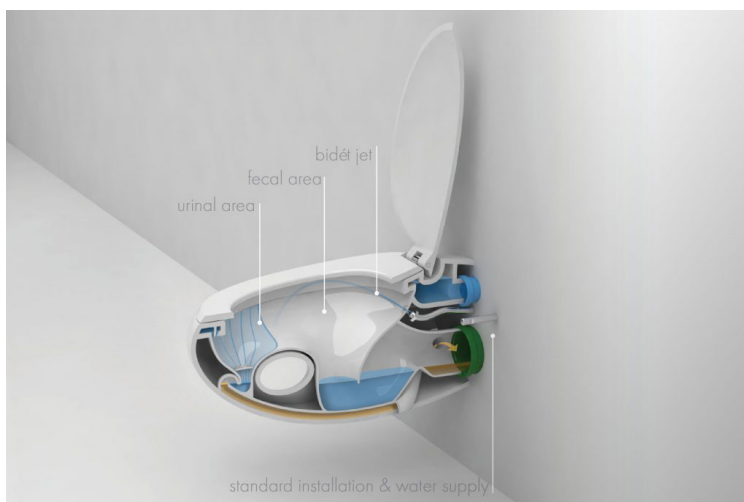


Figura 88: Bipee

Caso Studio 7		
EKOTOI	2010	AZIENDA/COMPANY: ELDEVIT S.R.O. (SLOVACCHIA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: PROGETTO FINALE DEL MASTER DEL PARAG DESHPANDE
WC		MATERIALE/MATERIALE: CERAMICA E POLIPROPILENE PLASTICA

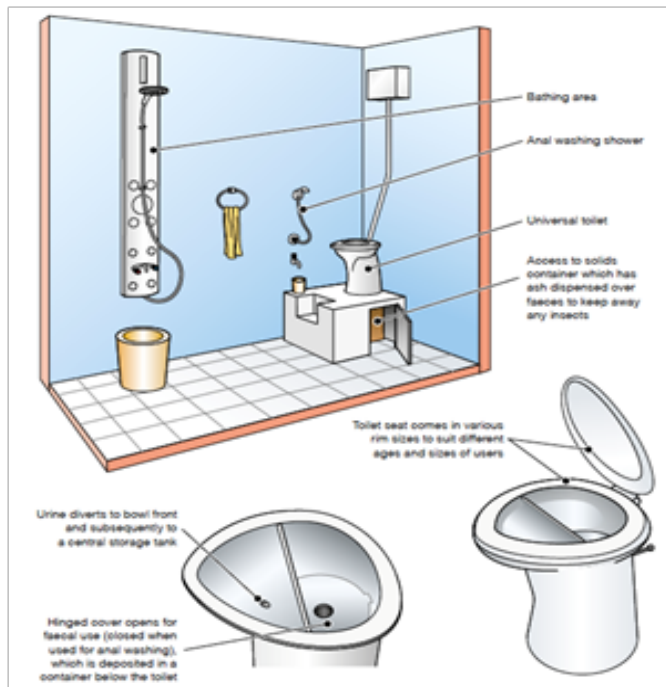


Figura 89: Eko Toi Toilet

4.2.2 EkoToi

Caso Studio 7:

EkoToi⁹²⁻⁹³⁻⁹⁴ Progettato per le aree rurali e urbane in India, è il risultato di un progetto finale di Masters nella progettazione del prodotto di Parag Deshpande, caratterizzato dalla separazione delle urine. (Figura 89)

Il sanitario EkoToi utilizza la gravità per far cadere l'urina e le feci verticalmente nel contenitore posto sotto il sanitario, e richiede una quantità ridotta di acqua per risciacquare e pulire le pareti interne del sanitario. Quando l'utente defeca, il sistema percepisce la pressione dei glutei, chiudendo il coperchio sopra il canale anteriore dell'urina e aprendo il coperchio del canale posteriore delle feci, in modo che gli escrementi cadano direttamente nel contenitore sottostante. Quando l'utente si alza e si allontana dal sanitario, il coperchio si richiude per isolare gli odori, e l'acqua scorre sulle pareti interne del sanitario.

EkoToi può essere adattato a diverse tavolette di dimensioni differenti per gli utenti di diverse fasce di età.

92 EkoToi <http://vimeo.com/user2830873>

93 EkoToi <https://eldevit.com/Product?lang=en>

94 EkoToi <https://www.ekotoi.sk/?lang=en>

Vantaggi:

- a. Si riduce sensibilmente il consumo idrico per il risciacquo del sanitario;
- b. Scarico automatico senza l'operazione manuale;
- c. Urina e feci sono separate e raccolte facilitando il trattamento e l'utilizzo degli escrementi come risorse.

Svantaggi:

- a. È necessario collegare il sanitario al sistema fognario per pulire le pareti interne del sanitario;
- b. È necessario riciclare regolarmente gli escrementi presenti nel contenitore al di sotto del sanitario;

Caso Studio 8		
AQUATRON	2012	AZIENDA/COMPANY: AQUATRON ROBOTIC TECHNOLOGY LTD (SVEZIA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: TEAM DI PROGETTAZIONE DI AQUATRON
WC		MATERIALE/MATERIALE: PLASTICA POLIETILENE RICICLABILE E POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRA DI VETRO

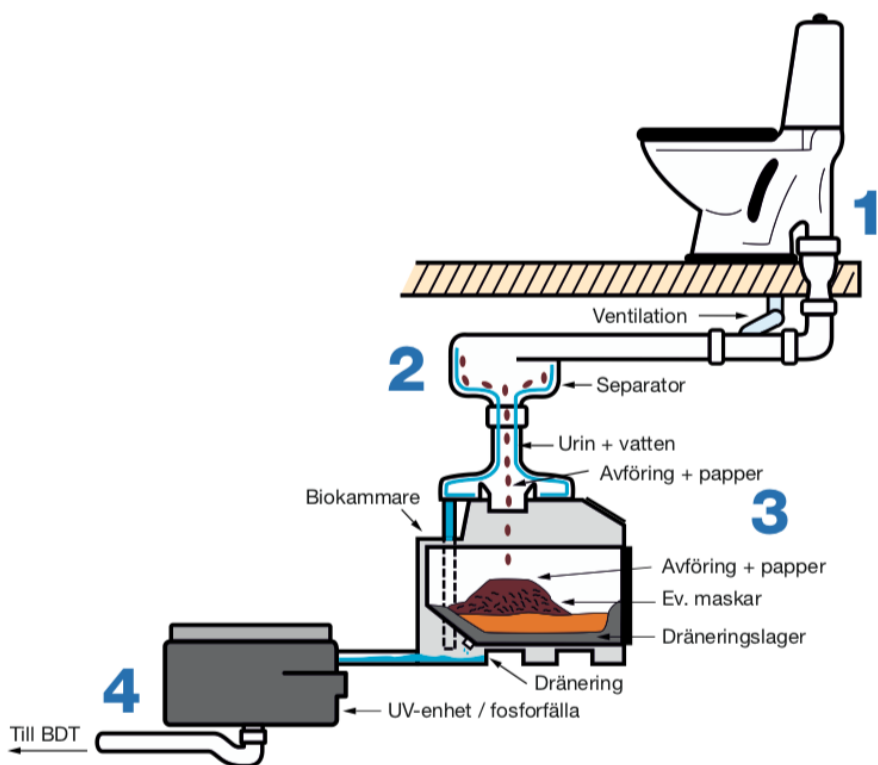


Figura 90: Sistema di Compostaggio di Aquatron

4.2.3 Aquatron

Caso Studio 8:

Il WC Aquatron⁹⁵ (Figura 90) è un WC con sciacquone e un processore fecale. Nella parte posteriore e anteriore del WC vi sono due fori di scarico. La parte anteriore viene utilizzata per lo scarico dell'urina e delle acque reflue come l'acqua utilizzata per pulire le pareti, mentre la parte posteriore viene utilizzata per lo scarico di solidi come feci e carta igienica. Successivamente, le acque reflue liquide vengono scaricate nel sistema fognario per il trattamento delle acque reflue, mentre la parte solida viene scaricata nel sistema di compostaggio di Aquatron. Il sistema di compostaggio è disponibile in una varietà di modelli: tipo supplementare per il fine settimana o le vacanze; tipo privato per case unifamiliari, tipo pubblico per scuole e altri luoghi pubblici, e tipo domestico per condomini.

95 Sanitario Aquatron http://www.naturbauhof.de/lad_komp_aqua.php

Vantaggi:

- a. Il WC Aquatron separa gli escrementi solidi dall'acqua, riducendo la pressione del trattamento delle acque reflue urbane;
- b. Poiché non è necessario utilizzare grandi quantità di acqua per scaricare gli escrementi solidi nel sistema fognario vengono ridotti grandemente il consumo idrico e la produzione di acque reflue;
- c. La massima distanza tra il sistema Aquatron e il WC è di 20 m, per cui il punto di installazione del dispositivo di compostaggio di Aquatron è piuttosto flessibile;
- d. Rispetto agli altri WC con compostaggio sul mercato, il costo del WC Aquatron è relativamente minore;

Svantaggi:

- a. È necessario collegare il WC al sistema idrico e fognario;
- b. Il sistema di compostaggio richiede una manutenzione regolare;

Caso Studio 9		
SEPRETT	2000	AZIENDA/COMPANY: WOOWOO (UK)
		PROGETTISTA/DESIGNER: JOEL CORMACK
WC		MATERIALE/MATERIALE: POLIPROPILENE PLASTICA



Figura 91: Separett Villa 9020

4.2.4 Separett

Caso Studio 9:

Separett⁹⁶ produce sanitari di compostaggio e senza acqua da oltre 30 anni. Il suo prodotto principale, Separett Villa 9020 (Figura 91), utilizza un sistema di separazione dell'urina. Il piccolo foro nella parte anteriore del sanitario viene utilizzato per raccogliere liquidi come urina e acqua di risciacquo, che può essere prelevata elettricamente. Il grande foro nella parte posteriore viene utilizzato per la raccolta delle feci. Quando si utilizza il WC, il coperchio del grande foro si apre per far cadere con la gravità le feci nel contenitore di compostaggio al di sotto del sanitario. Quando l'utente lascia il WC, il coperchio si chiude automaticamente per evitare la diffusione di cattivi odori. Il contenitore di compostaggio ubicato al di sotto deve essere svuotato regolarmente, e il fertilizzante può essere utilizzato per fertilizzare colture vegetali e ornamentali. (Figura 92) Il WC con sistema di raccolta separata è utilizzato nel Museo Shijia Hutong di Pechino, può separare gli escrementi solidi dalle urine. L'imbuto anteriore può raccogliere l'urina e quando il coperchio dell'erogatore posteriore avverte la pressione sul coperchio del water, si aprirà per raccogliere le feci e si chiuderà automaticamente quando la persona esce. Il WC Separett non ha bisogno di essere collegato ad un sistema di approvvigionamento idrico, perché la superficie del sanitario è realizzata in un materiale facile da pulire che può essere pulita con le acque grigie come l'acqua di lavaggio. La quantità di acqua necessaria

96 Sanitario Separett <http://www.waterlesstoilets.co.uk>



Figura 92: Bagno Pubblico nel Museo Shijia Hutong di Pechino

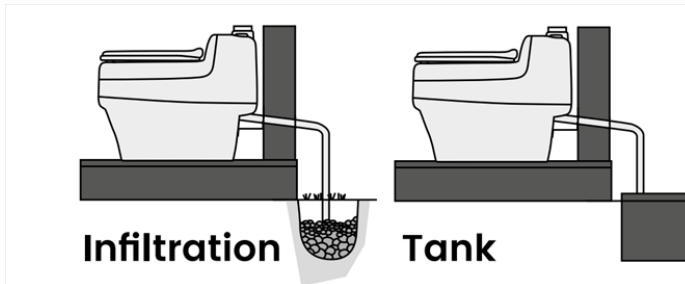
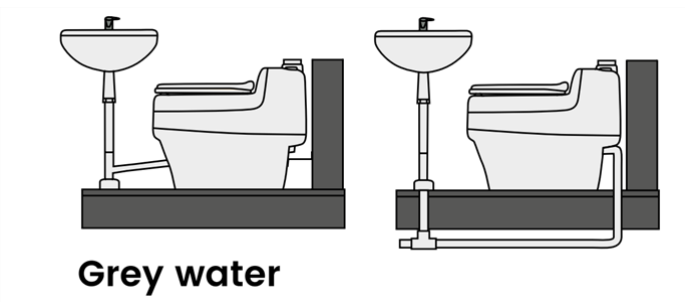


Figura 93: Sistema di compostaggio del Sanitario Separett



Grey water

Figura 94: Impostazione del tubo di scarico delle acque grigie nel Sanitario Separett

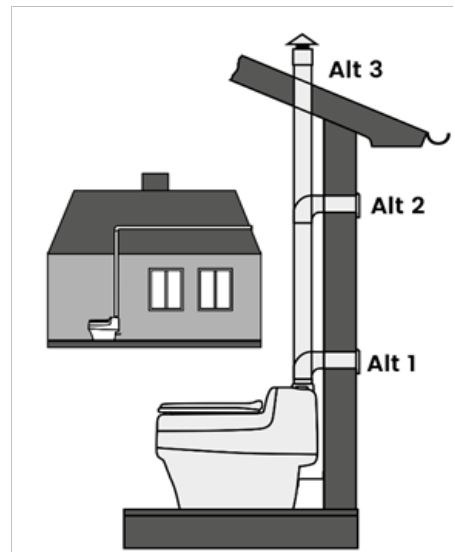


Figura 95: Sistema dei tubi di scarico

è molto ridotta. Il WC può essere lavato con un solo bicchiere d'acqua. (Figura 93-94) Il WC Separett offre un'esperienza d'uso confortevole e può essere collegato ad una fonte di alimentazione elettrica per azionare il ventilatore di scarico ultra-silenzioso che fa fuomi funzionante uscire gli odori attraverso il tubo di scarico garantendo un maggiore comfort e pulizia del sistema. (Figura 95)

Vantaggi:

- a. Dopo l'uso si possono utilizzare le acque grigie per pulire il sanitario.
- b. Se il collegamento al sistema di approvvigionamento idrico non è funzionante, basta un bicchiere d'acqua per pulire la parete interna del sanitario;
- c. Il coperchio per la raccolta delle feci si apre e si chiude automaticamente per prevenire la diffusione di cattivi odori e batteri;
- d. La soluzione di scarico assicura un maggiore comfort e igiene ambientale;
- e. Si può produrre del fertilizzante organico utilizzabile nell'agricoltura locale e nel giardinaggio;

Svantaggi:

- a. Poiché il contenitore di compostaggio deve essere posto al di sotto del sanitario Separett e il tubo di scarico al di sopra del sanitario, il sistema non può essere installato in ambienti dove lo spazio è limitato;
- b. Il sanitario deve essere collegato alla rete fognaria per scaricare l'urina e l'acqua utilizzata per la pulizia del sanitario e altri liquidi prodotti durante l'uso;
- c. I produttori di Separett non forniscono un servizio di manutenzione e svuotamento automatico, quindi gli utenti devono svuotare individualmente il contenitore di compostaggio;
- d. I produttori di Separett non hanno creato un prodotto sistematico di utilizzazione delle feci come risorsa. Al momento, la modalità di utilizzo delle feci come fertilizzante è determinata dagli utenti stessi, e il valore potrebbe non essere massimizzato;

Caso Studio 10		
PIET	2012	AZIENDA/COMPANY: TYPISCH THEO (OLANDA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: THEO BRANDWIJK
ORINATOIO		MATERIALE/MATERIALE: CERAMICA



Figura 96: Sanitario Piet

4.2.5 Piet

Caso Studio 10:

l'orinatoio Piet⁹⁷ (Figura 96) di Deviazione dell'Urina è progettato dal designer olandese Theo Brandwijk, e separa l'urina dalle feci grazie all'installazione di sensori e di una valvola a tre vie all'inizio del tubo di scarico. Il sensore rileva che l'utente sta utilizzando il sanitario e controlla l'angolazione della valvola a tre vie deviando feci e urina in tubi differenti. (Figura 97) Poiché il sanitario Piet utilizza una valvola a tre vie, è necessaria solo una porta di scarico, semplificando il sistema di separazione degli escrementi. Rispetto al sanitario Ecosan e al sanitario EkoToi, questo sistema è più piccolo.

Il sanitario Piet non ha la tavoletta, e il designer Theo Brandwijk richiede che tutti si siedano per urinare. In tal modo l'urina verrà

97 Piet http://www.design.nl/item/the_problem_with_poo?searchField=the%20problem%20with%20poo

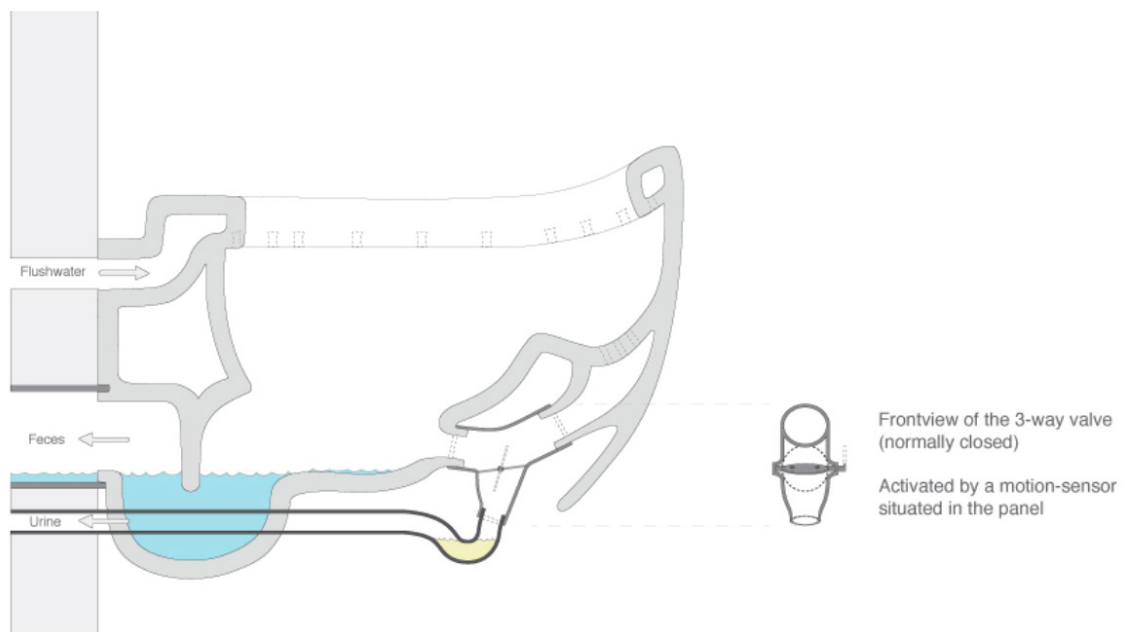


Figura 97: vista frontale della valvola a 3 vie del Sanitario Piet

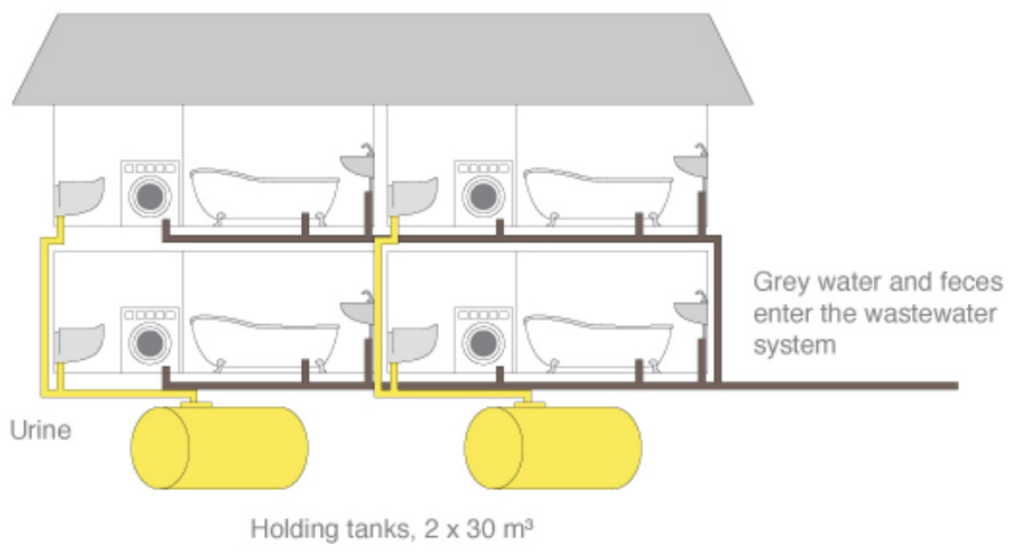


Figura 98: Sistema del Sanitario Piet

completamente raccolta attraverso il passaggio anteriore del sanitario, per garantire una separazione tra feci e urina efficiente. (Figura 98)
Piet viene utilizzata negli ospedali e in nuovi progetti di case ecosostenibili.

Vantaggi:

- a. Si riduce il consumo idrico per il risciacquo;
- b. L'urina viene raccolta separatamente, per cui è possibile utilizzarla come risorsa;

Svantaggi:

- a. Sia gli utenti maschi che femmine devono sedersi per urinare al fine di consentire la raccolta delle urine attraverso il passaggio frontale, e questo potrebbe risultare scomodo per gli utenti maschi;
- b. I dispositivi di raccolta delle urine devono essere installati all'esterno, occupando quindi uno spazio all'esterno o sotterraneo;
- c. L'urina raccolta nel dispositivo di raccolta delle urine deve essere regolarmente riciclata;
- d. È necessario collegare il sanitario al sistema fognario per scaricare l'acqua contenente le feci;
- e. Le feci entrano comunque nel sistema fognario, contribuendo alla pressione nel trattamento delle acque reflue domestiche;

Caso Studio 11		
BLUE DIVERSION TOILET	2011	AZIENDA/COMPANY: EAWAG (SVIZZERA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: EOOS
SANITARIO		MATERIALE/MATERIALE: POLIPROPILENE PLASTICA



Lavabo e sapone



Soffione doccia



Figura 99: Blue Diversion toilet

4.2.6 Blue Diversion toilet

Caso Studio 11:

Blue Diversion Toilet⁹⁸ (Figura 99-100) consente la separazione di urina, feci e acqua di risciacquo utilizzata, facilitando la successiva classificazione, lo stoccaggio e il riutilizzo delle acque reflue. La toilette è stata sviluppata da Eawag e progettata da EOOS nell'ambito della "Reinvent the Toilet Challenge" finanziata dalla Bill & Melinda Gates Foundation.

La base del sistema è progettato con una padella divisa e un dispositivo di lavaggio, un lavandino e un tubo di pulizia anale. L'urina viene trattata immediatamente con un reattore domestico per ossidazione dell'acqua supercritica (SCWO) e decontaminata nel sistema. (Figura 101) Il metodo di installazione è un'installazione a gruppo singolo ed è attualmente disponibile per 10 utenti al giorno.

98 Blue Diversion toilet <http://www.bluediversiontoilet.com>

Vantaggi:

a. Ridurre la difficoltà del trattamento delle acque reflue;

Svantaggi:

a. Il dispositivo è grande;

b. Il costo di manutenzione è elevato nella fase successiva e richiede una manutenzione regolare da parte di professionisti;



Figura 100: Retrofit di un vecchio bagno con Blue Diversion Toilet in India

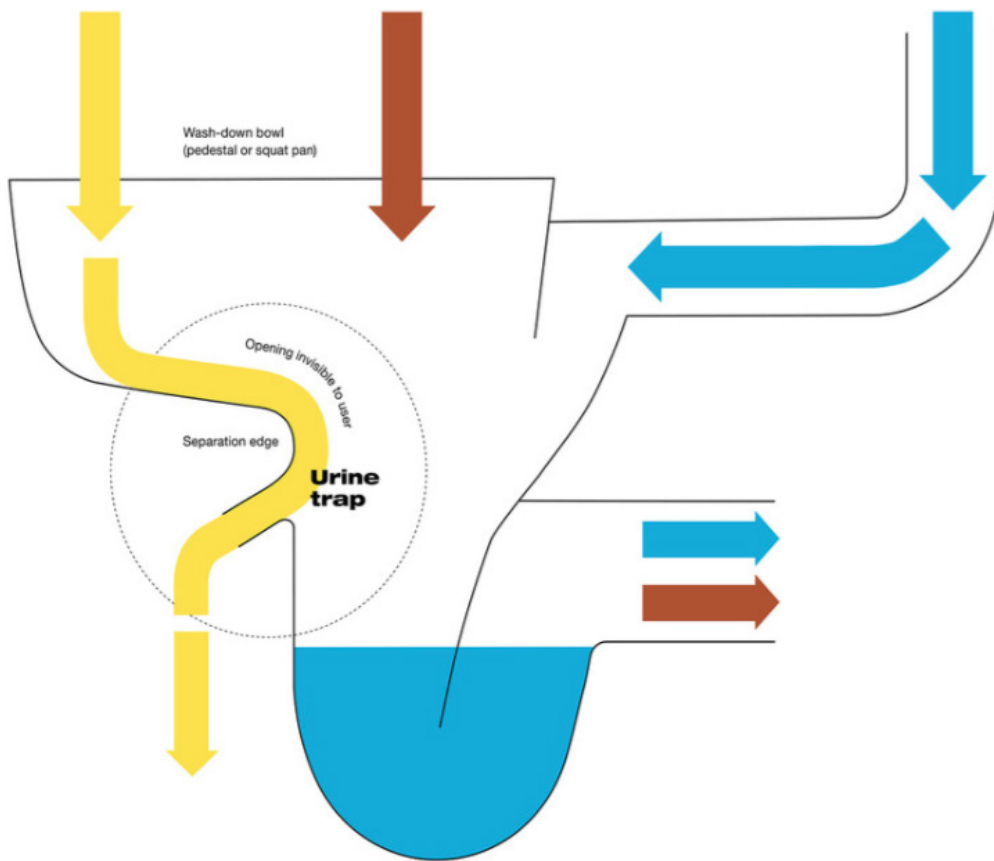
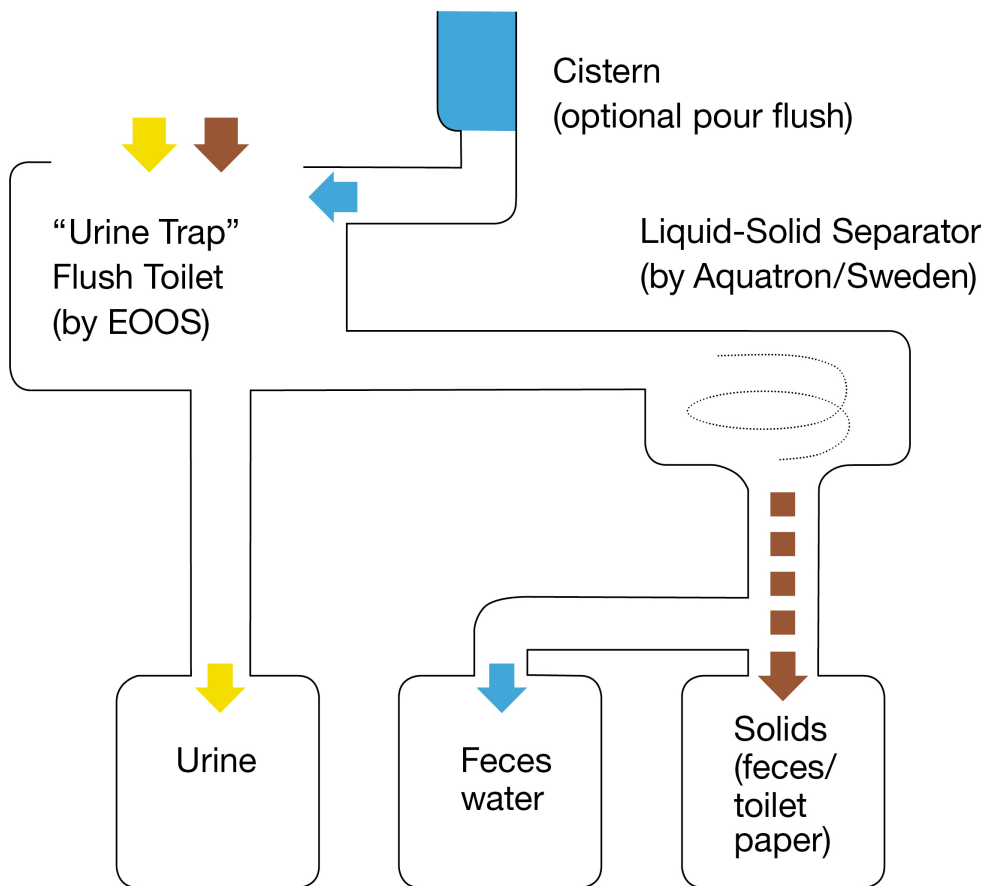


Figura 101: Trappola per urina del Blue Diversion Toilet



Caso Studio 12		
ECOSAN	2009	AZIENDA/COMPANY: CALTECH TECHNOLOGY (USA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: CALTECH TECHNOLOGY
SANITARIO		MATERIALE/MATERIALE: CERAMICA E POLIPROPILENE PLASTICA



Figura 102: I Sanitari Ecosan nell'India rurale

4.2.7 Ecosan

Caso Studio 12:

Nei precedenti modelli di WC si è illustrato il comune metodo per il quale i rifiuti vengono trattati al termine del ciclo vitale delle acque nere dal servizio igienico. Esistono tuttavia metodi innovativi, nei quali grazie al metodo Full Cycle Engineering (FCE), all'inizio del ventesimo secolo, l'architetto tedesco Leberrecht Migge introdusse il concetto di un WC ecologico compostabile, che chiamò: il sistema EcoSan.⁹⁹ (Figura 102)

Si tratta di un modello di sostenibilità globale applicabile anche per la progettazione di WC. In questo caso di studio i ricercatori del Tecnologia Caltech hanno valutato alcune tecnologie per il compostaggio dei rifiuti e tecnologie Ecosphere per i bagno pubblici a secco Saniverte. Questi progetti sono stati applicati e testati in paesi come Francia, Spagna, Svizzera, Cina, India e altri paesi asiatici, dove sono stati osservati miglioramenti nell'efficienza del 40-65%.¹⁰⁰

La WC Ecosan¹⁰¹⁻¹⁰²⁻¹⁰³ ha due spazi di stoccaggio per le urine e le feci, ognuna delle quali può essere utilizzata per circa 12 mesi. Questo progetto consente la separazione delle feci e delle urine a costi minimi, che si scompongono in fertilizzanti innocui per il suolo.

Inoltre, la WC EcoSan non richiede una rete fognaria appositamente progettata né la manutenzione per il funzionamento di tali sistemi, e consente di risparmiare sulla costruzione di fognature e sul consumo di risorse idriche ed elettriche.(Figura 103) Ciò significa anche che può essere utilizzato in aree con scarsità d'acqua, aree in cui la costruzione di fognature non è possibile, aree con falde acquifere superficiali e aree soggette a terremoti.

Vantaggio:

- a. Il sanitario Ecosan è il sistema senza acqua più economico al momento, e i costi di installazione estremamente bassi;
- b. Riduce sensibilmente l'uso dell'acqua per la pulizia del sanitario;
- c. Il sistema è completamente chiuso. Non c'è bisogno di collegarlo alle reti fognarie per l'accesso agli impianti di trattamento delle acque reflue, e l'acqua del sanitario non si disperde nell'ambiente;

99 Cheng, S., Li, Z., Uddin, S.M.N., Mang, H.P., Zhou, X., Zhang, J., Zheng, L. and Zhang, L., 2018. Toilet revolution in China. *Journal of environmental management*, 216, pp.347-356.

100 Xie, K., Song, Y., Liu, J., Liang, B. and Liu, X., 2018. Stampede prevention design of primary school buildings in china: a sustainable built environment perspective. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), pp.1517-1529.

101 Ecosan <http://www.ecosan.co.za/>

102 Ecosan <https://4a09f11696b72076e1c06188491.en.china.cn/>

103 Ecosan http://www.ecosan.cn/e_main.html

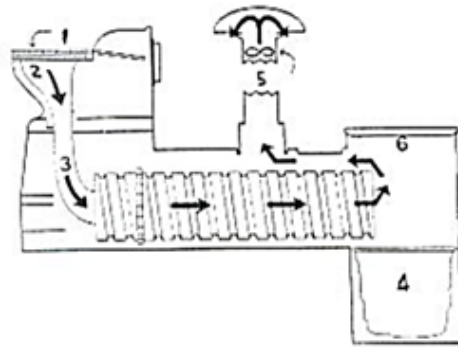


Figura 103: Schema di sanitario EcoSan

d. Feci e urina sono raccolti separatamente per facilitare la produzione di compost e il trattamento degli escrementi;

Svantaggi:

- a. A causa della necessità di allestire dei contenitori per il compost al di fuori del sanitario, il sistema Ecosan è piuttosto di grandi dimensioni, il che limita le possibilità d'installazione;
- b. Poiché non viene utilizzata l'acqua per pulire la superficie del sanitario, potrebbero diffondersi dei cattivi odori;

4.3 Gli escrementi come risorse

Il 6° marzo del 2017 le Nazioni Unite hanno rilasciato il Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo “sviluppo delle risorse idriche 2017” in cui compare una sezione dal titolo “Acqua reflue: la risorsa inesplorata.” In generale, questo rapporto fa il punto sulla situazione delle risorse idriche mondiali, sottolineando il fatto che più dell’80% delle acque reflue vengono disperse nell’ambiente senza alcuno tipo di depurazione. Gli scarichi delle fogne occupano una parte importante delle risorse idriche mondiali; questi contengono rifiuti biologici ricchi di nutrienti, che, una volta processati, possono essere, non-solo riciclati, ma anche reimpiegati per vari scopi.¹⁰⁴

Gli escrementi umani sono ricchi di materia organica come azoto, fosforo e potassio. Il Professore Franklin, nel capitolo 9 del suo trattato dal titolo: “Agricoltori da quaranta secoli”¹⁰⁵, ha evidenziato, in base all’analisi di Wolf sulle feci umane in Europa e a quella di Kellner in Giappone che 2000 libbre di feci contengono 12,7 libbre di azoto, 4 libbre di potassio e 1,7 libbre di fosforo. Un adulto espelle 40 once (circa 0,03kg) di escrementi al giorno, e 1 milione di adulti espellono una media di 456.250 tonnellate di feci all’anno, tra cui 5.794.300 libbre di azoto, 1.825.000 libbre di potassio e 775.600 libbre di fosforo. Come risultato, le feci di 1 milione di adulti negli Stati Uniti e in Europa versate nell’oceano, nei laghi, nei fiumi e nelle acque sotterranee contengono circa 5,7943 milioni a 12 milioni di libbre di azoto, circa 1,889 a 4,151 milioni di libbre di potassio e circa 77,72 milioni a 305,76 milioni di libbre di fosforo.

Il professore Peng Guoliang menzionò in “Riciclaggio e Utilizzo del Fertilizzanti Urbano”¹⁰⁶ che in Cina 675 milioni di persone vivono nelle città, e rappresentano il 51% della popolazione totale. Supponiamo che una persona vada in bagno una volta al giorno. Feci di 0,5 kg necessitano di 2 litri di acqua per essere scaricate; urinando più volte al giorno un totale di 1,5 litri si richiede circa 1 litri di acqua. Quindi,

104 United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; & World Water Assessment Programme, 2017, Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche 2017— Acqua reflue: la risorsa inesplorata.

105 Franklin H. K., 2011, *Farmers of Forty Centuries Or Permanent Agriculture in China Korea And Japan*, Oriental Publishing House, Beijing.

106 Peng G. L., 2018, *Riciclaggio e Utilizzo del Concime Urbano*.

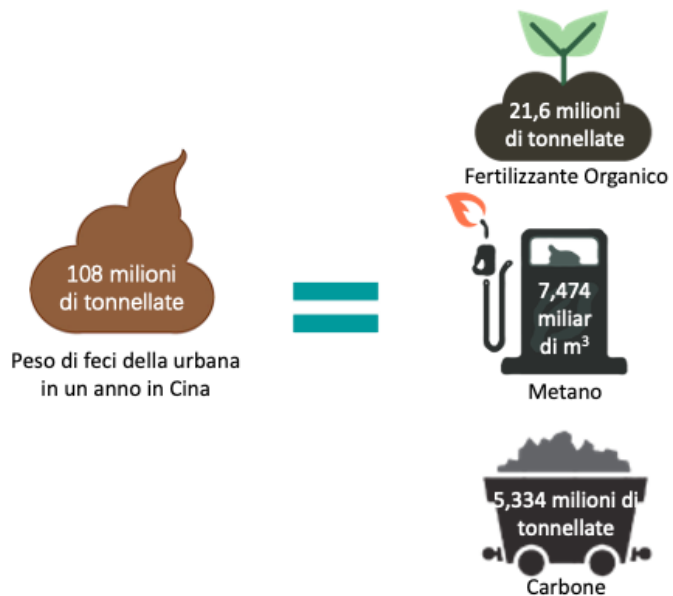


Figura 104: La valore degli escrementi come risorse

la quantità media di escrementi di una persona è di 2 litri /giorno, che necessita di 7 litri di acqua di risciacquo: (Figura 100-101)

Peso di feci in un anno: 600 milioni x 0,5 kg x 365 giorni = 108 milioni di tonnellate.

Il materiale secco rappresenta il 20% delle feci, quindi il fertilizzante organico prodotto è di 108 milioni di tonnellate x 20% = 2,16 milioni di tonnellate.

Il prezzo per ogni tonnellata di fertilizzante organico è 2000CNY: 2,16 milioni di tonnellate x 2000 CNY = 43,2 miliardi CNY. (Circa 5.43 miliardi di EURO)

1 kg di feci disidratate produce 0,346 m³ di metano: 21,6 milioni di tonnellate x 1000 kg x 0,346 m³ = 7,4736 miliardi di m³ di metano.

L'energia generata da 1 m³ di biogas è equivalente all'energia prodotta da 0,714 kg di carbone: 74,736 milioni di m³ di biogas x 0,714 kg di

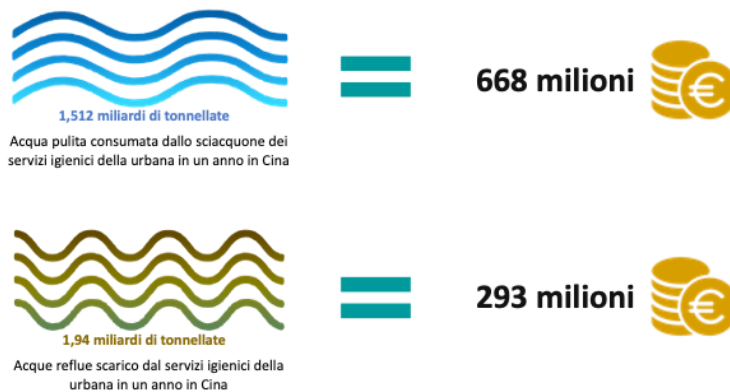


Figura 105: Il costo degli escrementi come liquami

carbone = 5,33615 tonnellate di carbone;

Calcolando 620 CNY per tonnellata di carbone standard: 5,33615 tonnellate di carbone x 620 CNY = 3,308 miliardi di CNY. (Circa 418 milioni di EURO)

Consumo di acqua: 0,6 miliardi di persone x 7 kg (consumo d'acqua per persona al giorno) x 365 giorni = 1,512 miliardi di tonnellate.

Prezzo dell'acqua: 3,5 yuan/tonnellata, in un anno di consumo: 1,512 miliardi di tonnellate d'acqua x 3,50 CNY = 5,292 miliardi di CNY. (Circa 668 milioni di EURO)

Acque reflue: 0,5 kg di feci + 1 kg di urina + 7 kg di acqua x 0,6 miliardi di persone x 365 giorni = 1,94 miliardi di tonnellate di acque reflue.

Tassa di smaltimento: 1,20 CNY /tonnellata d'acqua: 1,944 miliardi di tonnellate x 1,20 CNY = 2,3328 miliardi di CNY. (Circa 293 milioni di EURO) ¹⁰⁶

106 Peng G. L., 2018, Riciclaggio e Utilizzo del Concime Urbano.

107 Huang Y. Z., 2017, Circular Economy, Tianxia Magazine Co., Ltd.

Pertanto, in combinazione con le linee guida del design circolare proposto da Yuzheng Huang¹⁰⁷, professore di economia in Cina, il progetto del nuovo WC dovrebbe partire dal Ciclo di vita e adottare un modello dell'acqua riciclata ottimizzato per sfruttare la quantità massima di risorse fecali. Sebbene il riciclo delle acque reflue domestiche e lo scarico e la raccolta separati degli escrementi solidi e liquidi possano portare ad un risparmio efficiente di acqua, l'utilizzo ad un livello superiore avviene attraverso una progettazione ragionevole in un ambiente che non ostacola gli scenari reali di applicazione. Sotto la premessa dello sviluppo economico, sociale e ambientale, gli escrementi possono essere utilizzati come materie prime per la preparazione di fertilizzanti o biogas. Pertanto, l'applicazione della tecnologia di riciclaggio degli escrementi può creare notevoli vantaggi economici, e va promosso quindi nel processo nella progettazione di nuovi sanitari.

Inoltre, grazie allo smaltimento tempestivo degli escrementi in base ad alcune tecnologie di utilizzazione delle risorse fecali, si limita la diffusione di cattivi odori e di batteri tramite la sigillatura, il compostaggio e l'essiccazione, e non è necessario quindi che il sistema sia collegato alla rete idrica e al sistema fognario. Pertanto, il consumo idrico di questi sanitari è fortemente ridotto, per cui i sistemi sono adatti per l'uso in aree con una rete idrica e fognaria imperfette, con un basso tasso di trattamento delle acque reflue o in ambienti con una forte siccità e carenza d'acqua.

Allo stato attuale, la tecnologia di trattamento degli escrementi come risorse può essere suddivisa in quattro categorie in base al principio di trattamento:

- a. tecnologia di sigillatura istantanea;
- b. tecnologia di compostaggio;
- c. tecnologia di trattamento termico
- d. tecnologia di trattamento delle urine.

a. La tecnologia di sigillatura istantanea si riferisce all'impacchettamento degli escrementi appena prodotti in modo sicuro, efficiente ed economico per prevenire l'inquinamento diffuso nell'aria, acqua e suolo. In genere, la tecnologia di sigillatura istantanea è un metodo preliminare al trattamento degli escrementi, e deve quindi essere combinata con altre tecnologie di trattamento fecale attraverso il sistema del servizio fognario di supporto. Questa tecnologia è stata messa in pratica per limitare efficacemente l'impatto ambientale dell'acqua di scarico, realizzando un trattamento centralizzato degli escrementi su una base regionale e riducendo i costi di trattamento degli escrementi.

b. La tecnologia di compostaggio può essere suddivisa in due tipi: all'interno e all'esterno del WC. Ad esempio, i WC Hoffmann producono risorse nel sistema stesso attraverso l'evaporazione del liquido e il compostaggio dei solidi, mentre i sanitari Loowatt e Rolling completano il processo di compostaggio al di fuori dei sanitari. Rispetto ai servizi igienici tradizionali, i servizi igienici di compostaggio utilizzano meno acqua e producono una minore quantità di acque reflue, e dispongono di strutture proprie per il trattamento pratico delle risorse. Questo sistema ha un alto valore di promozione nelle aree agricole, in aree con una scarsa disponibilità di acqua, nelle riserve naturali, nelle aree colpite da disastri e dalla povertà, dove non vi è un sistema di approvvigionamento d'acqua o un sistema fognario e di trattamento delle acque reflue.

c. Esistono diversi tipi di tecnologie di trattamento termico. Quella più comunemente utilizzata brucia gli escrementi producendo la cenere che può essere utilizzata come fertilizzante organico, come i sanitari Cinderella. Altre invece usano la tecnologia di carbonizzazione per trattare gli escrementi per recuperare energia e risorse, come i sanitari Loughborough che generano calore, solidi carbonizzati e acqua calda sterile. Prendendo come esempio la tecnologia di carbonizzazione idrotermale, il potere calorifico del prodotto solido dopo il trattamento può raggiungere i 17000 KJ/kg. Tramite l'applicazione della tecnologia di trattamento termico si realizza praticamente un ciclo chiuso di materiale ed energia, e rispetto alla tecnologia di compostaggio il trattamento è più rapido, il sistema occupa meno spazio, e il costo

del prodotto è più alto. Inoltre, la maggior parte dei sanitari che utilizza la tecnologia di trattamento termico richiede l'accesso a fonti di energia esterne come elettricità ed energia solare, il che ostacola la promozione della suddetta tecnologia in questi sistemi.

d. L'urina è ricca di elementi come azoto ammoniacale, fosforo e magnesio, risorse preziose che finiscono nelle acque reflue urbane. La tecnologia di trattamento dell'urina come risorsa viene solitamente utilizzata in combinazione con la tecnologia di separazione tra feci e urina, e i metodi di trattamento possono essere riassunti come metodi di pretrattamento come conservazione e disidratazione, metodi fisici come la rimozione dell'azoto ammoniacale, metodi chimici come la precipitazione del fosfato di magnesio, la nitrificazione e altri metodi biologici e di trattamento delle membrane. Prendendo come esempio il sistema che separa feci e urina, se l'urina sterilizzata viene irrigata su un terreno agricolo ad una quantità di 1,5L/m², il contenuto di azoto di 1hm² di terreno può raggiungere i 105 kg, soddisfacendo sostanzialmente il fabbisogno di azoto di una coltura cerealicola. Se l'urina viene trattata per evaporazione, da 50L di urina acidificata si possono ricavare 360g di fertilizzante solido, per una frazione totale di azoto e fosforo superiore al 2% in 26 giorni.

Caso Studio 13		
NEW GENERATOR USF	2016	AZIENDA/COMPANY: BIO RE NEW (USA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: INGEGNERI DELLA UNIVERSITÀ DELLA FLORIDA DEL SUD
WC		MATERIALE/MATERIALE: POLIPROPILENE PLASTICA



Figura 106: NEW generator USF

4.3.1 NEW generator USF

Caso Studio 13:

Il nuovo generatore USF¹⁰⁷ (Figura 106) è una macchina modulare per il riciclaggio dei rifiuti, che può riciclare gli escrementi trasformandoli in fertilizzanti, energia rinnovabile e acqua pulita. Il sistema è progettato con un reattore anaerobico non convenzionale a deflettore e un nanofiltro azionato con un flusso d'acqua non massimo per prolungarne la durata. I rifiuti liquidi vengono purificati in acqua per reazione elettrochimica. La nuova toilette bioelettrica di USF può funzionare con energia solare. È piccolo, 240 cm di lunghezza, 150 cm di larghezza, 240 cm di altezza, ed efficiente, lava 100-200 volte al giorno per 60 utenti, e può riciclare circa 1000 litri di acqua ogni giorno.

Il gruppo dell'ingegneri della università della florida del sud, guidato da Bair e dal professore associato di ingegneria civile e ambientale Daniel Yeh, ha ricevuto una sovvenzione di 1,14 milioni di dollari dalla Fondazione Bill e Melinda Gates.

107 Toilette biologica USF,
<http://newgenerator.tumblr.com>

Vantaggi:

- a. Converte i rifiuti in altre risorse, ad esempio raccoglie il metano prodotto dai rifiuti;
- b. È piccolo
- c. È efficiente
- d. La combinazione di installazione può essere regolata in base a esigenze diverse, per un minimo di 10 utenti e un massimo di 1000 utenti.

Svantaggi:

Il costo del sistema è piuttosto elevato.

Caso Studio 14		
NANO MEMBRANE TOILET	2016	AZIENDA/COMPANY: UNIVERSITÀ DI CRANFIELD (UK)
		PROGETTISTA/DESIGNER: INGEGNERI DEL CRANFIELD WATER SCIENCE INSTITUTE (CWSI)
WC		MATERIALE/MATERIALE: PLASTICA



Figura 107: Cranfield Nano Membrane Toilet

4.3.2 Nano Membrane Toilet

Caso Studio 14:

I ricercatori della Cranfield University nel Regno Unito hanno inventato un water “senza acqua” a basso costo che non solo non richiede acqua per scaricare i rifiuti, ma converte anche i rifiuti in acqua ed elettricità (Figura 107-108). Il water è chiamato “Nano Membrane Toilet”¹⁰⁸⁻¹⁰⁹, non utilizza acqua ed energia esterna per scaricare gli escrementi ma utilizza la nanotecnologia. Dopo che l’utente ha chiuso il coperchio del water, il meccanismo di rotazione all’interno del water invia gli escrementi nella camera di deposizione per evitare che l’odore si disperda. Il nanofilm nel water filtra gli escrementi e separa le molecole d’acqua evaporate dagli escrementi per impedire che patogeni e sostanze solide vengano trasportati dall’acqua. Le molecole di acqua evaporata vengono quindi concentrate in una camera che viene condensata e raccolta in acqua liquida mediante nanotecnologia, che è sufficientemente pulita da essere utilizzata per la pulizia domestica o per l’irrigazione agricola. Il residuo di letame solido e gli agenti patogeni vengono inviati ad un’altra camera d’aria, che incenerisce rifiuti solidi trasformandoli in cenere ed energia. Questa energia può essere utilizzata per pilotare un sistema di filtrazione a nano membrana e l’energia rimanente può essere convertita in elettricità per trasferirla ad un telefono cellulare o ad un altro dispositivo di piccole dimensioni (Figura 109-110). L’unico rifiuto di questo water è la cenere bruciata, che è ricca di sostanze nutritive ma priva di agenti patogeni e può essere utilizzata per l’agricoltura. I

108 Cranfield Nano Membrane Toilet: <http://www.nanomembranetoilet.org/>

109 Cranfield Nano Membrane Toilet: <https://www.cranfield.ac.uk/case-studies/research-case-studies/nano-membrane-toilet>



Figura 108: Nano Membrane Toilet, Cranfield University

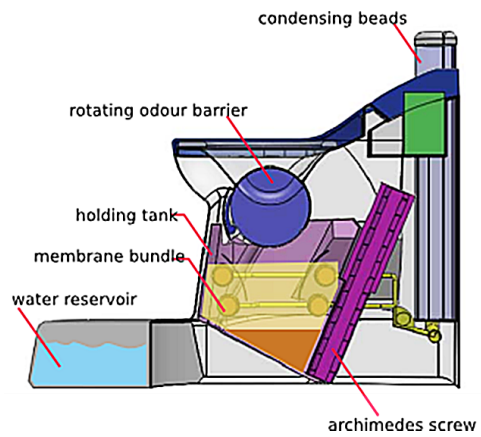


Figura 109: La sistema del Cranfield Nano Membrane Toilette

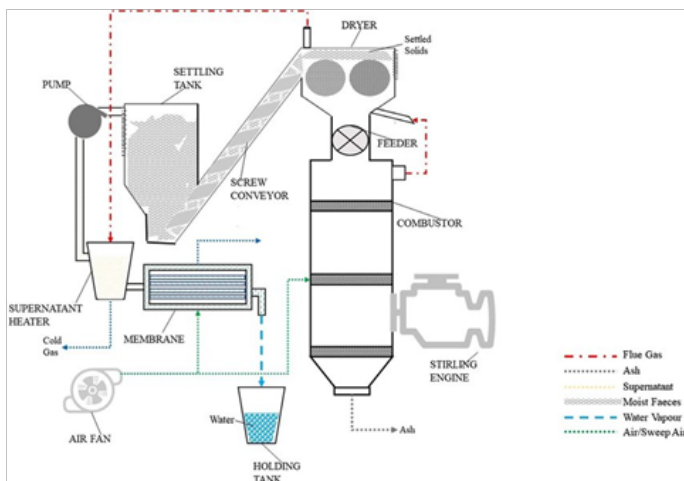


Figura 110: La sistema del Toronto reinventate toilette

ricercatori della “nano membrane toilet” finanziato dalla Fondazione Bill & Melinda Gates “Reinvent the Toilet Challenge”
Questo sistema igienico è progettato per l’uso familiare e può essere utilizzato da un massimo di 10 persone al giorno.

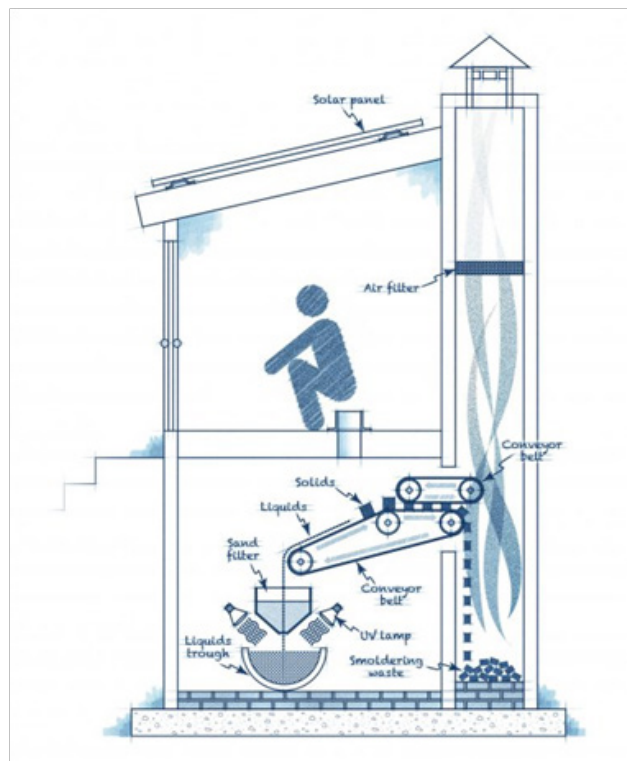
Vantaggi:

- a. Non richiede acqua o energia;
- b. Converte i rifiuti umani in calore ed elettricità;
- c. Fornisce acqua non potabile per le famiglie;

Svantaggi:

- a. I rifiuti residui devono essere rimossi regolarmente;
- b. Il processo di trattamento è relativamente complicato, che potenzialmente ha un tasso di fallimento più elevato e richiede costi di manutenzione più elevati;

Caso Studio 15		
TORONTO REINVENTED TOILETS	2011	AZIENDA/COMPANY: UNIVERSITÀ DI TORONTO (CANADA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: YULING CHENG
WC		MATERIALE/MATERIALE: METALLO



An illustrative sketch of the Western/Toronto/Queensland reinvented toilet design. Shown is the liquid/solid separation system, the liquid sterilization system, and the faeces destruction system using STAR (smouldering) approach. Sketch courtesy of Trevor Johnston, published in Popular Science (March 21, 2013)

Figura 112: Il sistema del Toronto reinventate toilette

4.3.3 Toronto reinvented toilets

Caso Studio 15:

Il Toronto reinventate toilette¹¹⁰⁻¹¹¹ (Figura 111) non ha la necessità di centralizzare i sistemi idrici e di drenaggio, le fosse settiche, i sistemi di trattamento delle acque reflue e altre infrastrutture sanitarie e convertire i rifiuti in energia. Il sistema del Toronto toilette con disinfezione di solidi e liquidi nella parte posteriore, nel anteriore, le feci e l'urina e acqua di lavaggio sono separate meccanicamente da un meccanismo appositamente progettato che può essere attaccato alle piastre squat standard. È anche possibile il fissaggio a piedistalli. Il materiale fecale disidratato viene quindi mescolato con particelle granulari e bruciato. Il calore generato dalla combustione senza fiamma può essere usato per asciugare le feci e disinfettare termicamente l'urina. (Figura 112)

La toilette è progettata per l'uso familiare e può essere utilizzata da un massimo di 10 utenti al giorno.

Vantaggi:

- a. Non è necessario l'accesso alla fonte d'acqua;
- b. Non è necessario il supporto del sistema di infrastrutture fognarie;
- c. Ha capacità di fare uso degli escrementi;
- d. Nessuno scarico di sostanze inquinanti;

Svantaggi:

- a. L'efficienza di elaborazione è applicabile solo alle dimensioni della famiglia, ma il dispositivo è grande e difficile da impostare per la famiglia;
- b. La tecnologia di installazione e manutenzione è più complicata e costosa;

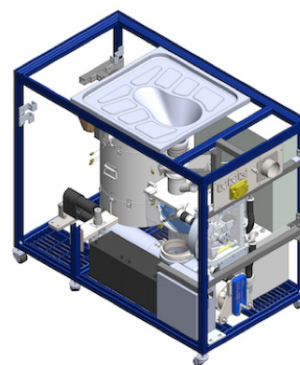


Figura 111: Toronto toilette

110 Toronto reinvented toilets
<http://cgen.utoronto.ca/research-initiatives/current-projects/re-invent-the-toilet-challenge/>

111 Toronto reinvented toilets
<https://www.sankoya.com/toilet>

Caso Studio 16		
DUKE	2011	AZIENDA/COMPANY: DUKE'S CENTER FOR WASH-AID (WATER, SANITATION, HYGIENE AND INFECTIOUS DISEASE) (USA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: BRIAN STONER
WC		MATERIALE/MATERIALE: METALLO



Figura 113: Toilette a combustione secca Duke



Elaborazione liquidi Elaborazione solidi

Figura 114: Sistema del toilette Duke

4.3.4 Toilette dell'Università Duke

Caso Studio 16:

La Duke University ha progettato un sistema WC con scalabilità¹¹² (Figura 113), il suo design consiste in moduli indipendenti per il trattamento di solidi e liquidi e può adattarsi a varie situazioni in base alle esigenze, essere abbinati ad altre tecnologie per creare una suite di prodotti igienico-sanitari, esempi come il sistema reclaimer, l'unità di riciclaggio dei liquidi e l'unità autonoma di gestione dei rifiuti mestruali. (Figura 114) Nel sistema WC Duke, i rifiuti solidi vengono trattati mediante conversione dell'energia da biomassa mediante trattamento elettrochimico e tecnologia di disinfezione. I liquidi vengono convertiti in acqua non potabile e possono essere riutilizzati per lo sciacquone o l'irrigazione dei servizi igienici. L'apparecchiatura può essere installata con unità singole o multiple. Ogni unità può essere utilizzata da 10 a 50 persone al giorno.

112 Toilette dell'Università Duke
<https://washaid.pratt.duke.edu/>

Vantaggi:

- a. Il design modulare può soddisfare diverse esigenze;
- b. La disinfezione elettrochimica a impulsi viene utilizzata per trattare i liquidi e convertirli in acqua non potabile;
- c. Il calore generato dalla combustione delle feci può essere convertito in elettricità, che alimenta il sistema di disinfezione dei liquidi;
- d. L'unità separata di trattamento dei rifiuti secchi e liquidi può abbinarsi ad altre tecnologie;

Svantaggi:

- a. Occupa una grande quantità di spazio, non ideale per le famiglie.
- b. Richiede una manutenzione regolare;

Caso Studio 17		
CRAPPER	2018	AZIENDA/COMPANY: ZIDAR CO., LTD. (CINA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: MING CHEN
WC		MATERIALE/MATERIALE: METALLO



Figura 115: Toilette Crapper

4.3.5 Toilette Crapper

Caso Studio 17:

Il toilette crapper è stato progettato per fungere da compostiera per giardino, grazie all'aiuto di alcuni agenti microbici¹¹³ (Figura 115). Gli usi del crapper possono essere molteplici, e si è iniziato a produrlo in scala pubblicizzandolo come "Sanitario per la Gente". Finanziando l'uso del crapper con microprestiti e sussidi è possibile ridurre i volumi degli escrementi fino all'80%. In questo tipo di sanitario la raccolta e l'aerazione dei rifiuti è effettuata con pannelli rotanti, ed il prodotto ottenuto è utilizzabile per molteplici scopi.¹¹⁴

Vantaggi:

1. Non richiede acqua o energia;
2. Converte i rifiuti umani in fertilizzante organico;

Svantaggi:

I rifiuti residui devono essere rimossi regolarmente;

113 Cid C.A., Qu Y., Hoffmann M.R., 2018. Design and preliminary implementation of onsite electrochemical wastewater treatment and recycling toilets for the developing world. *Environmental Science: Water Research & Technology*, vol. 4(10).

114 One.org, 2020, 7 Sustainable toilets that could change the way the world poops, disponibile online: <https://www.one.org/us/blog/7-sustainable-toilets-that-could-change-the-way-the-world-poops/>

Caso Studio 18		
CINDERELLA	1999	AZIENDA/COMPANY: ECOGROUP (SVEZIA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: CINDERELLA ECO GROUP
WC		MATERIALE/MATERIALE: PLASTICA



Figura 116: Cinderella Classic

4.3.6 Cinderella

Caso Studio 18:

Il WC Cinderella¹¹⁵ (Figura 116) è stato sviluppato dal team svedese EcoGroup ed è stato lanciato sul mercato dal 1999. Il WC non è collegato alla rete fognaria, ed è a basso impatto ambientale. Il principio di funzionamento è quello di incenerire urina e feci ad alta temperatura, lasciando una piccola quantità di cenere. Se viene utilizzato da quattro persone, in una settimana si produce circa un bicchiere di cenere.

Il WC Cinderella utilizza una modalità di scarico simile a quella dell'era Heian giapponese. Prima di usarlo, è necessario posizionare il sacchetto di carta, fissandolo al sedile. Dopo l'utilizzo, va premuta la leva di comando per far cadere il sacchetto di carta nella camera di combustione interna, quindi va chiuso il coperchio del water per consentire l'inizio della combustione. Il WC di Cinderella richiede da 15 a 30 minuti circa per completare il processo, durante il quale può essere ancora utilizzato. La combustione del water si interrompe quando il coperchio viene sollevato e riprende quando il coperchio è nuovamente chiuso. Inoltre, il WC è dotato di un dispositivo di combustione catalitico e il gas che viene emesso dal tubo di scarico non genera odore. Il WC Cinderella deve essere pulito una volta ogni 200 utilizzi e le ceneri bruciate possono essere utilizzate come fertilizzante a base di fosforo e di potassio. (Figura 117)

Il team di EcoGroup ha attualmente lanciato tre modelli dei WC Cinderella: Cinderella Classico, che utilizza l'elettricità per incenerire gli escrementi, Cinderella GAS per ambienti non elettrici e Cinderella Comfort per le regioni più fredde (Figura 118).

Cinderella GAS può utilizzare il propano con una batteria di 12V per l'incenerimento degli escrementi. Cinderella Comfort ha un sistema ad aria chiusa, e porta all'incenerimento degli escrementi con una temperatura elevata, non influenzata dalla temperatura ambientale, e dispone di uno schermo LCD in grado di mostrare notifiche e stato in tempo reale, ricordando all'utente di svuotare le ceneri. Durante l'installazione del prodotto, è necessario montare il sistema di ventilazione in entrata/uscita in base alle istruzioni fornite da

115 Cinderella incineration
toilets <https://www.cinderellaeco.com>

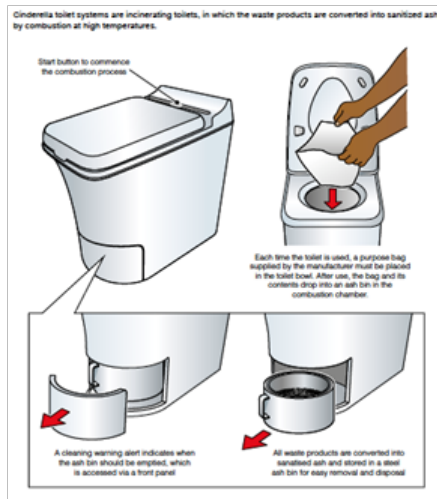


Figura 117: Istruzioni per il WC Cinderella

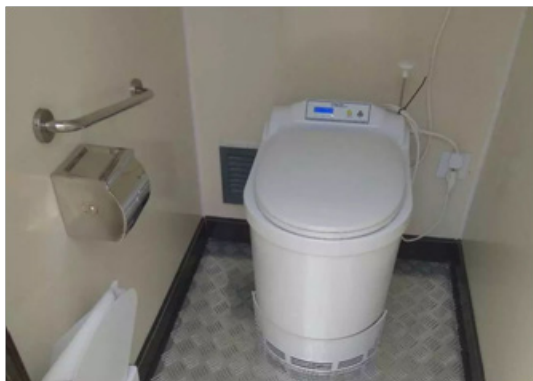


Figura 118: Cenerentola Comfort di Museo Shijia Hutong in Pechino

EcoGroup. Gli accessori includono tubi a parete, tubi a T, coperchio del camino, valvola di aspirazione, ecc. Il sistema di ventilazione assicura l'assenza di odore.

Vantaggi:

a. Il WC Cinderella non richiede il collegamento con un serbatoio d'acqua esterno o con il sistema di approvvigionamento idrico, e non va collegato neanche al sistema fognario;

Svantaggi:

a. Cinderella Classico e Cinderella Comfort devono essere collegati al sistema di alimentazione elettrica, mentre nella Cinderella GAS vanno sostituite regolarmente le batterie e la bomboletta di gas, il che limita gli ambienti d'uso;

b. Il contenitore con le ceneri al di sotto del sanitario deve essere regolarmente svuotato manualmente. Quando il contenitore è pieno, non sarà possibile utilizzare il sanitario;

c. Attualmente, i WC Cinderella sono stati utilizzati solo in ambienti asciutti, e non ci sono casi che provano che possa funzionare stabilmente in un bagno umido domestico;

Caso Studio 19		
TOILETTE MICROBIAL FUEL CELL (MFC)	2012	AZIENDA/COMPANY: BRISTOL BIOENERGY CENTRE (UK)
		PROGETTISTA/DESIGNER: IOHANNIS LEROPOULOS
ORINATOIO		MATERIALE/MATERIALE: PLASTICA



Figura 119: Catodi auto sostenibili per MFC



Figura 120: Orinatoio pubblico MFC

4.3.7 Toilette Microbial Fuel Cell (MFC)

Caso Studio 19:

Il professor Iohannis Leropoulos ha proposto che le celle a combustibile microbiche (MFC)¹¹⁶ (Figura 119-120) possano convertire i rifiuti organici in elettricità e consentire alle apparecchiature di auto-riciclarsi. Pertanto, l'apparecchiatura può funzionare a lungo in ambienti difficili per la manutenzione. MFC è stato sviluppato dal Bristol BioEnergy Center (BBiC), all'interno del Bristol Robotics Laboratory (BRL) presso l'Università dell'Inghilterra occidentale (UWE Bristol). Questo progetto finanziato dalla Fondazione Bill & Melinda Gates.

La parte posteriore dell'apparecchiatura utilizza una cella a combustibile microbica (MFC) che è abbastanza piccola da adattarsi a un orinatoio. È inoltre possibile collegare più celle a combustibile microbiche per aumentare la potenza. Rispetto alle tradizionali celle a combustibile microbiche, la tecnologia MFC utilizza membrane ceramiche. Sebbene la generazione di energia sia normalmente effettuata da celle a combustibile microbiche, funge anche da piattaforma per la produzione di disinfettante (ECAS) e fertilizzanti.¹¹⁷

Vantaggi:

- a. MFC può essere collegato in serie per regolare la potenza;
- b. La tecnologia MFC può generare elettricità attraverso la decomposizione di microrganismi e composti organici nelle urine;
- c. Nuovi tipi di membrane possono ridurre i costi;
- d. Il sottoprodotto dell'applicazione della tecnologia MFC può essere utilizzato come disinfettante;

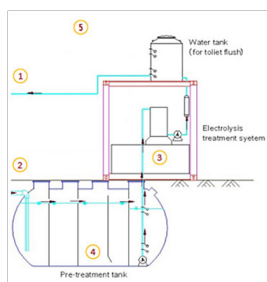
Svantaggi:

- a. Il costo delle apparecchiature e i costi di manutenzione della tecnologia MFC sono elevati;
- b. L'apparecchiatura MFC è progettata per l'urina, il cui uso su altri tipi di feci non è chiaro;

116 Toilette Microbial Fuel Cell (MFC) <http://newgenerator.tumblr.com>

117 Toilette Microbial Fuel Cell (MFC) Sviluppato dall'Università di Bristol in Gran Bretagna <https://www.bristolroboticslab.com/bristol-bioenergy-centre91> Hoffmann M. R., <http://hoffmann.caltech.edu/>

Caso Studio 20		
TOILETTE HOFFMANN	2017	AZIENDA/COMPANY: HOFFMANN GROUP (USA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: MICHAEL HOFFMANN
SANITARIO		MATERIALE/MATERIALE: POLIPROPILENE PLASTICA



1. Frontend - Eram Scientific e Toilet con tecnologia autopulente.
2. Urina / Feci - Bioreattore anaerobico attivo.
3. Elaborazione di liquidi: un sistema elettrochimico ossida le acque reflue negli anodi dei semiconduttori e l'acqua viene ridotta al catodo metallico per formare H_2 . Il cloruro dell'urina viene ossidato in specie reattive di cloro, aumentando la disinfezione. La microfiltrazione finale della membrana può essere inclusa per la lucidatura.
4. Lavorazione dei solidi - Le feci vengono macerate e la frazione sospesa viene trattata con i liquidi. I solidi sedimentati vengono evacuati una volta all'anno (circa il 10% in volume).
5. Sistema di alimentazione - Pannelli solari con accumulo di energia in batterie e / o rete elettrica.

Figura 121: Self-contained Toilet Wastewater Treatment



Figura 122: Concetto prototipo per il sistema di trattamento delle acque reflue e WC domestico alimentato da fotovoltaico

4.3.8 Toilette Hoffmann

Caso Studio 20:

La toilette progettata dal group Hoffmann¹¹⁸ utilizza pannelli solari per generare elettricità che può essere utilizzata per guidare i dispositivi di reazione elettrochimica per trasformare l'acqua e gli escrementi umani in idrogeno, che possono essere raccolti per l'uso in celle a combustibile di idrogeno. (Figura 121-122)

Il retro della dell'unità bagno utilizza una solida digestione anaerobica e un esclusivo sistema di elettrolisi, che converte i rifiuti in acqua, idrogeno e fertilizzanti solidi. E in base alle diverse esigenze, possiamo produrre prodotti con diversi soluzioni front-end e diversi sistemi di alimentazione e controllo.¹¹⁹⁻¹²⁰

Il metodo di installazione è un'installazione multi-gruppo, che può essere regolata in base alla domanda. Un sistema può servire da 50 a 800 utenti al giorno.

Vantaggi:

- a. Una cella elettrochimica unica può essere utilizzata per trattare acque reflue miste;
- b. L'acqua trattata può essere nuovamente utilizzata come sciacquone;
- c. Compatibile con qualsiasi tipo di sciacquone (tozzo, seduto, ecc.);

Svantaggi:

- a. Bisogno di acqua per tirare lo sciacquone;
- b. Il sistema di elaborazione deve essere impostato separatamente, il che è ampio e inadatto per la casa;

118 Michael R. Hoffman John S. e Chen S., Environmwntal Science, <http://hoffmann.caltech.edu/>

119 Clément C. A., Yan Q., Hoffmann, M. R., 2018, Design and preliminary implementation of onsite electrochemical wastewater treatment and recycling toilets for the developing world. *Environmental Science: Water Research & Technology*, 4 (10).

120 Clément C., Hoffmann M. R., 2018, Design, implementation, and improvements on an integrated electrochemical wastewater treatment and recycling system for onsite sanitation in the developing world. In: 256th American Chemical Society National Meeting & Exposition, 19-23 August 2018, Boston, MA. https://resolver.caltech.edu/Caltech_AUTHORS:20181109-153433840

Caso Studio 16		
E-TOILET	2017	AZIENDA/COMPANY: ASIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY (TAILANDIA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: ITHAMMARAT KOOTTATEP
SANITARIO		MATERIALE/MATERIALE: ACCIAIO INOX



Figure 123: e-Toilet

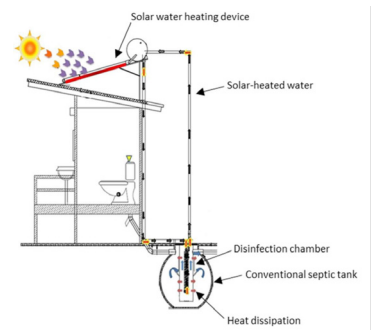


Figure 124: Fossa settica solare

4.3.9 E-Toilet

Caso Studio 21:

La fossa settica solare dell'Asian Institute of Technology è una tecnologia efficiente, autosufficiente e semplice. (Figura 123) Nel 2017, supportate dal governo thailandese, sono state installate 6 apparecchiature con questa tecnologia nelle famiglie con 3-4 persone. La fossa settica solare può aumentare la fermentazione fecale, migliorando l'efficienza di degradazione del sistema e disattivando efficacemente i patogeni. La fossa settica solare può essere utilizzata nei bagni pubblici. La capacità può essere regolata in base alla quantità di escrezione. I sanitari in questione sono automatizzati e autopulenti, dal design elegante, prodotti in acciaio inox e installabili in diverse località sia in aree urbane che suburbane.¹²¹ Questo progetto è dotato di plug elettrici e localizzazione GPS. In posti dove è difficile utilizzare i comuni tipi di servizi igienici, o dove è più difficile ottenere un servizio clienti in modo continuativo, come aree remote o rurali, l'uso di sanitari ad energia solare può portare a importanti cambiamenti nell'igiene sociale, nella sanità e nella salute pubblica.(Figura 124) Il team NATS di AIT è un beneficiario della Fondazione Bill & Melinda Gates (BMGF), che ha assegnato 16 sovvenzioni Reinvent the Toilet Challenge a ricercatori di tutto il mondo per sviluppare servizi igienici di "nuova generazione" che siano sicuri per l'ambiente, sostenibili e convenienti.

Vantaggi:

- a. Può rimuovere efficacemente le sostanze organiche o solide e rendere l'Escherichia coli inattivo;
- b. Usa l'energia solare;
- c. Il costo di installazione dell'attrezzatura è basso;

Svantaggi:

- a. Il tempo di processo dei rifiuti è relativamente lungo;
- b. Ci vuole una grande quantità di spazio nella toilette;
- c. Dopo il trattamento, i rifiuti residui devono essere rimossi regolarmente;

121 Castaños, E.I., 2017. Freestanding public toilet design and location in Boston and Cambridge: a comparative case study, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology, pubblicato online: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/112570/1013189004-MIT.pdf>

Caso Studio 22		
LOUGHBOROUGH UNIVERSITY TOILET	2017	AZIENDA/COMPANY: UNIVERSITÀ DI LOUGHBOROUGH (UK)
		PROGETTISTA/DESIGNER: MU SOHAIL
SANITARIO		MATERIALE/MATERIALE: METALLO

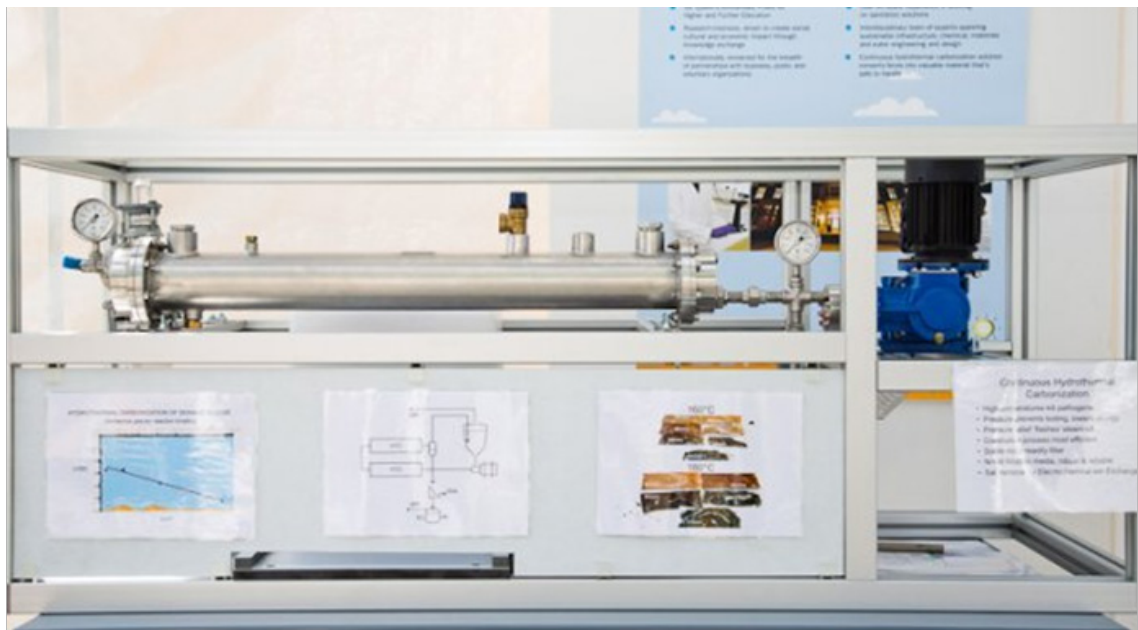


Figura 125: Le sistema a ossigeno umido del Loughborough University

4.3.10 Toilette dell'Università del Loughborough

Caso Studio 22:

I servizi igienici progettati dall'Università di Loughborough¹²² (Figura 125) utilizzano principalmente la tecnologia di ossidazione a umido per trattare l'escrezione e integrano tutti i componenti nella dimensione del guardaroba. Sul retro del sistema di trattamento, le parti solide e liquide degli escrementi umani, possono essere trattate insieme in un unico flusso attraverso il processo di carbonizzazione idrotermale (Continuous Thermal Hydrocarbonisation). I rifiuti vengono trasferiti in reattori sigillati per decomporre i materiali organici attraverso la pressione e la temperatura. I prodotti sono acqua sterile solida e carbonizzata.

Il metodo di installazione è un'installazione multi-gruppo o mono-gruppo, principalmente per servizi igienici per famiglie, e il sistema può servire da 6 a 40 utenti al giorno.

La Loughborough University ha vinto \$ 60.000 dalla Fondazione Bill e Melinda Gates.

122 Toilette ad ossigeno umido
Loughborough University
<https://www.lboro.ac.uk/e>

Vantaggi:

- a. Nessuna necessità di separazione solido-liquido, utilizzando il processo di carbonizzazione idrotermale per disinfettare urina e feci;
- b. Si producono circa 10-15g di biochar per utente al giorno e l'effluente può essere usato come fertilizzante e acqua di risciacquo;
- c. Il sistema di elaborazione è altamente integrato e occupa meno spazio;

Svantaggi:

- a. Ci vuole troppo tempo per il trattamento termico e la quantità di trattamento termico è piccola;
- b. Costo alto;

CASO STUDIO 23		
BIODIGESTORE	2016	AZIENDA/COMPANY: CAPARO (UK)
		PROGETTISTA/DESIGNER: CAPARO GRUPPO
RICERCA		MATERIALE/MATERIALE: —



Figura 126: Lavori di depurazione sostenibile

4.3.11 Biodigestore di Caparo Gruppo

Caso Studio 23:

I Biodigestore di Caparo Gruppo¹²³ (Figura 126) sono progettati per convertire gli escrementi umani provenienti dai bagni pubblici in gas e fertilizzante organico. Per fare ciò è però necessario gestire una gran quantità di sottoprodotti ottenuti attraverso la fermentazione nei biodigestori. Un tipo di letame di provenienza umana, utilizzabile poi nel giardinaggio, può essere prodotto attraverso gli stessi trattamenti previsti per altri tipi di rifiuti. Un gruppo inglese di nome Caparo Group¹²⁴ prevede di iniziare a produrre sanitari sostenibili su larga scala che utilizzino metodi elettrochimici di trattamento delle acque reflue direttamente sul posto, per i paesi asiatici più popolosi come Cina e India.¹²⁵

Vantaggi:

- a. I biodigestori possono essere adattati a vari servizi igienici esistenti
- b. I biodigestori convertono gli escrementi umani provenienti in gas e fertilizzante organico;

Svantaggi:

- a. Il tempo di processo dei rifiuti è relativamente lungo;
- b. Occupano una grande quantità di spazio;
- c. I rifiuti residui devono essere rimossi regolarmente;

123 Ahmed S.K., Ahmed S.S., 2017, Socio-cultural acceptability of urine diverted composting toilets: A review of literature for possible adoption in peri-urban areas as a sustainable sanitation solution, vol. 1919(1), AIP Publishing LLC, In AIP Conference Proceedings.

124 Caparo Gruppo <https://www.caparo.com>

125 Cid C.A., Qu Y., Hoffmann M.R., 2018, Design and preliminary implementation of onsite electrochemical wastewater treatment and recycling toilets for the developing world. Environmental Science: Water Research & Technology, vol.4(10).

CASO STUDIO 25		
ENERGIA SOLARE	2016	AZIENDA/COMPANY: UNIVERSITÀ DEL COLORADO BOULDER (USA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: I RICERCATORI DELL'UNIVERSITÀ DEL COLORADO BOULDER
RICERCA		MATERIALE/MATERIALE: —

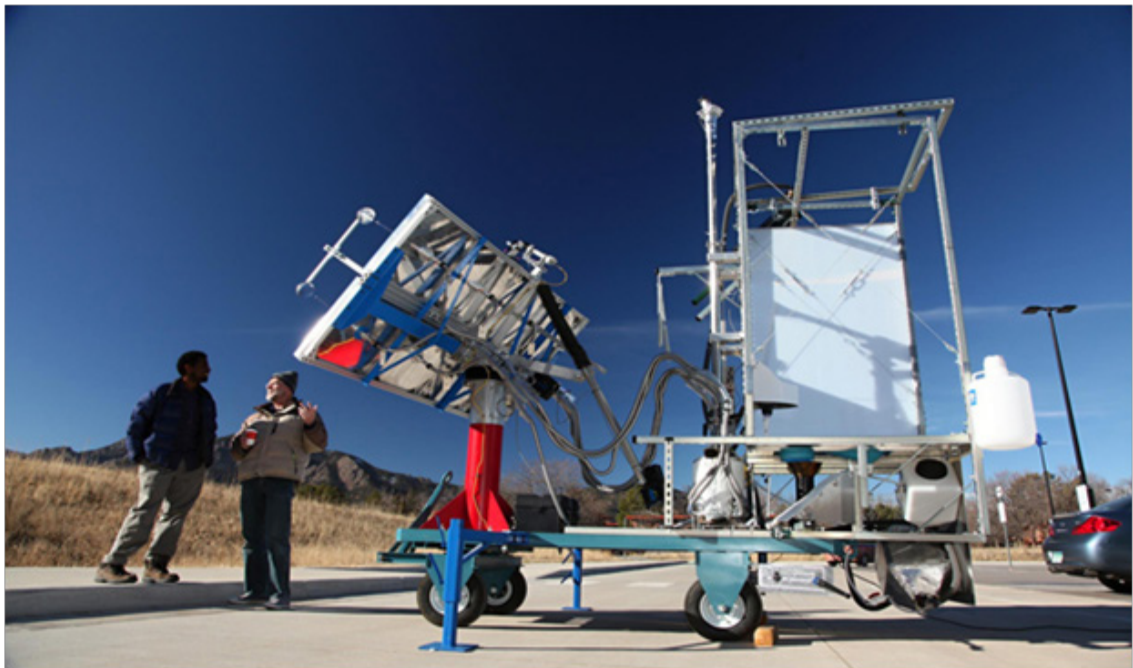


Figura 127: Protocolli per sanitari a energia solare

4.3.12 Sanitari a energia solare del Università del Colorado Boulder

Caso Studio 25:

In questo caso studio (Figura 127) i ricercatori hanno analizzato diverse possibili soluzioni per la progettazione di sanitari sostenibili, in base a quanto previsto dalla Fondazione Bill and Melinda Gates. Il nuovo modello rivoluzionario di bagno è dotato di specchi parabolici per concentrare i raggi solari ed utilizzarli per il riscaldamento.¹²⁶ I ricercatori dell'Università del Colorado Boulder hanno partecipato ad un progetto che ha previsto la conversione degli escrementi in carbone da utilizzare come fertilizzante.¹²⁷

Vantaggi:

- a. Usa l'energia solare;
- b. Converte gli escrementi umani provenienti in carbone;

Svantaggi:

- c. Il tempo di processo dei rifiuti è relativamente lungo;
- d. Occupa una grande quantità di spazio;

126 Ahmed S.K., Ahmed S.S., 2017, Socio-cultural acceptability of urine diverted composting toilets: A review of literature for possible adoption in peri-urban areas as a sustainable sanitation solution, vol. 1919(1), AIP Publishing LLC, AIP Conference Proceedings.

127 One.org, 2020, Sustainable toilets that could change the way the world poops, pubblicato online: <https://www.one.org/us/blog/7-sustainable-toilets-that-could-change-the-way-the-world-poops/>

4.4 Service design delle toilette

Il service design¹²⁸ consiste nel creare dei servizi efficaci, efficienti e distintivi per le organizzazioni, tramite l'innovazione o il miglioramento dei prodotti, creando esperienze utili, facili da usare e desiderabili per gli utenti, offrendo complessivamente un valore positivo all'esperienza. Il service design si basa sulla metodologia dell'integrazione dei sistemi e la collaborazione interdisciplinare tra professionisti.

Con il progresso delle nuove tecnologie dei servizi igienici e la diffusione di Internet, il service design dei sanitari sta cambiando il modello di business dei bagni tradizionali, e ha un impatto più profondo sulle istituzioni e organizzazioni più complesse. La dottoressa Sabine Junginger del Centro di Ricerca sul Danese Designing Business and Management ha sottolineato¹²⁹ che in termini di gestione degli affari pubblici, il service design si focalizza sulla relazione che esiste tra il meccanismo del servizio stesso e le persone che si trovano all'interno e all'esterno del sistema organizzativo, nonché sul processo di organizzazione, pianificazione e applicazione del sistema. Con l'aumento della percentuale di economia dei servizi e l'intensificarsi delle tendenze del livellamento sociale, il service design gioca un ruolo decisivo nella promozione dei design innovativi sistematici dei sanitari.

128 Dai F. P., Xin X. Y., 2016, Research on the definition of service design based on Phenomenological method, ZhuangSi, vol.282, Wuxi, Cina.

129 Junginger S., Faust J., 2016, Designing Business and Management, Bloomsbury Academic Press, Bloomsbury.

CASO STUDIO 26		
LOOWATT	2012	AZIENDA/COMPANY: LOOWATT LTD (UK)
		PROGETTISTA/DESIGNER: LOOWATT TEAM
WC		MATERIALE/MATERIALE: PLASTICA



Figura 128: Sanitario Loowatt

4.4.1 Loowatt

Caso Studio 26:

Il WC Loowatt¹³⁰ (Figura 128) progettato dal designer Loowatt è in grado di incapsulare gli escrementi prodotti dagli utenti in una pellicola biodegradabile. Questo singolo pacchetto di escrementi è di grande importanza in un momento in cui la diffusione del Covid-19 è dilagante. In tal modo si evita difatti la diffusione di agenti patogeni e si previene la presenza del nuovo coronavirus nei sistemi fognari in luoghi come la Spagna e altrove, prevenendo anche la diffusione di cattivi odori e mantenendo intatto l'ambiente. I sanitari Loowatt sono finanziati dalla Fondazione Gates nel progetto Reinventare i Sanitari. In Madagascar, i sanitari Loowatt hanno formato un sistema di servizi sanitari sociali (Figura 129) che incoraggia gli utenti a raccogliere gli escrementi e ad inviarli ai digestori anaerobici per la produzione di metano e fertilizzanti sanificati. Gli utenti possono utilizzare il WC Loowatt come un sanitario tradizionale, ma devono rimuovere il contenitore per la raccolta degli escrementi una volta la settimana e svuotarlo al digestore anaerobico locale.

Anche se i WC Loowatt richiedono una maggiore manutenzione dei WC tradizionali, come discusso da Waltner Toews nel suo libro Storia delle Feci, il problema comune dell'attuale sistema dei servizi igienici è che le piante non possono assorbire nutrienti a sufficienza dai fanghi, e il fosforo e l'azoto residui nelle feci finiscono quindi nell'acqua, con una conseguente fioritura algale dannosa. Generalmente le soluzioni per il trattamento finale degli escrementi non sono efficienti, mentre i WC Loowatt possono efficacemente ridistribuire i nutrienti sul pianeta.

Vantaggi:

- a. Non è necessario un serbatoio d'acqua o un accesso esterno;
- b. Non è necessario collegare il sanitario al sistema fognario;
- c. Evitano la diffusione di agenti patogeni si incapsulano gli escrementi prodotti;
- d. Viene ridotta la diffusione dei cattivi odori incapsulando istantaneamente gli escrementi;

130 Sanitario Loowatt <https://www.loowatt.com/>

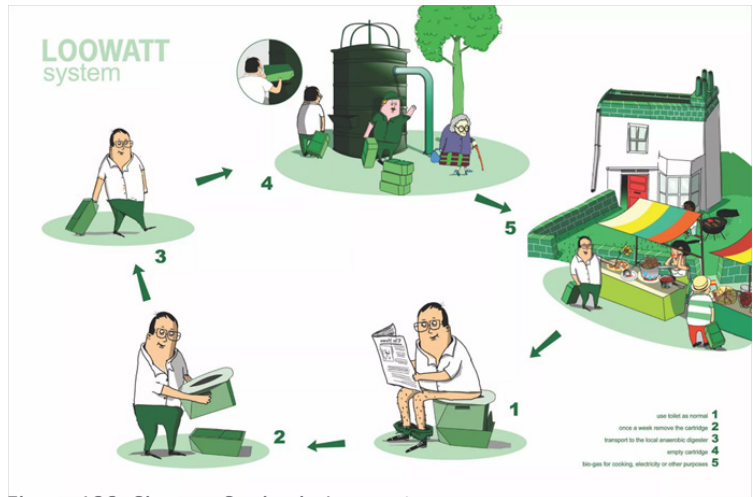


Figura 129: Sistema Sanitario Loowatt

e. Il WC Loowatt può usare gli escrementi per la produzione di metano e fertilizzanti, risparmiando quindi energia e alleviando il problema dell'eutrofizzazione dell'acqua e la perdita di nutrienti dal suolo;

Svantaggi:

- a. Il processo d'uso del WC è più complicato di quello del sanitario tradizionale. Gli utenti devono smontare ogni settimana il contenitore degli escrementi e trasportarlo al digestore anaerobico locale, dove va svuotato;
- b. Il film biodegradabile utilizzato per incapsulare gli escrementi deve essere aggiunto regolarmente;
- c. Il sanitario Loowatt va collegato ad un sistema di alimentazione di 220V per essere utilizzato normalmente;

CASO STUDIO 27		
X-RUNNER	2012	AZIENDA/COMPANY: LOOWATT LTD (UK)
		PROGETTISTA/DESIGNER: LOOWATT TEAM
WC		MATERIALE/MATERIALE: PLASTICA



Figura 130: Sanitario Rotolante: X-Runner

4.4.2 X-Runner (Figura 94)

Caso Studio 27:

WC Rotolante X-Runner¹³¹⁻¹³²⁻¹³³(Figura 130), sviluppato da Morph Design, è un WC ecologico e un sistema di smaltimento degli escrementi progettato dal designer israeliano Noa Lerner per gli abitanti delle baraccopoli in India, che mira ad alleviare i problemi nei paesi del terzo mondo in cui mancano strutture sanitarie e sistemi di trattamento delle acque reflue.

X-Runner è composto da due parti: la parte superiore è progettata come un WC con scarico, mentre la parte inferiore è un contenitore rotolante per la raccolta degli escrementi. La parte superiore è separata dallo volume inferiore da uno strato di plastica anti-odore e antibatterico.(Figura 131) Dopo essere andato in bagno, l'utente deve solo utilizzare una piccola quantità di acqua per sciacquare la parte superiore del sanitario, chiudendo il contenitore inferiore, rimuovendolo in tutta sicurezza e facendolo convenientemente rotolare. In qualsiasi momento gli utenti possono cambiare il contenitore presso il centro di assistenza locale X-Runner. I contenitori pieni di escrementi possono essere portati dai singoli utenti o dal personale di servizio X-Runner all'impianto di metano locale per produrre energia, oppure possono essere usati nelle aree vicine come compost per la produzione di fertilizzante organico.

131 Rotolante: X-Runner <http://www.xrunner-venture.com>

132 Rotolante: X-Runner <http://vimeo.com/51312933#>

133 Rotolante: X-Runner <http://www.greenprophet.com/2011/04/israeli-designer-green-toilet-indias-slum-dwellers/>

Vantaggi:

- a. Non è necessario un serbatoio d'acqua o un accesso esterno;
- b. Non è necessario collegare il WC al sistema fognario;
- c. Fa uso di un rivestimento di plastica unidirezionale per ridurre la diffusione di batteri e cattivi odori;
- d. È progettato per una manutenzione facilitata;
- e. Può usare gli escrementi per la produzione di metano e fertilizzanti, risparmiando quindi energia e alleviando il problema dell'eutrofizzazione dell'acqua e la perdita di nutrienti dal suolo;

Svantaggi:

- a. Gli utenti devono avere a disposizione una fonte d'acqua per pulire ogni volta la superficie del WC;

- b. Gli utenti devono andare al centro di assistenza locale X-Runner per cambiare regolarmente il contenitore di raccolta;
- c. Nel processo d'uso, l'acqua utilizzata per pulire la superficie del WC miscelata agli escrementi nel contenitore di raccolta riduce la durata di vita del contenitore;



Figura 131: Rotolante: X-Runner

CASO STUDIO 28		
SANIR	2011	AZIENDA/COMPANY: UNIVERSITÀ TECNICA DI DELFT (OLANDA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DEL DESIGN INDUSTRIALE (IDE), DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA MECCANICA, MARITTIMA E DEI MATERIALI (3ME) DELL'UNIVERSITÀ TECNICA DI DELFT
SANITARIO		MATERIALE/MATERIALE: METALLO



Figura 132: Sistema di Sanitari dell'Università Tecnica di Delft, Paesi Bassi

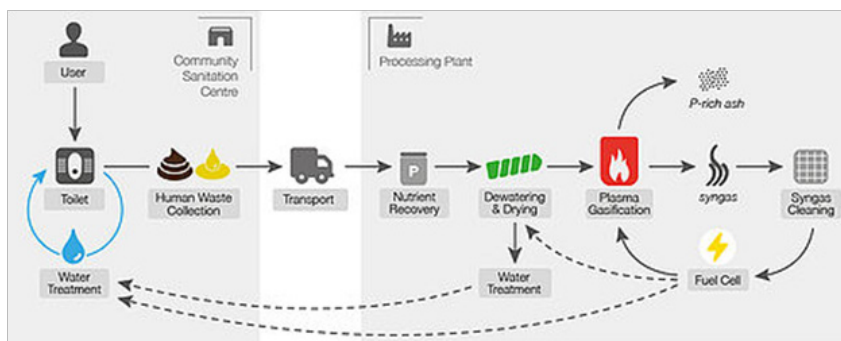


Figura 133: Sistema di servizio SANIR

4.4.3 SANIR

Caso Studio 28:

Nel 2011, un team interdisciplinare composto dal Dipartimento di Ingegneria del Design Industriale e il Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Marittima e dei Materiali dell'Università Tecnica di Delft, con il supporto del Gates Foundation, ha progettato una serie di strutture sanitarie e sistemi di servizio comunitari¹³⁴ per i quartieri popolari dell'India (Figura 132). Il sistema comprende principalmente due aspetti: uno è la ricerca e lo sviluppo della tecnologia di gassificazione del plasma assistita da microonde per il trattamento degli escrementi, tra cui la sterilizzazione, l'essiccazione e la gassificazione degli escrementi, rendono una fonte di energia per supportare l'operazione dell'impianto, trasformando gli escrementi in risorse e raggiungendo l'obiettivo del bilancio del ciclo energetico e del funzionamento a ciclo chiuso; il secondo è il design del sistema di servizio SANIR del centro sanitario comunitario (Figura 133), che parte dalle difficoltà delle donne e delle ragazze locali dell'andare in bagno. Tramite l'architettura e il design del prodotto, dell'immagine visiva, della strategia del marchio, del servizio e del modello di business e di altri aspetti si migliora l'esperienza utente.

134 Sanitari dell'Università Tecnica di Delft, Paesi Bassi
<https://www.tudelft.nl/io/onderzoek/research-labs/applied-labs/reinvent-the-toilet/>

Vantaggi:

- a. I sanitari di Delft riciclano gli escrementi come frazione organica per cui sono soddisfatti i criteri per un'operazione a ciclo chiuso;
- b. Tiene conto anche del concetto di progettazione di un centro di servizi sanitari completo a livello comunitario, con l'incentivazione di nuove abitudini sanitarie e la creazione di nuovi posti di lavoro;

Svantaggi:

- a. La raccolta e il trasporto degli escrementi è a domicilio, quindi i costi di manodopera e di trasporto nel processo di riciclaggio e di trasporto sono una spesa importante nel processo;
- b. I centri di trattamento degli escrementi centralizzati possono essere difficili da attuare a causa del fabbisogno di spazio e dei costi di costruzione;

CASO STUDIO 29		
ECO- PRIVYLEARNING PAVILION	2019	AZIENDA/COMPANY: COLLABORATIVE INNOVATION & ECO- DESIGN CENTER (CIED) DELL'ACADEMY OF ARTS & DESIGN, UNIVERSITÀ DI TSINGHUA (CINA)
		PROGETTISTA/DESIGNER: LIU XIN
RICERCA		BAGNO PUBBLICO



Figura 134: Spazio esterno del sanitario ecologico privato dell'Accademia di Arte e Design, Università di Tsinghua



Figura 135: Spazio internosanitario ecologico privato dell'Accademia di Arte e Design, Università di Tsinghua

4.4.4 Eco-privylearning pavilion dell'Università di Tsinghua

Caso Studio 29:

Il bagno ecologico privato progettato¹³⁵ (Figura 134-135) dal Collaborative Innovation & Eco-Design Center (CIED) dell'Academy of Arts & Design, Università di Tsinghua, si trova nell'Università di Tongji (campus Jiading). Progettato e sviluppato congiuntamente da Tsinghua CIED e Fondazione Yuting, si tratta di un sistema ecologico che integra i servizi pubblici, un giardino pensile e uno spazio di divulgazione di nozioni ecologiche. Il concetto di ciclo ecologico e umanizzazione e inclusività sono i principi di base del progetto. Attraverso un trattamento tecnico adeguato, gli escrementi umani nel bagno possono essere efficacemente trasformati in nutrienti (fertilizzanti organici) per fiori e piante, nel giardino pensile, riflettendo così il concetto di ciclo ecologico.

Il progetto adotta un container modulare che integra magistralmente diverse aree funzionali: l'area funzionale del bagno, l'area funzionale del trattamento ecologico dell'urina, l'area funzionale dell'orto sul tetto, e l'area di divulgazione delle nozioni sul riciclaggio delle acque reflue domestiche e sul concetto di trattamento degli escrementi come risorse in uno spazio limitato. Il design del sanitario modulare è funzionale al successivo smaltimento degli escrementi e all'umanizzazioni nello spazio, all'architettura e ad altri dettagli. Nelle strutture interne, oltre a tenere in considerazione le esigenze di genitori, bambini e persone con difficoltà motorie, è stata aggiunta una vasca per la pulizia della sacca per la colostomia, per i pazienti con colostomia, che si differenzia dal tradizionale lavabo per lavare le mani, evitando in tal modo problemi igienici.

La forma del modulo indipendente compensa la carenza di funzionalità dei sanitari tradizionali esistenti e soddisfa le esigenze di gruppi speciali. Lo spazio, la scala, il grado delle attrezzature e il colore o il pattern possono essere regolati in base alle esigenze funzionali, le limitazioni spaziali e le caratteristiche dell'ambiente circostante nei diversi ambienti di utilizzo.

135 Eco-privylearning pavilion:
<http://www.ad.tsinghua.edu.cn/info/1088/39356.htm>

4.5 Conclusioni

Rispetto ai sanitari tradizionali con sistemi di approvvigionamento idrico, di scarico dell'acqua e di trattamento delle acque reflue, i miglioramenti apportati dalla ricerca e dall'applicazione delle nuove tecnologie nell'ambito dei servizi igienici hanno l'obiettivo di ridurre la quantità totale di acque reflue domestiche prodotte, riducendo l'inquinamento idrico in ambienti urbani, migliorando il tasso di utilizzo delle acque reflue come risorse e superando gli obiettivi funzionali dei sanitari esistenti.

Tuttavia, per quanto riguarda le tecnologie dei sanitari stessi, le nuove presentano alcuni difetti come la manutenzione di prodotti e di componenti, un comfort scarso, maggiori costi, una scarsa applicabilità e così via, causando alcune difficoltà per la promozione e la gestione della nuova tecnologia dei servizi igienici.

4.5.1 Stabilità

Rispetto al design dei sanitari tradizionali, l'applicazione delle nuove tecnologie nei servizi igienici spesso coinvolge delle soluzioni complesse che complicano la stabilità dei prodotti stessi. Ad esempio, nel sanitario Piet di separazione solidi-liquidi (paragrafo 4.2.4), il dispositivo principale per separare le feci dall'urina è un sensore e una valvola a tre vie, e se il sensore non riesce a controllare l'angolazione della valvola a tre vie, questa si bloccherà rapidamente e il sanitario non potrà essere utilizzato normalmente. Un altro esempio è il sanitario Loughborough (paragrafo 4.3.7) che usa la tecnologia di carbonizzazione idrotermale per trattare gli escrementi. Il sistema include pompe, reattori multi-fase, camere di separazione e altre strutture, oltre che tubi di approvvigionamento e di distribuzione, tubi di ritorno e altre attrezzature, per cui se si verifica un problema in un qualche componente, gli escrementi non potranno essere trattati, portando al blocco dei tubi, alla diffusione di cattivi odori e ad altri problemi.

Inoltre, il sistema di scarico e della raccolta separata di solidi e liquidi comporta l'uso di più tubi, ed è più difficile da mantenere rispetto al sistema fognario tradizionale, con un singolo tubo. Prendiamo per esempio il sanitario ecologico Ecosan (paragrafo 4.2.1), dove l'urina scorre nel contenitore di raccolta tramite il piccolo foro e il piccolo tubo nella parte anteriore del sanitario. L'urina residua può facilmente causare incrostazioni dovute all'assenza di scarico dell'acqua nella parete interna nel tubo e del sanitario. Questo problema nasce se non viene sottoposto a regolare manutenzione, comune e può portare ad un blocco del sistema dopo circa 6-12 mesi d'uso.

4.5.2 Comfort

I sanitari tradizionali con sciacquone utilizzano una grande quantità di acqua di scarico per pulire le pareti interne, e presentano delle guarnizioni e sifoni nei sanitari e nei tubi per prevenire la diffusione di cattivi odori e agenti patogeni. Tuttavia, i nuovi sanitari sono generalmente progettati per risparmiare acqua e ridurre la quantità di acque reflue, pertanto adottano spesso la tecnologia di raccolta differenziata di solidi e liquidi e di trattamento degli escrementi. Si raggiunge quindi l'obiettivo di utilizzare delle tecniche che non richiedono l'acqua o che fanno uso di una quantità ridotta di acqua per pulire i sanitari. Per quanto riguarda i sanitari che non hanno bisogno di acqua per la pulizia, è difficile mantenere la superficie pulita, ed è necessaria certa manodopera manuale per la pulizia e la manutenzione che a sua volta costituisce un fattore di interferenza al comfort. Per i sanitari che si mantengono con una quantità ridotta di acqua, la riduzione dell'acqua di scarico potrebbe portare a residui solidi e urina sulla superficie interna del sanitario. La pulizia può essere assicurata tramite l'utilizzo di materiali ceramici migliori e di superfici nano-vetrate altamente lisce, aumentando conseguentemente i costi del prodotto.

Ad esempio, i sanitari Separett (paragrafo 4.2.7) prevedono l'installazione di un tubo di ventilazione sopra il sanitario, utilizzando l'energia solare ed eolica per la convezione dell'aria, ma l'uso del tubo di ventilazione è troppo limitato nelle condizioni naturali e diffonderà direttamente cattivi odori nell'ambiente circostante. Se si installano più sanitari Separett in un'area concentrata, si avrà un impatto negativo sulla qualità dell'ambiente circostante. Nei sanitari Blue Diversion con uno scarico separato per solidi e liquidi (paragrafo 4.2.6), l'odore dei tubi per la raccolta dell'urina è controllato da un tubo a forma di U simile ai sanitari tradizionali con sciacquone. Tuttavia, a causa del ridotto rapporto tra acqua di scarico e urina, non è possibile soddisfare il tasso di diluizione dell'urina in base agli standard cinesi indicati in Ceramiche Sanitarie (GB 6952-2005) che richiede una diluizione di 1:17. Pertanto, paragonato ai sanitari tradizionali, l'odore dell'acqua di scarico dei sanitari Blue Diversion è forte, e il rischio di contaminazione batterica è alto.

4.5.3 Economia

Sebbene i nuovi sanitari consentano di risparmiare sui costi operativi e sui costi di trattamento delle acque reflue grazie al risparmio idrico e all'ottimizzazione delle risorse, per mettere in pratica le nuove funzioni è necessario che siano realizzati in materiali di alta qualità o che comprendano ulteriori componenti, aumentando conseguentemente i costi. Per assicurare la pulizia delle pareti interne dei sanitari, il WC di separazione necessita di materiali ceramici di alta qualità e di un rivestimento vetrato, aumentando comunque i costi dei materiali. Se non vengono migliorati i materiali dei sistemi, aumentano inevitabilmente la frequenza di manutenzione e la difficoltà d'uso, portando quindi ad un incremento dei costi operativi.

Inoltre, l'output del prodotto dopo il trattamento delle risorse è relativamente piccolo, ed è difficile mettere in pratica un modello di business locale e un canale di vendita stabile prima dell'operatività di un sistema completo di assistenza. I vantaggi economici prodotti dalle applicazioni su piccola scala non sono ovvi.

I prodotti innovativi ricevono spesso feedback di utenti che lamentano prodotti scomodi, e poco convenienti a causa dell'uso più complicato del sanitario rispetto a quello tradizionale, del cambio di consuetudine in bagno diverso rispetto alle abitudini degli utenti e dell'ampio aspetto meccanico non conforme all'estetica tradizionale. Il miglioramento delle risorse idriche, la riduzione delle emissioni e l'utilizzazione migliorata degli escrementi però saranno ancora i punti focali nel design dei sanitari futuri; riducendo le difficoltà di manutenzione. Con l'organizzazione di un sistema commerciale di sanitari, il miglioramento dell'esperienza d'uso e la divulgazione dell'apprezzamento estetico si può arrivare ad un design migliore che richieda l'elaborazione di linee guida su un piano ambientale, economico, sociale e culturale per la realizzazione sanitari dal design sostenibile.

4.5.4 Sicurezza

Con il miglioramento continuo dei requisiti sanitari, le tecnologie di sterilizzazione e di rilevamento continueranno ad essere applicate alla progettazione dei servizi igienici. Ad esempio, i nanomateriali possono produrre un forte potere ossidante dopo essere stati esposti ai deboli raggi ultravioletti della luce del sole o della luce artificiale, degradando automaticamente i batteri e lo sporco attaccato alla superficie di ceramica, raggiungendo così una sterilizzazione ad alta efficienza, incrementando inoltre la concentrazione di anioni nell'ambiente che porta ad avere aria fresca. Attualmente, i sanitari in nanomateriali sono utilizzati in alcuni ospedali e in futuro potrebbero essere ampiamente utilizzati nelle case. Inoltre, l'applicazione di diverse tecnologie di deodorazione contribuisce alla formazione di un ambiente sano, come il sanitario a risparmio idrico con sifone integrato 6189 lanciato da Huida sanitary ware, che utilizza una tecnologia di filtrazione e di deodorizzazione dell'acqua, catalitica e una tecnologia di sterilizzazione a ozono, e una tecnologia tripla di deodorizzazione.

PARTE III

GUIDA ALL'INNOVAZIONE DEL DESIGN DEL SANITARIO

CAPITOLO 5 ANALISI DELLE ESIGENZE

“The notion of the sustainable in design is not about fine distinctions in terminology, it is not about developing single-issue arguments, and it is not simply about reasoned argument. Rather, it is about fully engaging in the world in a way that is empathetic, intuitive and aesthetic. ”

— Walker Staurt, Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice¹³⁶

5.1 Riepilogo dei dati raccolti

5.1.1 Problematiche aperte e criticità

5.1.1.1 Inquinamento delle acque

A causa delle diverse condizioni economiche, politiche e culturali, nelle diverse città del mondo il trattamento delle acque inquinate è differente. Ad esempio, in città sviluppate come New York e Shanghai, dove i grattacieli sono densamente popolati e la densità di popolazione è elevata, gli scarichi delle acque reflue urbane sono ingenti e il trattamento delle acque è affrontato come problema serio. Grazie all'enfasi posta sull'ambiente urbano e all'investimento di risorse finanziarie, tali città dispongono di infrastrutture relativamente perfette e di un alto tasso di trattamento delle acque. Nelle città come Roma, Firenze e altre città con un grande centro storico, con edifici alti e bassi e le vie storiche del centro, è impossibile apportare una trasformazione radicale al sistema fognario. In tali città, ci sono problemi ambientali causati dall'incapacità delle vecchie strutture urbane di soddisfare le nuove esigenze di sviluppo urbano. I designer pensano costantemente i propri fabbisogni in termini di ambiente e servizi urbani, inoltre migliorano anche le infrastrutture delle città stessa. Le città in via di sviluppo, d'altro canto, sono carenti di buoni sistemi di approvvigionamento idrico e di infrastrutture per il trattamento delle acque reflue, e sono abitate da persone provenienti dalle aree rurali venute in città per cercare lavoro, esercitando una forte pressione sulle acque reflue e di scarico. Poiché il governo non ha fondi a sufficienza per un corretto sviluppo delle infrastrutture di sviluppo, le città non possono tenere il passo con la crescita della popolazione, causando così un grave fenomeno di carenza di acqua urbana e di inquinamento delle stesse.

In base alle ultime ricerche condotte nella città di Xuzhou, in Cina, nel

117 Walker S., 2006, *Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice*, London • Sterling, VA, USA.

136 Ministry of Housing and Urban-Rural Development, National Development and Reform Commission of China, 2017, The Thirteenth Five-Year Development Plan-National Urban Sewage Treatment and Recycling Facilities Construction Plan.

137 World Health Organization Coronavirus disease <http://covid-19.unitarium.com/>

2020 il 95% delle acque reflue non è stato trattato¹³⁶, ossia 5.295.400 litri di acqua al giorno. Le acque reflue sono ricche di microrganismi patogeni, azoto, fosforo, potassio e altri nutrienti. Come risultato, le acque reflue contenenti i microrganismi patogeni e nutrienti in eccesso vengono mischiate all'acqua piovana nel sistema fognario, diffondendosi e inquinando le falde e il suolo, diventando quindi una delle principali fonti di inquinamento.

5.1.1.2 Salute e sicurezza

Le feci contengono un gran numero di batteri e microrganismi patogeni che possono infettare l'organismo umano attraverso la pelle, il sistema respiratorio e il sistema digerente, portando e diffondendo malattie. Quando l'acqua viene scaricata, la forte turbolenza diffonde le goccioline d'acqua nell'aria, propagando i microrganismi nell'aria. Dopo l'epidemia di COVID-19¹³⁷, il coronavirus è stato trovato nei sistemi fognari in Italia, Spagna e Brasile, in parte perché alcune feci non trattate sono state tenute a lungo in fosse settiche, inquinando le acque sotterranee intorno agli insediamenti. Oltre alla presenza di alcuni rifiuti organici, che invece sono stati portati via da camion.

5.1.1.3 Limitazione del formato

Il WC più ampiamente utilizzato è quello con lo scarico collegato alla rete idrica urbana e al sistema fognario. Ora richiede una grande quantità d'acqua per lo scarico. Tuttavia, in regioni dove non vi sono impianti adeguati per il trattamento delle acque, sono messe in atto diverse restrizioni per quanto riguarda l'uso dell'acqua e l'approvvigionamento idrico. In secondo luogo, in diverse aree dove non è possibile realizzare reti di drenaggio urbano, quali aree urbane storiche, non è stato possibile l'accesso all'approvvigionamento idrico e al sistema fognario che porta agli impianti di trattamento delle acque.

5.1.1.4 Problema d'interesse mondiale

Al giorno d'oggi, la questione legata ai problemi dei sanitari ha ricevuto un'ampia attenzione. La World Toilet Organization¹³⁸ è impegnata a risolvere la crisi mondiale dei servizi igienici. Le World Toilet Summit

mira a migliorare l'impatto dei sanitari sulla qualità di vita e realizza sanitari a risparmio energetico che fanno uso di una minore quantità di risorse e che proteggono l'ambiente, oltre a divulgare ricerche scientifiche relative ai sanitari e ad altri prodotti e promuovere i relativi scambi tecnici. La 67a Sessione dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha deciso di celebrare la "Giornata Mondiale del Bagno"¹³⁹ il 19 novembre, nella speranza che le persone di tutto il mondo possano lavorare insieme per risolvere i problemi di salute ambientale che da tempo affliggono il mondo. A partire dal 2015, la Cina mira a superare lo squilibrio regionale che sussiste nello sviluppo dei servizi igienici urbani, affrontando la carenza di bagni locali, le modalità di operazione, i servizi gestionali imperfetti e altri problemi, con lo scopo di migliorare l'esperienza d'uso e gli standard di vita dei residenti¹⁴⁰. Bill Gates mostra una certa preoccupazione per quanto riguarda gli escrementi di più di quattro miliardi di persone in tutto il mondo che non vengono trattati in sicurezza (anche nelle regioni dove esistono sistemi di trattamento delle acque reflue), causando una reazione a catena nell'ambiente e nelle risorse. Per questo motivo ha lanciato la "sfida all'innovazione dei WC" per risolvere il problema dell'uso dei sanitari, della costruzione limitata e del trattamento dei rifiuti¹⁴¹. Il China Toilet Expo, tenutosi il 19 novembre 2020 a Shanghai, ha fornito una piattaforma per i team di ricerca e di design di tutto il mondo dove poter scambiare tecnologie ed esporre i prodotti creando un punto di contatto tra i vari fornitori in cui scambiarsi idee su nuovi prodotti, nuove tecnologie, nuovi modelli e nuove soluzioni. I volumi "Roma World Toilet Day 2017"¹⁴² e "Roma World Toilet Day 2019" contengono i risultati del Workshop Scusi dov'è il bagno?, svoltosi nel 2016 e 2018, nella sede del Dipartimento di Architettura dell'Università Roma Tre, con il contributo organizzativo e formativo della APS Embrice 2030. Lo scopo del workshop è stato quello di sollecitare la formazione di una nuova cultura dei bagni pubblici a Roma, e di porre il problema su scala nazionale.

138 World toilet organization:
<https://www.worldtoilet.org>

139 United Nations: <https://www.un.org/zh/observances/toilet-day>

140 Shen Z., Liu H.B., Zhang Y.L., 2019, The status quo, problems and countermeasures of China's toilet revolution, New Rural Development Research Institute of Tongji University, University of Shanghai for Science, Technology Environment, Architecture College, China Environmental Management, Pubblicato online: https://www.sohu.com/a/318781246_761527?qq-pf-to=pcqq.c2c

141 Reinvent the Toilet Challenge: <http://www.gatesfoundation.org/What-We-Do/Global-Development/Reinvent-the-Toilet-Challenge>

142 A cura di: Becchetti A., Felici F., Trulli L., 2017, Scusi dov'è il bagno, workshop per una nuova cultura dei bagni pubblici a Roma, Embrice 2030 pubblicam da Write Up Site, Roma

5.1.2 Storiche

Il water esiste da più di quattromila anni, e man mano che è cambiata la società ha subito delle variazioni. Da una parte pensiamo che il comfort e l'igiene dei sanitari odierni una manifestazione del progresso tecnologico. Dall'altra parte è necessario comprendere che il design dei sanitari non cambia semplicemente con un aggiornamento tecnologico. Si tratta di un fenomeno culturale che coinvolge una vasta gamma di fattori, tra cui lo sviluppo sociale, l'economia, le abitudini di vita, la comunicazione culturale, il gusto estetico e anche il background dei valori generali e la visione del mondo.

Il primo tipo di sanitario in Oriente era la latrina a fossa, un luogo in cui praticamente si andava a defecare separato dal luogo in cui vivere (Capitolo 3.1.1). Con il progresso della società, le persone si resero conto che causava delle malattie e inquinamento in particolare nella stagione primaverile e autunnale, pertanto migliorarono la forma delle latrine per raccogliere e smaltire gli escrementi in modo pianificato (Capitolo 3.1.2). Con lo sviluppo della civiltà contadina durante la dinastia orientale Han , si scoprì il valore del compostaggio e si iniziarono a studiare metodi di smaltimento degli escrementi. Venne così progettato un sanitario con porcile che favoriva la fermentazione degli escrementi (Capitolo 3.1.3). Dalla dinastia meridionale Song, aveva cominciato a prendere forma l'urbanizzazione. Le persone non allevavano più i maiali, ma raccoglievano comunque gli escrementi per l'uso agricolo suburbano. Vennero quindi utilizzate latrine in legno per la raccolta degli escrementi (sezione 3.1.4). In questo periodo vi erano anche delle speciali norme che vietavano di pulire la latrina nel fiume e di buttare l'acqua di scarico nel fiume. Durante le dinastie Ming e Qing, l'estetica culturale era orientata verso una maggiore eleganza, e i sanitari delle famiglie ricche venivano tendenzialmente decorati. I sanitari tradizionali in stile cinese erano in legno e in pietra, semi-aperti, e disposti in un angolo del cortile, con una recinzione in bambù e altri elementi per evitarne la vista. Fino a questo periodo gli escrementi erano un'importante materia prima utilizzata nell'agricoltura orientale, ed erano considerati un bene speciale (Sezione 3.1.5). La vera rivoluzione dei sanitari orientali è iniziata nella metà e alla fine

del XX secolo, quando le latrine a secco vennero sostituite da quelle a scarico. Al contempo venivano ampiamente utilizzati i fertilizzanti chimici. Poiché l'approvvigionamento idrico urbano e il sistema di drenaggio non potevano essere perfezionati in poco tempo, e l'acqua di alcuni sanitari privati veniva scaricata direttamente nella rete fognaria senza passare attraverso la fossa settica, si verificò un grave inquinamento ambientale urbano. Come risultato, per soddisfare le esigenze dei residenti, vennero costruiti, come infrastruttura urbana, un gran numero di bagni pubblici con fossa settica. Tuttavia, 20 anni dopo, con il miglioramento del tenore di vita urbano, cambiarono anche le esigenze delle persone in merito all'ambiente e all'igiene. Con l'invecchiamento delle strutture, gli edifici obsoleti, la mancanza di pulizia e di manutenzione, i vecchi bagni pubblici divennero fonti di inquinamento dell'ambiente urbano. Per questo motivo vennero messe a punto delle norme specifiche riguardo i servizi igienici in Cina. Con il rapido sviluppo dell'economia urbana, vennero gradualmente realizzati sistemi di approvvigionamento idrico urbano e impianti di drenaggio e di trattamento delle acque reflue. I servizi igienici domestici in Cina divennero sempre più funzionali, gli stili decorativi si fecero sempre più diversificati e si migliorarono i requisiti in materia di salute, igiene ed estetica.

In Occidente, la forma più antica di sanitario era quella romana. La maggior parte dei servizi igienici romani comprendeva una fila di postazioni in pietra con delle cavità centrali costruite su un piccolo canale, con gli escrementi che venivano trasportati dall'acqua. A quel tempo, le persone ignoravano i principi della salute umana e ambientale, e non erano consapevoli dei pericoli nascosti a lungo termine che comportava lo scarico diretto delle acque inquinate nell'ambiente. Tuttavia, è innegabile che i servizi igienici nell'antica Roma hanno dato un grande contributo alla pulizia e al comfort temporaneo dell'ambiente urbano (Capitolo 3.2.1). Oltre ai bagni pubblici molti antichi romani usavano anche l'orinale, in quanto in quell'epoca si era scoperto che l'urina è in grado di rimuovere il grasso dai vestiti e poteva anche essere usata nel processo di produzione dei coloranti. Pertanto, al fine di raccogliere l'urina, molti negozi avevano messo gli orinali fuori dalla porta ad uso gratuito da parte dei passanti.

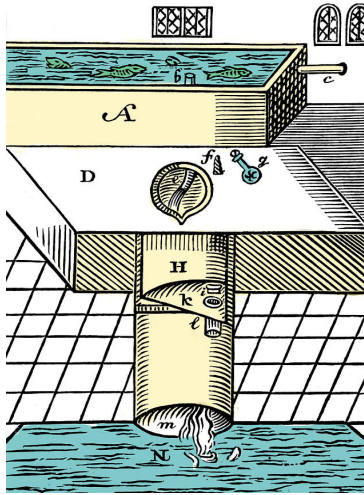


Figura 136: Flush Toilet, progettato da John Harington, 1596

Naturalmente erano presenti anche orinali nelle case dei cittadini, il modo principale con cui le persone svuotavano l'orinale era di versare gli escrementi direttamente dalla finestra.

Il primo sanitario con lo scarico apparve nel 1597 in Gran Bretagna, progettato da John Harington. Che designò un WC di legno con una cassetta d'acqua (figura 136). Dopo i bisogni, le feci sarebbero state trasportate via con l'acqua dopo l'apertura della valvola. A causa della mancanza di un sistema automatico, l'acqua di scarico doveva essere buttata manualmente. Questo sanitario era disponibile solo per la regina, a causa dei costi elevati, quindi non era popolare tra la gente. (Capitolo 3.2.3 1597) Poi Joseph Bramah e Alexander Cumming hanno migliorato il WC progettato da Harington, avvicinandosi al tipo di WC che usiamo attualmente. Poi i servizi igienici con lo sciacquone sono diventati popolari. Nonostante il sanitario con scarico sia semplice, pulito e comodo, lo scarico degli escrementi nei fiumi ha comportato diversi problemi di inquinamento ambientale e malattie infettive. Nel 1958, in seguito alla rilevazione di cattivi odori provenienti dal Tamigi, i cittadini hanno capito l'importanza del sistema fognario.

Il problema dei servizi igienici pubblici in Europa consiste soprattutto nel numero insufficiente. Ma queste città hanno dato vita a soluzioni uniche (vedi Capitolo 3.3.4). A Roma, la maggior parte dei bar, ristoranti, hotel, ristoranti fast-food, ecc. accettano la richiesta dei pedoni di utilizzare i servizi igienici, aumentando così il flusso di clienti. I bagni pubblici di Mosca si sono sviluppati in una forma speciale di commercio, e sono concepiti come un'industria di servizi simili ad uno dei tanti negozi del centro commerciale con servizi a pagamento, la maggior parte dei bagni pubblici moscovitoha ha un registratore di cassa, e gli utenti devono acquistare un biglietto per poter entrare. Qui si può provare la migliore esperienza per quanto riguarda i bagni pubblici del mondo. Tra più rappresentativi ci sono i bagni pubblici centro commerciale GUM (Figura 137).

Nel corso della storia dello sviluppo dei servizi igienici, non è difficile notare che le scelte morfologiche e progettuali siano legate allo sviluppo della scienza e della tecnologia, agli standard di igiene, al comfort e all'estetici, oltre che alla comprensione dello sviluppo sostenibile. Come sostiene Jared Diamond nel 2012, il ruolo



Figura 137: Servizi igienici di lusso nel centro commerciale GUM

insostituibile dell'industria tecnologica tradizionale "low-tech" è dovuto ai suoi benefici sociali e culturali in termini di sostenibilità.¹⁴³ L'innovazione dei servizi igienici non si sofferma solo sui metodi di smaltimento degli escrementi, ma anche sulla ricerca e lo sviluppo della tecnologia. È necessario prendere in considerazione tutti gli strati di praticabilità, economia e qualità estetica. Il sanitario è un intermediario tra l'architettura e la città, tra le persone e la società, i prodotti e l'ambiente. Il problema è sociale, e riflette lo stile di vita di un'epoca. Nella progettazione devono essere presi in considerazione i fattori che influenzano la legittimazione sociale.

143 Diamond J., 2012, *The World Until Yesterday: What Can We Learn from Traditional Societies?* Viking Press, New York.

5.1.3 Modelli di design sostenibile

5.1.3.1 Lo sviluppo dei design sostenibilità

L'essenza del design sostenibile è una progettazione strategica per costruire e sviluppare soluzioni di sviluppo sostenibile, che considera i problemi economici, ambientali e sociali in modo equilibrato, in modo da guidare e soddisfare la domanda dei consumatori.

Il design sostenibile è una soluzione ottimale che tiene conto di fattori economici, ambientali e sociali, e coinvolge l'uso e il comportamento degli utenti. La chiave è quella di semplificare le azioni sostenibili, adattare ai modelli di comportamento esistenti e permeare tutti gli aspetti della vita delle persone attraverso i cambiamenti nello stile di vita. "L'idea di consumo", "il modello di business" e "la soluzione" devono soddisfare le più alte aspettative sociali, le più basse emissioni ambientali e il minor consumo di risorse, il beneficio economico e lo sviluppo delle imprese. È necessario applicare una strategia di innovazione ottimale al fine di superare lo schema di un design pratico per fare pieno uso delle risorse, risparmiare energia e proteggere l'ambiente. Sulla base della teoria della progettazione sostenibile, in questo studio vengono illustrati diversi campi come la progettazione di un ciclo di vita, di un comportamento, di un sistema, di uno stile di vita, di una città, di una comunità sostenibile e di edifici sostenibili.

LA progettazione sostenibile richiede che nel processo di sviluppo del design di un prodotto e nell'intero processo di produzione, di applicazione dei materiali, di recupero dei rifiuti e così via, si debba prestare attenzione all'impatto sull'ambiente, favorendo il miglioramento ecologico e la protezione ambientale. È necessario tenere in considerazione le caratteristiche delle materie prime e la facilità di smontaggio di ogni parte del prodotto in modo che quando il prodotto viene dismesso, i suoi materiali o le parti non danneggiate possano essere recuperate, riciclate o riutilizzate.

In virtù di questi obiettivi, ritornano i concetti di Green Design, Eco-Design, Design dei Servizi e Design Future-oriented illustrati nel capitolo 2.

5.1.3.2 La tradizione cinese come modello

Il punto più essenziale dello sviluppo sostenibile sta nel chiarire l'estrema importanza del rapporto tra uomo e natura, individuare la sostenibilità delle risorse naturali, razionalizzare le attività economiche umane, e formare un circolo virtuoso tra società umana e ambiente. Il segnale più evidente è l'uso sostenibile delle risorse per ambiente sano.

Con lo sviluppo della produzione industriale moderna, è inevitabile espandere la scala dello sfruttamento e dell'utilizzo delle risorse. Tuttavia, l'uomo dovrebbe imparare a trovare un equilibrio tra benefici ecologici ed economici e bilanciare i molti fattori dello sviluppo sociale, della crescita economica e dell'ambiente ecologico, piuttosto che superare la capacità di carico delle risorse e dell'ambiente, perché il degrado ecologico è spesso irreversibile. Nella società moderna e nell'era industriale, lo sfruttamento delle risorse ambientali ha superato il limite dell'equilibrio naturale, provocando un grave inquinamento ambientale e una grave carenza di risorse disponibili. Il raggiungimento dell'equilibrio tra lo sfruttamento delle risorse e i limiti ambientali, e la modalità di utilizzo sostenibile delle risorse ambientali, sono riscontrabili nelle antiche tradizioni cinesi locali. L'antica etica ecologica può rappresentare una guida teorica e un pensiero innovativo in merito allo sviluppo e alla progettazione sostenibile da cui l'etica ecologica moderna può prendere spunto.

Innanzitutto, è necessario formulare delle regole per lo sviluppo. Gli antichi cinesi hanno evitato lo sfruttamento eccessivo e i danni ecologici tramite l'implementazione di norme e regolamenti appositi, oltre che attraverso la progettazione di strutture pubbliche che hanno guidato le persone a stabilire un ordine sociale favorevole allo sviluppo.

In secondo luogo, per mantenere uno stile di vita rispettoso dell'ambiente, gli antichi cinesi riassumevano costantemente le leggi del clima naturale, e piantavano, cacciavano e vivevano secondo natura.

In terzo luogo, gli antichi, guidati dal valore del risparmio, tenevano uno stile di vita frugale credendo che la sovra-sfruttamento avrebbe accelerato il consumo e l'esaurimento delle risorse, portando ad

uno sviluppo insostenibile. In quinto luogo, gli antichi sostenevano il concetto di progettazione adattando le soluzioni alle condizioni locali, sostenendo l'uso flessibile delle risorse del luogo e realizzando prodotti e servizi in base alle caratteristiche ambientali, economiche, e culturali del posto.

Infine, gli antichi erano attenti alla protezione dell'ambiente. I rifiuti domestici, le fognature o gli escrementi umani erano soggetti a sistemi rigorosi di riciclaggio, e con l'aiuto di norme era possibile garantirne l'effettiva attuazione.

5.1.4 Principi del design sostenibile

Per progettare un prodotto secondo standard sostenibili è necessario studiare l'impatto ambientale in tutte le fasi del ciclo di vita del prodotto. Edwin Datschefski, uno studioso inglese di design, ha proposto i principi base del design sostenibile di un prodotto:

Primo, il principio della riciclabilità: l'input e l'output dei materiali diventano parte del ciclo dell'intera ecosfera di progettazione del prodotto;

Secondo, il principio dell'energia verde, ossia l'energia utilizzata nel progetto deve provenire da fonti rinnovabili quali eolica, solare e nucleare;

Terzo, l'efficienza ecologica, ossia il ciclo di vita del prodotto deve essere duraturo. Il prodotto deve essere facile da smontare e da riciclare, e semplice da ricombinare;

Quarto, la sicurezza, ossia il prodotto deve assicurare che la produzione, l'uso, lo scarto e il riutilizzo sia sostenibile a livello ambientale;

Quinto, l'umanizzazione, ossia nel design di un prodotto deve essere presa in considerazione la relazione tra il prodotto e gli utenti. Non si dovrebbe permettere che i prodotti dominino la vita delle persone; inoltre si dovrebbe evitare il consumo eccessivo e lo smaltimento arbitrario dei prodotti.

5.2 Il ruolo degli utenti nella progettazione di servizi igienici

5.2.1 Ricerca sul comportamento degli utenti

Vi sono diversi e diverse designer che all'inizio del processo di progettazione del prodotto partono senza tenere conto del comportamento effettivo degli utenti. In tal modo il prodotto non può svolgere il ruolo per il quale è stato progettato, e le esigenze degli utenti non vengono soddisfatte. Per diversi motivi si può dire che l'efficacia di uno schema di un design sostenibile non può essere determinata fino a quando non viene condotta una adeguata ricerca sul comportamento degli utenti.

La ricerca sul comportamento degli utenti è composta da due parti principali: la domanda degli utenti e l'interazione con il prodotto. La ricerca sul comportamento degli utenti mira ad esplorare i problemi fondamentali degli utenti e i fattori che influenzano la soluzione dei problemi. La ricerca dell'interazione con il prodotto mira a promuovere il consolidarsi del comportamento dell'utente e delle abitudini di consumo tramite l'analisi dell'interazione tra il prodotto e l'utente, in particolare il feedback durante l'uso del prodotto. I designer possono percepire e comprendere meglio lo stato del prodotto, e al contempo possono correggere il prodotto o regolarlo in base al suo comportamento tramite i feedback dell'utente. Forniscono un supporto teorico per l'analisi del processo di interazione, al fine di perfezionare il comportamento dell'utente e l'abitudine di consumo.

126 Moritz S., 2005, Service Design Practical Access to an Evolving Field, M.Sc. Thesis, KISD, Killeen.

5.2.3 Analisi della domanda dell'utente – Caso studio: la città di Xuzhou

La funzione principale della ricerca è “esplorare”¹²⁶, e comprendere: dove sono i problemi e qual è l'obiettivo della ricerca? Al fine di determinare la direzione del prossimo sviluppo tecnologico e fornire indicazioni per questo tipo di progettazione, cerchiamo anche le variabili influenti (come le condizioni tecniche, i bisogni umani, ecc.). I metodi di ricerca e gli scopi di ricerca sono strettamente correlati, durante la progettazione e la previsione della direzione di sviluppo del prodotto:

Caso di studio:

Viene utilizzato per determinare le variabili nello sviluppo di nuovi servizi igienici e se esiste una relazione causale tra queste variabili. Per esempio,

- a. Causalità tra fenomeni;
- b. Relazione quantitativa tra causa e risultato;
- c. Identificazione dei fattori che influenzano il cambiamento di una variabile;
- d. Influenza reciproca tra le variabili.

Indagine:

Il tipo di indagine che si ritiene più adatta è di tipo “field research”. Il metodo di indagine sul campo prevede che i ricercatori contattino direttamente gli utenti per poi intervistarli e raccogliere informazioni per poi rielaborarle. Il metodo utilizzato è quello del questionario. L'indagine mediante questionario permette di raccogliere grandi quantità di dati diversi tra loro sulla base degli intervistati.

Questo tipo di indagine permette di trovare dati affidabili, limitatamente alle criticità della situazione e del progetto, aprendo ad opportunità di azione senza però riuscire ad individuare cause e obiettivi di azioni progettuali correttive.

5.2.3.1 Survey

Il questionario è uno dei metodi più comunemente utilizzati,

nell'ambito della "field research". La metodologia del Survey è nata dalla ricerca psicologica ed è stata successivamente introdotta negli studi sociali di medicina clinica e sondaggi d'opinione, è quindi ampiamente utilizzata in vari campi. Il questionario può raccogliere informazioni su vasta scala, in un breve periodo. L'applicazione del questionario web riduce notevolmente i costi e migliora l'efficienza del sondaggio.

a. Struttura del questionario

Il questionario si divide in un questionario strutturato e in un questionario non strutturato:

Il Questionario strutturato è adatto per studi su larga scala. Le domande sono più specifiche e le risposte multiple sono esemplari e fanno risparmiare tempo con un alto tasso di recupero ed efficienza. Ed è facile per il confronto statistico;

Il questionario non strutturato è più adatto per piccoli studi campione, con risposte più complesse, e consente ricerche più approfondite. Considerando che questo studio richiede il supporto di una grande quantità di dati di base, è stato utilizzato un questionario strutturato. (Fare riferimento all'allegato per il questionario)

b. Scopo del questionario

Lo scopo del questionario è quello di raccogliere informazioni sulle esigenze generali di un gran numero di utenti sull'innovazione nell'ambito dei servizi igienici attraverso semplici domande e valutare la coscienza generale della società utilizzando strumenti statistici per chiarire gli obiettivi e le direzioni dell'innovazione.

Primo passo

Progettazione del questionario: al fine di raccogliere i dati sulle esigenze di reinvenzione della toilette attraverso il questionario, è necessario comunicare con utenti di età diverse, forme abitative diverse e diverse aree urbane. Il questionario deve comprendere le informazioni di base dei membri della famiglia, i punti deboli dei servizi igienici esistenti e le aspettative degli utenti per i nuovi servizi igienici.

Secondo passo:

Distribuzione del questionario: distribuire il questionario alle famiglie con differenti tipi di alloggio. Al fine di garantire la rappresentatività del campionamento, è possibile collaborare con le Università e chiedere agli studenti di compilare il Survey in base alla loro situazione familiare.

Terzo passo:

Analisi del questionario: al fine di chiarire le esigenze di reinvenzione della toilette, è necessario analizzare i dati e ricavare diagrammi e comparazioni.

c. Analisi dei risultati

Il campione intervistato è composto da studenti universitari di Art e Design e Architettura della China University of Mining and Technology nel primo semestre nel 2019-2020. 2079 questionari sono stati distribuiti in totale, e 2065 sono stati i questionari compilati validi, tra cui 1755 questionari da Xuzhou. (Vedi l'appendice per le statistiche del questionario). Il questionario è sintetizzato come segue:

- ①. Gli intervistati appartenevano a tipi di famiglie con età, livello di istruzione e tipo di lavoro diversi;
- ②. Il questionario mostra che la maggior parte delle famiglie utilizza un sanitario a seduta privato. Alcune case usano acqua privata e servizi igienici pubblici principalmente perché la zona di residenza non è in grado di supportare il sistema di risciacquo, o la tassa sull'acqua è troppo alta da sostenere;
- ③. Gli intervistati sono risultati generalmente disposti a sostenere e utilizzare nuovi servizi igienici che soddisfano il concetto di sviluppo sostenibile e riconoscono l'obbligo dei cittadini di contribuire a ridurre l'inquinamento ambientale e risparmiare acqua. Allo stesso tempo dall'analisi dei dati del Survey è energiche, i nuovi servizi igienici dovrebbero essere allo stesso tempo comodi, puliti e poco costosi (ancora meglio se a carico del governo) e potrebbero essere disponibili servizi correlati, come la promozione, l'installazione e la manutenzione dei prodotti.

Oltre alle domande che sono state poste, molti intervistati hanno

dato anche risposte libere.

5.2.3.2 Intervista

Il questionario restituisce l'intenzione generale del pubblico, ma il risultato non è sufficiente ad avviare la progettazione.¹²⁷ Per ottenere ulteriori dati, viene generalmente utilizzata la comunicazione diretta per conoscere l'esperienza dell'utente. Questo processo di ricerca approfondita si chiama intervista.

127 Liu G.Z., 2018, *The Design Methodology*, Shanghai People's Fine Arts Publishing House, Shanghai.

a. Scopo della intervista

Ci si è proposti di intervistare utenti e manager in varie regioni di Xuzhou online o offline. Il contenuto dell'intervista include il tipo di prodotto, il processo, esperienza, le esigenze individuali, ecc. Le informazioni ottenute dalle interviste possono essere utilizzate dopo l'analisi per fornire linea guida per la progettazione di nuovi servizi igienici secondo la teoria dello sviluppo sostenibile.

b. Intervista e risultati

Quale tipo di intervista è più libero, il che aiuta a evidenziare nuovi problemi e nuove situazioni oltre le aspettative dei progettisti, ruolo importante nella ricerca approfondita delle problematiche dell'innovazione sociale. Il contenuto dell'intervista riguarda principalmente i seguenti aspetti:

- ①. Età, occupazione e contesto dell'intervistato;
- ②. Condizioni di vita dei residenti;
- ③. La situazione della toilette;
- ④. Criticità attuali nell'uso della toilette;
- ⑤. Opinioni sulla nuova tecnologia di servizi igienici;
- ⑥. Le esigenze circa i servizi igienici;

c. Analisi dei risultati

Prendendo la città di Xuzhou come esempio, i dati delle interviste sono i seguenti:

Dopo l'analisi delle risposte di ricerca degli utenti alla domanda relativa di bisogno effettivo di una implementazione tecnologica dei servizi igienici, è emerso che:

- ①. Servizi ausiliari insufficienti. Questo problema è comune nei servizi igienici domestici e pubblici, e si riflette principalmente nel fallimento del trattamento delle acque reflue, nel cattivo odore e nella gestione inadeguata dei servizi igienici pubblici;
- ②. È necessario migliorare il comfort dei nuovi servizi igienici;
- ③. La progettazione di servizi igienici pubblici non soddisfa le esigenze di utilizzo. La domanda di servizi igienici pubblici non è solo in quantità, ma anche nella diversità degli utenti. La realtà è che le donne hanno il triplo delle probabilità di andare in bagno rispetto agli uomini e che gli uomini possono risolvere rapidamente i problemi del bagno mentre le donne no. I vecchi, i disabili, le donne in gravidanza e i bambini sono tutti gruppi che usano bagni pubblici;
- ④. L'innovazione della toilette è limitata. La nuova tecnologia della toilette si concentra sulla ricerca del trattamento delle feci, ma fa ancora riferimento al modello tradizionale di sciacquone nella progettazione del prodotto;

5.2.3.3 Analisi comportamentale

I progettisti tendono a imporre la propria coscienza soggettiva nel processo di progettazione; il designer si mette nella prospettiva dell'utente e può aiutare i progettisti a estraniarsi dal pensiero progettuale intrinseco. Per approfondire il fabbisogno degli utenti, è necessario analizzare gli utenti reali e selezionare "utenti target" realmente contesto di rappresentativi.

a. Scopo dell'analisi

La domanda di utilizzo del prodotto dipende dal contesto di vita, dal lavoro, dalla residenza, dalle abitudini e comportamenti, dai concetti cognitivi, dalla valutazione estetica dell'utente. Il metodo del designer si mette nella prospettiva dell'utente e può aiutare i progettisti a comprendere meglio le esigenze di progettazione innovativa della toilette;

b. Comportamenti individuati

Il tipico modello di utente è costruito in base al prototipo del personaggio del target e le nuove esigenze di progettazione della

toilette sono estratte dalle loro età, occupazioni, abitudini di vita di comportamento;

①. Sig. Zhao: Nuove abitazioni commerciali nel distretto. (Figura 138)

Età: 23 anni.

Occupazione: programmatore.

Livello di istruzione: Università.

Tipo di alloggio: grattacielo 98m², in cui vive con la fidanzata.

Tipo di servizio igienico: WC con sciacquone privato.

Strutture ausiliarie: le feci vengono fatte precipitare nella fossa settica di vetro e lo scarico è collegato alla tubazione centralizzata, che viene trattata dall'impianto di trattamento delle acque reflue e scaricata nel fiume.

Criticità: nessun punto debole evidente, ma sono consapevoli dell'inquinamento e dei danni causati dalle acque reflue, quindi hanno installato un depuratore di acqua del rubinetto.

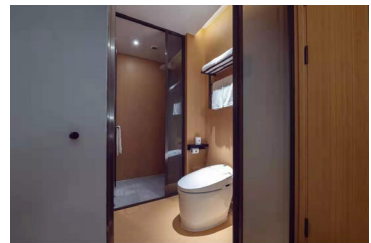
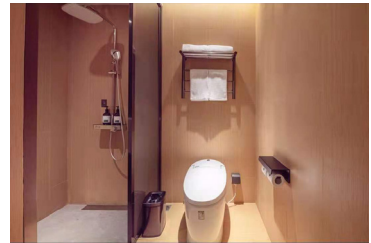


Figura 138: Il bagno del Sig. Zhao

②. Sig. Zhu e sua moglie: vecchia casa nel vecchio quartiere (assegnato dall'unità di lavoro). (Figura 139)

Età: 69 anni.

Carriera: dipendenti pensionati.

Istruzione: liceo.

Tipo di alloggio: appartamento di 40m² con bagno pubblico nel cortile e cucina privata, vive con la moglie e la nipote di 5 anni.

Tipo di servizio igienico: WC esterno con sciacquone, con area di circa 2m². È condiviso con un'altra famiglia e solitamente chiuso a chiave per impedire ad altri di usarlo.

Strutture ausiliarie: il bagno è collegato alla rete fognaria e quindi scaricato nel fiume vicino.

Criticità: la toilette è umida e l'aria non circola, con un forte odore. Ci sono tante mosche e zanzare in estate e i fiumi vicini sono gravemente inquinati. Il sig. Zhu ha pianificato di ristrutturare la casa e rifare la fognatura per installare un bagno privato, ma ha rinunciato dopo aver considerato la difficoltà di costruzione e il costo della ristrutturazione. Allo stato attuale, vi è l'intenzione di installare il nuovo tipo di toilette che non si collega alla rete fognaria. L'area della casa è già sovraffollata e le dimensioni della nuova attrezzatura da toilette sono leggermente



Figura 139: Il bagno del Sig. Zhu



Figura 140: Il bagno del Sig. Cao

più grandi, quindi il sig. Zhu esita ancora a installarlo. Poiché la sua situazione economica non è ottimale (il salario di pensionamento di marito e moglie è di circa 300 euro al mese), i nuovi servizi igienici dovrebbero avere un costo accessibile, bassi costi di gestione di manutenzione.

③. Sig. Cao e sua moglie: appartamenti vecchio stile nel vecchio quartiere. (Figura 140)

Età: 61 anni.

Professione: Ingegnere in pensione / Professore onorario universitario

Livello di istruzione: Università.

Tipo di alloggio: appartamento vintage di 106m².

Tipo di servizio igienico: WC privato con sciacquone collegato.

Criticità: la toilette non è ventilata. È scuro e umido, e occasionalmente ha un mal odore quando è bloccato. Si spera che l'alloggiamento venga ricostruito per espandere lo spazio del bagno e spostare la posizione della fogna per ottenere una separazione asciutto e bagnato, rendendo il bagno ventilato e asciutto. Dato che la casa è vecchia, i cambiamenti di energia idroelettrica sono difficili da attuare. Il signor Cao ha anche sperimentato l'introduzione di un sanitario a secco che non aveva bisogno di essere collegato alla rete fognaria, ma ha rinunciato a causa dell'odore insopportabile.



Figura 141: Il bagno del Sig. Cao

④ Sig. Song e sua moglie: casa nell'incrocio urbano-rurale.(Figura141)

Età: 45 anni.

Professione: sig. Song è un agricoltore. La signora Zhang è una casalinga ed è anche la cassiera del suo stesso tabacchi.

Istruzione: liceo.

Tipo di alloggio: casa pubblica in affitto di 50m². La signora Zhang è arrabbiata per il fatto che la casa è vicina al bagno pubblico. Tuttavia, la vecchia coppia ha aperto un tabacchi vicino alla casa e gli affari vanno bene a grazie a grande flusso di persone.

Tipo di servizio igienico: Toilette turca a scarico vuoto (ci sono più di 4000 residenti permanenti nella zona, 12 bagni pubblici sono distribuiti su tutto il villaggio con una superficie di 1,12 km²). Il bagno ha una superficie di circa 80 m² ed è aperto 24 ore su 24 con 16

camera, assi di legno, scomparti, lavandini, saponi per le mani, carta igienica. Esso è inoltre dotato addetti alle pulizie a tempo pieno. La toilette utilizza la “tecnologia del vuoto”: premendo il pulsante di scarico, lo sporco viene “aspirato” dalla pressione dell’aria e anche l’odore viene aspirato. La tecnologia di scarico del vuoto è stata fornita dalla Beijing Guokeluyuan Environmental Technology Co., Ltd., precedentemente utilizzata per il trasporto mobile come la ferrovia ad alta velocità e gli aeromobili. Il normale sciacquone richiede 6 litri di acqua, mentre il WC con scarico a vuoto richiede solo 0,5 litri. Allo stato attuale, oltre all’area di Xuzhou, 54 bagni pubblici rurali e 1002 bagni pubblici urbani in 3 comuni del distretto di Chaoyang, Pechino, sono stati dotati di questa tecnologia.

Criticità: sebbene i bagni pubblici siano in buone condizioni, la signora Zhang vuole ancora installare un bagno privato. Ma non esiste un impianto fognario urbano per la connessione e si prevede che l’area abitativa sarà demolita presto (ma la data di demolizione non è stato ancora annunciata), quindi il signor Song non è disposto a spendere molti soldi per la modifica. Allo stato attuale, è più desiderabile acquistare un WC a combustione che può essere installato su un balcone senza fognatura. Lo spazio è piccolo e può essere smontato, in modo che possa essere utilizzato in una nuova casa dopo la demolizione.

⑤. Sig. Ma: casa indipendente rurale. (Figura 142)

Età: 56 anni.

Occupazione: agricoltore.

Livello di istruzione: scuola media.

Tipo di alloggio: edificio rurale a tre piani con cortile. Vive con i genitori e suo figlio studia a Shanghai. Sua moglie lavora a Shanghai.

Tipo di servizio igienico: un sanitario a secco all’angolo del cortile. Poiché i polli, le pecore e i conigli sono tenuti nel cortile, c’è una fossa settica agricola scavata tra il sanitario e la baracca del bestiame. I rifiuti di bestiame e i rifiuti umani possono essere scaricati attraverso la fossa di drenaggio superficiale sulla superficie.

Richiesta: ora il signor Ma impiega 10 minuti per trasportare il letame fermentato sul campo. Il bagno ha le zanzare tutto il giorno. L’odore è

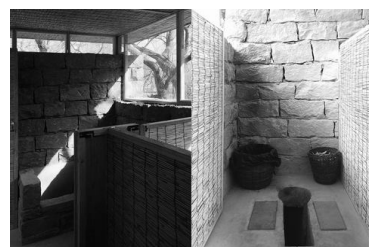


Figura 142: Il bagno del Sig. Ma



Figura 143: Il bagno del Sig. Li

sgradevole e deve essere risciacquato manualmente. Spera che possa essere trasformato presto in un bagno con la capacità di raccogliere le feci (i genitori del signor Ma non sono abituati a sedersi per defecare). Ma è molto interessato all'energia solare e alla tecnologia di generazione di energia da biogas utilizzata nei modelli avanzati di servizi igienici e non vede l'ora di vedere la tecnologia di trattamento istantaneo del letame. E spera che i nuovi prodotti per la toilette saranno installati dal governo.

⑥. Sig. Li: moderno appartamento per anziani nel vecchio quartiere (Figura 143)

Età: 78 anni.

Occupazione: bancario in pensione.

Livello di istruzione: scuola secondaria.

Tipo di alloggio: appartamento per anziani con una camera da letto, un soggiorno, un bagno privato e servizi igienici. Il soggiorno ha una mini-cucina aperta. Sua figlia lavora nella parte nuova della città. Sua moglie e il suo cane sono morti. Il signor Li vive da solo, ma il personale della mensa della comunità consegna pasti ogni giorno e i medici della comunità vanno a controllare la pressione sanguigna ogni settimana. Sua figlia viene a trovarlo con i suoi nipoti mentre trascorrono le vacanze, quindi il signor Li non si sente solo.

Tipo di servizio igienico: WC con sciacquone privato con acqua potabile dotato di servizi igienici intelligenti, che possono riscaldare automaticamente il sedile, lavare i glutei e pulire automaticamente la parete interna. Lo spazio della toilette è ampio e comodo per gli anziani.

Richiesta: il signor Li non ha evidente necessità di migliorare i servizi igienici.



Figura 144: Il bagno del Sig. Xie

⑦. Sig. Xie: sala riunioni nella zona di sviluppo industriale. (Figura 144)

Età: 32 anni.

Professione: architetto.

Livello di istruzione: dottorato.

Tipo di alloggio: dormitorio con gli operai edili in alloggi temporanei

sul lato est del sito di sviluppo industriale. Ci sono solo quattro letti in ogni dormitorio. Devono andare nei bagni pubblici tutti i giorni. Tipo di servizio igienico: Toilette tozza, semplice, pubblica a una fila. Poiché il nuovo distretto non ha ancora posato il tubo di drenaggio, il letame si accumula nella fossa. Dopo un certo periodo di tempo, la pompa scaricherà un lotto di letame nella fossa settica semplificata. La toilette non ha pareti divisorie con scarsa privacy e senza illuminazione notturna e lavandini. Richiesta: è necessario migliorare i servizi igienici pubblici e garantire che siano puliti e normali.

c. Risultati dell'analisi

I dati ottenuti attraverso l'analisi dei caratteri tipici rappresenteranno in modo più intuitivo le esigenze dell'utente, aiutando i progettisti a definire l'indirizzo dell'innovazione delle toilette di reinvenzione della toilette. In base alla gerarchia dei Bisogni di Maslow¹²⁸, i risultati delle analisi delle interviste effettuate a campione nella regione di Xuzhou possono essere riassunti come segue (Figura 145-146):

①. Esigenze di base. Se la carenza di servizi igienici pubblici disponibili non viene risolta, non può essere garantita una buona qualità di vita,

128 Maslow A.H., 1943, A Theory of Human Motivation, Psychological Review.

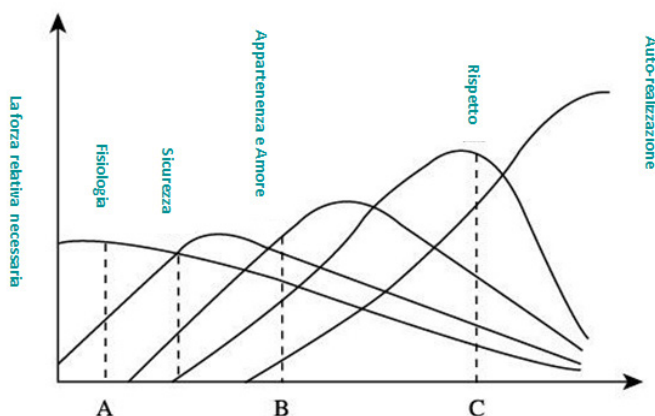


Figura 145: Gerarchia dei bisogni di Maslow A



Figura 146: Gerarchia dei Bisogni di Maslow B

una buona igiene e condizioni minime di salute. Risolvere il problema dei sanitari in diversi ambienti è un requisito di base.

②. Esigenze di salute e igiene: con il miglioramento del tenore di vita, servizi igienici più confortevoli, igienici e sani sono la prima scelta degli utenti.

③. Esigenze di consapevolezza: un buon progetto deve ridurre il senso di rifiuto del nuovo sanitario da parte degli utenti, aggiungendo moduli funzionali personalizzati, riducendo l'aspetto industriale e utilizzando materiali confortevoli.

④. Bisogni individuali è necessario lasciare spazio alla cultura, l'educazione e l'estetica degli utenti. Questo spazio non riguarda solo le forme e i colori.

⑤. Esigenze locale: in alcune aree rurali è necessario prevenire l'inquinamento delle acque reflue perché non si dispone di impianti di trattamento di queste acque reflue. Alcune aziende agricole raccolgono le feci per produrre biogas. I residenti devono migliorare gli impianti di trattamento delle acque reflue. Gli utenti nei villaggi urbani devono installare un servizio igienico domestico senza rete fognaria. Gli utenti urbani devono ridurre i costi di gestione e ridurre o persino eliminare i costi dei servizi igienici pubblici.

5.2.4 Il design sostenibile user driven

Come ha affermato il professore Liu Guanzhong: “I designer dovrebbero progettare un prodotto per soddisfare i bisogni umani piuttosto che i desideri”¹²⁹. Un design sostenibile incentrato sull’utente dovrebbe essere più esplicito riguardo le richieste fondamentali degli utenti, e prestare maggiore attenzione all’interazione tra persone e prodotti nel processo di utilizzo.

Nel processo di progettazione è necessario prendere in considerazione tutti gli aspetti del ciclo di vita del prodotto al fine di guidare il comportamento dell’utente, e con la progettazione dinamica del comportamento dell’utente si può migliorare la flessibilità del design sostenibile e raggiungere conflitti comuni del concetto di progettazione sostenibile e la disponibilità d’uso da parte degli utenti; in ultima analisi aiutare gli utenti a definire valori sostenibili. In breve, la “design user driven” sposta l’attenzione dal “prodotto” al “comportamento”, ossia il progetto si basa sul processo di escrezione e pulizia piuttosto che sul sanitario come prodotto.

Tramite questo approccio si richiede un’innovazione sistematica per definire il comportamento corretto che spesso viene dato per scontato.

La relazione tra gli elementi di progettazione sostenibile dei sanitari e il comportamento degli utenti può essere ulteriormente modellata tramite la “Practice theory”¹³⁰. La premessa della teoria dell’azione è che la razionalità delle persone comprende delle caratteristiche “strutturali” che si riflettono nell’interazione dinamica tra le “norme di comportamento individuali” e le “norme di comportamento collettivo”. Sebbene gli individui si comportino in modi diversi in contesti diversi, le azioni sono sociali di natura. Per quanto riguarda il comportamento sociale, le persone sviluppano gradualmente determinate tendenze; seguendo queste particolari tendenze viene ricavato un certo riconoscimento emotivo o gratificazione fisica. Per questo motivo, in questo studio, le definizioni di servizi igienici domestici e pubblici non sono state suddivise. Il design del prodotto basato sul punto di vista dell’utente può aiutare i progettisti a soddisfare le esigenze degli utenti e a stabilire valori sostenibili.

129 Liu G. Z., 2018, *The design methodology*, Shanghai People’s Fine Arts Publishing House, Shanghai.

130 Rouse J., 2007, *Practice Theory*, Division I Faculty Publications, Middletown.

131 Wu D. J. X., 2020, 30
high-quality thinking models,
Pubblicato online: [https://
zhuanlan.zhihu.com/
p/266615513](https://zhuanlan.zhihu.com/p/266615513)

132 Naotu Baidu [http://naotu.
baidu.com/](http://naotu.baidu.com/)

133 MindMaster [http://www.
edrawsoft.cn/mindmaster/](http://www.edrawsoft.cn/mindmaster/)

134 Gong Z., 2017,
Risonanza dei valori: l'arma
vincente per la diffusione
dei contenuti, Pubblicato
online: [https://www.jianshu.
com/p/d3d80914317c?utm_
campaign=hugo](https://www.jianshu.com/p/d3d80914317c?utm_campaign=hugo)

5.2.4.1. Progettazione organizzativa

Lo psicologo americano Herbert Alexander Simon¹³¹ sostiene che il livello più elevato di attività mentale è la strategia del pensiero. La psicologia umana comprende una struttura cognitiva capace di trovare una strategia pianificata e un processo decisionale in grado di risolvere i problemi. I progettisti risolvono i problemi strato per strato in una esplorazione sempre più approfondita. Il processo decisionale non mira a ciò che è ottimale ma ad una soluzione e ad un livello di aspirazione soddisfacenti. Secondo la psicologia cognitiva, la sensazione fa riferimento ai processi iniziali di percezione e di codifica dell'energia ambientale. La percezione è il risultato di processi mentali che comprendono i concetti di significato, relazione, contesto, giudizio, esperienze passate e memoria. La percezione è il processo psicologico in cui vengono integrate, interpretate e dotate di significato le informazioni acquisite tramite gli organi di senso. Quando un designer si trova di fronte ad un progetto, i vincoli esterni ed interni sono trasformati in informazioni comprensibili e specifiche che possono essere analizzate, integrate, valutate e decise, attingendo alla memoria a lungo termine e alla conoscenza. Queste informazioni specifiche sono influenzate dalle esperienze formate nella memoria, che a sua volta aiuta i designer ad effettuare un'analisi del fattore utente per prendere decisioni in merito ad un progetto.

Un sanitario ha lo scopo di soddisfare le esigenze fisiologiche degli utenti. Prendendo come esempio i risultati di un'indagine sui bisogni degli utenti condotta a Xuzhou, in Cina, in questo studio vengono presentati due strumenti di strategie progettuali adottabili dai designer.

a. Naotu Baidu¹³² (Figura 147) è un software gratuito con un'interfaccia chiara e facile da usare. Può essere archiviata e condivisa nel cloud senza necessitare dell'installazione di alcun software. È utilizzabile dal sito web. Lo svantaggio sta nel fatto che richiede l'accesso a Internet. Tramite la funzione "crea" nella pagina principale di Naotu Baidu è possibile avviare uno studio qualitativo e quantitativo degli utenti target. È possibile effettuare l'analisi e confrontare il contenuto delle interviste e delle necessità ambientali, economiche ed emotive di

ogni intervistato, e selezionare un gruppo di schede che comprende le informazioni raccolte da 24 utenti. Il designer può quindi utilizzare le informazioni fornite dalle 24 schede per costruire una matrice o un diagramma assiale per prevedere le tendenze dei bisogni fisiologici, e psicologici, i requisiti ambientali, lo stato economico, le intenzioni funzionali, la selezione dei materiali, il trattamento delle superfici e altri elementi di design nella progettazione dei servizi igienici, tramite i quali elaborare in modo strategico il sistema complessivo dei prodotti, e definire il prodotto, il design, la tecnologia e altri aspetti fondamentali nel progetto.

b. MindMaster¹³³ (Figura 148) è un software gratuito per creare una mappa mentale. Si tratta probabilmente di uno dei migliori software per la creazione di mappe mentali attualmente disponibili. Si connette ad Internet, è compatibile con Windows, Mac e Linux ed è disponibile online per Apple e Android. Il tema è ricco, con tanti esempi, colori vivaci, tasti specifici, supporto per slideshow, diagrammi di Gantt archiviazione cloud, collaborazione cloud e altre funzioni. L'innovazione dei servizi igienici che si basa sui fattori degli utenti comporta l'integrazione di una serie di elementi sul prodotto, sullo spazio e sul servizio. MindMaster può aiutare i designer ad organizzare sistematicamente la progettazione sostenibile di nuovi prodotti e servizi, tra cui l'analisi del comportamento dell'utente, la definizione dell'obiettivo del progetto, l'analisi di fattibilità tecnica, l'innovazione del design sostenibile, la validazione del concetto, l'aggiornamento e la manutenzione dell'intera catena industriale.

5.2.4.2 Psicologia empatica

L'empatia è la base psicologica della "risonanza dei valori"¹³⁴ e la base teorica e il metodo fondamentale del pensiero progettuale. La risonanza dei valori è la sincronizzazione della percezione e delle emozioni tra il designer e l'utente che comporta quindi uno stato di apprezzamento reciproco. I designer hanno bisogno di raggiungere questo stato per progettare oggetti in base alle esigenze sociali e di umanizzazione. Per realizzare questa "risonanza", il designer deve studiare diversi elementi chiave, identificare i valori degli oggetti.

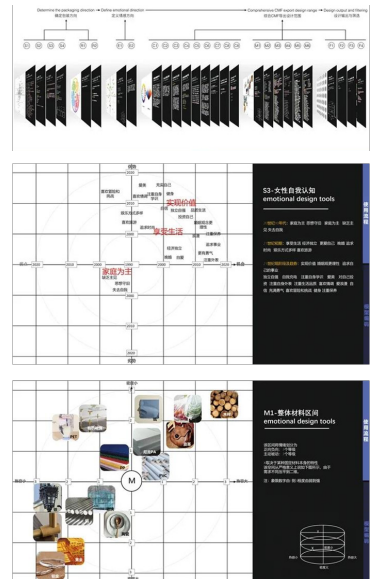


Figura147: Naotu Baidu



Figura148: MindMaster



Figura 149: Il Giappone ha introdotto una doccia con seduta per gli anziani

Comprendere più profondamente i modelli mentali, realizzare un sistema di informazioni specifiche per la progettazione, convalidare il prodotto in diversi scenari d'uso. L'empatia può essere suddivisa in quattro sottoscale: assunzione di prospettiva (perspective taking), preoccupazione empatica (empathic concern), fantasia (fantasy) e disagio personale (personal distress).

Con l'invecchiamento della società, Panasonic in Giappone ha introdotto una doccia con seduta (Figura 149). I designer che hanno dovuto progettare i servizi sanitari hanno dovuto prendere in considerazione tutte le difficoltà cognitive, funzionali, comportamentali e psicologiche riscontrate dagli anziani tramite l'osservazione a lungo termine, al fine di comprendere meglio le esigenze. Tramite l'integrazione di geriatria, della scienza dei materiali, del design, del comportamento degli utenti e di altre discipline, con l'aiuto della teoria dell'empatia psicologica, venne sviluppata per gli anziani la "sedia pieghevole termostatica per sedersi nella doccia".

5.2.4.3 Guida al comportamento

La struttura visiva di un prodotto aiuta gli utenti a valutare l'uso di un prodotto in base a tre elementi: facilità d'uso, visibilità funzionale e vincoli e mappature¹³⁶. I servizi igienici sono strettamente correlati alla vita degli utenti. Pertanto, i designer devono collegare le forme visive ad un significato che possa essere compreso ed utilizzato nel processo di design al fine di guidare gli utenti al corretto comportamento in merito all'uso dei prodotti. Il design di un sanitario dovrebbe adattarsi al modello mentale delle persone, al fine di ridurre errori e difficoltà nell'uso. Le proprietà funzionali del prodotto percepite dagli utenti determinano l'oggettività della modalità d'uso. Lo svolgimento di specifiche attività è limitato dal grado di percezione dell'utente. La mappatura fa riferimento alla relazione che sussiste tra le modalità d'uso e il comportamento corrispondente che può anche essere intesa come la coerenza tra il modello percepibile e il modello mentale del design. Di seguito vi è un esempio di applicazione progettuale che integra elementi intuitivi, semantica, psicologia visiva, comportamentale e altri elementi, guidando le azioni comportamentali attraverso il progetto visivo.

135 Davis H. M., 1980, A Multidimensional Approach to Individual Differences in Empathy, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol.10(85)

a. Matthias Pinkert, un designer tedesco, correla la conoscenza intuitiva di cinque operazioni tattili (ruotare, tirare, capovolgere, spingere e premere) con la forma dei pulsanti (Figura 150). Con l'aiuto di principi semantici, egli aiuta gli utenti ad interpretare la modalità d'uso suggerendo psicologicamente il significato delle operazioni tramite le diverse forme dei pulsanti, facilitando così la modalità d'uso. Oltre a soddisfare i requisiti funzionali, i pulsanti MODIFY prestano attenzione alle sensazioni sottili del corpo umano portando ad esperienze più gradevoli.

b. Attraverso lo studio comparativo dei comportamenti e delle esigenze psicologiche dell'uomo e della donna nella vita quotidiana, il team di design cinese Zhao Chao, con l'aiuto dei principi semiotici e delle applicazioni semantiche, ha progettato detersivi per il bucato basato sulle diverse esigenze tra i due sessi (Figura 151). Il design si avvale di diverse forme simboliche, colori, materiali, linearità e profumi, per implicare diversi valori estetici e abitudini d'uso tra gli utenti maschi e femmine, guidando così i diversi comportamenti di consumo.

136 Norman D.A., Traduttore: Mei Q., 2010, The Design of Everyday Things, Casa editrice CITIC, Beijing.

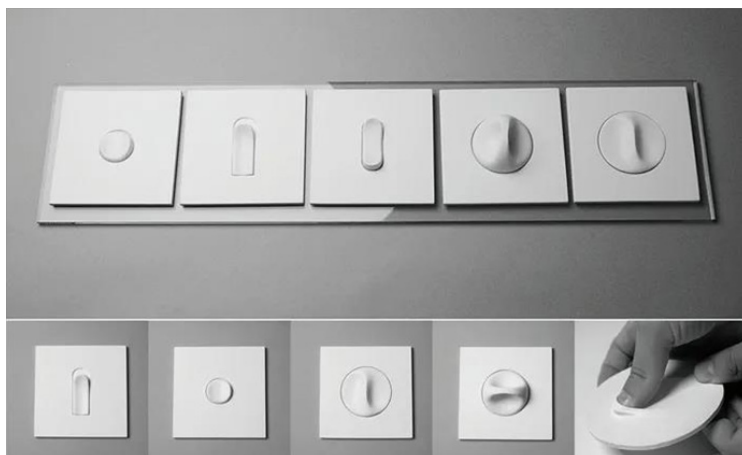


Figura 150: Serie di pulsanti MODIFY, Matthias Pinkert, 2013, Germania

137 Krippendorff K., 2005, Semantic Turn: New Foundations for Design, Pubblicato online: <https://doi.org/10.1080/17493460600844157>

138 Sullivan L. H., 1947, The Tall Office Building Artistically Considered, Kindergarten Chats, New York, Pubblicato originariamente nella rivista mensile di Li Pincott.

139 Norman D. A., Traduttore: Mei Q., 2010, The Design of Everyday Things, Casa editrice CITIC, Beijing.



Figura 151: Confezioni di detersivi per il bucato Tide, Team di Design Zhao Chaohe, 2013, Cina

5.2.4.4 Tecnologia cognitiva

I prodotti realizzati nell'era meccanica presentano una filosofia di progettazione che unisce la funzione alla forma. Tuttavia, paragonata all'era meccanica, la tecnologia dei prodotti realizzati nell'era dell'intelligenza artificiale è più nascosta e astratta, e le funzioni sono più complesse e diversificate, rendendo difficile la comprensione e causando persino pregiudizi cognitivi; ciò porta l'utente a resistere a tecnologie e prodotti sconosciuti per mancanza di fiducia. Klaus Krippendorff¹³⁷ sfida la teoria della "forma segue la funzione" di Sullivan¹³⁸, evidenziando che il design si occupa dei modi in cui i prodotti tecnologici vengono incorporati simbolicamente nella società e di come essi contribuiscano conseguentemente all'auto-generazione culturale (processo di autoproduzione). Donald Arthur Norman¹³⁹ evidenzia d'altra parte che un progetto è la realizzazione della gestione e dell'accessibilità percepita di tecnologie complesse tramite processi facilitati di informazione, cognizione, comprensione e azione.

La tecnologia di base della Dyson Electric nasce dalla ricerca



Figura 152: Ventilatore di purificazione dell'aria Dyson, Regno Unito

140 Csikszentmihalyi M.,
Rochberg-Halton E., *The
meaning of things — Domestic
symbols and the self*, Il sindacato
della stampa dell'università di
cambridge, UK.

sull'aerodinamica. Nel design del ventilatore per la purificazione dell'aria (Figura 152), i designer hanno voluto riflettere appieno sulle caratteristiche tecniche fondamentali, aumentando la dimensione della cavità e progettando il ventilatore senza pale, la metafora della circolazione dell'aria, portando ad una certa consapevolezza riguardo la nuova tecnologia e rivelando una sostanziale differenza tra il prodotto e quelli della concorrenza, evidenziando così il valore tecnico fondamentale del prodotto. Nella progettazione, Dyson ha presentato la semantica astratta della funzione di filtraggio dell'aria con l'aiuto di una visualizzazione scomposta delle diverse parti del prodotto, utilizzando analogie per formare una consapevolezza psicologica percepibile e un messaggio di valore.

5.2.4.5 Intervento affettivo

Il design umanizzato può intervenire e rimodellare positivamente la psicologia e gli elementi emotivi delle persone. Lo psicologo ungherese Mihaly Csikszentmihalyi e lo psicologo americano Eugene Rochberg-Halton hanno distinto tre modalità di interazione tra le persone e gli oggetti (intuizione, emozione e cognizione)¹⁴⁰ da una prospettiva psicologica, importante per l'esperienza, la percezione di sé e lo sviluppo del significato dei prodotti. I modelli cognitivi possono definire la natura delle interazioni nel mondo artificiale. L'esperienza estetica, in quanto transazione cognitiva psicologica, non si limita

agli oggetti artificiali, ma è considerata un fattore potenziale in tutte le esperienze dell'utente. Il modello emotivo delle operazioni tra l'utente e il prodotto è relazionato al modo in cui viene trasmessa l'energia mentale. L'esperienza della gratificazione interiore delle interazioni con gli oggetti creati dall'uomo genera un maggiore stimolo che a sua volta porta a un feedback psicologico positivo nella psiche dell'utente e contribuisce a rimodellare la consapevolezza di sé e delle emozioni. Inoltre, alla media delle persone piace le cose familiari e la familiarità fornisce piacere psicologico e sicurezza. L'intervento emotivo dovrebbe prestare attenzione ai modelli mentali in linea con la familiarità e la comprensione da parte di gruppi specifici in diversi contesti culturali, aumentando così la dimensione percepita dall'utente e la densità delle informazioni e del trasferimento dell'energia. Attraverso processi cognitivi e associativi, le persone interagiscono con prodotti reali e con i loro significati, plasmando così l'esperienza dell'utente.

a. Il designer Waka Waka capovolge il concetto di porta carta igienica tradizionale che andrebbe fissato alla parete e utilizza invece elementi ad altalena e rotanti (Figura 153). Basandosi sulle caratteristiche della carta igienica che si gira quando vengono staccati i fogli, gli utenti possono in tal modo vivere un'esperienza rilassata e piacevole.

b. La confezione della spugna Art Sponge progettata da Leshia Limonov combina l'esclusivo meccanismo materiale e il colore delle spugne da bagno con diversi dipinti storici (Figura 154), trasmettendo all'utente un'esperienza emotiva giocosa e interessante e dimostrando appieno l'applicazione del design emotivo in prodotti di vita quotidiana.



Figura 153: Porta cartaiigenica ad altalena (sinistra),
Porta cartaiigenica rotante (destra) Waka Waka, 2020



Figura 154: Art Sponge, Lesha Limonov, 2020

5.3 Conclusioni

141 Zhang L. H., Yang G. M., 2015, *Cross-culture Thinking in Sustainable Service Design of Social Innovation: Case Comparison between Milan, IT and Wuxi, China*. *Creativity & design*, vol.305.

Inoltre, la progettazione sostenibile dei servizi igienici richiede una considerazione complessiva dell'ambiente, dell'economia e della società, nonché lo sviluppo armonioso delle risorse, dei costi, della tecnologia e della cultura, soddisfacendo al contempo le esigenze degli utenti. Pertanto, a livello economico, è necessario fornire agli utenti modalità accettabili di utilizzo e di manutenzione dei servizi igienici basati sul comportamento e sulla psicologia dei consumatori. A livello sociale, è necessario trovare forme stabili, efficienti dal punto di vista energetico e confortevoli che affrontino il problema dell'escrezione nei diversi contesti di vita.

Per quanto riguarda i nuovi materiali e le nuove tecnologie, abbiamo più risorse disponibili rispetto a prima, ma la progettazione sostenibile dei servizi igienici ora deve affrontare non solo problemi tecnici, ma anche il risultato dell'effetto combinato di società, cultura, storia, economia e stile di vita. La partecipazione degli utenti al progetto influenzerà direttamente l'efficacia dell'attuazione del progetto. Pertanto, un piano di progettazione di servizi igienici efficace dipende dal fatto che l'utente diventi un partecipante collaborativo nella progettazione.¹⁴¹

Prima di tutto, i progettisti dovrebbero condurre ricerche sufficienti sugli utenti e ottenere dati attraverso questionari e interviste approfondite. Anche se il numero di campioni e partecipanti a questo studio è limitato, il processo di implementazione è relativamente completo e si può essere verificato prima e dopo. È possibile comprendere lo stato attuale dei servizi igienici del gruppo di utenti, le effettive esigenze di utilizzo del sistema sanitario e discutere le ragioni di sviluppo sociale alla base di Xuzhou come un esempio. In secondo luogo, i designer devono sentire le richieste di utilizzo del prodotto dell'utente e il background sociale e culturale con

“empatia”, confermare la fattibilità dell’implementazione del servizio socio-sanitario e aumentare l’intervento emotivo attraverso il design empatico e l’uso attivo della cultura locale e delle tendenze attuali e far si che migliorano l’accettabilità di nuovi servizi igienici. Inoltre, i progettisti possono utilizzare la tecnologia dell’informazione per visualizzare il processo operativo e le informazioni di gestione del sistema socio-sanitario e ottimizzare il processo di utilizzo del sistema sanitario attraverso terminali mobili intelligenti, Internet mobile e applicazioni APP. Inoltre, i progettisti dovrebbero diffondere il concetto di igiene sostenibile nella progettazione dei servizi, guidare consapevolmente il comportamento degli utenti e diffondere attivamente le pratiche specifiche di casi esemplari attraverso storyboard e gli altri metodi in modo che il loro comportamento possa essere meglio diffuso per aiutare a stimolare l’entusiasmo e l’iniziativa degli altri utenti.

CAPITOLO 6 I SERVIZI IGIENICI DEL FUTURO

“Fin dall’inizio, il design industriale si è opposto alle argomentazioni sul materiale, colore, realizzazione, tecnologia, forma, decorazione e stile estetico e di isolamento, focalizzandosi sulla bellezza complessiva del design e sulla bellezza sociale.”

— Liu Guanzhong, Come la storia racconta il futuro¹⁴²

Come ha affermato Victor Papanek¹⁴³, la progettazione è alla base di tutte le attività umane: una qualsiasi azione strutturata rivolta a un traguardo desiderabile rappresenta un processo progettuale. Il fare umano è in sé un progettare. Il design è il risultato della coordinazione fra essere umano, oggetti e ambiente, nonché un processo per risolvere i problemi in maniera creativa. Se il concetto di “sviluppo sostenibile” significa riconoscere che le attività umane hanno provocato delle conseguenze distruttive sulle risorse naturali e l’ambiente, avremo l’opportunità di sviluppare un approccio più costruttivo e attento, di per sé più sostenibile, dopo avere individuato le attuali pratiche non sostenibili. Al giorno d’oggi, il design dei bagni si trova davanti a problemi più complessi che mai, che includono la crisi ecologica, l’esaurimento delle risorse naturali, le epidemie, la parità sociale, la diversità culturale, il consumismo prevalente e la concentrazione eccessiva della popolazione. Tuttavia, questa serie di problemi di sviluppo non può essere risolta soltanto migliorando il sistema igienico: è invece necessario ridefinire il prodotto stesso. Come ha affermato Stuart Walker¹⁴⁴, il designer deve andare oltre i problemi che sono già stati messi in evidenza, non solo per creare dei progetti sostenibili dal punto di vista ambientale, ma anche per sfidare la comprensione generalmente accettata della funzione di un prodotto. I progettisti devono rendersi conto che l’obiettivo della progettazione dei servizi igienici è la salute, ma anche quello di minimizzare l’impatto ambientale pur continuando a soddisfare i bisogni fisici e fisiologici degli utenti, persino convertendo gli escrementi in risorse disponibili. L’idea è che i bagni non sono solo luoghi in cui liberarsi dei propri materiali di scarto, ma in cui si possono trasformare dei materiali organici. Ovviamente, il processo di conversione delle risorse deve essere comodo e igienico.

142 Liu G. Z., 1988, *Come la Storia Racconta il Futuro*, Decorazione, Rivista sponsorizzata dalla Tsinghua University, Beijing.

143 Papanek V., 2012, *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. CITIC Press, Beijing.

144 Walker S., 2006, *Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice*, Earthscan, UK e USA.

6.1. Un'innovazione morfologica

È comune che i designer, nella progettazione di un prodotto o di un servizio, seguano dei preconcetti imposti dal sistema industriale. Anche se si è discusso del fatto che l'attuale sistema igienico non sia sostenibile, i designer continuano a pensare alle componenti del design, come la forma dei sanitari, la struttura del serbatoio dell'acqua, il metodo di scarico, la texture della superficie, le tecnologie per il risparmio dell'acqua e così via, seguendo uno schema di pensiero routinario e senza prendere in considerazione la consapevolezza ecologica e l'attenzione all'essere umano. Uno dei fattori principali che ha portato a questa situazione è che molto spesso il design dei prodotti nel sistema economico dei beni mira a promuovere l'incremento delle vendite e dei prodotti, senza valutare la possibilità di dare un contributo importante e responsabile alla cultura materiale. L'indicatore principale del successo è il guadagno. La cultura e persino l'impatto ecologico vengono dopo i vantaggi economici. Perciò, per il designer è difficile allontanarsi dalle forme esistenti, che diventano quasi obbligatorie. Come ha affermato Samuel Hearne in *Epic Trek*: "dobbiamo abbandonare i nostri preconcetti, molte delle cose che ci stanno a cuore e molte delle nostre aspettative. Non è una cosa facile da fare; è sconcertante, e la strada davanti a noi è incerta, ma è questa la natura dell'esplorazione. Ed è anche la natura del design. Essere un designer significa camminare su un terreno difficile."¹⁴⁵ I designer possono sperare di creare nuovi modelli e progetti più compatibili con uno stile di vita sostenibile solo se cambia il modo in cui affrontare le nuove situazioni. Riproporre le forme esistenti dei prodotti non è la strategia più efficace. Stuart Walker pensa che la ricerca del design non dovrebbe seguire un percorso lineare né logico, e che il design non rientra all'interno della comprensione tradizionale della ricerca accademica sistematica. Il design si trova all'incrocio fra il pensare al

145 Samuel H., 1745–1792, A Journey to the Northern Ocean: The Adventures of Samuel Hearne. Surrey, BC: TouchWood Editions.

146 Walker S., 2006, *Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice*, Earthscan, UK e USA.

147 Liu G. Z., 2018, *The design methodology*, Shanghai People's Fine Arts Publishing House, Shanghai.

e interagire con il mondo. Si trova nel punto di incontro fra scienza e arte¹⁴⁶. Per quanto riguarda il design dei bagni, una volta stabilito che le forme e i metodi di progettazione attuali non possono risolvere la maggior parte dei problemi, è necessario analizzare la richiesta e indagare gli scenari.

La "affarologia"¹⁴⁷ proposta da Liu Guanzhong, professore dell'Università di Tsinghua, potrebbe aiutare a interpretare gli aspetti morfologici e funzionali dei prodotti a partire dalla richiesta stessa, cioè dal passaggio design al design della cosa. È necessario prestare attenzione non solo al design dell'"oggetto", come ad esempio lo stile decorativo, la disposizione nello spazio, la struttura dei sanitari e la loro pulizia, ma anche alle richieste degli utenti, incluso il modo in cui lo usano, la loro esperienza, la pulizia e la cultura, la possibilità di gestire il sistema igienico, la raccolta e il trattamento delle acque reflue, servizi aggiuntivi, ecc. In ogni evento ci sono degli elementi di base, come l'uomo, lo scopo, il comportamento, l'ambiente e gli strumenti, perciò i designer devono sempre prendere in considerazione il rapporto tra di essi e scoprire i fabbisogno delle diverse parti interessate per impostare gli obiettivi del proprio progetto e trovare delle soluzioni appropriate. Con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale, i designer possono utilizzare tutte le forme più adatte a soddisfare efficacemente i bisogni fisici e fisiologici delle persone, trasformare gli escrementi in risorse disponibili e, alla fine, diffondere delle abitudini igieniche salutari e la consapevolezza ambientale, costruendo una nuova cultura rivolta al futuro.

Anche se ignorare le caratteristiche attuali dei bagni e le loro criticità non è sensato, è inevitabile che ci sia una trasformazione in base allo sviluppo del design del prodotto. All'inizio del XX secolo, il design del prodotto era strettamente legato alla produzione di massa e ai beni di consumo, il che significa che era rivolto solo ai mercati di massa. Invece, lo sviluppo sostenibile utilizza un approccio più integrante e inclusivo, che incoraggia la diversità e gli esperimenti. Pensare al design in maniera tradizionale non è positivo così come vederlo in maniera esclusivamente innovativa. È necessario tenere anche in considerazione come creare una cultura materiale vantaggiosa,

che favorisca il benessere individuale e sociale, rispetti l'ambiente e garantisca la stabilità economica.

6.2 Trend progettuali nel design dei servizi igienici

Con l'ingresso nel ventesimo secolo è stato gradualmente abbandonata l'idea di dare risalto al solo gusto estetico. Lo sviluppo della scienza e della tecnologia ha fatto sì che i consumatori alzassero le aspettative e le richieste in termini di funzionalità e praticità per quanto riguarda i sanitari. Sono quindi stati elaborati dei bagni che si adattassero alle diverse situazioni. Attraverso l'analisi dei prodotti e le ricerche di mercato, non è difficile offrire una panoramica sullo sviluppo dei trend nell'ambito dei servizi igienici.



Figura 155: Monica Bonvicini, 2004, Do not miss a sec, Tate Modern Gallery, Londra

148 Papanek V., 2012, Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. CITIC Press, Beijing.

6.2.1. Comfort

Seguendo l'esempio dei brand giapponesi Matsuhita e Toto, sono stati sviluppati wc per migliorare l'esperienza della defecazione, con nuove funzioni come lo scarico automatico, la possibilità di lavare e asciugare le aree del corpo interessate e la vibrazione per generare massaggi per alleviare il senso di costipazione.

Inoltre, è aumentata la popolarità dei sanitari con le tavolette autoriscaldanti, cosicché chi se ne serve non debba preoccuparsi del freddo in inverno. Questo genere di sanitario, che mira al maggior comfort possibile, cerca di andare incontro ai bisogni più che alla ricerca del design, si sposa con il concetto di "soddisfazione dei bisogni delle persone"¹⁴⁸ e non con quello di design per "soddisfare le richieste delle persone", ma è comunque molto performativo sul mercato.

Un altro trend per la ricerca del comfort è quello di creare soluzioni per lenire la noia.

Lo smartphone in bagno è oramai essenziale come la carta igienica e spesso aiuta in situazioni in cui il processo di defecazione non è agevole. Per questo motivo, molti marchi hanno introdotto sanitari con supporti per il telefono o addirittura con porte usb per ricaricarlo. Nel 2004, l'italiana Monica Bonvicini ha presentato alla Tate Modern Gallery di Londra il suo lavoro, un bagno pubblico in vetro dal titolo "Do not miss a sec" (Figura 155). In quest'opera, il WC non può essere visto dall'esterno, ma il mondo esterno circostante può essere visto da chi è all'interno, cosicché l'utilizzatore possa godere della vista sulla strada.

6.2.2 Salute/Igiene

I bagni vengono costruiti sempre utilizzando nuove tecnologie e nuovi materiali e ad alzarsi sono anche gli standard in materia di prodotti che siano rispettosi della salute. L'utilizzo di rivestimenti in nanomateriali rende la superficie dei sanitari più facile da pulire. L'uso di sterilizzatori a ioni, del carbone attivo e altri sistemi di deodorazione hanno eliminato completamente i cattivi odori; inoltre, tramite i sanitari che possono biodegradare le feci, le persone sono in grado di usare i servizi igienici anche in movimento su treni o aerei.

In fatto di design, per prevenire infezioni causate dal contatto fra la pelle e i batteri presenti sul sanitario, molte aziende produttrici hanno creato bagni pubblici in cui la tavoletta del bagno si pulisce automaticamente. In questi bagni, il sedile ha forma circolare e nella sezione posteriore è posizionata una spugna. Quando viene spinta la leva dello scarico, il sedile circolare ruota su sé stesso e il wc viene pulito dalla spugna.

Un altro tipo di sedile è quello a "U", ricoperto da una busta di plastica monouso. Ogni volta che si preme sullo scarico, il meccanismo si muove in maniera tale che il rivestimento in plastica appena usato venga rimosso e arrotolato e la seduta venga nuovamente rivestita. Le buste di plastica non vengono piegate e la pelle di ciascun utente andrà in contatto con una sola, nuova, igienica guaina di plastica.

Per quanto riguarda lo scarico, invece, ogni volta che scarichiamo, il vortice libera nell'aria batteri e microorganismi che causano problemi alla salute. Molti produttori usano un sistema di aspirazione sottovuoto, con un minor utilizzo di acqua, per far sì che gli escrementi vengano risucchiati il più velocemente possibile nelle tubature. Questa procedura può inibire il propagarsi dei batteri nella stanza, ma risolve il problema del moltiplicarsi e proliferare dei batteri nella fossa biologica. (vedi Capitolo 5.1.1.2)

6.2.3 Attenzione all'ambiente

L'installazione dei tradizionali wc con lo scarico ad acqua è normalmente circoscritta all'ambiente, a causa di problemi di fornitura d'acqua e drenaggio. (vedi Capitolo 5.1.1.2)

Questo problema si rispecchia anche nella progettazione dei sanitari pubblici. Ad esempio, i bagni chimici portatili che troviamo ai concerti non si servono dell'acqua per scaricare. Oppure, i bagni di treni e aerei non hanno tubature di scarico per le fognature.

L'innovazione del design nella progettazione di sanitari richiede di assicurare la normale usabilità del servizio sempre più nel rispetto dell'ambiente.

6.2.4 Risparmio energetico

Lo sviluppo sostenibile è sempre stato uno degli obiettivi nell'ambito del product design. La ditta italiana MRC ha sviluppato una serie di sanitari anidri, anche dette bio-toilets. L'acqua risparmiata può essere impiegata per trasformare gli escrementi in concimi organici. Anche se il problema attuale resta il costo del prodotto è elevato e non rapportato al volume.

Se guardiamo alla storia dello sviluppo dei sanitari, possiamo vedere come le funzioni di quest'ultimi possano essere divise in quattro fasi: una fase in cui si riempie il contenitore ed una in cui lo si svuota, il momento della defecazione in un posto fisso e la raccolta unificata degli scarti o dei liquami dopo il periodo di scarico. La funzione di irrigazione e la toilette reinventata.

Nel sistema tripartito, i sanitari sono in grado di sigillare ogni secrezione in una busta in plastica biodegradabile, con queste caratteristiche:

- a. Una raccolta di materiale organico asciutta e senza perdite, quindi più salutare.
 - b. Un uso ridotto di acqua, che riduce il volume e aumenta il tempo di conservazione di questi concimi, quindi a risparmio energetico.
 - c. Una riduzione dello scarico di "acque nere", quindi più eco-friendly.
- Inoltre, questo metodo deve scontrarsi con l'idea radicata di molte persone per cui "gli escrementi vanno direttamente nelle fogne", rifiutando inconsciamente l'idea di poter sigillare gli escrementi in piccoli sacchetti di plastica.

6.3 Nuove metodologie per la progettazione di servizi igienici innovativi

6.3.1 Stato dell'arte

Da tempo, le infrastrutture igienico-sanitarie presenti nelle aree urbane e rurali sono spesso percepite come dei sistemi di ingegneria. Questa nozione è supportata anche dalla convinzione rafforzata che i servizi igienici siano progettati per risolvere uno degli scopi di base, ossia lo "smaltimento dei rifiuti umani". Prendendo in considerazione le esigenze del futuro, dove le risorse saranno sempre più scarse, sarebbe utile ideare modalità per preservare e per utilizzare le risorse, con un'attenzione particolare alla sostenibilità. È necessario quindi chiarire la natura delle infrastrutture. Il sistema non deve più essere visto come una soluzione unica risolutiva del problema, ma come uno spazio pubblico olistico che si integra con la vita quotidiana degli esseri umani,¹⁴⁹ in cui il design dei servizi igienici punta al benessere della comunità e dell'ambiente. Prima è importante notare le differenze tra il sistema tradizionale, la catena del valore di depurazione e quello che potrebbe essere nel futuro.

Il sanitario attuale è una versione evoluta del sistema tradizionale (vedi Capitolo 3.2.3), e sebbene si sia evoluto in termini di design e di vive, non si è molto sviluppato in termini di estensione di utilizzo o di funzionamento. Inoltre, lo sviluppo non è stato progressivo: all'inizio era lento, e solo successivamente ha raggiunto uno sviluppo significativo. L'evoluzione degli elementi tecnici è iniziata nel XVI secolo con l'invenzione dello sciacquone e delle valvole. Successivamente, per quasi due secoli, non si è verificato alcuno sviluppo importante. Dal XVII al XIX secolo si sono aggiunti diversi elementi, come l'integrazione dei sifoni, la valvola richiudente, la piattaforma di risciacquo, lo sciacquone a spirale, la struttura conica di metallo, la cisterna elevata e il sifone di scarico, oltre che il sanitario come unico pezzo in ceramica.¹⁵⁰ Oltre a ciò, il XIX secolo fu un periodo di

149 Cheng S., Li Z., Uddin S.M.N., Mang H.P., Zhou X., Zhang J., Zheng L., Zhang L., 2018, Toilet revolution in China. *Journal of environmental management*, vol.216.

150 MIM, 2019. The Toilet Manifesto, Pubblicato Online: <https://www.madeinmumbai.net/evolution-of-toilets>

151 Hanak D.P., Kolios A.J., Onabanjo T., Wagland S.T., Patchigolla K., Fidalgo B., Manovic V., McAdam E., Parker A., Williams, L. and Tyrrel, S., 2016. Conceptual energy and water recovery system for self-sustained nano membrane toilet. Energy conversion and management, vol.126.

grandi invenzioni per quanto riguarda gli aspetti estetici e funzionali, come l'invenzione del WC Beufort, il sistema a base di carta igienica, l'allacciamento alla rete fognaria, la cisterna sopraelevata e il bagno privato.

Con l'invenzione della rete fognaria, i servizi igienici si sono evoluti in base al flusso dei rifiuti nel sistema fognario, e questi servizi vengono prevalentemente utilizzati tutt'oggi nelle aree urbane con un sistema fognario ben sviluppato. Al contrario, i servizi igienici nelle aree suburbane o rurali erano basati sullo stoccaggio dei rifiuti. Entrambe le strutture di stoccaggio e di scarico delle acque reflue garantivano un certo igiene personale e comfort, ma non erano preposte all'uso delle risorse come acqua, compost, ecc.¹⁵¹ Inoltre, i sistemi tradizionali hanno un grande impatto ambientale a causa dell'elevato spreco d'acqua dello scarico.

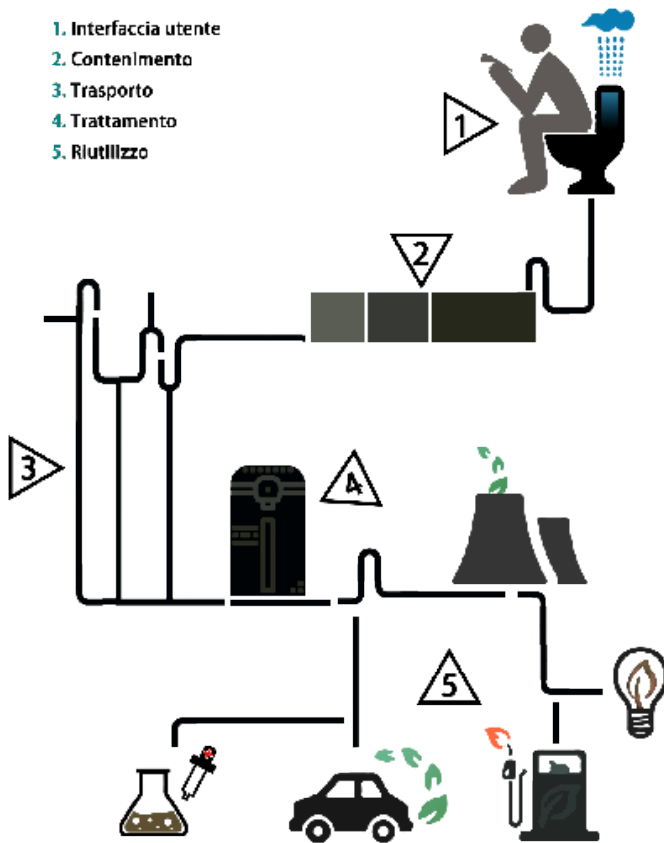


Figura 156: Catena del valore di depurazione

152 ENPHO, 2020. What is FSM? Pubblicato online: <http://enpho.org/faecal-sludge-management/>

153 Riferimento a ISO 24521: 2016, Linee Guida per le Acque Reflue Domestiche

6.3.2 Catena del valore degli escrementi umani

Poiché nel presente ci si focalizza molto sull'uso sostenibile delle risorse, la stessa ideologia viene trasposta nel progetto dei servizi igienici, dove l'attenzione non è incentrata solo sull'innovazione dell'aspetto estetico, del comfort e dell'igiene, ma anche sullo smaltimento efficiente o sul riutilizzo delle risorse. Tali aspetti si basano su un sistema olistico che copre diverse fasi della catena del valore di depurazione.

Per un lungo periodo, nel passato, si diffusero in oriente i servizi igienici basati sullo stoccaggio e sulla sostituzione dei pozzetti. Considerando i limiti del sistema, come la necessità di sostituire i pozzetti, lo spreco di risorse ecc., gli esperti di igiene, tecnici e istituzioni hanno evidenziato la necessità dello sviluppo di un nuovo modello di sanitario che copra le varie fasi della catena di depurazione. La "Gestione dei Fanghi" è diventata parte integrante di questa catena del valore di depurazione, nella quale viene promossa una depurazione sostenibile con una gestione sicura degli escrementi. Questa catena del valore sostenibile non enfatizza solo il trattamento efficiente dei fanghi fecali, ma consente lo sviluppo di un intero sistema con processi lineari definiti partendo dalla raccolta efficiente dei fanghi di depurazione e terminando con il loro riutilizzo o smaltimento sicuro. Gli aspetti chiave della catena del valore di depurazione sono suddivisi in quattro componenti principali: interfaccia utente, stoccaggio, rimozione fanghi e trasporto, trattamento e smaltimento/riutilizzo.¹⁵² (Figura 156)

La funzione e l'obiettivo principale dei processi nella catena del valore di depurazione sono presentati nella tabella "Sanitization value chain components and their objectives".¹⁵³

Componente	Definizione	Obiettivo
Interfaccia utente	L'interfaccia tecnica consente all'utente di accedere o entrare in contatto con il sistema di depurazione	Raggiungere buone condizioni sanitarie nei sistemi domestici di depurazione
Raccolta (stoccaggio)	Sistema tecnico che consente la raccolta, lo stoccaggio e il trattamento parziale delle acque reflue	Raggiungere buone condizioni sanitarie nei sistemi domestici o in sito di depurazione
Trasporto	Sistema tecnico di trasporto e trasferimento dei fanghi fecali/acque reflue dalle case ai siti di trattamento, smaltimento o scarico	Assicurare l'igiene e la salute delle persone, riutilizzo dei fanghi
Trattamento	Uso di processi fisico-chimici e biologici per trattare i fanghi fecali e le acque reflue per ridurre l'entità dell'impatto sull'ambiente	Controllo dell'inquinamento dei rifiuti umani e garanzia di una sicurezza efficiente per la salute dell'ambiente e della comunità
Smaltimento/Riutilizzo	Sistema o processo tecnico progettato per smaltire efficacemente i residui del trattamento o utilizzarli in altro modo (come i fertilizzanti per compost)	Consentire lo smaltimento efficace e sicuro, riutilizzare i residui del trattamento e ridurre l'impatto sull'ambiente

La catena del valore di depurazione discussa nella tabella di cui sopra amplia il campo di applicazione del design dei servizi igienici, e si somma al concetto di 'trasferimento, trattamento e riutilizzo/smaltimento' che precedentemente era allineato al concetto 'depurazione e stoccaggio in sito'. Tale aggiunta all'interno della tradizionale struttura del design è alquanto fondamentale tenendo in considerazione le minacce attuali di inquinamento, riscaldamento globale, squilibrio ecologico, scarsità d'acqua o esaurimento delle falde acquifere. L'attenzione estesa al trasporto, trattamento e riutilizzo non solo rende più efficiente e duraturo il sistema tradizionale dei servizi igienici, ma ha anche un impatto significativo sulla sostenibilità ambientale e sull'efficienza del ciclo di gestione delle risorse naturali ed ecologiche. In questo modo si potrà compiere un grande passo avanti nel raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile elaborati dalle Nazioni Unite (SDG) associati alla semplificazione dell'accesso all'acqua pulita e ai sistemi di depurazione.

6.3.3 Depurazione sostenibile

Il progetto dei servizi igienici del futuro deve valorizzare in particolare la 'depurazione sostenibile', soddisfacendo in modo efficiente determinati criteri relativi all'uso, allo stoccaggio e allo smaltimento dei rifiuti umani con sanitari funzionali per un lungo periodo di tempo. Tali sistemi di depurazione sostenibili portano con sé l'idea dell'intera 'catena del valore di depurazione' partendo dall'esperienza dell'utente e terminando con il riutilizzo e lo smaltimento efficiente dei residui.¹⁵⁴ Nei metodi di raccolta delle acque reflue e degli escrementi ci si basa sul trasporto dei rifiuti e sul trattamento fisico o chimico, che diventa quindi parte vitale del design complessivo. Un sistema integrato di questo tipo deve fornire tre benefici fondamentali per essere riconosciuto come metodo sostenibile. Tali benefici sono:

- a. Offrire un metodo accettabile dal punto di vista sociale ed economico;
- b. Essere adeguato dal punto di vista istituzionale o tecnico;
- c. Garantire la sicurezza o la protezione delle risorse naturali e ambientali.¹⁵⁵

Tali punti richiedono che i sistemi tradizionali adottino una visione più ampia traendo ispirazione dalla catena del valore di depurazione. (Figura 157)

La catena del valore di depurazione, pone aspetti come trasporto, trattamento e riutilizzo/smaltimento, alla base dei progetti dei servizi igienici del futuro. Le future esigenze sanitarie non si limitano a soddisfare la salute degli utenti, l'igiene e il comfort come previsto dai tradizionali design dei servizi igienici, ma mettono in primo piano anche la sostenibilità ambientale e il soddisfacimento dei bisogni fisiologici e psicologici. Per sviluppare tale sistema olistico, gli aspetti chiave a cui occorre prestare particolare attenzione sono:

- a. Tecnologia igienico-sanitaria efficiente ed affidabile.
- b. Sistemi di riciclaggio produttivi ed economici.
- c. Metodi di costruzione e modelli di manutenzione efficaci.
- d. Accessibilità economica a tale sistema e minori costi operativi e di manutenzione.
- e. Sistema di fornitura efficiente.¹⁵⁶

154 Ushijima K., Irie M., Sintawardani N., Triastuti J., Hamidah U., Ishikawa T., Funamizu N., 2013, Sustainable design of sanitation system based on material and value flow analysis for urban slum in Indonesia. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, vol.7(1).

155 Anand C.K., Apul D.S., 2014, Composting toilets as a sustainable alternative to urban sanitation, A review. *Waste management*, vol.34(2).

156 Mayer P., Panek P., 2017, Involving older and vulnerable persons in the design process of an enhanced toilet system. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*.

157 Fam D., Lopes A.M., 2015, Toilet practices and system change: lessons from a transdisciplinary research project. *Journal of Design Research*, vol.13(3).

Lo sviluppo di tale sistema e la sua trasformazione e applicazione richiede una sincera partecipazione da parte di agenzie distinte come organizzazioni governative e ONG e commissioni scientifiche e di ricerca. Tramite la collaborazione collettiva si potrebbero definire più facilmente e tenere sotto controllo i parametri preposti e sviluppare un 'modello di igiene sanitaria' efficiente e affidabile per il rispettivo progetto di depurazione. Per raggiungere tale obiettivo, è necessario sviluppare strutture che siano socialmente sostenibili e che si integrino in modo efficiente nella vita quotidiana delle persone. Pertanto, il design dovrebbe incorporare prudentemente i criteri relativi alla scelta della tecnologia, del programma ibrido correlato e dei materiali e sistemi strutturali, con un'attenzione particolare per l'architettura del sistema che stabilisce il collegamento con la comunità.¹⁵⁷ Il design del sistema dovrebbe essere efficiente al punto da migliorare la qualità di vita delle persone ed offuscare lo stigma sociale associato ai servizi igienici pubblici.

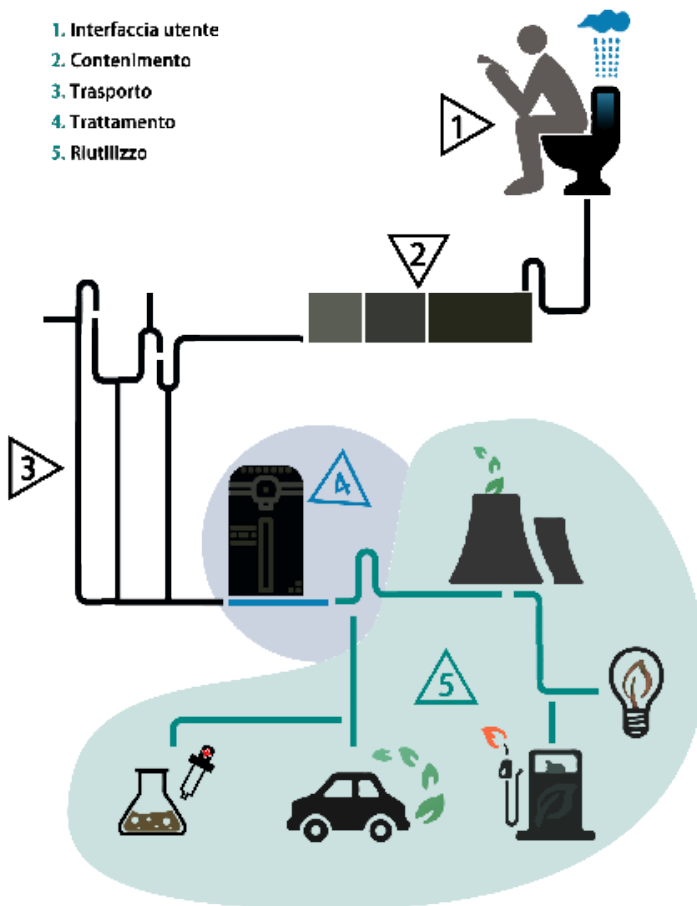


Figura 157: Design del Sistema dei Servizi Igienici del Futuro, incorporando gli aspetti mancanti della catena del valore di depurazione.

6.4 Obiettivi l'innovazioni del design dei servizi igienici

Come risulta evidente dai futuri obiettivi di sostenibilità dell'ONU e dei governi di diverse economie globali, l'attenzione è principalmente posta all'accesso all'acqua pulita e allo sviluppo di strutture igienico-sanitarie disponibili per la popolazione. Tali obiettivi di accesso sostenibile all'acqua e ai servizi igienico-sanitari influenzano enormemente gli sviluppi nel settore della depurazione, nel quale il design dei servizi igienici è un elemento chiave. Tuttavia, prima di rettificare o migliorare gli elementi innovativi necessari, sarebbe utile chiarire gli obiettivi suddividendoli in specifici scopi sostenibili. Nei paragrafi successivi cercheremo di identificare e illustrare gli obiettivi chiave di sostenibilità associati al progetto dei servizi igienici. I punti più critici sono: ridurre gli impatti ambientali; soddisfare efficacemente ed efficientemente i diversi bisogni fisiologici e psicologici degli utenti; esplorare sistemi che possano aiutare nell'identificazione, nel trattamento e nel riutilizzo delle informazioni e delle risorse disponibili a partire dalle feci.

6.4.1 Ridurre l'impatto ambientale

158 Jenkins M.W., Cumming O., Scott B., Cairncross S., 2014, Beyond 'improved' towards 'safe and sustainable' urban sanitation: assessing the design, management and functionality of sanitation in poor communities of Dar es Salaam, Tanzania. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 4(1).

159 Raymond P., Renggli S., Lüthi C., 2016, Towards sustainable sanitation in an urbanising world. *Sustainable urbanization*.

I servizi igienici del futuro si basano sugli 'obiettivi di igiene sostenibile' dove l'ambiente ha la priorità assoluta. Questo punto è ragionevole se si considera l'impatto dei servizi igienici tradizionali sulle risorse naturali e ambientali. Il modello tradizionale dei servizi igienici presenta insufficienze in termini di utilizzo delle risorse idriche, gestione degli escrementi, gestione dei rifiuti solidi e drenaggio. Il consumo delle risorse è eccessivo, l'acqua di scarico, la necessità di avere un pozzo di stoccaggio capiente, ecc., e il ciclo di gestione delle risorse naturali ed ecologiche è fortemente ostacolato perché lo smaltimento e il riutilizzo sono inefficienti.¹⁵⁸ I profeti futuri devono colmare queste lacune e garantire una maggiore efficienza nello stoccaggio, nel trattamento e nel riutilizzo dei rifiuti, con la prospettiva di ridurre l'impatto ambientale dei servizi igienici.

Gli aspetti chiave dell'impatto ambientale che si prenderanno in considerazione nella progettazione di servizi igienici sono indicati di seguito.

6.4.1.1 Ridurre il consumo di acqua

I servizi igienici tradizionali hanno tutti un problema critico in comune: l'eccessivo consumo di acqua, in particolare utilizzata nel processo di scarico (vedi Capitolo 4.1). Nel 1830, una persona media nel Regno Unito aveva accesso a soli 18 litri di acqua per il normale uso domestico. Attualmente il consumo d'acqua per persona è di 135 litri.¹⁵⁹ In questo aumento, una proporzione maggiore viene utilizzata per lo sciacquone del water, ossia quasi un terzo dell'acqua di uso domestico. Lo sciacquone nei servizi igienici moderni genera un consumo di acqua di 12-16 litri per ogni uso, mentre i modelli più vecchi consumano ancora di più. Tale spreco d'acqua è critico considerando milioni di famiglie che utilizzano quotidianamente i servizi igienici domestici e pubblici.

Questa preoccupazione è diretta verso l'urgente necessità di sviluppare progetti efficienti dal punto di vista delle risorse idriche, che mirano ad un consumo minore di acqua o addirittura di riutilizzarla. Alcuni a questi modelli e meccanismi di servizi igienici a risparmio idrico sono

già disponibili sul mercato. Ad esempio, il sanitario a doppio scarico e i sanitari a pressione assistita consumano solo il 20%, 2,6 e 4 litri per scarico di acqua rispetto ai modelli più vecchi.¹⁶⁰ Il sanitario a doppio scarico fa parte della categoria di sanitari ad alta efficienza (HET) poiché l'acqua viene scaricata in due volumi differenti: il volume intero è adatto ai rifiuti solidi, mentre il volume ridotto è adatto ai rifiuti liquidi. Inoltre, questo tipo di design utilizza un sistema di scarico a trappola e di lavaggio più grande, oltre al sistema a sifone, tramite il quale può funzionare con molta meno acqua.

Oltre a questo, si ha un altro tipo di sanitario, ossia i WC a pressione che utilizzano l'aria compressa per aumentare la pressione del flusso d'acqua.¹⁶¹ La pressione basata sull'aria compressa garantisce una pulizia più efficiente nonostante venga utilizzata una quantità minore di acqua. Tuttavia, questi sanitari vengono utilizzati prevalentemente nei locali commerciali in quanto sono costosi, e lo scarico è più rumoroso. Oltre a ciò, per rendere più efficienti i sanitari tradizionali, è possibile utilizzare dispositivi da inserire nella cisterna di scarico forniti gratuitamente da alcune società di approvvigionamento idrico. Questo meccanismo consente di limitare l'utilizzo dell'acqua a soli 1-3 litri, in quanto il dispositivo rimpiazza l'acqua nella cisterna riducendo quindi il volume d'acqua di scarico.

Esistono anche servizi igienici di compostaggio che non utilizzano l'acqua e sono riconosciuti più efficienti dal punto di vista idrico. Questi sistemi impiegano il processo di trattamento aerobico per trattare i rifiuti. Il sanitario è a secco e il trattamento dei rifiuti solidi viene effettuato dai microbi, mentre l'urina viene convogliata nello scarico. Tale sistema è spesso presente nelle regioni dove vi è una carenza di acqua e un grande spazio disponibile all'interno delle proprietà.

Questi tipi di meccanismi o di processi innovativi saranno sempre più necessari in futuro per risparmiare le risorse idriche e ridurre gli sprechi d'acqua, e sono di vitale importanza perché circa 2 miliardi di persone vivono in paesi con un approvvigionamento idrico carente.¹⁶² E non solo, circa 4,2 miliardi di persone vivono in condizioni di inadeguatezza delle strutture igienico-sanitarie, di insufficiente approvvigionamento idrico e a rischio di malattie provocate dalla contaminazione dell'acqua. L'esaurimento dell'acqua nelle falde

160 Andersson K., Dickin S., Rosemarin A., 2016, Towards "sustainable" sanitation— Challenges and opportunities in urban areas. *Sustainability*, vol.8(12).

161 Simha P., Ganesapillai M., 2017, Ecological sanitation and nutrient recovery from human urine: How far have we come? *Sustainable Environment Research*, vol.27(3).

162 Chakkaravarthy D.N., Balakrishnan T., 2019, Water scarcity challenging the future. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, vol.12(3).

163 Trimmer J.T., Miller D.C., Byrne D.M., Lohman H.A., Banadda N., Baylis K., Cook S.M., Cusick R.D., Juko F., Margenot A.J., Zerai A., 2020, Re-Envisioning Sanitation As a Human-Derived Resource System. *Environmental Science & Technology*, vol.54(17).

164 Europa, 2019. Minimum Standards in Water Supply, Sanitation and Hygiene Promotion, Humanitarian Charter and Minimum Standard.

acquifere, l'inefficiente meccanismo di riempimento delle falde acquifere, il calo del livello delle piogge in diversi paesi del terzo mondo e anche nei paesi in via di sviluppo e paesi sviluppati, fanno della conservazione dell'acqua una priorità assoluta.

6.4.1.2 Innovare la gestione degli escrementi

I servizi tradizionali rivelano uno dei problemi principali, ossia la gestione degli escrementi. Per prevenire la diffusione di malattie, è necessario che gli escrementi umani vengano smaltiti in modo sicuro e gestiti in modo più efficiente, al fine di ridurre la trasmissione delle malattie correlate ad essi per via diretta o indiretta. Una gestione efficiente degli escrementi è assolutamente necessaria per svariati motivi, tra cui principalmente la contaminazione di acqua e suolo, di corpi idrici e il rischio elevato di diffusione delle malattie correlate.¹⁶³ Considerando tali questioni, diventa necessario determinare i modelli di servizi igienici con i quali affrontare in modo più efficiente ed efficace lo smaltimento sicuro degli escrementi. Un sistema idoneo non dovrebbe essere funzionale solo in un luogo e in un ambiente specifico, ma deve essere accessibile anche alle persone meno privilegiate. Quindi, una gestione efficiente degli escrementi non dovrebbe essere considerata come una delle tante funzionalità del progetto, ma dovrebbe essere posta tra gli obiettivi primari per prevenire la contaminazione dell'acqua e controllare le malattie legate agli escrementi.¹⁶⁴ La gestione efficiente della feci è legata alla sicurezza, alla dignità, alla salute e al benessere delle persone, e pertanto dovrebbe essere incorporata nei progetti. Inoltre, dagli studi scientifici si evince che i rifiuti umani, se adeguatamente trattati, possono essere trasformati in risorse utili. Tali aspetti dovrebbero essere presi in considerazione in particolare nella catena del valore di depurazione. (vedi Capitolo 4.1)

Poiché nel progetto dei servizi igienici del futuro si mira principalmente ad una depurazione sostenibile e sicura, è necessario ideare un programma, un processo o un meccanismo di smaltimento sicuro degli escrementi. Questo sistema garantirà non solo la realizzazione di un ambiente privo di contaminazioni causate da feci umane, ma contribuirà anche a ridurre il consumo di risorse. Un sistema

efficiente di gestione degli escrementi è fondamentale nelle regioni rurali e urbane che hanno a che fare con una rete insufficiente e fognaria inefficace. In questo caso, si potrebbero promuovere metodi alternativi. Ad esempio, l'installazione di impianto per la separazione delle acque scaricata dal sanitario, l'utilizzazione di tubi di drenaggio gestiti dalla comunità, e l'istituzione della piattaforma di rilevamento intelligente degli escrementi.

6.4.1.3 Evitare la contaminazione delle acque

La maggior parte delle persone non è consapevole di cosa succede alle acque reflue una volta che queste vengono scaricate. Le acque reflue finiscono nella rete fognaria della città che è collegata con l'impianto di trattamento regionale situato altrove. Tutte le acque reflue che vengono scaricate dalle abitazioni, dalle industrie o da altre infrastrutture raggiungono quindi l'impianto di trattamento regionale dove poi vengono sottoposte ad una serie di processi fisici e biochimici per ridurre o rimuovere elementi tossici o inquinanti. Infine, l'acqua trattata viene rilasciata nelle fonti idriche come fiumi, canali, ecc.

Questo è uno scenario ideale in cui la rete fognaria della città e il sistema municipale funzionano in modo efficiente. La domanda è se questo scenario è realmente presente in tutte le regioni del mondo, e la risposta è negativo: lo straripamento delle reti fognarie, l'intasamento delle fogne, lo scarico dell'acqua non trattata nelle fonti idriche sono elementi piuttosto comuni, non solo nei paesi in via di sviluppo, ma anche in quelli sviluppati.¹⁶⁵ Tale situazione solleva preoccupazioni sull'efficienza del sistema sanitario, poiché in questo modo è aumentato il rischio di diffusione di malattie associate alla contaminazione delle acque e del suolo come il colera, la febbre tifoide, la gastroenterite, ecc. causate da tale scarico o miscuglio di acqua non trattata nelle sorgenti d'acqua naturali. Secondo i dati nelle Nazioni Unite sulla contaminazione delle acque, quasi l'80% della contaminazione dell'acqua è causata dallo scarico di acque reflue non trattate nelle fonti idriche naturali.¹⁶⁶ Ciò è problematico in quanto gli escrementi contengono un numero elevato di microrganismi che si moltiplicano rapidamente con il calore e l'umidità; tra questi microrganismi, alcuni sono agenti patogeni che possono provocare

165 Crini G., Lichtfouse E., 2019, Advantages and disadvantage of techniques used for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, vol.17(1).

166 UN, 2020. United Nations - Peace, dignity, and equality in healthy planet: Water. Pubblicato online: Disponibilesu <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/>

167 Biswas R.R., Biswas T.R., 2017, Testing the performance of pressure sewer systems to reduce wastewater overflow. *Research Journal of Engineering and Technology*, vol.8(4).

168 Acharya S.S., 2019. Health, Safety and Well-Being of Sanitation Workers—Realities of Historical Exclusion and Livelihoods. In *Health, Safety and Well-Being of Workers in the Informal Sector in India*, Springer, Singapore.

malattie diffondendosi per via aerea, tramite il contatto con la pelle o per ingestione.

Considerando questa situazione e i futuri obiettivi di sostenibilità nel settore igienico-sanitario, e considerando anche l'interesse della salute pubblica, è necessario definire un obiettivo chiave in riferimento alla prevenzione o al controllo dello scarico degli escrementi umani trattati o meno nelle diverse fonti idriche. Il controllo attivo di tale situazione si manifesta sulla base di due aspetti:

a. La regolazione o il controllo dello scarico dei rifiuti dagli impianti di trattamento;

b. La trasformazione delle tipologie dei servizi igienici per ridurre i rifiuti inquinanti derivanti dallo scarico di acque reflue domestiche;¹⁶⁷ Il controllo del primo punto richiede il coinvolgimento di soggetti interessati e sensibili a eventi come lo straripamento delle fognature, l'intasamento delle fognature, la perdita dalle tubature, che influenzano il convogliamento delle acque reflue all'impianto di trattamento.¹⁶⁸ Tuttavia, il secondo punto del piano appare realizzabile ed efficace: il problema viene controllato e implementato efficacemente alla base, alleviando la pressione sull'ultima fase del processo.

Passando al secondo punto del piano, si evince il ruolo del design. Il progetto dei servizi igienici dovrebbe prendere in considerazione questi aspetti e trovare il modo di sviluppare meccanismi tipologici, metodi o processi che possano contribuire ad un trattamento più efficace degli escrementi umani, prima dello scarico nelle fonti idriche primarie o secondarie. I progetti che possiedono dispositivi innovativi di trattamento dei rifiuti solidi o delle acque reflue potrebbero essere molto efficaci nel controllo della contaminazione dell'acqua, e sarebbero altamente efficaci nelle regioni in cui le infrastrutture igienico-sanitarie non soddisfano le funzionalità e gli standard igienici di base. Tramite questi modelli sarà possibile controllare lo scarico delle acque reflue e ridurre la pressione sul sistema di depurazione e i rischi per la salute pubblica provocati da infrastrutture fognarie inadeguate.

In questo contesto, lo sviluppo di un modello autosufficiente appare

una necessità di primaria importanza. Tuttavia, poiché la strada per raggiungere questo modello è molto lunga, ora ci si può focalizzare sul perfezionamento dei servizi igienici e del sistema di depurazione esistente per raggiungere velocemente gli obiettivi di sostenibilità predefiniti. Per il funzionamento efficiente dei sanitari con scarico è necessario che il sistema riceva un approvvigionamento idrico efficiente e regolare e che le acque reflue vengano scaricate solo dopo il trattamento. Le latrine a fossa settica dovrebbero essere realizzate ad almeno 30 metri di distanza dalla risorsa idrica sotterranea, mentre la parte inferiore delle latrine dovrebbe essere posta ad almeno 1,5 metri sopra la falda acquifera.¹⁶⁹ Nei sistemi tradizionali e in quelli del futuro è necessario assicurarsi che non si verifichino fuoriuscite o dispersioni dal sistema, e che eventuali perdite non vadano mai percolare in fonti d'acqua sotterranee, superfici o corpi idrici poco profondi. Queste misure dovrebbero consentire di prendere il controllo immediato della situazione, e non possono pregiudicare la necessità di sviluppare nuovi sistemi efficienti dal punto di vista del trattamento dei rifiuti.

169 Dodos J., 2017, Relationship between water, sanitation, hygiene, and nutrition: what do Link NCA nutrition causal analyses say? *Waterlines*, vol.36(4).

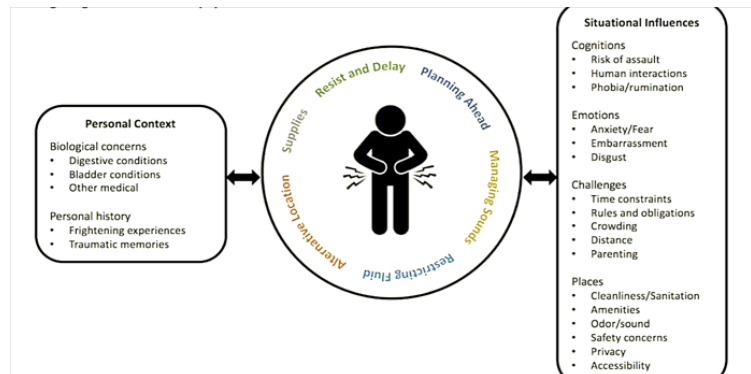


Figura 158: Disagi fisici e psicologici affrontati dagli individui in relazione ai servizi igienici

6.4.2 Soddisfare i bisogni fisiologici e psicologici

170 Hale A.J., Ricotta D.N., Freed J., Smith C.C., Huang G.C., 2019, Adapting Maslow's hierarchy of needs as a framework for resident wellness. *Teaching and learning in medicine*, vol.31(1).

171 Stokes G., 2017, Responding to the need to toilet. *The Essential Dementia Care Handbook: A Good Practice Guide*.

Evidenziando i vari bisogni fondamentali di un essere umano, il famoso studioso Maslow ha proposto la teoria della 'gerarchia dei bisogni' in cui egli pone i diversi bisogni umani, quali i bisogni fisiologici, la sicurezza, l'amore e l'appartenenza, la stima e la realizzazione, in una piramide, illustrandone la gerarchia.¹⁷⁰ In questa piramide, i bisogni fisiologici sono posti in basso, ad indicare che essendo dei bisogni di base, se non vengono soddisfatti è difficile poter soddisfare gli altri bisogni. Andare in bagno è un bisogno fisiologico essenziale e non è solo associato al comfort e alla salute, ma alla sopravvivenza dell'essere umano.¹⁷¹ Si ritiene che le persone che non riescono a soddisfare tranquillamente questo bisogno fisiologico in modo dignitoso abbiano difficoltà a soddisfare gli altri bisogni. Basandoci su questo concetto, tocchiamo un'altra dimensione del design del sistema: i servizi igienici vanno ideati per fare in modo di utilizzare le risorse in modo sostenibile e quindi proteggere l'ambiente, ma anche per offrire un senso di dignità e di indipendenza agli utenti. (Figura 158)

Il design dovrebbe prendere in esame le esigenze specifiche delle

persone anziane, dei disabili fisici e mentali, dei bambini e delle donne che generalmente si trovano a dover affrontare diverse difficoltà con i servizi igienici omologati messi a disposizione nei luoghi privati, pubblici o commerciali. Questi utenti, in certe situazioni, vivono ritardi, ansie, disgusto o vagano alla ricerca di luoghi alternativi.¹⁷² Il design deve poter rispondere ai bisogni della maggior parte dei gruppi di utenti, portando ad un impatto positivo vitale sulla salute mentale, sul comfort fisico e sul benessere individuale. L'accesso facilitato ed efficace ai servizi igienici migliorerà conseguentemente il benessere mentale.

I modelli tecnicamente efficienti, come quelli senza acqua e quelli che trattano i rifiuti in loco, possono avere un impatto positivo sulla salute fisica e mentale e sul benessere degli utenti oltre che influenzare la salute fisica e mentale dei dipendenti municipali che si occupano della pulizia e della manutenzione della rete fognaria, delle fosse settiche e dei mezzi di scarico, degli impianti di trattamento regionali ecc.¹⁷³ Sistemi innovativi dovrebbero riconoscere questi aspetti e sviluppare soluzioni olistiche che possano migliorare il benessere fisico e quello mentale.

172 Khanna T., Das M., 2016, Why gender matters in the solution towards safe sanitation? Reflections from rural India. *Global public health*, vol.11(10).

173 Acharya S.S., 2019, Health, Safety and Well Being of Sanitation Workers Realities of Historical Exclusion and Livelihoods. In *Health, Safety and Well-Being of Workers in the Informal Sector in India*, Springer, Singapore.

6.4.3 Conoscimento le feci come risorsa

174 Lin Z., He C., Zhang, M., 2018, Toilet system design in public high-end places. In International Conference on Man-Machine-Environment System Engineering, Springer, Singapore.

175 Pilissy T., Tóth A., Fazekas G., Sobjak A., Rosenthal R., Lüftenegger T., Panek P., Mayer P., 2017, Towards a situation and user aware multimodal motorized toilet system to assist older adults with disabilities: a user requirements study. In 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR).

176 Holroyd C., 2019, 17 Planning for Japan's twenty first century economy and society. Japan's Future and a New Meiji Transformation: International Reflections.

Molti scienziati, ricercatori ed esperti ritengono che i servizi igienici attuali siano obsoleti e necessitino di un aggiornamento. L'attuale popolazione ha bisogno di servizi igienici a basso costo e ad alta efficienza che cambino lo scenario presente in diverse parti del mondo, in particolare nei paesi del terzo mondo. Però i servizi igienici non si debbano limitare a questi aspetti di base: esistono diversi aspetti che potenzialmente potrebbero rivoluzionare completamente il settore dei servizi sanitari. Questo settore potrebbe progredire al punto che i servizi igienici efficienti e tecnicamente intelligenti possano monitorare lo stato di salute dell'utente.

Generalmente, nelle diagnosi cliniche, i medici prendono in analisi le feci e l'urina per diagnosticare efficacemente problemi di salute e relative cause. Rifiuti umani, le feci e l'urina vengono però scaricati attraverso il sistema dei servizi igienici. Cosa accadrebbe se i servizi igienici venissero ideati e sviluppati al punto da poter eseguire automaticamente dei test diagnostici? Tale novità potrebbe trasformare le feci da un rifiuto ad una risorsa utile e un indicatore dello stato di salute.

Per molto tempo, nel progettare dei servizi igienici, l'obiettivo principale è stato quello di 'coccolare' gli utenti con tavolette riscaldate, musica rilassante e bidet integrati per la pulizia.¹⁷⁴ Ma questa tendenza sta cambiando poiché molte delle nuove società e imprese stanno apportando delle idee innovative come i sanitari motorizzati, con comandi vocali e sensori che indicano lo stato del sanitario. Nel progetto finanziato e sponsorizzato dall'Unione Europea (UE) denominato 'iToilet' è stato sviluppato un sanitario adatto specificatamente alle persone anziane.¹⁷⁵ Tramite il comando vocale si aziona il sanitario motorizzato che si regola in base alla posizione seduta dell'utente. Inoltre, integra una funzione di sicurezza che rileva la profondità e la posizione dell'utente.

Alcuni design sono andati addirittura oltre, offrendo una funzionalità unica di diagnosi della salute. L'azienda giapponese Toto ha sviluppato un modello unico nel suo genere, il 'Flowsky' che non si differenzia da un sanitario comune ma all'interno è dotato di sensori in grado di rilevare anomalie nel flusso dell'urina.¹⁷⁶ Questa diagnosi potrebbe essere molto utile per rilevare problemi alla prostata o alla vescica in

modo che possano essere trattati tempestivamente. Dal punto di vista clinico, non c'è dubbio che molti indizi relativi alla salute o alle malattie come diabete, cancro, disturbi ai reni ecc. quale possano essere acquisiti dai escrementi umani.¹⁷⁷ Mediante l'uso di una telecamera avanzata, analisi chimiche e altri metodi, sarà possibile rilevare i segnali del disturbo. Inoltre, collegando i servizi igienici intelligenti con i dispositivi di tracker di fitness e salute come Fitbit e altri, è possibile aggiornare e salvare lo storico delle analisi quotidiane.

Il progresso nel design dei servizi igienici non si limita a questo, e diversi progetti sono ancora in fase di sperimentazione. Alcuni sviluppatori stanno creando sanitari che si connettono a Internet in grado di individuare precocemente malattie ecc. Questo tipo di sanitari, se utilizzati nella vita reale, possono svolgere un ruolo critico nella salvaguardia della salute degli utenti e nel controllo e miglioramento dello stato di salute della popolazione.¹⁷⁸ L'uso di meccanismi avanzati nei servizi igienici dotati di intelligenza artificiale e di sensori posizionati in modo discreto può migliorare la modalità d'uso, la salute e il benessere generale della popolazione, grazie alla possibilità di poter diagnosticare il rischio di diabete o di malattie renali, estrapolando i primi segni di queste malattie dall'urina e dalle feci.

Nel momento, in cui l'ancora molto presenta il coronavirus, considerando le infinite possibilità e le funzionalità smart in questo campo, sarà possibile sviluppare dei 'sanitari intelligenti' che possano apportare miglioramenti nella salute individuale, nell'igiene personale e nella salute pubblica mondiale. Diverse istituzioni come l'Agenzia Spaziale Europea e organizzazioni non profit di Ginevra stanno conducendo degli esperimenti con i bagni intelligenti nell'Asia meridionale dai quali raccolgono dati preziosi.¹⁷⁹ Se i risultati saranno positivi, tali servizi igienici intelligenti verranno distribuiti in tutto il mondo. Un sistema ben distribuito può aiutare a individuare la diffusione di malattie all'interno di una comunità prima che si trasformi in una pandemia o in un disastro vero e proprio.¹⁸⁰ Il monitoraggio regolare dei dati di tali servizi igienici intelligenti sarà di per sé sufficiente ad individuare una epidemia prima che questa diventi incontrollabile. Le feci e l'urina, che vengono considerati dei 'rifiuti', si trasformano in una 'fonte ricca di informazioni'.

177 Wang X.J., Camilleri M., 2020. A smart toilet for personalized health monitoring. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*.

178 Bhatia M., Kaur S., Sood S.K., 2020, IoT-Inspired Smart Toilet System for Home-Based Urine Infection Prediction. *ACM Transactions on Computing for Healthcare*, vol.1(3).

179 Zakaria F., Ćurko J., Muratbegovic A., Garcia H.A., Hooijmans C.M., Brdjanovic D., 2018, Evaluation of a smart toilet in an emergency camp. *International journal of disaster risk reduction*, vol.27.

180 Rary E., Anderson S.M., Philbrick B.D., Suresh T., Burton J., 2020, Smart sanitation -- biosensors as a public health tool in sanitation infrastructure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol.17(14).

6.5 Consapevolezza sociale della necessità di cambiamento dei servizi igienici

Per quanto efficienti possano essere i servizi igienici o sanitari attuali, non saranno di alcuna utilità se non verranno utilizzati dalle persone. Ai tipi di prodotti e sistemi che non sono ancora conosciuti e popolari, gli utenti di solito resistono istintivamente. Questo tipo di situazione genera il bisogno di diffondere una consapevolezza sociale che dovrebbe orientarsi sull'adozione di nuovi tipi di sanitari ma soffermarsi innanzitutto sul loro uso.¹⁸¹

Prendendo in considerazione ciò, è fondamentale ideare un programma di sensibilizzazione sociale, poiché un sistema innovativo non verrà mai utilizzato pubblicamente a meno che la società non inizi ad accettare, rispettare e rispondere in modo diffuso al nuovo elemento. In questo contesto, diventa di vitale importanza trovare dei modi attraverso i quali sviluppare e diffondere la consapevolezza sociale sull'innovazione e sul ruolo dei nuovi servizi igienici. Più precisamente si dovrebbe puntare a realizzare due obiettivi fondamentali quali:

- a. Cambiare la percezione delle persone riguardo i servizi igienici, facendo comprendere che non si tratta solo di un mezzo di smaltimento dei rifiuti umani, ma potenzialmente di un mezzo che possa fornire risorse organiche e informazioni vitali sulla salute;
- b. Sviluppare la consapevolezza che i servizi igienici possono essere un mezzo di maggiore comfort, igiene e salute sia fisica che mentale.¹⁸²

181 Okurut K., Kulabako R.N., Chenoweth J., Charles K., 2015, Assessing demand for improved sustainable sanitation in low-income informal settlements of urban areas: a critical review. *International journal of environmental health research*, vol.25(1).

182 Ngwu U.I., 2017, The practice of open defecation in rural communities in Nigeria: a call for social and behaviour change communication intervention. *International Journal of Communication Research*, vol.7(3).

6.5.1 Da dispositivo di smaltimento dei rifiuti umani a fonte di risorse organiche e informative

183 Zhou X., Li, Z., Zheng T., Yan, Y., Li P., Odey E.A., Mang, H.P., Uddin S.M.N., 2018. Review of global sanitation development. Environment international, vol.120.

184 Jastrzębska M., Kostrzewska M.K., 2019, Using an environment-friendly fertiliser from sewage sludge ash with the addition of *Bacillus megaterium*. Minerals, vol.9(7).

Da diverso tempo, i servizi igienici sono considerati come mezzo di smaltimento dei rifiuti umani e con il passare del tempo si è posta sempre meno attenzione sulle potenzialità che in realtà possono offrire. Negli ultimi tempi, con la necessità di sviluppare progetti sostenibili, le persone e gli esperti hanno iniziato a revisionare il sistema della catena del valore di depurazione. Tale visione critica ha portato all'attenzione la potenzialità dei rifiuti umani come risorse organiche quali compost, fertilizzanti ecc., oltre che come una fonte di informazioni sulla salute.

L'importanza dei rifiuti umani come risorsa organica (compost, fertilizzanti, ecc.) potrebbe essere facilmente promossa nelle aree rurali remote nei quali vengono principalmente utilizzate latrine o servizi igienici a fossa, la carenza del sistema fognario.¹⁸³ I benefici dei rifiuti umani in termini di fertilità del suolo sono dimostrati da diversi studi scientifici, secondo i quali se i rifiuti umani vengono trattati e trasformati correttamente possono trasformarsi in sostanze utili da utilizzare in agricoltura, nei vivai e in altre attività (vedi Capitolo 4.3). In effetti, questa pratica è perseguita da secoli dalla popolazione nelle fattorie intorno a Xuzhou.

Un sistema fognario che raccoglie milioni di tonnellate di rifiuti umani potrebbe, se pensato progettato in modo efficiente, diventare una buona fonte di fertilizzanti per l'uso agricolo. Sebbene la promozione dell'uso di tali rifiuti pericolosi per la coltivazione del cibo appaia paradossale, questi vengono utilizzati nella Gran Bretagna e in altri paesi dove i fanghi di depurazione vengono riciclati in modo efficiente come fertilizzanti organici in agricoltura.¹⁸⁴ Tale processo assume anche una certa importanza considerata la riduzione della quantità di rifiuti scaricati nelle discariche e negli oceani, che vengono trasformati invece in nutrienti essenziali per il suolo e le piante.

Il materiale fecale è ricco di nutrienti essenziali per le piante, ed esistono diversi metodi sofisticati per trattare i fanghi e trasformarli in fertilizzanti. Prendendo spunto da questa potenzialità, diversi governi e varie agenzie non governative stanno promuovendo la ricerca, lo

sviluppo di una regolamentazione standard e lo sviluppo tecnologico per gestire le acque reflue e convertire i fanghi di depurazione in fertilizzanti organici. Come esempio abbiamo visto la Gran Bretagna e altri paesi dell'Unione Europea che utilizzano i metodi di digestione anaerobica terziaria per eliminare quasi il 99,99% degli agenti patogeni. In questo modo i fanghi di depurazione trattati vengono trasformati in fertilizzanti bio-solidi, nella forma di pannelli essiccati, che vengono messi a disposizione della popolazione per l'uso agricolo. I fanghi di depurazione o i rifiuti umani, oltre ad avere un uso agricolo, possono anche essere utilizzati come indicatori dello stato di salute delle persone. I rifiuti umani, prima di arrivare al sistema fognario, potrebbero essere analizzati in sistemi avanzati dotati di sensori dedicati, kit di test e intelligenza artificiale. Questi sanitari intelligenti potrebbero aggiornare i dati in tempo reale e creare uno storico dello stato di salute dell'utente tramite l'analisi di elementi indicatori a partire dall'urina e delle feci.¹⁸⁵ Tali sanitari intelligenti sostengono il benessere degli utenti monitorando lo stato di salute e di igiene personale. Con la diffusione su scala più ampia, si potrebbe arrivare a migliorare la salute pubblica e l'efficienza igienico-sanitaria generale. Tali progressi tecnici potrebbero integrare questo ruolo alternativo dei rifiuti umani, che quindi non verrebbero utilizzati solo come risorse organiche ma anche come risorse e indicatori dello stato di salute. Tuttavia, per ottenere i risultati desiderati, è necessario informare gli utenti di tali benefici e dei ruoli dei servizi igienici sulla salute fisica, mentale e sul benessere.

185 Zakaria F., Ćurko J., Muratbegovic A., Garcia H.A., Hooijmans C.M., Brdjanovic D., 2018, Evaluation of a smart toilet in an emergency camp. International journal of disaster risk reduction, vol.27.

6.5.2 Il contributo dei servizi igienici innovativi al comfort e alla salute

186 Lin Z., He C., Zhang M., 2018, Toilet system design in public high-end places. In International Conference on Man Machine Environment System Engineering, Springer, Singapore.

187 Bateman M., Engel S., 2018. To shame or not to shame—that is the sanitation question. Development Policy Review, vol.36(2).

Il servizio igienico del futuro dovrebbe evidenziare una maggiore sostenibilità, sicurezza e comfort per gli utenti.¹⁸⁶ Altri si focalizzano sull'offrire una maggiore sicurezza (con sensori e sistemi motorizzati) e una maggiore salute e benessere (tramite il rilevamento precoce di malattie attraverso la misurazione delle anomalie del flusso di urina e delle feci dell'utente). Tutti gli sviluppi si focalizzano sull'offrire un certo grado di comfort e benefici per gli utenti. Tuttavia, questi possono essere raggiunti solamente se gli utenti sono appropriatamente informati circa queste potenzialità e in grado di accettare, sfruttare e accogliere questi benefici nella vita quotidiana.

Sia nei paesi in via di sviluppo che nei paesi sviluppati, la reazione della popolazione nei confronti del cambiamento dei servizi igienici rimane pressoché invariata. Si osserva un'elevata resistenza all'implementazione di nuove tecnologie.¹⁸⁷ Questa situazione è peggiore nei paesi in via di sviluppo o del terzo mondo dove vi sono infrastrutture e risorse insufficienti e una minore propensione o reddito pro capite per avvalersi delle nuove tecnologie. Nei paesi in via di sviluppo vi è un accesso inefficiente ai servizi pubblici come i sistemi fognari, l'approvvigionamento regolare di acqua ecc.. L'assenza e l'inefficienza di tali risorse porta a condizioni di insalubrità. Per questo motivo, tali regioni dovrebbero essere tra i principali destinatari dell'implementazione dei sistemi igienici del futuro. Tuttavia, poiché la popolazione non è consapevole dei servizi offerti dai nuovi sistemi, la domanda è estremamente ridotta, e la scarsa accessibilità economica non facilita l'accesso alla tecnologia.

Al fine di aggiungere queste popolazioni tra i beneficiari dei nuovi servizi igienici, sarebbe necessario avviare una collaborazione tra il governo, le agenzie non governative e gli esperti, gli attivisti e qualsiasi altro ente che si occupi di salute e benessere. Questa collaborazione non solo garantirebbe l'accesso pratico ed economico allo sviluppo tecnologico, ma incoraggerebbe anche le persone ad utilizzare attivamente, sistemi basati sulle nuove tecnologie.

Attualmente, l'accesso all'acqua e all'energia è diventato complesso e costoso a causa della scarsità delle risorse, e le riserve di fosforo

nel terreno si stanno esaurendo. In questo contesto, i sistemi di depurazione come ES generano una prospettiva attraente ed economica. Tuttavia, per il progressivo sviluppo del sistema di depurazione sarebbe necessario un impegno olistico da parte di tutti i soggetti interessati e una domanda e un impegno equo da parte delle persone per realizzare e utilizzare i sistemi basati sulla tecnologia. Questa necessità diventa critica considerando il fatto che circa il 90% delle acque reflue nei paesi in via di sviluppo o nel terzo mondo viene scaricato nell'oceano senza essere sottoposto ad alcun trattamento.¹⁹⁰ Le economie sviluppate governano e finanziano al meglio i programmi di depurazione sostenibile, ma per raggiungere l'obiettivo a livello globale è fondamentale la partecipazione e la collaborazione di tutti gli interessati. (vedi Capitolo 4.1 - 4.2)

È necessario che le persone siano consapevoli non solo del comfort e dei benefici per la salute offerti dai servizi igienici innovazioni, ma anche dei vantaggi economici e ambientali ad essi associati. Tramite il programma Water-UK, il Regno Unito impiega un sistema di depurazione ecologica (ES) che utilizza un meccanismo con sistemi a vuoto ad alta tecnologia, sanitari con deviatore dell'urina e sanitari di compostaggio in tutto il sistema fognario.¹⁸⁸ Ciò consente di filtrare o ridurre il livello complessivo di contaminanti chimici e farmaceutici dei rifiuti umani che si mescolano con altri tipi di rifiuti domestici e industriali. Attraverso questo sistema sofisticato, i nutrienti fondamentali vengono separati dagli escrementi umani, in particolare dall'urina non miscelata con le feci, e poi utilizzati nell'agricoltura dopo la sterilizzazione e un trattamento di base. Il sistema ES consente al Regno Unito di ricavare circa £40-50 milioni in bio-solidi all'anno dai suoi sistemi fognari centralizzati.¹⁸⁹ Complessivamente il sistema genera dei benefici finanziari e svolge un ruolo fondamentale nel preservare la vita negli oceani, la qualità dell'acqua e la salute del suolo, gravemente influenzati dallo scarico sconsiderato dei rifiuti umani tossici. (vedi Capitolo 4.3)

188 Renukappa S., Suresh S., Abdalla, W., 2020, Adoption of smart cities strategies in the United Kingdom: An empirical study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol.11(7).

189 Zhao G., Garrido-Baserba M., Reifsnnyder S., Xu J.C., Rosso D., 2019. Comparative energy and carbon footprint analysis of biosolids management strategies in water resource recovery facilities. *Science of The Total Environment*, vol.665.

190 Gherghel A., Teodosiu C., De Gisi S., 2019. A review on wastewater sludge valorisation and its challenges in the context of circular economy. *Journal of cleaner production*, vol.228.

6.6 Conclusioni

I piani per lo sviluppo di sistemi sostenibili evidenziano il raggiungimento o l'inclusione di tre maggiori benefici:

a. l'avanzamento nel design e l'inclusione della catena del valore di depurazione.

b. lo sviluppo e l'impegno verso obiettivi futuri come il minimo impatto ambientale, il soddisfacimento efficiente dei bisogni fisiologici e psicologici, l'identificazione delle feci come risorse.

c. lo sviluppo di una consapevolezza diffusa sociale verso i soluzioni innovative e tecnologiche. I piani destinati all'avanzamento del progetto dei sistemi igienico-sanitari e all'inclusione della catena del valore di depurazione necessitano di una migliore valutazione dei limiti dei sistemi tradizionali o attuali e delle criticità nella "catena del valore di depurazione" presente. Inoltre, è necessaria una ricerca esplorativa per definire gli "elementi di comfort" e per enfatizzare una "migliore salute, sicurezza e benessere per gli utenti."

Oltre a ciò, lo sviluppo di servizi igienici innovativi deve essere basato su specifici obiettivi di sostenibilità. L'obiettivo principale dovrebbe essere quello di ridurre al minimo l'impatto ambientale del sistema sanitario complessivo, cosa che potrebbe essere realizzata efficientemente puntando sulle problematiche specifiche del sistema esistente che richiedono un'attenzione immediata: la minimizzazione del consumo di acqua, l'innovazione della gestione degli escrementi e non la contaminazione di risorse idriche. Oltre a ciò, gli sviluppi dovrebbero soddisfare pienamente i bisogni fisiologici e psicologici di tutti i gruppi di utenti.

Nonostante gli sviluppi raggiunti nel presente e quelli potenziali del futuro, sembra esserci un ampio divario tra i presupposti teorici e le attività pratiche. Ciò indica che i servizi igienici del futuro saranno considerati efficienti solamente quando la società inizierà ad

accettare, rispettare e rispondere positivamente a tale sviluppo e alle attrattive di utilizzo. Pertanto, oltre a sviluppare sistemi basati sulle nuove tecnologie, è anche necessario diffondere una consapevolezza sociale nei riguardi dei nuovi sistemi e dei loro ruoli pratici. Più precisamente questo impegno di sensibilizzazione dovrebbe essere volto a cambiare la percezione che i servizi igienici non siano solo un mezzo per scaricare rifiuti umani ma come fonte di risorse organiche, informative e vitali per garantire un miglior comfort, salute e igiene.

CAPITOLO 7

PROGETTAZIONE DI SERVIZI IGIENICI BASATI SU CONCETTI DI SOSTENIBILITÀ

“Occorre pensare ad una società il cui metabolismo, cioè la cui capacità di trasformare risorse ambientali in soddisfazione di bisogni, sia molto diverso da quello attuale.”

—Vezzoli Carlo, Manzini Ezio, 2007, Design per la sostenibilità ambientale.¹⁹¹

Nei principi guida del progetto dei servizi igienici sono particolarmente ribaditi i concetti di sicurezza, salute e sostenibilità, che non si limitano solo a evidenziare la necessità di aumentare il comfort, la sicurezza, la salute e il benessere fisico e mentale in generale, ma che possano anche garantire un trattamento efficiente delle acque nere e il loro riutilizzo ottimale. A tal proposito, il trattamento delle acque nere è la parte più critica dello sviluppo di un sistema sostenibile e richiede una maggiore esplorazione e una migliore comprensione del ciclo di vita complessivo.

Per questo motivo, questa ricerca propone il concetto di “ciclo di vita delle acque reflue del servizio igienico”, differenziando le acque di WC (“acque nere”), le acque piovane (“acque bianche”) e le acque domestiche (“acque grigie”). La raccolta e il trattamento, nonché il consumo e lo scarico costituiscono le diverse fasi del processo sistematico e olistico del ciclo di vita delle acque nere dei servizi igienici.¹⁹² A partire da questi presupposti, vengono apportati alcuni cambiamenti specifici nella forma, nel design, nell’approvvigionamento idrico e nello scarico delle acque negli impianti di trattamento regionali e nei servizi urbani sanitari di supporto.¹⁹³

Considerando gli aspetti del progetto e dello sviluppo di sistemi sostenibili, l’attenzione dovrebbe essere posta sui principi chiave e sulle criticità nella gestione delle acque nere. In considerazione dei principi del “ciclo vitale delle acque nere” e “pianificazione e design del servizio igienico”, si è arrivati allo sviluppo di un modello di servizio igienico di terza generazione, dopo il sanitario a secco di prima generazione e il sanitario con scarico, di seconda generazione.

191 Vezzoli C., & Manzini E., 2007, Design per la sostenibilità ambientale. Zanichelli, 2 edizione, Milano.

192 Shi Y., Zhou L., Xu Y., Zhou H., Shi L., 2018, Life cycle cost and environmental assessment for resource-oriented toilet systems. Journal of cleaner production, vol.196.

193 Thibodeau C., Monette F., Glaus M., 2014, Comparison of development scenarios of a black water source-separation sanitation system using life cycle assessment and environmental life cycle costing. Resources, Conservation and Recycling, vol.92.

7.1 Ciclo di vita delle acque nere dal servizio igienico

Il passo preliminare verso lo sviluppo di impianti o strutture di igienico-sanitarie sostenibili o nel trattamento delle acque reflue passa attraverso l'esplorazione delle diverse fasi del ciclo di vita dell'acqua nei servizi igienici. È pertanto necessario esplorare il concetto di "ciclo di vita dell'acqua del servizio igienico"¹⁹⁴ che parte principalmente con lo scarico delle acque domestiche e termina con lo scarico delle acque trattate nei campi e in altri ambienti naturali.

Come illustrato nella figura 159, il ciclo di vita delle acque dal servizio igienico comprende sei fasi: raccolta e stoccaggio dell'acqua dei servizi igienici, separazione dell'acqua, trasporto dell'acqua, trattamento dell'acqua, e smaltimento o riutilizzo dell'acqua trattata per la produzione di fertilizzante. Le nozioni più importanti per il raggiungimento della sostenibilità nel ciclo delle acque dei servizi igienici sono:¹⁹⁵

194 Thibodeau C., Monette F., Glaus M., 2014, Comparison of development scenarios of a black water source-separation sanitation system using life cycle assessment and environmental life cycle costing. Resources, Conservation and Recycling, vol.92.

195 Shi Y., Zhou L., Xu Y., Zhou H., Shi L., 2018, Life cycle cost and environmental assessment for resource-oriented toilet systems. Journal of cleaner production, vol.196.



Figura 159: Modello del ciclo di vita delle acque nere dal servizio igienico da trattare

- a. Le classificazione delle acque reflue;
- b. La necessaria separazione tra acqua dei servizi igienici, acqua piovana, acqua delle fognature domestiche;
- c. La raccolta e il trattamento delle acque dei servizi igienici;
- d. La sterilizzazione, stoccaggio, trasporto e scarico dell'acqua dei servizi igienici.

Questi quattro aspetti sono riconosciuti come parte dell'intero ciclo di vita delle acque dei servizi igienici, dalla fase di generazione dei rifiuti fino alla fase di riutilizzo degli stessi.

7.1.1 La classificazione delle acque reflue

Come scrive Serena Omodeo Salè: “Nella progettazione dell’impianto idraulico, e non solo nelle zone soggette a siccità e in campagna, andrebbe previsto il recupero delle acque piovane convogliando le grondaie verso un serbatoio, e delle acque bianche e grigie collegando scarichi di lavandini, docce e lavatrici a un deposito provvisto di depuratore. Le acque raccolte possono essere depurate e riciclate per i servizi igienici, lavatrici e irrigazione del giardino (...)”¹⁹⁶. Vale la pena di dedicare grandi energie a sperimentare questi metodi per il recupero delle acque di scarico domestiche (e in parte anche dei reflui industriali), per i grandi vantaggi che se ne possono avere: migliore sfruttamento di una risorsa preziosa, diminuzione del carico inquinante su fiumi e laghi, possibile riqualificazione del paesaggio. Infatti, l’80% dell’acqua domestica può essere riutilizzata e molti progettisti hanno iniziato ad aumentare la percentuale di riutilizzo dell’acqua a basso costo. L’acqua non trattata, o quella di scarto, ha un potenziale per essere riusata negli scarichi. Le tradizionali tubature fognarie possono essere usate come tubature per lo scarico delle acque grigie, come possiamo vedere in “Forniture di scarico e drenaggio per gli edifici 2011”¹⁹⁷, ovvero considerando la tipologia di scarico, la viscosità, il contenuto di materiale organico, il pH ecc.. delle attuali acque reflue. Creare una rete separata per l’acqua potabile, incanalare l’acqua piovana in un sistema di raccolta separato rispetto all’acqua di scarto; usare l’acqua del bagno per scaricare, separare, le acque chiare e scure per evitare di sovraccaricare il filtro e le tubature di scarico prevenendo la diffusione di malattie, mentre le acque bianche possono essere riutilizzate. Il rinnovo del sistema fognario è indubbiamente da esplorare. Se noi separassimo le acque reflue comunali in tre gruppi: 1) Le acque bianche verrebbero fatte confluire direttamente all’interno di ruscelli o aiuole attraverso dei tombini posti sui cigli delle strade. 2) Le acque grigie confluirebbero in appositi tubi di scarico e serbatoli, mentre, quelle nere, trasformate in una risorsa controllabile incanalandole in tre diversi spazi. Non-solo ridurremmo la quantità (in termini di litri) delle acque da trattare, ma semplificherebbero anche le procedure di depurazione e potremmo

196 Salè O.S., 1990. Architettura Design e Natura, Progettare la sostenibilità, Ecologia nei gesti del quotidiano. Nuove Iniziativa, Milano.

197 Li Y. F., Zhang K. F., 2011, Drainage and drainage supplies for buildings, Machinery Industry Press, Pechino.

anche riciclare gli escrementi umani per altri scopi.

L'idea alla base della classificazione delle acque reflue è simile a quella che sottostà ai sistemi di raccolta differenziata e riciclo dei rifiuti solidi, ma, ovviamente, non è possibile separare le acque reflue in sacchetti diversi e gettarle in diversi pattumiera come facciamo con l'immondizia, si tratta quindi di separarle all'origine in tre diversi sistemi di tubature, e poi creare diverse tubature, ognuna per una delle tipologie di rifiuti e trattare ciascuna di queste in modo differente per permettere, soprattutto, agli escrementi umani di essere riciclati.

7.1.1.1 Acque bianche

Le acque bianche sono le acque raccolte dalla pioggia. Essendo una fonte d'acqua relativamente pulita, l'acqua piovana può essere rilasciata dopo i più comuni trattamenti. Normalmente entra nelle fognature e si mescola con gli scarichi domestici e questo aumenta il numero di trattamenti che deve subire per essere pulita. Così facendo, aumentano anche i costi per il trattamento, in quanto vi è una proliferazione di microbi a causa dell'alta concentrazione di materiale organico. Inoltre, l'eccessiva diluizione con l'acqua piovana delle acque di scarto domestico durante la stagione delle piogge può causare la morte dei microorganismi negli impianti di trattamento delle acque. Nel distretto di Tianhe, nell'impianto di trattamento delle acque reflue di Guanzhou (dove le stagioni delle piogge sono lunghe), ogni anno è necessario manualmente aggiungere scarti, come latte di soia, per mantenere il normale contenuto microbico nelle vasche di depurazione. Inoltre trattare separatamente l'acqua piovana diminuirebbe la percentuale totale di trattamento delle acque. L'acqua piovana può essere direttamente rilasciata nei fiumi, nei campi, ecc senza trattamenti o può essere usata dopo pochi semplici trattamenti. Ci sono molte tecnologie per raccogliere, trattare e riciclare l'acqua piovana.

7.1.1.2 Acque grigie

Nel principio della classificazione delle acque reflue, tutte le acque di scarto domestiche, ad eccezione di quelle dei servizi igienici sono definite acque grigie e includono: l'acqua della doccia, l'acqua del

bucato, l'acqua della cucina ecc. Pertanto le seguenti caratteristiche acque grigie hanno:

- a. Sono prive di sostanze nocive; gli indicatori principali sono il numero di batteri coliformi e la presenza di ossigeno chimico e biochimico.
- b. Non danno irritazioni; gli indicatori sono la torbidezza, il colore, l'odore, la presenza di tensioattivi.
- c. Non causano fenomeni di corrosione delle tubature; gli indicatori principali sono il PH, la durezza dell'acqua ecc.

Ovviamente le acque grigie hanno anche caratteristiche specifiche in base alle condizioni d'uso. Per esempio, in un ristorante, queste acque conterranno molti oli e residui di cibi; nelle lavanderie, lo scarico conterrà prodotti chimici come detersivi e ammorbidenti. In questi casi, il sistema di raccolta delle acque grigie dovrà essere modificato in base alle esigenze.

Con particolare riferimento alla raccolta e allo scarico di acque grigie, possiamo notare che le tecnologie in fatto di riciclo delle acque sono in avanzamento.

7.1.1.3 Acque nere

Le acque nere sono le acque dei servizi igienici, le caratteristiche delle acque nere sono:

- a. Hanno un gran numero di sostanze nocive; gli indicatori principali sono il numero di batteri e virus e la presenza di ossigeno chimico e biochimico.
- b. Danno irritazioni; gli indicatori sono la torbidezza, il colore, l'odore, la presenza di tensioattivi.
- c. Sono ricche di sostanze: gli indicatori principali sono materia organica, ammonio, ioni di azoto, Ca^{2+} , Mg^{2+} , ecc.

Nella cultura tradizionale Orientale, gli escrementi sono spesso considerati un'importante materia prima come fertilizzanti organici che raramente si rilascia nei fiumi come in Occidente. Gli escrementi si raccolgono e si fanno fermentare per produrre un fertilizzante organico. Con la diffusione dei fertilizzanti chimici, gli agricoltori si sono liberati del fetore degli escrementi animali e umani, e aumentando la produzione agricola ma hanno anche causato problemi ambientali. Secondo la relazione Europea sulla "Valutazione

198 Corbi E., 2014, Azoto: quanto inquiniamo quando mangiamo, Pubblicato online: <http://gaianews.it/salute/alimentazione/azoto-quanto-inquiniamo-quando-mangiamo>

dell'Azoto"¹⁹⁸, quello dei fertilizzanti agricoli ha causato il doppio dei danni alla salute e all'ambiente in Europa rispetto a quelli che ha apportato in agricoltura. L'uso dei fertilizzanti chimici a lungo termine acidifica il suolo, incrementa gli ioni di ammonio nei complessi organici e inorganici del suolo, e sostituisce il Ca²⁺, il Mg²⁺ ecc. disperdendo i colloidali, distruggendo la struttura e la compattezza del suolo, influenzando direttamente i costi della produzione agricola e la produzione e la qualità delle colture. Un eccesso di azoto indebolisce inoltre la resistenza delle colture ai parassiti e alle malattie, portando ad un aumento dell'uso dei pesticidi e minacciando direttamente la sicurezza degli alimenti. Mark Sutton, Coordinatore della Ricerca, ha affermato che l'uso dei minerali o dei fertilizzanti organici è la soluzione più efficace al problema.

Pertanto gli escrementi sono ancora una risorsa utile.

Gli attuali servizi di raccolta e di scarico delle feci consentono di solito la precipitazione e la filtrazione degli stessi nella fossa settica, il materiale solidificato viene poi scomposto sul fondo della fossa, e la fase superiore (l'acqua del sanitario che dissolve una grande quantità di materia organica e patogeni) viene scaricata attraverso la rete fognaria. Il sistema fognario è utilizzato principalmente per lo scarico misto di acqua piovana, acque reflue domestiche urbane e acque reflue industriali. Quindi l'acqua del sanitario viene miscelata con diverse acque reflue nel sistema fognario, aumentando notevolmente l'inquinamento. Questo servizio di emissione e di raccolta:

- a. Non favorisce la raccolta e l'applicazione degli escrementi come risorsa. Una grande quantità di materia organica viene disciolta nell'acqua del sanitario e scaricata con il processo di idrolisi;
- b. Aumenta le difficoltà del trattamento delle acque reflue. L'acqua del sanitario contiene una grande quantità di materia organica e patogeni, mescolati con l'acqua piovana e altre acque reflue urbane nelle fognature. Il tutto è di difficile gestione;
- c. Richiede maggior manutenzione della fossa settica. Al momento, il metodo di gestione più comune è quello di smettere di usare la fossa quando strabocca, per consentirne il carico da parte di un'auto spurgo. Abitualmente solo il 3% dell'acqua domestica viene utilizzata per cucinare o per bere, mentre il 40% viene usato per lo scarico del W.C.

e per lavare le stoviglie e tessuti. I soli scarichi del W.C. rappresentano il 16% dei consumi idrici totali, e il 28% di quelli domestici.¹⁹⁹ Non è difficile analizzare la provenienza delle fonti di inquinamento e dell'eutrofizzazione in alcune città. L'acqua dei servizi igienici è ricca di microrganismi patogeni, azoto, fosforo, potassio e altri nutrienti. Supponendo che ogni persona consuma circa 9 litri di acqua di scarico al giorno, prendendo come esempio la città di Xuzhou con 8.825.600 persone, ogni giorno vengono prodotti circa 105.970.200 litri di acque reflue di sanitario. Sulla base dell'ultimo tasso di trattamento delle acque reflue urbane in Cina, nel 2020 circa 5.295.400 litri di acqua di scarico al giorno, il 95% del totale, non vengono trattati. L'acqua dei servizi igienici ricca di microrganismi patogeni e di sostanze nutritive si mescola con l'acqua piovana nei tubi di drenaggio, diffondendosi e consentendo la riproduzione dei microrganismi, trasformandosi in una delle fonti di inquinamento più letali dei corpi idrici urbani.

199 Omodeo S. S., 1990. Architettura Design e Natura, Progettare la sostenibilità, Ecologia nei gesti del quotidiano. Nuove Iniziative, Milano.

7.1.2. Il mescolamento

7.1.2.1. Il problema del mescolamento delle acque reflue

Secondo il piano generale internazionale sul trattamento delle acque di scarico, questo si articola in tre fasi (Figura 160):

- a. Rimozione dei rifiuti solidi inquinanti dalle acque;
- b. Rimozione dei rifiuti organici dalle acque;
- c. Rimozione dei rifiuti residui, fra cui materiale organico non biodegradabile, microorganismi, fosforo, nitrogeno, materiale inorganico solubile sciolto nell'acqua;

Solitamente, questo terzo passaggio nel processo di depurazione è il più costoso e la sua gestione è molto complessa; inoltre, la quantità di acqua per volta che può essere trattata è limitata. Per questo motivo bisognerebbe ridurre il numero di acque scure che necessitano di essere depurate attraverso questo terzo passaggio.

Dal momento che tutti gli scarti che produciamo confluiscono in un unico sistema fognario, 2 litri di escrementi umani necessitano di circa 7 litri volume di acqua per essere completamente eliminate e convogliate nelle fognature, se si mescolano con l'acqua piovana nelle fognature e aumentano il numero di trattamenti richiesti per depurarla; perciò l'acqua piovana e l'acqua dei serbatoi delle toilettes avrebbe bisogno solo dei primi due passaggi per essere depurata, mescolandosi con le acque scure delle fognature mentre invece richiede che venga eseguito il terzo passaggio per essere depurata. In questo modo, la quantità di acqua che richiede il terzo passaggio nella fase di depurazione aumenta drasticamente e il lavoro di gestione delle acque reflue è diventato più complesso, cosicché una completa depurazione non è fattibile. (Figura 161)

Inoltre, quando non consideriamo il costo del trattamento delle acque reflue, esso è elevato in termini di salute. Quando si parla di scarichi, gli escrementi sono sempre quelli considerati più "disgustosi", poiché oltre alla consistenza viscosa e all'odore nauseabondo, contengono un alto numero di microorganismi, che si moltiplicano rapidamente a causa del calore e dell'umidità; tra questi alcuni sono portatori di agenti patogeni, che possono causare malattie diffondendosi per via aerea, attraverso la pelle o l'ingestione.

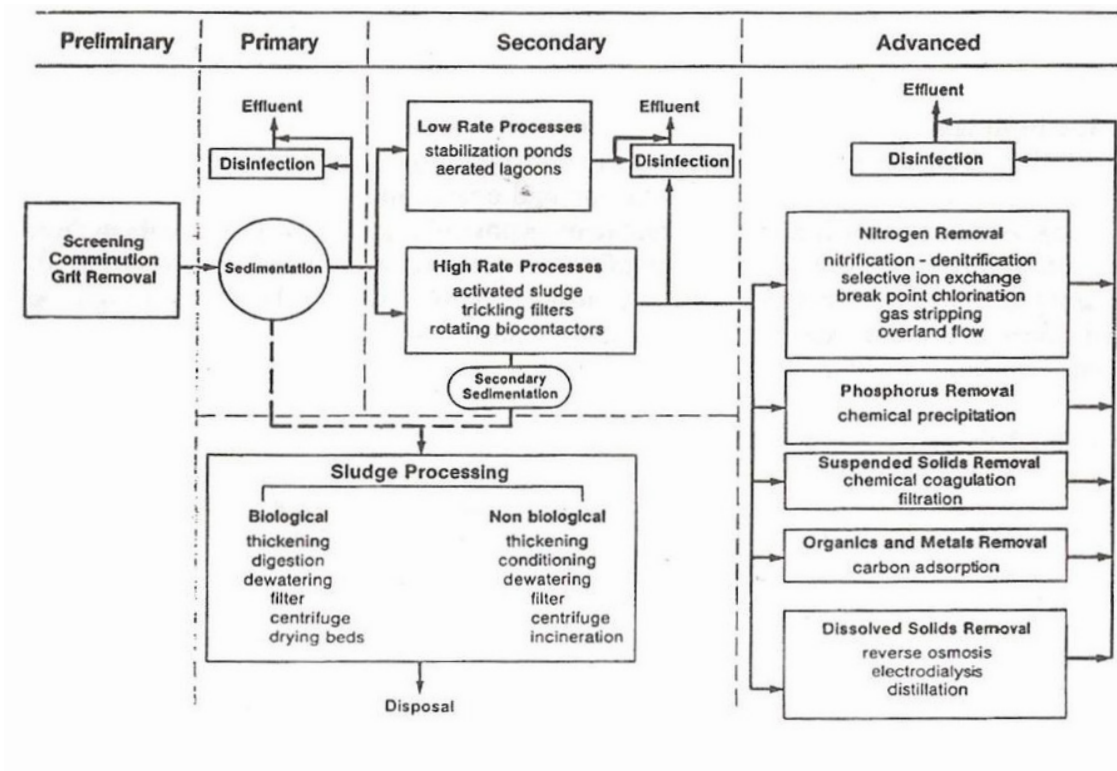
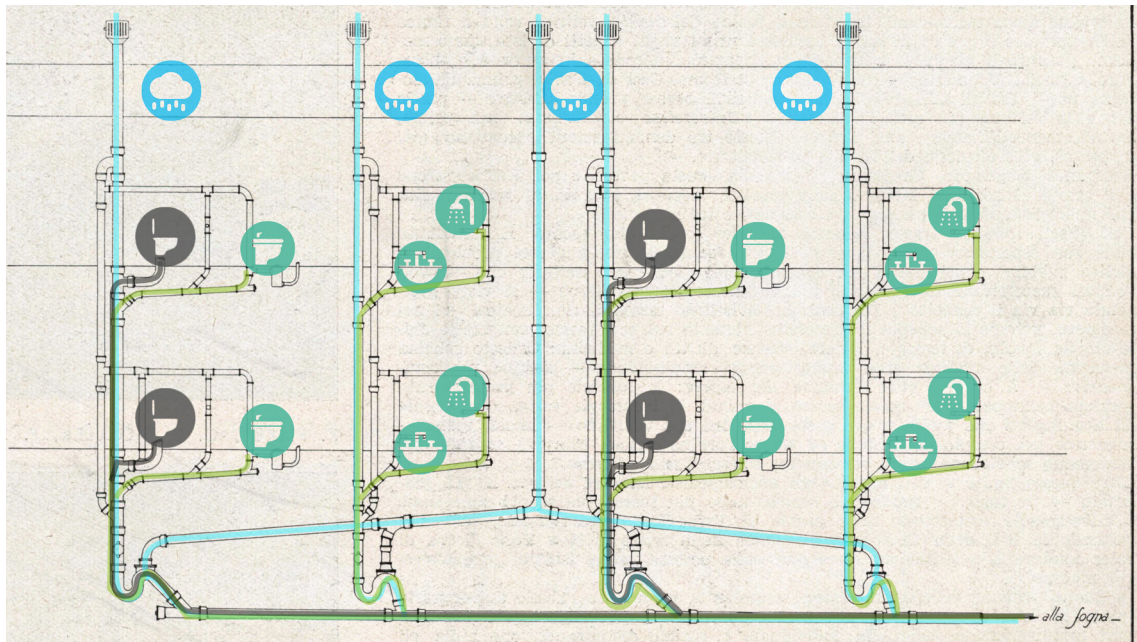


Figura 160: Processo di trattamento delle acque reflue

200 Xiong J.S., Li R., Yu G.R., Zgang Z.J., 2016, Prokaryotic community structure in bathroom air under two ways of flushing the toilet. China Modern Preventive Medicine, Shanghai.

Cento anni fa è stato scoperto che esistono alcuni microorganismi ad alto contenuto di lipidi che si mescolano facilmente all'aria e vengono diffusi attraverso vortici che si sviluppano sulla superficie dell'acqua; un certo tipo di vortici è quello che si ottiene nel water quando tiriamo lo sciacquone. Vi è una ricerca dal titolo "Prokaryotic community structure in bathroom air"²⁰⁰ che illustra la quantità di batteri presenti nell'aria dopo la defecazione e lo scarico e afferma che "quando scarichiamo il vortice che si forma nel water può diffondere batteri e germi fino a sei metri di altezza nell'aria, dove possono rimanere per ore."(vedi Capitolo 1.1.3) Per questo motivo si sta sensibilizzando la gente a fare in modo che abbassi la tavoletta prima di scaricare. I normali scarichi si servono dell'acqua per incanalare le feci nelle tubature di scarico e non rendono la zona completamente igienizzata, ma permettono ai batteri di diffondersi nell'aria. Inoltre, l'ambiente umido contribuisce alla proliferazione dei germi nocivi. Per questo ci occorre un totale cambio di mentalità: non possiamo più progettare il bagno in questo modo, perché questo può solo portare un aumento della quantità di quest'ultime e la proliferazione dei batteri. Al contrario, la raccolta degli scarti organici dovrebbe essere fatta a secco in loco, perché anche se lo sporco viene lavato via con acqua pulita e l'odore viene eliminato, la maggior parte degli scarichi dell'acqua del sanitario viene scaricata direttamente nell'impianto idrico e nel suolo dopo una semplice sedimentazione nella fossa settica; cosa che ha un grave impatto sull'ambiente locale.



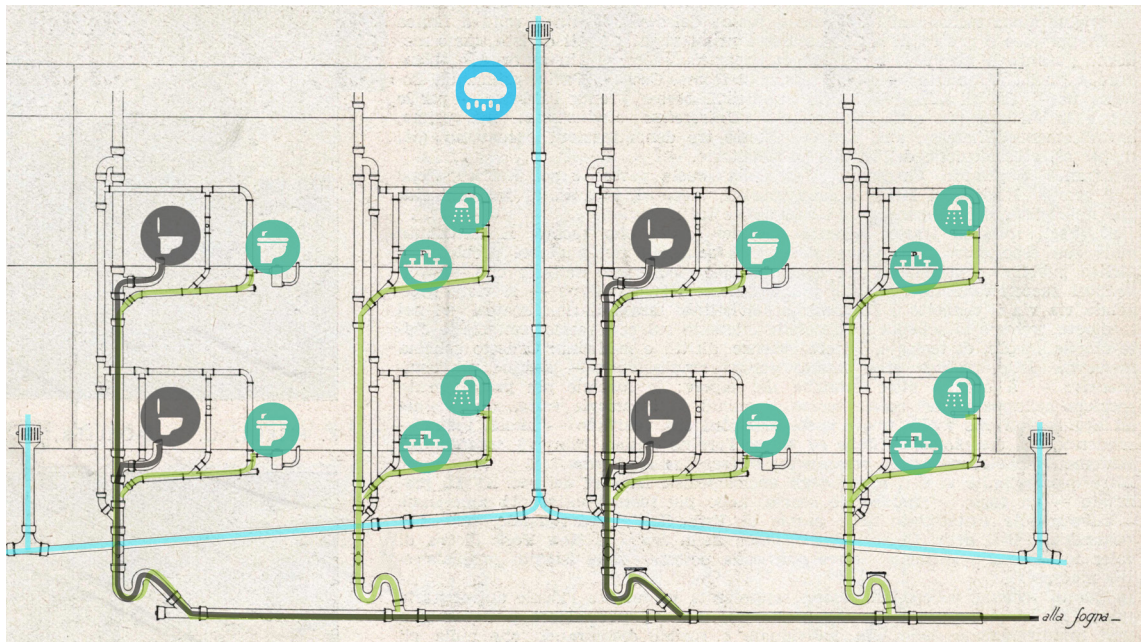
- le acque di WC (acque nere)
- le acque piovane (acque bianche)
- le acque domestiche (acque grigie)

Figura 161: Il mescolamento delle acque nere, le acque bianche, le acque grigie

201 Mahaut V., Andrieu H., 2019, Relative influence of urban-development strategies and water management on mixed (separated and combined) sewer overflows in the context of climate change and population growth: A case study in Nantes. Sustainable Cities and Society, vol.44.

7.1.2.2. Rischio di mescolamento

Una condizione preliminare per un ciclo di vita delle acque nere sostenibile è quella di prevenire che le acque dal servizio igienico si mescolano con acque domestiche e con l'acqua piovana.(Figura 162) Infatti, ciò potrebbe causare la diffusione nell'ambiente di rifiuti solidi inquinanti e altri rifiuti non biodegradabili e agenti patogeni. Tale mescolamento potrebbe influenzare, ampliare o rendere più complesso il sistema di trattamento delle acque reflue. Il sistema funziona in base a tre processi principali: la rimozione di rifiuti solidi inquinanti, la rimozione di rifiuti organici e di rifiuti residui come materiale organico non biodegradabile (microrganismi, fosforo, azoto ecc.), materiale inorganico solubile in acqua.²⁰¹ La rimozione dei rifiuti residui è il processo più costoso, complesso e dispendioso in termini di tempo. Il mescolamento delle acque nere con altre acque di scarico potrebbe rendere il processo ancora più macchinoso, lungo e costoso. Da qui nasce la necessità di progettare nuovi WC in cui l'acqua e gli escrementi umani sono separati per evitare il mescolamento delle acque nere e altre acque.



- le acque di WC (acque nere)
- le acque piovane (acque bianche)
- le acque domestiche (acque grigie)

Figura 162: Prevenire che le acque bianco si mescolano con le acque nere e le acque grigie

7.1.3 Raccolta e trattamento delle acque nere

Il modo più efficiente per rendere il ciclo di vita delle acque nere più sostenibile è quello di raccogliere e applicare metodi fisici e chimici per depurare le acque di scarico. (Figura 163) La raccolta delle acque di scarico dovrebbe essere effettuata con un meccanismo di separazione in cui i rifiuti solidi e i rifiuti liquidi vengono automaticamente separati, evitando quindi il mescolamento. Dopo la raccolta, l'acqua è sottoposta al processo di depurazione fisica o chimica in base alle esigenze. I metodi fisici di trattamento possono essere eseguiti tramite sedimentazione, aerazione e filtrazione.²⁰² Tramite questo meccanismo si filtrano tutti i contaminanti e i materiali insolubili dall'acqua per generare un'acqua relativamente più pulita da riutilizzare. D'altra parte, nei metodi chimici si fa uso di cloro e ozono come prodotti chimici ossidanti, in grado di ripristinare il pH naturale nell'acqua trattata (pH7), riducendo quindi l'acidità o l'alcalinità.²⁰³ Tale trattamento non converte le acque di scarico in acque potabili, ma può renderle abbastanza pulite per innaffiare un orto, o per pulire i pavimenti e per uso agricolo.

202 Hendricks D.W., 2018, Water treatment unit processes: physical and chemical. CRC press.

203 Saleh I.A., Zouari N., Al-Ghouti M.A., 2020, Removal of pesticides from water and wastewater: Chemical, physical and biological treatment approaches. Environmental Technology & Innovation.

7.1.4 Stoccaggio, trasporto e scarico delle acque nere sterilizzate o trattate

Il ciclo di vita delle acque nere da WC si completa quando l'acqua trattata può essere efficacemente stoccata, trasportata e scaricata nelle fonti che necessitano di acqua pulita, come negli impianti industriali, nei sistemi di pulizia, nell'agricoltura, ecc. Per questo motivo potrebbe essere necessario sviluppare un meccanismo che possa immagazzinare l'acqua pulita, che potrebbe essere successivamente essere smaltita in un sito vicino o trasportata ove necessario tramite un sistema di trasporto specifico o una catena logistica. Attualmente, l'acqua pulita potrebbe avere molteplici applicazioni, eccetto quella della potabilità. Non è previsto, a breve termine, lo sviluppo di una tecnologia o un processo sofisticato che possa supportare l'ultrafiltrazione delle acque di scarico per convertirle in acque potabili in modo redditizio, efficiente ed economico. L'esperimento di Bill Gates, che beve acqua potabile ricavata da feci e urine umane. (Figura 164)



Figura 164: Scritto da Redazione il 07/01/15. Pubblicato in Bill Gates.

7.2 Progettazione di servizi igienici che integrano il concetto di “ciclo di vita” delle acque nere

Gli obiettivi di depurazione sostenibile prefissati nel contesto del ‘ciclo di vita delle acque nere’ non possono essere raggiunti con le strutture, i servizi igienici e i sistemi di depurazione attuali. È necessaria l’implementazione di diverse fasi che non possono essere applicate con il sistema tradizionale, come la separazione di rifiuti liquidi e delle feci, il trattamento e lo scarico delle acque reflue, ecc.²⁰⁴ Tali fasi funzionali generano la necessità di apportare modifiche evidenti ai sistemi esistenti, sviluppando una serie unica di servizi per l’approvvigionamento idrico, per la costruzione di impianti di trattamento regionali che possano sostituire gli impianti di trattamento centralizzati e per l’installazione di sistemi di supporto in ambiente urbano. È quindi essenziale integrare un approccio olistico per ideare un design sostenibile. A tal fine è necessario prendere in esame il ciclo di vita delle acque nere e analizzare diverse strategie progettuali.

204 Wade B., Bathrooms C.E., Street W., 2020, Transforming the Toilet 6. Bathroom Battlegrounds: How Public Restrooms Shape the Gender Order.

7.2.1 Progettazione sostenibile dei servizi igienici

Il servizio di raccolta degli escrementi prevede una serie di attività che classificano, raccolgono, pretrattano, riciclano e riutilizzano gli escrementi, l'urina e l'acqua di scarico secondo determinate normative o standard, convertendo quindi gli escrementi in risorse disponibili. I servizi di raccolta degli escrementi sono offerti dai fornitori dei servizi igienici, dall'ente governativo e dal comitato residenziale. Quando le risorse dei fornitori, dei governi e dei residenti sono insufficienti, per espletare le mansioni viene adottata la gestione proprietaria. Nel processo di progettazione dei servizi, è necessario:

a. Separare le risorse

La classificazione può effettivamente aumentare il valore delle risorse degli escrementi e ridurre la difficoltà di gestione degli escrementi.

b. Adattarsi alle condizioni locali

Il livello di sviluppo, il clima, la posizione geografica, la cultura, la composizione economica, lo stile di vita e così via variano di luogo in luogo, e i servizi devono quindi essere forniti in base alle esigenze.

c. Ciclo chiuso

Il servizio di raccolta degli escrementi fa riferimento all'intero processo di stoccaggio, pretrattamento, riciclaggio e riutilizzo delle feci, urina e acqua di risciacquo già classificati. È necessario che gli escrementi formino un ciclo chiuso nella società e non entrino nell'ambiente provocando una reazione a catena.

d. Sussidi per la riduzione delle emissioni

È necessario sviluppare degli standard domestici o comunitari e supportare coloro che soddisfano gli standard di riciclaggio, al fine di aumentare l'entusiasmo degli utenti per il riciclaggio dei rifiuti.

e. Monitoraggio in tempo reale

Tramite la tecnologia IoT è possibile monitorare in tempo reale le attrezzature per la raccolta e la classificazione degli escrementi, ispezionare le condizioni della condotta domestica, lo stato dell'attrezzatura di pre-trattamento, la capacità del dispositivo di raccolta, le logistiche di trasporto, le condizioni funzionali del centro di lavorazione, ecc.

Per tenere sotto controllo la gestione delle acque reflue è necessario

un continuo perfezionamento e implementazione e ottimizzazione del sistema sanitario a livello globale. Quanto detto è necessario in particolare nei paesi/continenti noti per le scarse infrastrutture igienico-sanitarie. Agli impianti insufficienti è correlata una elevata presenza di batteri multi-resistenti.²⁰⁵ Inoltre, poiché l'eliminazione degli inquinanti come batteri e feci umane può essere eseguita solo tramite il trattamento selettivo e avanzato delle acque reflue, il trattamento e la depurazione ordinari potrebbero essere limitati.²⁰⁶ Inoltre, lo sviluppo di un sistema di trattamento efficiente ed efficace non è solo necessario per garantire che i batteri nocivi non raggiungano l'ambiente naturale, ma anche per ritardare o prevenire il cambiamento climatico e preservare la biodiversità.

Il WC del futuro dovrebbe evolvere in modo intelligente, con un maggiore risparmio idrico e con una migliore estetica e funzionalità, diventando sempre più diversificati ed efficiente. Allo stesso tempo, il ritmo di vita accelerato, l'invecchiamento, l'inquinamento idrico e l'urbanizzazione influiscono in una certa misura sul design dei servizi igienici, portando alla necessità di ottimizzazione. Per adattare il design a un sistema sostenibile, è necessario apportare modifiche sostanziali e testare, sperimentare e approvare i design e le tecnologie di depurazione. Di seguito sono riportati alcuni progetti di servizi igienici altamente efficienti e sostenibili dal punto di vista del ciclo di vita delle acque nere.

7.2.1.1 Servizi igienici a ridurre consumo di acqua

Uno dei modi per ridurre il consumo di acqua è riciclo delle acque reflue domestiche (capitoli 4.1): il caso di studio Water W+W è conservare l'acqua di lavamani per sciacquare la toilette; il caso di studio Water WashUP è utilizzare l'acqua di scarico della lavatrice per tirare lo sciacquone; il caso di studio sanitario integrato D&M è pianificazione più scientifica del sistema di approvvigionamento idrico e di scarico nel bagno integrale per migliorare l'utilizzo delle risorse idriche; la ricerca di toilette dell'Università di Nanchino ha raggiunto l'uso di acque reflue domestiche per la pulizia dei sanitari. Un altro modo per ridurre il consumo di acqua è la progettare con scarico separato tra solidi e liquidi (capitoli 4.2): i casi di studio Bipee WC,

205 Lamba M., Graham D.W., Ahammad S.Z., 2017, Hospital wastewater releases of carbapenem-resistance pathogens and genes in urban India. *Environmental science & technology*, vol.51(23).

206 Kilunga P.I., Kayembe J.M., Laffite A., Thevenon F., Devarajan N., Mulaji C.K., Mubedi J.I., Yav Z.G., Otamonga J.P., Mpiana P.T., Poté J., 2016, The impact of hospital and urban wastewaters on the bacteriological contamination of the water resources in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Journal of Environmental Science and Health*, vol.51(12).

208 Kodali R.K., Ramakrishna P.S., 2017, Modern sanitation technologies for smart cities. In 2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC).

EkoToi WC, Aquatron WC, Separett WC, Piet orinatoio, Blue Diversion sanitario, Ecosan sanitario, separando le feci e l'urina è possibile ridurre il consumo idrico complessivo e comporta una maggiore convenienza per il trattamento successivo delle acque reflue.

7.2.1.2 Servizi igienici a raccolta di risorse

I WC attuali utilizzano un sistema a serbatoio singolo che comporta un mescolamento di urina e feci, influenzando sull'efficienza del trattamento delle acque reflue. (Figura 165) L'urina contiene una quantità significativa di nutrienti come l'azoto e il fosforo, ma quando viene mescolata con le feci e i nutrienti, e nell'ambiente vengono scaricati inquinanti quali ECD, PPCP, microinquinanti ecc.²⁰⁸ (capitoli 4.3) Il caso studio sistema WC dell'Università Duke, i rifiuti solidi vengono trattati mediante conversione dell'energia da biomassa mediante trattamento elettrochimico e tecnologia di disinfezione. I liquidi vengono convertiti in acqua non potabile e possono essere riutilizzati per lo sciacquone o l'irrigazione dei servizi igienici; il caso studio toilette Crapper fungere da compostiera per giardino con agenti microbici; il caso studio Toilette Microbial Fuel Cell (MFC) possono convertire i rifiuti organici in elettricità e consentire alle apparecchiature di auto-riciclarsi; il caso studio Toilette Hoffmann

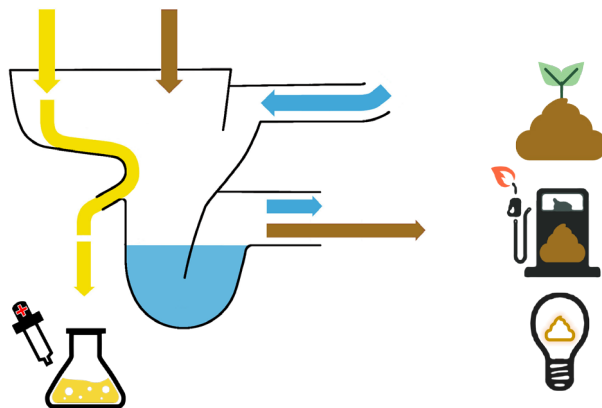


Figura 165: Sanitario con Nastro Trasportatore Bi-Inclinato – facilita la separazione e l'efficienza del riciclaggio

utilizza una solida digestione anaerobica e un esclusivo sistema di elettrolisi, che converte i rifiuti in acqua, idrogeno e fertilizzanti solidi; il caso studio toilette dell'Università del Loughborough, le parti solide e liquide degli escrementi umani, possono essere trattate insieme in un unico flusso attraverso il processo di carbonizzazione idrotermale (Continuous Thermal Hydrocarbonisation), decomporre i materiali organici attraverso la pressione e la temperatura; il caso studio della ricerca biodigestore di Caparo Gruppo sono progettati per convertire gli escrementi umani provenienti dai bagni pubblici in gas e fertilizzante organico; il caso studio della ricerca Sanitari a energia solare del Università del Colorado Boulder, ha previsto la conversione degli escrementi in carbone da utilizzare come fertilizzante.

7.2.1.3 Servizi igienici uso dell'energia solare

Come soluzione di depurazione sostenibile, usare l'energia solare per degradare gli escrementi (Figura 166-167), è praticabile soprattutto nelle regioni in cui l'accesso all'elettricità e ai servizi igienici di base è piuttosto difficile. (capitoli 4.3) Il caso studio Toilette Hoffmann utilizza

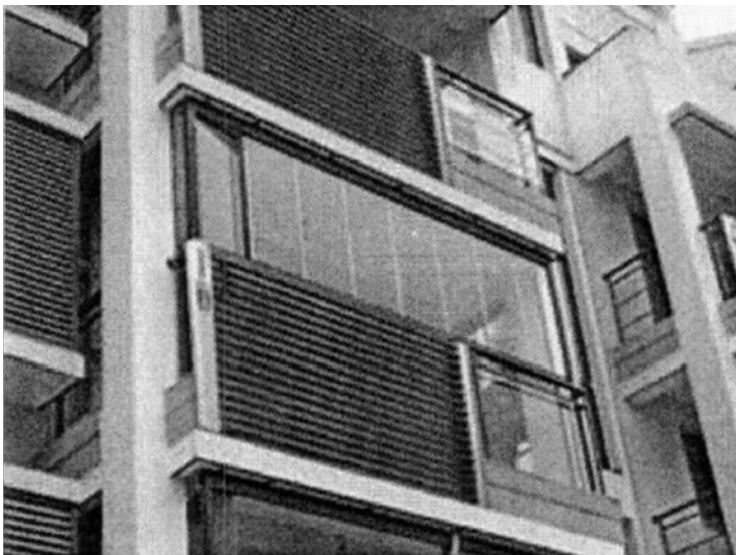


Figura 166: Combinazione di collettori solari e facciate di edifici



Figura 167: Servizio igienico autopulente ad energia solare

pannelli solari per generare elettricità che può essere utilizzata per guidare i dispositivi di reazione elettrochimica per trasformare l'acqua e gli escrementi umani in idrogeno, che possono essere raccolti per l'uso in celle a combustibile di idrogeno; il caso studio E-Toilette, la fossa settica solare può aumentare la fermentazione fecale, migliorando l'efficienza di degradazione del sistema e disattivando efficacemente i patogeni; il caso studio della ricerca di sanitari a energia solare del Università del Colorado Boulder che è dotato di specchi parabolici per concentrare i raggi solari ed utilizzarli per il riscaldamento, ha previsto la conversione degli escrementi in carbone da utilizzare come fertilizzante.

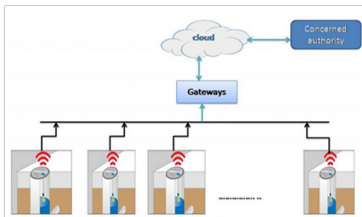


Figura 168: sanitari basati su IoT

7.2.1.4 Servizi igienici basati su IoT

Nel tentativo di offrire una soluzione di fascia alta per la soddisfazione delle esigenze igienico-sanitarie dell'era moderna, è disponibile un modello di WC basato su tecnologie IoT per la gestione di varie funzioni relative alla depurazione, alle acque di scarico e alla manutenzione del sistema (Figura 168). Dato che questi sanitari sono estremamente sofisticati e costosi, sono utilizzabili solamente in strutture quali stazioni ferroviarie, istituzioni formative e ospedali. È fondamentalmente vantaggioso nei luoghi affollati e dove è difficile che ci sia un supervisore costante che visiti fisicamente e pulisca costantemente ciascun sanitario. Queste tecnologie sono di solito dotate di un sensore di odore (generando un segnale ogni volta che aumenta l'intensità dell'odore); di un sistema di intasamento intelligente (notifica del punto di intasamento); di un sistema di allarme (identificazione e trasferimento della posizione del punto di emissione); e di dispositivi interconnessi (condividendo le informazioni con il modulo di comunicazione e i gateway cloud). In questo tipo di servizi igienici, i sensori rilevano il valore del livello dell'acqua, e in caso di problemi inviano la posizione al server o all'autorità collegata. Una tecnologia efficace di raccolta e trattamento sta alla base di un design innovativo e dell'implementazione di servizi igienici dal design particolare. Attualmente sono emerse numerose attrezzature fondamentali nel trattamento degli escrementi, impianti di trasformazione degli escrementi e varie tecnologie di risparmio

energetico, come il sanitario che diversifica le feci dall'urina, il sistema di raccolta dei rifiuti nelle zone residenziali con grattacieli, la tecnologia di collegamento e di rinnovamento tra nuove acque urbane e il vecchio sistema di drenaggio urbano. Tuttavia l'innovazione dei servizi igienici è ancora limitata ad alcuni aspetti tecnici: ad esempio, il volume delle attrezzature è troppo grande e i costi di aggiornamento sono troppo elevati.

Possiamo cercare di superare i limiti tecnici attraverso la pianificazione e la progettazione complessiva. Ad esempio, l'uso non deve essere limitato alle impostazioni di un singolo utente, ma può essere progettato come parte di un smaltimento centralizzato o combinato degli escrementi. È necessario pianificare sistematicamente il sistema di servizi igienici di un intero edificio o di una comunità.

7.2.2 Il WC del futuro

208 Reymond P., Renggli S., Lüthi C., 2016, Towards sustainable sanitation in an urbanising world. Sustainable urbanization.

209 Wen F., He T., Liu H., Chen H.Y., Zhang T., Lee C., 2020, Advances in chemical sensing technology for enabling the next-generation self-sustainable integrated wearable system in the IoT era. Nano Energy.

Il WC del futuro dovrebbe incorporare una migliore gestione dell'acqua e offre maggiori benefici in termini di sostenibilità, pertanto è all'avanguardia rispetto ai servizi igienici di prima (a secco) e seconda (con scarico) generazione. Questi servizi igienici di terza generazione integrano efficientemente il principio del ciclo di vita dell'acqua garantendo un sistema robusto, efficace ed accessibile. Gran parte della popolazione non ha accesso alle strutture igienico-sanitarie di base oppure la manutenzione è troppo costosa, e necessita di impianti di trattamento delle acque reflue per evitare di deteriorare ulteriormente l'ambiente.²⁰⁸ Gli utenti e gli esperti hanno mostrato una certa preoccupazione al riguardo, ricavando una soluzione efficiente nella "depurazione ecologica".

Questo modello di depurazione ecologica che parte dai servizi igienici fornisce una soluzione sicura proteggendo gli utenti da malattie trasmesse tramite l'acqua inquinata. Il sistema di depurazione è inoltre anche efficiente dal punto di vista ambientale poiché non causa alcuna contaminazione, producendo invece risorse di valore che possono essere riconsegnate all'ambiente naturale.²⁰⁹ Questi servizi igienici potenziali di terza generazione possono essere utilizzati efficacemente in un'ampia varietà di regioni urbane come comunità ad alto reddito e ad alta densità (come in Europa), comunità a medio/basso reddito e alta densità (come in Asia) e comunità a basso reddito e bassa densità (come in Africa). In conclusione, possiamo dire che nella situazione di crisi sanitaria globale, il sistema di terza generazione offre un approccio olistico alla gestione degli escrementi umani funzionale all'interno di un modello economico chiuso che integra la natura, gli alimenti, gli escrementi, i fertilizzanti e di nuovo la natura.

Il sistema di "depurazione ecologica" funziona in maniera sistemica: inizia con la raccolta degli escrementi umani e termina con il riutilizzo di questi per scopi agricoli. Le misure fondamentali sono allineate con la conservazione dell'acqua e con la prevenzione dell'inquinamento delle acque. Paesi come l'India, la Cina, il Sudafrica, il Vietnam, la

Germania ecc. sono tra i primi beneficiari di questo tipo di sistema di depurazione, dove il principio di base può essere così spiegato:²¹⁰

- a. Rimuovere con efficienza gli escrementi ricchi di patogeni dall'ambiente naturale per vivere una vita sicura dal punto di vista sanitario igienico prevenendo la diffusione di malattie;
- b. Lavorare in modo ecologico senza contaminare i corpi idrici superficiali o le falde acquifere sotterranee, e utilizzare meno acqua nel processo di trattamento;
- c. Generare risorse di valore che possono essere effettivamente rese all'ambiente naturale;

Nel corso del tempo, applicando appropriatamente le misure di gestione degli escrementi, le feci che generalmente vengono trattate come rifiuti possono essere invece trasformate in risorse preziose. Le risorse utilizzabili sono il risultato di un processo di depurazione costituito da quattro fasi: deviazione, stoccaggio, depurazione e riciclaggio.²¹¹

Il processo di deviazione²¹² inizia con la raccolta e la separazione delle urine e delle feci che vengono raccolte separatamente in un sanitario progettato appositamente a tal scopo. Si tratta di un processo relativamente facile. L'urina e le feci escrete vanno deviate in direzioni differenti. Grazie alla specifica conformazione del WC, l'urina finisce nel contenitore anteriore mentre le feci in quello posteriore. (Figura 169)

La fase successiva, inizia con la raccolta separata dell'urina e delle feci umane in un contenitore sicuro, e conservate fino al processo di riciclaggio. Dopodiché gli escrementi vengono sottoposti al processo di depurazione, ossia il processo in cui feci e urina vengono trattati primariamente in sito per ridurre al minimo il livello di organismi patogeni, fino ad un livello innocuo. Le feci disidratate in cenere o calce hanno un pH alto e vengono conservate per un periodo di 6-8 mesi.²¹³ In un trattamento su piccola scala, questo processo è costituito dal trattamento primario (Rimozione dei rifiuti solidi inquinanti dalle acque), mentre in progetti su vasta scala è necessario che gli escrementi vengano sottoposti al trattamento secondario (Rimozione dei rifiuti organici dalle acque) per garantire la sicurezza

210 Hu M., Fan B., Wang H., Qu B., Zhu S., 2016, Constructing the ecological sanitation: a review on technology and methods. *Journal of Cleaner Production*, vol.125.

211 Simha P., Ganesapillai M., 2017, Ecological sanitation and nutrient recovery from human urine: How far have we come? A review. *Sustainable Environment Research*, vol.27(3).

212 Urine Diverting Dry Toilet (UDDT), 2014, Source: TILLEY et al.

213 Hu M., Fan B., Wang H., Qu B., Zhu S., 2016, Constructing the ecological sanitation: a review on technology and methods. *Journal of Cleaner Production*, vol.125.

e l'idoneità dei rifiuti utilizzabili successivamente come fertilizzanti. A differenza delle feci, l'urina può essere conservata in un contenitore chiuso per un breve periodo di tempo, senza che venga sottoposto al trattamento in loco. La fase finale del sistema di depurazione è il riciclaggio, ossia l'urina e le feci trattate e ricche di nutrienti, vengono restituite al terreno dove possono essere assorbite dalle piante.

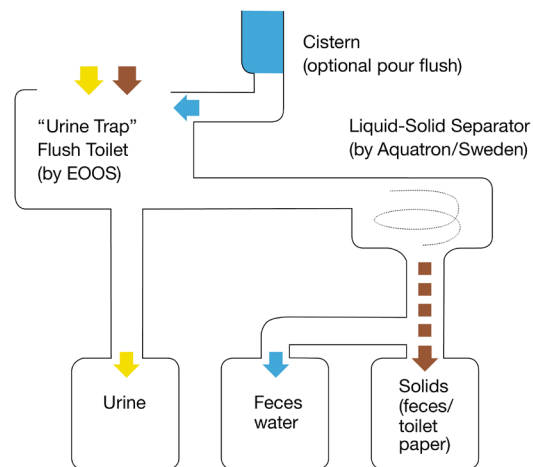


Figura 169 – Sanitario per la deviazione dell'urina (Urine Diverting Dry Toilet: UDDT) – Blue Diversion Toilet



Figura 170: Cubo di Rubik, Xiaomi telefono

7.3 Design modulare per prodotti Igienico-sanitari

Per quanto riguarda la terza generazione sanitari è necessario risolvere i problemi di trasporto, installazione, manutenzione, riciclaggio e attraverso un design modulare. Il metodo del design modulare può scomporre un sistema complesso in semplici sottosistemi che possono esistere indipendenti o essere uniti in sistemi più complessi.²¹⁴

La modularizzazione si riferisce al metodo di trasformazione di un sistema complesso in moduli più semplici per mezzo della scomposizione, con moduli indipendenti. Come metodo pratico di progettazione, la modularizzazione è stata ampiamente utilizzata nel design di prodotti industriali. La modalità di suddivisione e il numero di moduli devono essere impostati in base alle esigenze degli utenti. Per esempio, l'azienda Xiaomi presenta un telefono che si basa sul concetto del "Cubo di Rubik" (Figura 170). Il design modulare si riflette principalmente nel fatto che l'intero telefono è composto da più piccoli moduli della stessa forma e diverse funzioni. Ciascun modulo ha un proprio alimentatore e CPU, e i moduli possono essere assemblati in un telefono personalizzato in base alle preferenze ed esigenze degli utenti.

214 Aoki M., 2004, Modulation, Far East Publishing House, Shanghai.

7.3.1. Caratteristiche del design modulare

- a. Facilità di smontaggio e montare. La facilità di smontaggio e assemblaggio è una caratteristica importante del design modulare. La comodità di produzione, trasporto, manutenzione e riciclaggio è dovuta principalmente alla facilità di smontaggio, mentre la comodità di realizzazione, installazione e manutenzione dipende principalmente dalla facilità di assemblaggio;
- b. Integrità. Il design modulare deve partire dall'intero, considerando la funzione e la struttura di un modulo del sottosistema e l'integrità del modulo nel design;
- c. Standardizzazione. La standardizzazione sta alla base del design modulare. Parti standard hanno proprietà universali. Ogni modulo universale può quindi essere combinato, sostituito e scomposto arbitrariamente in base alle esigenze;
- d. Estensibilità. L'estensibilità è indicata dal numero e dalla funzione di ciascun modulo del sottosistema che può essere espanso in base alle esigenze, conveniente quindi in caso di manutenzione, gestione e aggiornamento;
- e. Sistemico. I moduli sono parte del sistema. Nel sistema i moduli possono essere sostituiti, rimossi, aggiornati, aggiunti ecc. Tuttavia, in qualsiasi caso esiste una relazione logica relativa tra i moduli ed il sistema;

7.3.2 Metodo di divisione dei moduli basato sul fattore 6R

L'integrazione dei fattori 6R (Reduce, Reuse, Recycle, Recover, Redesign, Remanufacture)²¹⁵ e dei fattori modulari si riflettono nella funzione, nei materiali e nella manutenzione. L'integrazione dei fattori di produzione e i 6R si riflettono in:

a. Struttura e funzione. Indipendentemente dalla modalità di suddivisione dei moduli, il design deve soddisfare le esigenze della struttura e della funzione. Nei fattori trainanti si dovrebbe prestare attenzione alla funzione e alla struttura, alle parti intercambiabili, alla connessione delle parti relative al coefficiente di stabilità della struttura. Durante il processo di connessione si deve prestare una maggiore attenzione all'interfaccia, combinazione e strumenti.

b. Materiali. La scelta dei materiali è una parte molto importante del design industriale, pertanto tra i fattori di produzione devono essere considerati anche i materiali. La scelta dei materiali si incentra sulla protezione dell'ambiente, selezionando le risorse di riciclaggio e riducendo il tasso di rifiuto.

c. Manutenzione. La manutenzione è un indicatore importante nei fattori di produzione, indicando il recupero e la manutenzione dei moduli e la prevenzione di guasti. Durante il processo di design dei moduli si devono prendere in considerazione la sostituzione rapida di moduli e parti guaste da riutilizzare dopo la manutenzione, le operazioni di manutenzione, sostituzione e richiesta.

d. Parti e ciclo di vita. Nel processo di progettazione di un sanitario innovativo, le parti con la stessa funzione devono essere assemblate nello stesso modulo al fine di aumentare il ciclo di vita e riciclare le parti.

Pertanto, nel design innovativo dei bagni, la parte di smaltimento dei rifiuti può essere utilizzata come modulo principale per assemblare sanitari di diversi tipi e diverse funzioni, il modulo di carico degli escrementi e i moduli personalizzati. Solitamente, nel design, la struttura del modulo di carico è adottata sul corpo principale, e queste interfacce sono connesse le une alle altre per induzione o contatto con le interfacce tra i sottomoduli. (Figura 171)

Esistono un gran numero di tipi di sottomoduli, come il modulo di carico

215 Huang Y. Z., 2017, Circular Economy, Tianxia Magazine Co., Ltd., China.

degli escrementi, il modulo funzionale di espansione, il modulo funzionale ausiliario, il modulo funzionale di identificazione, il modulo del sistema energetico, il modulo di interfaccia uomo-macchina, il modulo di trattamento delle acque, ecc. Ciascun sottomodulo può essere combinato in base a diversi requisiti funzionali, ma le funzioni di ciascun sottomodulo non devono interferire tra loro.

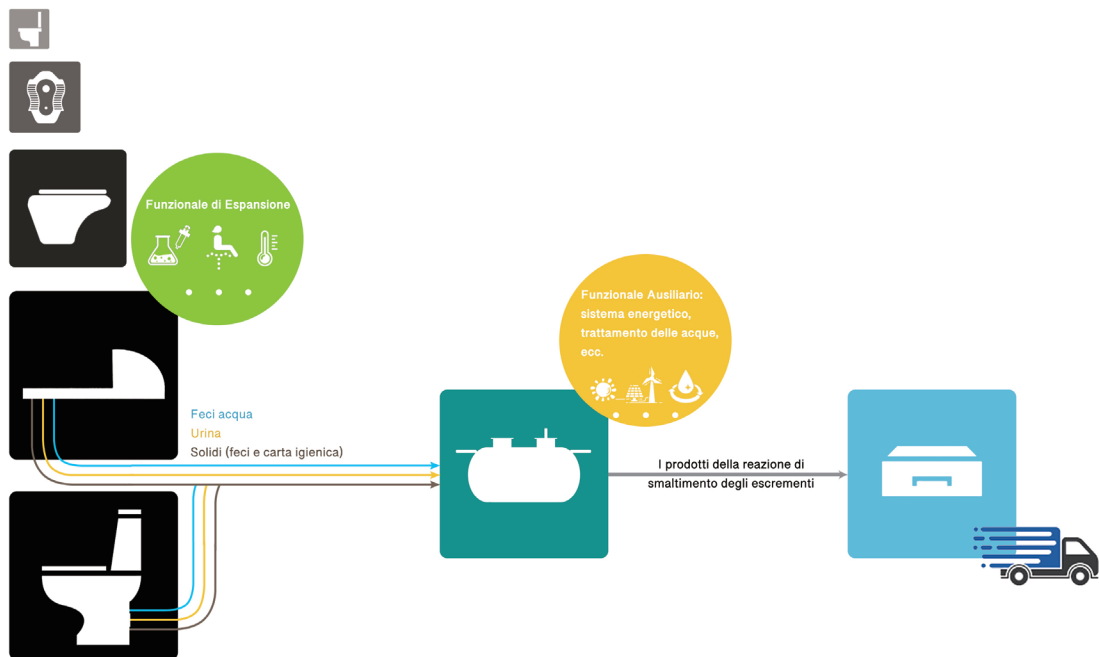
7.3.2.1 Strutture di carico modulari per i sistemi di raccolta degli escrementi.

Il modulo di carico degli escrementi è un modulo per la gestione dei rifiuti o degli escrementi, ed è una parte del prodotto che necessita di una manutenzione e di una sostituzione regolare. Il modulo di carico degli escrementi deve fornire un'interfaccia di giunzione standard per gli altri moduli, e va collegato a più moduli identici o differenti. Quando viene utilizzato da solo, la struttura del modulo è sigillata, riflessa principalmente nel design della fessura per schede o scatola.

7.3.2.2 Moduli personalizzati

I moduli personalizzati fanno riferimento ai moduli che vanno aggiunti con requisiti speciali per soddisfare le esigenze particolari degli utenti. Progettare una combinazione di funzioni, preferenze e modalità operative specifiche per gli utenti anziani, persone con difetti visivi, donne incinte, bambini, credenti religiosi è uno dei fattori da tenere in considerazione nel design.

Ad esempio, gli utilizzatori della sedia a rotelle hanno esigenze particolari per quanto riguarda la progettazione del percorso, della dimensione strutturale, la disposizione funzionale. L'ambliopia e gli utenti deboli di udito necessitano di una guida funzionale per utilizzare il prodotto senza barriere. La funzione corporea degli anziani è debole, la flessione e l'estensione delle articolazioni sono difficili, sedersi è difficile, il senso di equilibrio è scarso, la forza di pressione e la forza di presa sono ridotte, e la memoria è relativamente diminuita. Pertanto il progetto dovrebbe prendere in considerazione la posizione dell'interfaccia per un'operazione semplificata e di natura umana.



- WC di diversi tipi e diverse funzioni
- Modulo di carico degli escrementi
- Modulo di smaltimento degli escrementi
- Modulo personalizzato
- Modulo del sistema energetico

Figura 171: Design modulare della terza generazione sanitari

7.4 Approvvigionamento idrico e sistemi di scarico basata sulla teoria del “ciclo di vita” delle acque nere

Con i servizi sanitari intelligenti, è necessario implementare un sistema efficiente di approvvigionamento idrico e di scarico dell'acqua per garantire un ciclo di vita dell'acqua sostenibile. Come già detto, si possono evidenziare misure o metodi specifici per lo sviluppo o l'installazione di sistemi fognari e di scarico. L'approccio primario per la gestione delle acque nere prevede l'innovazione del sistema di approvvigionamento idrico, di scarico e fognario esistente con metodi di separazione delle acque nere dei sanitari dalle altre acque di scarico, tramite il modello brevettato Nereda, il modello di decantazione rapida dei fanghi, la torrefazione dei fanghi e i modelli di recupero dei minerali. Oltre a ciò è possibile impiegare il sistema di depurazione anaerobica che offre una migliore efficienza di trattamento degli escrementi.

7.4.1 Innovazione del Sistema Tradizionale

216 Biswas R.R., Biswas T.R., 2017, Testing the performance of pressure sewer systems to reduce wastewater overflow. *Research Journal of Engineering and Technology*, vol.8(4).

217 Jastrzębska M., Kostrzewska M.K., 2019, Using an environment-friendly fertiliser from sewage sludge ash with the addition of *Bacillus megaterium*. *Minerals*, vol.9(7).

218 Poudel J., Ohm T.I., Lee S.H., Oh S.C., 2015. A study on torrefaction of sewage sludge to enhance solid fuel qualities. *Waste management*, vol.40.

Il sistema di scarico e fognario funge da “sistema di smaltimento dei rifiuti” negli ambienti urbani, quindi i sistemi di smaltimento e quelli di scarico spesso si complementano.²¹⁶ Questa pratica viene applicata da tempo, e il processo di separazione delle acque reflue e di scarico è estremamente lento. Per questo motivo occasionalmente si vedono traboccare le acque di scarico dalla rete fognaria. L’efficienza del trattamento delle acque di scarico all’interno del sistema fognario viene influenzata dalla quantità variabile di precipitazioni e intasamenti. La situazione porta alla necessità di innovare il sistema di scarico tradizionale applicando diverse tecniche e metodi distinti mirati ad innovare l’efficienza del sistema di scarico.

a. Separare le acque nere dalle acque del sistema fognario

Il cambiamento delle condizioni meteorologiche o climatiche aumenta la frequenza di precipitazioni estreme costringendo le persone ad innovare il sistema fognario.²¹⁷ L’approccio migliore sarebbe quello di separare gli impianti di depurazione da quelli fognari. Nonostante i costi elevati per la separazione, la durata dei tubi di scarico può compensare tali costi annuali. La separazione dei tubi di scarico di acque ordinarie dai tubi di scarico delle acque reflue non solo aumenterà l’efficienza del trattamento delle acque nere, ma migliorerà anche la capacità di ricevere un calore costante dai sistemi fognari mantenendo le case ad una temperatura costantemente elevata;

b. Torrefazione dei Fanghi

L’efficienza del processo nell’impianto di trattamento delle acque reflue può essere migliorata con la torrefazione dei residui di fango. Come nel normale trattamento delle acque reflue, la quantità d’acqua dei fanghi influisce sul trattamento degli stessi nell’inceneritore. Nel processo di torrefazione si impiega il trattamento termico in condizioni anaerobiche grazie al quale i residui dei fanghi vengono convertiti in combustibile simile al carbone.²¹⁸ Il processo consente un trattamento efficiente dei residui di fango offrendo come risultato un combustibile utilizzabile facilmente per la produzione di energia elettrica;

c. Modello Nereda di Sedimentazione Rapida dei Fanghi

Il trattamento delle acque reflue può essere migliorato con il metodo NEREDA di trattamento dei fanghi. Oltre all'utilizzo di normali fanghi attivi, questo metodo specifico fa uso di fanghi granulari aerobici.²¹⁹ Grazie a ciò i fanghi sedimentano molto più velocemente, e la sedimentazione può essere ottenuta all'interno di una frazione dei bacini. Questo processo è altamente efficiente per quanto riguardano i costi e la sostenibilità energetica, poiché richiede poca energia per generare elevate prestazioni di trattamento. L'unico limite di questo processo è che viene effettuato sulle acque in blocco, e richiede ancora un trattamento continuo per generare prestazioni o risultati efficienti;

d. Recupero dei Minerali

L'incenerimento dei fanghi di depurazione genera una notevole quantità di ceneri che contengono una grande quantità di minerali come diversi metalli e fosfati. Questi minerali possono essere recuperati in modo efficiente in un processo a ciclo chiuso. Ciò amplia la necessità di innovare il processo di manutenzione del sistema fognario, perfezionando il sistema di ispezione e di controllo. L'uso di additivi nel processo di trattamento delle acque reflue genera un materiale resistente dei tubi, e la gestione delle acque reflue alla fonte può portare allo sviluppo di un sistema di trattamento più efficiente a valle.²²⁰ Tali migliorie potrebbero fungere da 'elementi aggiuntivi' del sistema fognario, senza influenzarne la struttura generale e il sistema di gestione;

219 Dijk v.E.J., Pronk M., Loosdrechtv.M.C., 2020, A settling model for full-scale aerobic granular sludge. *Water Research*, vol.186.

220 Cieřlik B., Konieczka P., 2017, A review of phosphorus recovery methods at various steps of wastewater treatment and sewage sludge management. The concept of "no solid waste generation" and analytical methods. *Journal of Cleaner Production*, vol.142.

7.4.2 Sistema di Depurazione Anaerobica

221 Colón J., Forbis-Stokes A.A., Deshusses M.A., 2015, Anaerobic digestion of undiluted simulant human excreta for sanitation and energy recovery in less-developed countries. Energy for Sustainable Development, vol.29.

La depurazione delle acque reflue richiede un rinnovamento generale. Per implementare il sistema di depurazione anaerobica è necessario sostituire i sanitari, i tubi e i meccanismi finali di trattamento dei fanghi. L'applicazione del trattamento anaerobico senza ossigeno dei fanghi consente di trasformare la maggior parte dei materiali organici contenuti nelle acque reflue in biogas. Il biogas generato potrà essere convertito in CO₂ in un processo in cui viene prodotta l'energia. Poiché nel processo viene utilizzata una minore quantità di acqua, non sono necessari i sanitari con scarico. Inoltre, le acque reflue vengono trasportate nei tubi di scarico in condizioni di vuoto. Il sistema richiede la separazione di tre flussi distinti, quali:²²¹

- a. Trattamento anaerobico degli escrementi;
- b. Utilizzo dell'acqua calda e pulita per pulire;
- c. Scarico senza trattamento o pulizia delle precipitazioni;

Tuttavia, questo sistema ha i suoi limiti. Dal momento che il sistema fognario esistente non può essere trasformato in un sistema di depurazione anaerobica, il modello potrà essere applicato solo in nuove aree urbane. Inoltre, questo tipo di sistema viene utilizzato su una scala di piccole dimensioni, e finora non è stato applicato su larga scala. Pertanto, le prestazioni economiche e ambientali sono incerte.

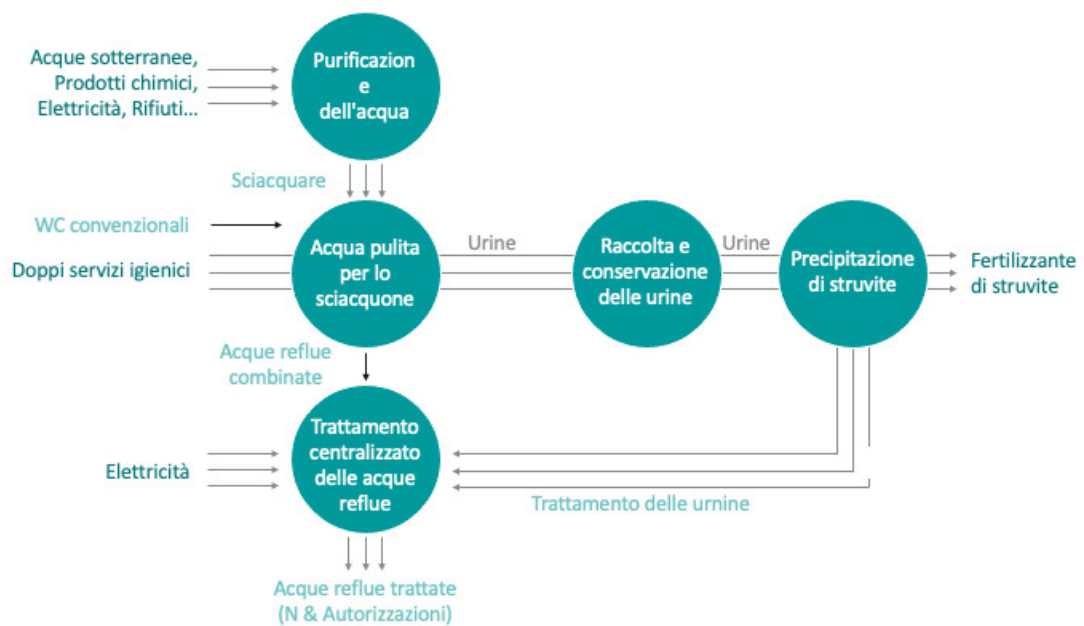


Figura 172: Sistema centralizzato di trattamento delle acque reflue vs sistema basato sul ciclo di vita delle acque nere dal servizio igienico

7.4.3 Design di impianti di trattamento regionali

222 Local Burden of Disease
WaSH Collaborators, 2020,
Mapping geographical
inequalities in access to drinking
water and sanitation facilities in
low-income and middle-income
countries, 2000–17. *The Lancet*.
Global health, vol.8(9).

223 Jenkins M. W., Cumming
O., Scott B., Cairncross S., 2014,
Beyond ‘improved’ towards
‘safe and sustainable’ urban
sanitation: assessing the design,
management and functionality of
sanitation in poor communities
of Dar es Salaam, Tanzania.
*Journal of Water, Sanitation
and Hygiene for Development*,
vol.4(1).

Le caratteristiche regionali di ogni luogo si differenziano in modo significativo, in particolare per quanto riguarda gli aspetti sociali, economici, geografici e demografici. Tali differenze influenzano anche i bisogni e le aspettative e la relativa domanda e offerta di prodotti sanitari, nonché l’accesso a specifici tipi di sistemi o infrastrutture²²²; nei paesi più sviluppati, ricchi di risorse, si hanno aspettative dei servizi igienici più alte rispetto a quelle dei paesi in via di sviluppo o del terzo mondo. Simile è il caso degli impianti di trattamento delle acque nere, che pur essendo soggetti a disparità regionali vengono comunemente impiegati come impianti centralizzati in Cina (Figura 165). A causa di questo grande divario è necessaria la fornitura di servizi relativi che tengano conto delle caratteristiche geografiche.

Tuttavia, per quanto riguarda le principali comunità, ad oggi le esigenze e le aspettative della popolazione stanno diventando sempre più incroniche, per cui si mira all’accesso a strutture igieniche sostenibili relativamente generalizzate. Inoltre, nell’ambito dell’igiene sostenibile, si sta verificando un cambiamento nel coinvolgimento attivo delle organizzazioni governative e non, le quali esercitano una certa pressione sulla velocità di sviluppo di sistemi di servizi igienici sostenibili e di nuovi impianti di trattamento delle acque nere da mettere a disposizione del pubblico.²²³ Ciò ha innescato l’emergente necessità di progettare strutture locali efficienti che sostituiscano in modo radicale gli impianti di trattamento delle acque nere centralizzati esistenti.

Poiché gli obiettivi dei sistemi di depurazione differiscono enormemente tra l’ambiente urbano, rurale e industriale, nelle sezioni successive vedremo quali componenti dovrebbero essere presenti negli impianti e nei meccanismi di trattamento delle acque reflue in queste aree con caratteristiche differenti.

7.5 Design di impianti di trattamento regionali basato sulla teoria di “ciclo di vita” delle acque nere

7.5.1 Trattamento delle acque nere nell’ambiente urbano

Nell’ambiente urbano (Figura 173), vi sono strutture complesse e la densità della popolazione è alta. Un impianto di trattamento delle acque nere dovrebbe quindi essere compatibile con le esigenze e le aspettative della popolazione urbana. Per questo è necessario un approccio vive, dove il ciclo di trattamento delle acque nere si occupa di vari aspetti.

- a. Ottimizzazione della raccolta degli escrementi umani;
- b. Recupero del calore dall’acqua delle docce;
- c. Raccolta locale e centralizzata delle acque nere;
- d. Sviluppo e impiego di sistemi di trattamento e di depurazione autosufficienti;
- e. Valutazione del potenziale termico e del ciclo dell’energia, delle materie prime e dell’ambiente di vita.²²⁴

7.5.2 Trattamento delle acque nere in aree industriali

La seconda fonte più critica delle acque nere è l’area industriale (Figura 174), dove sono presenti tanti utenti e tanti servizi igienici. Per gestire al meglio la situazione, è necessario sviluppare una stretta collaborazione o partnership con le industrie, come l’industria chimica green, per ricavare eventualmente cellulosa, bioplastiche e prodotti chimici dagli impianti di trattamento delle acque di scarico dai servizi igienici, ecc.²²⁴ Nell’area industriale dovrebbe essere istituito un impianto di trattamento di grandi dimensioni che possa rifornire regolarmente l’acqua trattata di bassa qualità alle industrie per diversi processi industriali. In questo modo è possibile formare un ciclo chiuso delle acque nere dai servizi igienico generando benefici per tutti.



Figura 173: Trattamento delle acque reflue in ambiente urbano

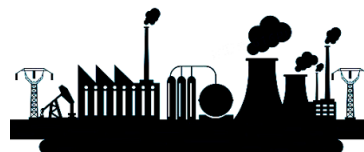


Figura 174: Trattamento delle acque reflue nelle aree industriali

224 UNW, 2020. Wastewater management roadmap towards 2030. Pubblicato online: <https://www.uvw.nl/wp-content/files/Roadmap%20Wastewater%20management.pdf>



Figura 175: Trattamento delle acque reflue in aree periferie con impianti che fanno uso di risorse terrestri

7.5.3 Trattamento delle acque nere in aree periferie

L'area periferie è caratterizzata da impianti che fanno uso di risorse minerarie e altre risorse della terra (Figura 175). Un modello efficiente di trattamento delle acque reflue comprende non solo un trattamento efficiente dei rifiuti umani, ma anche la possibilità di utilizzare l'acqua trattata e trasformare le feci in aree periferie. Gli impianti stessi che fanno uso delle risorse terrestri contribuiranno a partecipare, sviluppare o eseguire processi legati al recupero dei fosfati e alla produzione di fertilizzanti, aumentando la resa di fosfati mediante l'aggiunta di scarti di frutta e verdura nei residui di fanghi e demineralizzando l'acqua, evitando che le acque di scarico vengano mescolate con l'acqua piovana.²²⁴ Inoltre, è fondamentale la presenza di un sistema di supporto per fare in modo che le acque reflue vadano al sistema di trattamento, mentre l'acqua trattata e i fertilizzanti vengano utilizzati dalle industrie o da altri impianti.

7.5.4 Trattamento delle acque nere in aree rurali



Figura 176: Trattamento delle acque reflue nelle aree rurali

Le aree rurali (Figura 176) necessiterebbero di un impianto di trattamento di grandi dimensioni oltre che di diversi impianti più piccoli. I sistemi più piccoli potrebbero restituire l'acqua all'ambiente naturale in modo efficiente con un costo di trasporto o di esercizio minimo. Il recupero e il riutilizzo dei nutrienti potrebbero essere effettuati efficacemente dalle aziende agricole locali, mentre l'acqua trattata e i fertilizzanti potrebbero essere impiegati nelle produzioni agricole. Quindi, nelle aree rurali, l'attenzione va spostata su sistemi più piccoli di trattamento delle acque reflue oltre che su un impianto centralizzato.

7.6 Conclusione

Nel progetto di un nuovo servizio igienico, si deve tener conto del concetto di sviluppo sostenibile da un punto di vista ambientale, sociale ed economico, oltre che del ciclo di vita dell'acqua. Il prodotto non viene più concepito quindi come un elemento a sé stante, ma viene proposto in un quadro complessivo che comprende la famiglia, l'architettura e la comunità. Invece di puntare a promuovere prodotti standard, il design deve fornire soluzioni ad esigenze locali particolari, e non deve comprendere limiti nell'applicazione della tecnologia di smaltimento dei rifiuti. Tuttavia, lo sviluppo di tale sistema di servizi igienici richiede un occhio critico che tenga conto dell'ambiente macro-sociale e della possibilità di utilizzare il prodotto in diversi contesti sociali quali personale, familiare, aziendale e comunitario. Il progressivo sviluppo e l'implementazione di tale sistema sosterrà la riduzione delle emissioni e una vita sostenibile. Con un'ampia diffusione del sistema di terza generazione efficiente dal punto di vista ambientale e produttivo in termini di risorse organiche, è possibile rendere più efficace il processo di gestione dei rifiuti al contempo arricchendo l'ambiente naturale con preziose risorse organiche.

CAPITOLO 8 PROGETTAZIONE DI SERVIZI DI SISTEMI IGIENICI E INNOVAZIONE SOCIALE

“La progettazione è alla base di tutte le attività umane: una qualsiasi azione strutturata rivolta a un traguardo desiderabile rappresenta un processo progettuale. Il fare umano è in sé un progettare.”

—Victor Papanek, 1971, Design per il Mondo Reale.²²⁵

Il successo o il fallimento di un nuovo prodotto è collesato direttamente alla gestione e al servizio di supporto. I servizi di supporto includono la comunicazione o informazione pubblicitaria e le istruzioni per l'uso nella fase iniziale, così come il supporto tecnico, la manutenzione e il servizio a fine vita. Un sistema sanitario sostenibile è incompleto senza il sistema complementare dei servizi sociali. In particolare per quanto riguarda i sanitari di terza generazione, progettati in base al ciclo di vita dell'acqua, è necessario apportare miglioramenti nel dominio della sanità pubblica, poiché questi sanitari sono progettati per ridurre il pericolo di mischiare le acque reflue con l'acqua piovana e le acque ordinarie di scarico, motivo principale per cui si diffondono malattie legate agli escrementi, come colera, diarrea, febbre tifoide ecc. La progettazione di un sistema perfetto dal punto di vista sanitario può portare ad una maggiore sostenibilità e ad una maggiore accettazione da parte della società. Questo tipo di sistema può essere utilizzato nelle smart city che sostengono la riduzione degli sprechi e l'ottimizzazione del trattamento delle acque reflue e delle strutture igienico-sanitarie. Nel contesto delle smart city è opportuno approfondire l'applicazione dei sistemi futuri in diverse scale, quali famiglia, edifici e comunità.²²⁶ Per le comunità o luoghi con una frequente mobilità del personale, la divulgazione e la formazione dovrebbero essere a lungo termine, procedurali e standardizzate. Al contempo sarà necessario istituire un sistema completo di gestione della salute urbana e rurale, nonché un sistema di gestione e la rete di servizi del nuovo sistema sanitario, garantendo il giusto comfort e la sostenibilità. Oltre a ciò è necessario esplorare quali siano gli aspetti su cui focalizzarsi, quali il funzionamento automatico, la manutenzione dei prodotti, la costruzione di una piattaforma di trattamento degli escrementi che soddisfi le esigenze locali ecc.

L'efficacia si avrà quando la società darà il contributo necessario, valutando la situazione attuale dei servizi igienici e guidando il cambiamento estetico (e soprattutto tipologico e tecnologico) da adottare nel futuro. Inoltre, è necessario elaborare e illustrare la nuova cultura riguardo i servizi igienici del futuro e riconoscere e promuovere l'innovazione sociale a sostegno di uno stile di vita sostenibile.

225 Papanek V., 2012, *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. CITIC Press, Beijing.

226 Abbas O., Abou R.Y., Sadek M., Shahrour I., 2017, A large-scale experimentation of the smart sewage system. *Water and Environment Journal*, vol.31(4).

8.1 Fattori determinanti nel funzionamento sostenibile dei sanitari di terza generazione e loro benefici

Progettare un sanitario di terza generazione non porta solo ad un miglioramento del servizio dal punto di vista igienico-sanitario o ad un trattamento efficiente delle acque reflue, ma è anche logicamente legato alla salute nel suo complesso, alla sicurezza e al benessere degli utenti, che se perfettamente implementati nella società potrebbero migliorare sostanzialmente il sistema sanitario a livello regionale. Vediamo quindi quali sono i fattori essenziali per il funzionamento sostenibile dei sanitari di terza generazione e quali benefici ne può ricavare la società.

227 Andersson K., Dickin S., Rosemarin A., 2016, Towards “sustainable” sanitation: Challenges and opportunities in urban areas. *Sustainability*, vol.8(12).

228 Reymond P., Renggli S., Lüthi C., 2016, Towards sustainable sanitation in an urbanising world. *Sustainable urbanization*.

8.1.1 Fattori determinanti nel funzionamento sostenibile dei sanitari di terza generazione

La sola progettazione, lo sviluppo e l’implementazione dei sanitari di terza generazione non saranno sufficienti a soddisfare i bisogni delle popolazioni che lottano per accedere a sistemi igienici efficienti, ed ecosostenibili. Il problema non si risolverà scavando semplicemente un buco nel terreno, coprendolo con un ombrello sovradimensionato e definirlo ‘sanitario’.²²⁷ La costruzione di servizi igienici è strettamente associata ai programmi governativi relativi all’acqua, alla depurazione e all’igiene (WASH). Per ottenere dei risultati sostenibili è necessario seguire dei specifici principi guida, quali:²²⁸

- a. La determinazione del progetto adatto facendo riferimento alle caratteristiche uniche del luogo;
- b. Evitare che l’infiltrazione fluisca di 50m in orizzontale e di 10m in verticale, entrando eventualmente in contatto con le falde acquifere sotterranee;
- c. Ubicare i sanitari pubblici prendendo in esame le caratteristiche del suolo, le abitudini di defecazione e la storia e la praticità della costruzione dei servizi igienici;

d. Promuovere l’utilizzo nei nuovi sanitari di materiali diversi, di nuove esperienze, di un meccanismo di gestione degli escrementi più efficiente e della capacità di trasformare i rifiuti in ‘risorse’; Per un funzionamento sostenibile dei servizi igienici di nuova generazione è necessario che vengano presi in considerazione gli obiettivi a lungo termine, e quindi che soddisfino non solo le tempistiche di completamento, le risorse utilizzate o gli standard igienici, ma anche l’interesse pubblico, la longevità, la manutenzione necessaria e l’impatto ambientale. Per un servizio igienico sostenibile è inoltre essenziale che vengano apportate delle misure adeguate al benessere delle donne e dei bambini. Infatti, molti bambini e donne si ammalano facilmente in ambienti dove non vi sono delle misure igieniche idonee.

La scarsità di igiene non solo genera nelle donne un problema di bassa autostima, ma aumenta anche i problemi medici legati alle infezioni delle vie urinarie, all’insufficienza renale ecc. La situazione è più

critica durante le mestruazioni, dove l'accesso, l'uso e lo smaltimento inappropriato degli assorbenti nelle discariche o negli inceneritori portano a gravi problemi di inquinamento.²²⁹ La gestione organizzativa dei servizi igienici dovrebbe quindi adottare misure aggiuntive per venire incontro alle donne.

Inoltre, i servizi igienici di nuova generazione dovrebbero essere facili da costruire e da mantenere, e quindi essere accessibili alle persone comuni. Questi dovrebbero essere incentivi da prendere in considerazione nella costruzione di servizi igienici economici che trasformano le feci e l'urina in risorse organiche preziose, generando un certo valore economico. Gli "eco-sanitari" non solo producono materiale organico utile come fertilizzanti e acqua trattata da usare per diversi scopi, ma anche biogas che potrebbero essere utilizzati per alimentare la cucina, l'illuminazione e l'elettricità.²³⁰ Tali benefici economici aggiuntivi rendono la costruzione e il funzionamento dei sanitari di nuova generazione più sostenibili e fattibili.

Oltre a ciò, sono in corso diverse iniziative volte a migliorare la produttività, l'efficienza e le prestazioni dei servizi igienici di nuova generazione, come la ricerca sul materiale fecale in decomposizione batterica in condizioni climatiche e di temperatura estreme (caldo e freddo) e modelli che non necessitano di scavi manuali e di tempi lunghi per la rimozione dei fanghi. I sanitari sostenibili andrebbero costruiti e utilizzati prendendo atto delle esigenze della comunità in base ai principi della raccolta, stoccaggio, trasporto, trasformazione e riutilizzo delle risorse. Alcuni dei metodi più comuni sono:²³¹

- a. Sistema a fossa singola;
- b. Sistema a fossa senza acqua e senza fanghi;
- c. Sistema con scarico senza la produzione dei fanghi;
- d. Sistema senza acqua con deviazione dell'urina;
- e. Sistema a biogas;
- f. Sistema di trattamento e filtraggio delle acque;

Qualsiasi sia il modello scelto per ciascuna regione, l'efficacia dei risultati dipende da alcuni fattori specifici, tra i quali:²³²

- a. Incentivi per la costruzione e l'uso dei sanitari, sia come supporto economico di base sia come benefici ricavati dai fertilizzanti e i biogas, sia come protezione dalle malattie e la scarsa igiene;

229 Schmitt M.L., Clatworthy D., Ogello T., Sommer M., 2018, Making the case for a female-friendly toilet. *Water*, vol.10(9).

230 Bongartz P., Vernon N., Fox J., 2016, Sustainable sanitation for all: experiences, challenges and innovations. *Practical Action*.

231 Jenkins M.W., Cumming O., Scott B., Cairncross S., 2014, Beyond 'improved' towards 'safe and sustainable' urban sanitation: assessing the design, management and functionality of sanitation in poor communities of Dar es Salaam, Tanzania. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, vol.4(1).

232 Andersson K., Dickin S., Rosemarin A., 2016, Towards 'sustainable' sanitation: Challenges and opportunities in urban areas. *Sustainability*, vol.8(12).

- b. Conoscenza dei bisogni e delle aspettative della comunità misurate tramite una matrice sociale, economica e geografica;
 - c. Stima del numero approssimativo di servizi igienici effettivamente necessari nella regione, determinato in base alla popolazione;
 - d. Calcolo efficiente delle dimensioni della fossa settica, del pozzo o del biodigestore non solo per i servizi igienici di uso personale ma anche per le scuole, gli ospedali e altre strutture di grandi dimensioni;
 - e. Condurre una mappatura geografica e demografica per comprendere le modalità di gestione dei rifiuti e dei servizi igienico sanitari più adatti a soddisfare le esigenze presenti, future ed emergenti;
 - f. Stima della portata della diffusione delle malattie e della prevenzione attraverso il monitoraggio della densità di utilizzo dei servizi igienici, in quanto i luoghi più affollati portano ad un maggiore rischio di trasmissione delle malattie;
 - g. Profilazione efficiente degli utenti, come bambini, donne, anziani e persone con disabilità fisiche per costruire infrastrutture e strutture a sostegno dell'uso rispettoso ed efficiente dei servizi igienici;
 - h. Monitorare i problemi specifici dell'area, come il trasferimento di metano per l'illuminazione di vicoli bui e il trasferimento dei profitti ricavati dalle feci trasformate in fertilizzanti a coloro che mantengono e gestiscono in modo efficiente i servizi igienici;
 - i. Informare la popolazione circa l'igiene mestruale e garantire la disponibilità di strutture e risorse, come assorbenti igienici e coppette mestruali in silicone e discariche o inceneritori nelle vicinanze dei servizi igienici per uno smaltimento efficiente;
 - j. Investire fondi per la costruzione di sanitari e chiedere l'aiuto ad aziende e agenzie di assistenza sociale in base alle disposizioni della RSI;
 - k. Monitoraggio attivo della qualità della costruzione, della frequenza di utilizzo e della manutenzione per verificare l'efficienza dell'intero sistema igienico-sanitario della regione e la tendenza delle persone all'utilizzo o al rispetto degli obiettivi di igiene sostenibile;
- Tali fattori potrebbero aiutare a misurare, monitorare e controllare in modo efficace l'impiego e l'uso dei sistemi igienico-sanitari di terza generazione.

8.1.2 Benefici del funzionamento sostenibile dei sanitari di terza generazione

Lo sviluppo di un sistema igienico sociale perfetto richiede l'installazione e l'assistenza di sanitari di terza generazione sostenibili e l'educazione degli utenti. Pur essendo il modello basato sul "ciclo di vita delle acque nere nel sanitario" sostenibile, efficiente ed ecologico, è necessario che il sistema venga accettato dalla società; tale accettazione porterà quindi all'adozione, all'uso e al corretto funzionamento di tali sistemi. Partendo dal funzionamento sostenibile dei sanitari di nuova generazione è possibile determinare il design adeguato ai diversi ambienti e alle caratteristiche uniche regionali.

I sistemi di terza generazione possono aiutare a prevenire la contaminazione delle acque idriche sotterranee e superficiali e consentono alle persone di utilizzare le proprie abilità, materiali ed esperienze per trasformare i rifiuti umani in risorse organiche preziose come fertilizzanti, acqua trattata, biogas, ecc. Lo sviluppo di un sistema basato sullo studio delle caratteristiche del suolo, delle abitudini di defecazione, della storia e della praticità della costruzione di servizi igienici per generare dei sistemi più longevi, un funzionamento più duraturo e maggiori benefici per la popolazione.

Il funzionamento efficiente dei sanitari di terza generazione non solo proteggerà le persone da malattie e dal rischio dell'inquinamento ambientale, ma può anche offrire benefici economici a partire dai fertilizzanti, dall'acqua trattata, dai biogas ecc. I fertilizzanti e i biogas prodotti dai sanitari domestici possono essere utilizzati dove sono più necessari, ad esempio nei luoghi dove non vi è accesso all'elettricità. Inoltre, le persone con un basso reddito possono sfruttare l'opportunità commercializzando fertilizzanti, bio-gas e acqua trattata. I fertilizzanti e l'acqua trattata possono essere utilizzati per l'agricoltura e l'orticoltura riducendo quindi la dipendenza da preziose fonti d'acqua e ricavando una produzione colturale maggiore.²³³ Oltre a ciò, i maggiori benefici sono visibili nell'ambito igienico-sanitario, come la protezione dalle malattie trasmesse tramite acque contaminate o da luoghi in cui viene praticata la defecazione all'aperto.

233 Chakkaravarthy D.N., Balakrishnan T., 2019, Water Scarcity-Challenging the future. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, vol.12(3).

8.2 Costruzione sociale del sistema sanitario

Il sistema igienico sociale può migliorare nettamente tramite il supporto dei servizi sanitari innovativi. Progettisti, aziende ed esperti hanno generato diverse soluzioni, argomenti e modelli alla ricerca del miglior sistema in grado di generare una depurazione migliore e un trattamento delle acque reflue efficiente. Rivedendo i progetti dei sanitari più innovativi, l'attesa è grande, ma molti di questi progetti sono appena nella fase embrionale e richiedono un impegno serio per soddisfare le esigenze, la domanda e le aspettative delle popolazioni. Oltre a ciò, molti progetti sono piuttosto complessi da un punto di vista tecnico e sono sviluppati per soddisfare le esigenze di alcuni utenti specifici, come i sanitari motorizzati azionati con comandi vocali per gli anziani o per i disabili, i sanitari con sensori per determinare la salute di persone a rischio e i sanitari basati sull'IoT per le persone che desiderano più tecnologia.

Tuttavia, per un diffusione di massa, è necessario sviluppare progetti che non siano limitati ai processi di depurazione regionali, ma che possano fornire risorse preziose, che nella gestione delle acque reflue siano più economici oltre che efficienti.²³⁴ Arrivare a ideare un sistema di servizi igienici sostenibile nella società contemporanea è piuttosto complesso, in particolare per quanto riguarda le popolazioni altamente svantaggiate le quali adottano comportamenti di casualità e ignoranza nei confronti dell'igiene. Poiché l'accesso sostenibile ai servizi igienico-sanitari è inestricabilmente connesso con l'investimento del sistema municipale e sanitario del governo e della comunità, diventa necessario coinvolgere le persone attraverso l'accessibilità economica, il comfort e le condizioni di conformità, per poi procedere con la selezione e la costruzione di servizi igienici sostenibili.

234 Shi Y., Zhou L., Xu Y., Zhou H., Shi L., 2018, Life cycle cost and environmental assessment for resource-oriented toilet systems. *Journal of cleaner production*, vol.196.

8.2.1 Requisiti delle smart city e relativi quadri sanitari

235 Kumar H., Singh M.K., Gupta M.P., Madaan J., 2020, Moving towards smart cities: solutions that lead to the smart city transformation framework. Technological forecasting and social change, vol.153.

Le strutture igienico-sanitarie sostenibili applicate nell'ambito dei progetti delle smart city si basano principalmente su cinque principi fondamentali:

- a. La sostenibilità economica;
- b. L'accettabilità sociale;
- c. L'abilità tecnica;
- d. L'adeguatezza istituzionale;
- e. L'efficienza nella protezione delle risorse naturali e ambientali;²³⁵



Figura 177: Soluzione di gestione dei rifiuti in una tipica Smart City

Generalmente, le smart city hanno un proprio specifico parametro di riferimento per la gestione della depurazione, dei rifiuti e delle acque reflue. L'obiettivo è quello di fornire a tutte le famiglie l'accesso ai servizi igienici separati dalle cliniche, dagli ospedali, dai centri di prevenzione delle malattie, dai centri per la prevenzione delle epidemie, ect.. Una rete fognaria connessa, con la raccolta e il trattamento efficiente delle acque reflue, un riciclaggio efficiente delle acque reflue all'interno della rete. Tali prescrizioni sono applicate con l'obiettivo principale di sviluppare l'infrastruttura cittadina a zero sprechi e di utilizzare in modo ottimale le risorse nell'ambito dell'economia circolare. (Figura 177)

Il sistema di gestione intelligente dell'acqua (Figura 178) viene utilizzato per controllare in modo efficiente la gestione dei rifiuti e

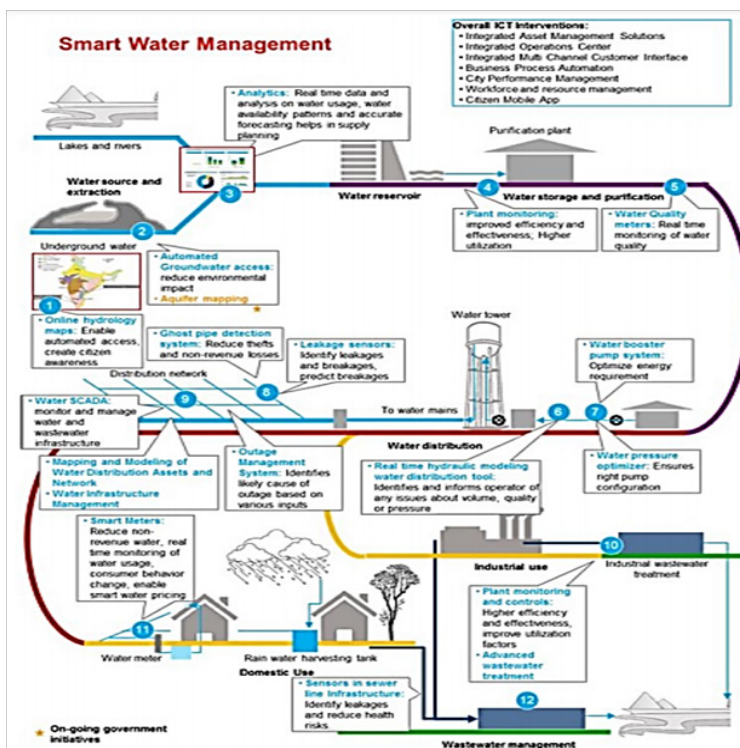


Figura 178: Sistema di gestione delle acque reflue nelle Smart City

236 Yadav S., 2016, Smart Water and Wastewater Management with Smart city challenges. pubblicato online: https://www.researchgate.net/publication/305063478_Smart_Water_and_Wastewater_Management_with_Smart_city_challenges

delle acque reflue profondamente connessa con l'obiettivo di zero sprechi e dell'ottimizzazione dell'utilizzo nell'ottica dell'economia circolare. Il sistema intelligente di gestione delle acque reflue delle smart city comprende tecnologie sofisticate e distinte, essenziali per gestire, monitorare ed eseguire processi distinti, e comprende:²³⁶

- a. Interventi complessivi di tipo TIC;
- b. Analisi intelligente;
- c. Accesso automatizzato alle falde acquifere;
- d. Mappa idrologica online;
- e. Sistema di rilevamento dei tubi nel sottosuolo;
- f. Indicatori del livello d'acqua e sistema di allarme;
- g. Sistema di monitoraggio dell'impianto;
- h. Sistema di pompaggio dell'acqua;
- i. Ottimizzatore di pressione dell'acqua;
- j. Sensori nelle infrastrutture delle linee fognarie;
- k. Mappatura e modellazione degli elementi e della rete di distribuzione idrica;
- l. Sistema di gestione delle interruzioni;
- m. Contatori idraulici di monitoraggio in tempo reale;

Tali sistemi tecnologici avanzati supportano uno sviluppo più radicale, efficiente e ricco di risorse, avendo un ruolo efficiente nell'estendere il ciclo di vita sostenibile dell'acqua dei servizi igienico-sanitari.

8.2.2 Sistema di raccolta intelligente

— Il caso del sistema di raccolta dei rifiuti degli ospedali

Le acque nere sono considerate una delle fonti più critiche di diffusione di resistenze antimicrobiche (AMR) nell'ambiente. Gli ospedali o altre istituzioni del sistema sanitario scaricano quantità elevate di marcatori AMR e di microinquinanti.²³⁷ L'elevato uso di prodotti farmaceutici e tensioattivi influisce sulla composizione degli inquinanti e dei microbi negli scarichi fognari. I rifiuti prodotti dagli ospedali contengono di solito batteri resistenti agli antibiotici e alle sostanze chimiche, e richiedono quindi un trattamento più efficace. Una variazione significativa nella concentrazione, determinata da picchi, appare in particolare nella stagione estiva a causa delle temperature più calde e dell'aria più secca, fattori che influenzano il tasso di crescita dei microrganismi.

Per esempio, ogni giorno in ospedale si produce una gran quantità di rifiuti ordinari e rifiuti speciali, che contengono medicine o sostanze che sono venute in contatto con batteri patogeni. Pertanto è necessario un sistema efficiente e sicuro di raccolta. Il primo sistema di raccolta intelligente per ospedali è stato realizzato in Finlandia nel 1986, al Kuopio University Hospital ed è tutt'ora in funzione. I componenti principali del sistema di raccolta ospedalieri includono: punti di conferimento, sportelli per il conferimento, tubature, valvole aspiratrici, valvole di scarico, dispositivi per la conversione dei rifiuti, un sistema di controllo e di gestione e un impianto energetico. di alimentazione e riciclaggio questo sistema intelligente di raccolta e trattamento è controllato da un altro sistema di controllo intelligente e funziona su una specifica a predisposta. Lo scarico, sia all'aperto che al chiuso, avviene in un'area apposita. Dopo che i rifiuti e la lavanderia sporca vengono inseriti negli appositi sportelli per conferire. I rifiuti vengono divisi in riciclabili e non riciclabili e inviati alla propria tubatura di raccolta. Attraverso questo sistema intelligente con uno sbocco finale, l'aspiratore può essere messo in funzione e generare pressione negativa nelle tubature. Per favorire la movimentazione tutti i rifiuti e la lavanderia vengono risucchiati e convogliati nell'apposita tubazione a una velocità di 70-120 km/h. Attraverso l'uso della tecnologia

237 Buelow E., Rico A., Gaschet M., Lourenço J., Kennedy S.P., Wiest L., Ploy M.C., Dagot C., 2020, Hospital discharges in urban sanitation systems: Long-term monitoring of wastewater resistome and microbiota in relationship to their eco-exposome. *Water research X*, vol.7.

della pressione negativa i rifiuti vengono risucchiati nella stazione di raccolta centrale e poi spediti al dispositivo di compressione e trasportati dall'ospedale al centro unificato di trattamento. Dopo che i rifiuti sono stati tutti trasportati, l'aria che soffia nelle tubature viene decontaminata e rilasciata al di fuori della tubatura. Durante il processo di raccolta non c'è contatto con l'esterno, né si ricorre a trasporto umano per evitare inquinamento secondario. Inoltre, un sensore monitora l'intero processo e se vi è qualche anomalia viene immediatamente riparata. Sebbene la pressione negativa venga anche usata come motore per raccogliere i rifiuti negli edifici e nei complessi residenziali, negli ospedali il sistema di raccolta dei rifiuti ha anche l'obiettivo di separare quelli riciclabili da quelli non riciclabili. Inoltre in questi sistemi tutto viene monitorato e vi è scambio di informazioni attraverso una rete, il che rende questo sistema più potente e intelligente. Come contro indicazione, c'è che i costi di manutenzione sono maggiori.

8.2.3 Modelli di costruzione dei nuovi sistemi igienici

La ricerca sul trattamento dell'inquinamento idrico e sulla progettazione dei servizi igienici innovativi è un problema comune in tutto il mondo. I progetti futuri dovrebbero tenere conto dell'impatto ambientale causato dall'uso dei prodotti e dovrebbero essere realizzati promuovendo le innovazioni tecnologiche più avanzate. Dal punto di vista della manutenzione ambientale urbana, possiamo partire dal controllo dello scarico dell'"acqua dei sanitari", una delle principali fonti di inquinamento dell'acqua, e cercare di raggiungere l'obiettivo di ridurre innanzitutto la quantità dell'acqua utilizzata. Dal punto di vista dello sviluppo economico, è possibile iniziare con la divulgazione e l'applicazione della tecnologia di trattamento degli escrementi raggiungendo l'obiettivo per quanto riguarda il consumo di risorse idriche dei servizi igienici, focalizzandosi sullo studio degli standard selezionati della tecnologia, in linea con i fabbisogni locali; sviluppando una guida alla progettazione di sistemi per il riutilizzo dell'acqua dei servizi igienici in base alle condizioni di contesto. L'obiettivo del progetto di innovazione dei servizi igienici moderni non è solo l'aumento della semplice quantità, la promozione di una tecnologia innovativa e la nuova progettazione nelle strutture domestiche, ma anche la necessità di combinare una domanda umanizzata, la tecnologia ecologica, l'estetica e il modello di business per proporre soluzioni di sistema sostenibili.

Passando in rassegna i sistemi e i modelli sostenibili notiamo che è necessario fare in modo che l'intero scenario sostenibile possa adattarsi al sistema sociale sanitario diversificato. In alcuni studi nazionali ed internazionali si stanno sperimentando specifici sanitari per verificare l'efficienza dell'accesso e dell'uso delle risorse idriche, del processo di depurazione, della efficacia delle tecniche di trattamento delle acque, ecc. Facendo riferimento a tali risultati sono stati individuati alcuni specifici modelli di servizi igienici che potrebbero effettivamente costituire, integrare o sostenere in futuro il sistema sanitario sociale. I diversi obiettivi di sostenibilità richiedono soluzioni diverse, e lo stesso vale per il sistema dei servizi igienico-sanitari sociali, dove unità distinte sono sottoposte a obiettivi igienico-sanitari specifici

238 Wang X., Dam, V.K.H., Triantafyllidis C., Koppelaar R.H., Shah N., 2019, Energy-water nexus design and operation towards the sustainable development goals. *Computers & Chemical Engineering*, vol.124.

239 López A.E.A., Cajiao M.C.R., Mejia M.P., Durán L.F.P., Díaz E.E.E., 2019, Participatory design and technologies for sustainable development: An approach from action research. *Systemic Practice and Action Research*, vol.32(2).

240 Gundlach J., Bryla M., Larsen T.A., Kristoferitsch L., Gru, H., Holzner M., 2020, Novel NoMix toilet concept for efficient separation of urine and feces and its design optimization using computational fluid mechanics. *Journal of Building Engineering*, vol.7(2).

241 Korčulanin L., Ferreira A.M., Muršič R., 2018, Active Design Method for Sustainable Urban Water Management. Organizing Committee Honour & Scientific Committees, Keynote Speakers Selected Papers.

che possono essere risolti facendo riferimento e adottando alcuni dei progetti o modelli di sistemi igienico-sanitari di terza generazione illustrati.

Metodologie per la progettazione di servizi igienici sostenibili	
Metodi	Descrizione
Sistema di compostaggio termofilo	Si tratta di un progetto di alto livello, in cui i servizi sostenibili sono progettati con l'ausilio del computer. Il sistema è esposto al sole ed è coperto sui lati per favorirne il corretto compostaggio e la privacy. ²³⁸
Sistemi a digestione anaerobica	Il sistema più sostenibile in assoluto prevede la conservazione dei rifiuti in assenza di ossigeno (ambiente anaerobico) ²³⁹ . La superficie superiore del sistema contiene con un pozzetto in grado di catturare il biogas e azionare la valvola, posta poco al di sopra del livello del suolo. Anche nelle migliori condizioni non c'è garanzia totale di assenza di patogeni. La sostenibilità è quindi insufficiente per garantire la diffusione del sistema.
Sistema con Carta Urea	Un'idea innovativa, che necessita però di componenti pre-compostaggio fabbricati come carte urea capaci di eliminare sostanze e patogeni dannosi. ²⁴⁰ Questo sistema può essere dotato di rulli e può essere usato per gestire i rifiuti prodotti da una famiglia che utilizza i normali servizi igienici. Esso è inoltre dotato di un contenitore con molle nel quale vengono utilizzati i fogli di carta urea. ²⁴¹

Sistema a digestione con sacca di urea	Questo sistema può essere descritto come una sorta di sacca posizionata sul foro di scarico. Con questa sacca il pozzetto viene riempito di rifiuti che possono continuare il processo di decomposizione in un altro luogo. In questo specifico modello, i rifiuti possono essere rimossi dal pozzetto e trasportati presso strutture dove può avvenire la fase anaerobica del trattamento.
Metodo progettuale FCE Lead	In questo sistema sono presenti più pozzetti sigillabili separatamente per avviare il compostaggio, vengono utilizzati materiali ricchi di carbonio e viene effettuare la separazione di una determinata quantità di urina allo scopo di regolare il processo. ²⁴² Questo progetto innovativo prevede la presenza di batteri per regolare il rapporto carbonio/azoto nella fase di stoccaggio. ²⁴³

242 Zakaria F., Ćurko J., Muratbegovic A., Garcia H.A., Hooijmans C.M., Brdjanovic D., 2018, Evaluation of a smart toilet in an emergency camp. International journal of disaster risk reduction, vol.27.

243 Ahmed S.K., Ahmed S.S., 2017, Socio-cultural acceptability of urine diverted composting toilets: A review of literature for possible adoption in peri-urban areas as a sustainable sanitation solution. In AIP Conference Proceedings, vol. 1919(1).

8.2.4 Guida alla scelta dei sistemi di servizi igienici più adeguati

244 Wang X., Dam V.K.H., Triantafyllidis C., Koppelaar R.H., Shah N., 2019, Energy-water nexus design and operation towards the sustainable development goals. *Computers & Chemical Engineering*, vol.124.

245 Shi Y., Zhou L., Xu Y., Zhou H., Shi L., 2018, Life cycle cost and environmental assessment for resource-oriented toilet systems. *Journal of cleaner production*, vol.196.

Sulla base dei progetti di servizi igienici sostenibili è stato avviato il progetto del governo cinese della regione Qualify Function Deployment (QFD), allo scopo di consentire il confronto tra gli obiettivi generali di edificazione di progetto riguardante i servizi igienici sostenibili.²⁴⁴ Utilizzando una “Matrice Decisionale”, il progetto della progettazione di servizi igienici può essere confrontato con il regolamento sanitario della regione e con fabbisogni degli utenti, in modo da ottenere sistemi a norma igienica con specifiche costruttive e requisiti ingegneristici per la costruzione idonea nelle aree specifiche. Il costo della progettazione di servizi sostenibili è pari o leggermente superiore a quello dei servizi tradizionali, ma la differenza nei risultati si vede momento in cui si decide se recuperare e trattare le acque reflue, o scaricarle nel sistema fognario. Tuttavia, esaminando con efficienza i metodi, la produzione e i materiali dei servizi igienici sostenibili, possono essere rivisti anche i costi di installazione, manutenzione e i costi-benefici dell’uso dei sottoprodotti (derivati dal funzionamento del sanitario), paragonandoli a quelli dei servizi tradizionali. Oltre a ciò, in futuro, sarà necessario determinare il luogo in cui sarà implementato il sistema, in aree urbane, suburbane o remote. Questa divisione in aree permetterà di capire quale sistema di servizi di terza generazione utilizzare per ciascuna specifica regione in conformità alla legislazione sanitaria locale e alla possibilità di trattare le acque reflue.

Il risultato dei test sul campo e l’analisi dei progetti di servizi sostenibili di terza generazione indicano che il tempo medio previsto per il trattamento delle acque reflue varia dai 3 ai 6 mesi, tempi che si possono allungare nel caso di ripetuti e necessari interventi di manutenzione d’emergenza. Risolvere i problemi legati al tempo di compostaggio è un tema legato a diversi parametri agenti sulle cause principali, oltre che a fattori quali, la manutenzione, all’operatività e il funzionamento del sistema scelto. Per il futuro si prevede che potranno essere utilizzati, ricercati, testati e valutati i sistemi di compostaggio termofili e altri tipi di sistemi in base alle loro prestazioni.²⁴⁵

L’analisi tecnica dei servizi sostenibili e dei diversi sistemi di trattamento delle acque, indica che i diversi tipi di servizio dovranno

essere scelti in base alla legislazione sanitaria locale, alla densità di popolazione e ai suoi bisogni, e alla disponibilità di impianti e sistemi per il trattamento delle acque. Per l'utilizzo su larga scala dovranno inoltre essere individuati gli attori principali della filiera, e si dovranno fare le scelte in base all'obiettivo di ottenere i massimi benefici possibili con le risorse disponibili. La scelta del servizio appropriato dovrà essere fatta in base alla normativa locale e ai sistemi di gestione delle acque reflue, con l'ausilio di processi automatizzati di manutenzione di sviluppo di piattaforme o processi per l'efficiente trattamento degli escrementi.

8.2.5 Produzione di servizi igienici per unità specifiche o sistemi di servizi di salute sociale

Le caratteristiche dei servizi igienici del futuro li rendono particolarmente adatti ai progetti di smart city. I pianificatori o i progettisti di smart city hanno come obiettivo l'azzeramento della produzione di rifiuti grazie a strutture per il trattamento e la depurazione delle acque reflue. In ciò i sistemi sanitari di terza generazione potranno essere di grande aiuto, principalmente grazie all'adattabilità, ai servizi sociali e sanitari locali. Dovunque ci sarà bisogno di servizi igienici moderni che potranno essere progettati e prodotti in base alle necessità degli utenti e del territorio e in quantità adatte alle situazioni, sia per uso personale che familiare, per aziende o intere comunità. Per ottenere i migliori risultati, la produzione dovrà tenere in considerazione la possibilità dell'impiego di automazione e della manutenzione necessaria, e sarà necessario sviluppare piattaforme per il trattamento degli escrementi adatti alle necessità locali o regionali. In base alle possibili necessità derivanti dai diversi sistemi sanitari disponibili si possono proporre alcuni sistemi di servizi igienici al posto di altri.

8.3 Human – Center design

Secondo il modello psicologico della teoria della gerarchia dei bisogni di Maslow, quando le persone soddisfano i bisogni di base, inseguono bisogni di ordine superiore²⁴⁶. Allo stesso modo, la responsabilità sociale, il comfort, l'intellettualizzazione, i fattori culturali ed emotivi portano all'ottimizzazione dei prodotti, per integrare fattori di umanizzazione funzioni di base l'umanizzazione.

Nel 1971, Victor Papanek, un teorico del design americano, nel suo libro *Design per il Mondo Reale* ha menzionato tre scopi del design. Il primo scopo è quello di servire le persone, il secondo è quello di servire non solo le persone sane ma anche i disabili, il terzo scopo deve prendere seriamente in considerazione l'uso delle risorse limitate della terra, preservandole. Questi tre punti sono anche gli obiettivi del design umanizzato, cioè al servizio dello sviluppo sostenibile, delle persone, di gruppi speciali e della società.²⁴⁷

246 Maslow A.H., 1943, A Theory of Human Motivation, Psychological Review.

247 Papanek V., 2012, Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. CITIC Press, Beijing.

248 He T., Liao L., Lv M., 2005, The caring and ethics of human—center design, Shanxi science and technology, vol.2005(5).

249 Zhao H. H., Tan H., 2006, Human Factor Engineering, Higher education press, Beijing.

250 Qi J. H., 2009, Design aesthetics, Huazhong University of science and technology press, Wuhan.

8.3.1 Fattori che influenzano il design umano

a. Fattori di motivazione.²⁴⁸ Un design innovativo di servizi igienici deve soddisfare le esigenze degli utenti e lo sviluppo sociale. I problemi di utilizzo degli utenti e i problemi sociali sono i componenti principali per lo sviluppo di un nuovo progetto. Pertanto bisogna soddisfare le esigenze di base, cioè la funzione principale di un sanitario, ad portando un certo risparmio energetico e riducendo le emissioni, soddisfacendo inoltre le esigenze speciali di gruppi vulnerabili;

b. Fattori ergonomici.²⁴⁹ Tutti i prodotti industriali che entrano in contatto con le persone implicano uno studio ergonomico. Il design innovativo dei sanitari deve innanzitutto investigare sugli scenari d'uso del prodotto, i gruppi di utenti e i principali manutentori, e combinare i fattori ergonomici con il design funzionale del prodotto;

c. Fattori estetici.²⁵⁰ Il comfort è bellezza. La percezione della bellezza si riflette principalmente nel modo di vedere, sentire, toccare e usare degli oggetti. Ognuno ha diverse concezioni della bellezza. Un migliaio di lettori ha un migliaio di copie dell'Amleto. La percezione visiva si riflette principalmente nell'aspetto e nel colore del prodotto. Questa è la percezione più diretta del prodotto da parte dell'utente. Con il suono si fa riferimento al suono del prodotto in funzione. Il tatto include la temperatura e il materiale del prodotto. I processi visivi, uditivi, tattili e d'uso devono essere combinati per creare un'esperienza piacevole;

d. Fattori ambientali. I fattori socio-ambientali hanno un ruolo importante nella creazione di prodotti. Nel contesto della importante promozione della "rivoluzione dei sanitari" in Cina, i sanitari hanno una buona possibilità di sviluppo, addossandosi grandi responsabilità sociali;

e. Fattori culturali. La "cultura del sanitario" tra l'Oriente e l'Occidente è piuttosto differente, così come tra il Nord e il Sud della Cina e tra gruppi differenti nelle stesse città. Le esigenze culturali dei diversi utenti devono essere rispettate. Oltre ai moduli funzionali come il modulo per il trattamento delle feci e il modulo di manutenzione del prodotto, il sanitario può essere progettato individualmente in base alle preferenze degli utenti e all'ambiente d'uso, ho dei forti dubbi che questo possa essere possibile;

f. Fattori economici. Questi fanno riferimento a:

- 1). Il costo d'uso dell'utente, che include il prezzo del prodotto, il costo d'installazione, di manutenzione e di funzionamento del prodotto;
- 2). Il costo di produzione nella società, che include il costo di produzione, funzionamento e manutenzione dei servizi igienici e delle strutture di supporto;
- 3). I costi di trattamento dovuti alle funzioni incidentali, come il costo dell'inquinamento ambientale causato dalla produzione, il costo dell'inquinamento idrico causato dagli scarichi, il costo delle macchie di urina per le strade urbane causato da un'insufficienza di sanitari pubblici e il costo della diffusione di malattie causato da un ambiente pubblico insalubre. In teoria, l'innovazione del prodotto dovrebbe ridurre i costi dei prodotti o produrre artefatti dall'alto valore aggiunto;

8.3.2 Human – center design nei prodotti Igienico-sanitari

251 Du Y., Du J., 2011, Human-center of product design, Technology information, vol.2011(26)

Il design umanizzato dei prodotti tiene conto della funzione e della forma,²⁵¹ in cui il prodotto viene realizzato con una certa personificazione in modo che l'utente possa ritrovarsi emotivamente nel uso. Il design innovativo dei servizi igienici deve prendere in considerazione punto di vista dell'utente e riflettere in modo funzionale la cura delle persone. Questo richiede che il progettista abbia una profonda conoscenza dell'ambiente d'uso, e solo mettendosi nei panni altrui e conducendo un'indagine completa potrà ideare un design umanizzato. Il design umanizzato include:

a. Umanizzazione del modello. Si riferisce al design della forma che porta all'utente una sensazione di piacere con conseguente esperienza d'uso positiva;

Ciò richiede la piena considerazione dell'ergonomia. Il prerequisito fondamentale del design umanizzato è quello di rispettare le dimensioni del corpo umano. In base alle dimensioni del corpo umano, è possibile sviluppare un design che tiene conto della forma, della funzione e della modalità di funzionamento. La dimensione del corpo umano può essere distinta in due categorie: la dimensione strutturale fa riferimento alla dimensione del corpo umano statico, in cui si possono misurare parti diverse in diversi movimenti statici, come la lunghezza del braccio, la lunghezza delle gambe e l'altezza del sedere in una posizione seduta standard. La dimensione funzionale fa riferimento alla dimensione del corpo umano dinamica, cioè la gamma spaziale che il corpo umano può raggiungere durante lo svolgimento di alcune attività funzionali e il movimento e la rotazione delle articolazioni. La gamma di dimensioni prodotte con i movimenti è relativa alla lunghezza degli arti. Le persone possono espandere le dimensioni tramite lo sport, pertanto nel design si deve tenere conto non solo della struttura e della dimensione delle persone, ma anche delle sue capacità atletiche.

Oltre ai requisiti di componenti fisici, nella selezione delle dimensioni è necessario prendere in considerazione anche i requisiti di comfort. La frase "la distanza che si raggiunge, lo spazio che si occupa" riguarda solo le esigenze funzionali di base, soddisfacendo i fabbisogni d'uso di

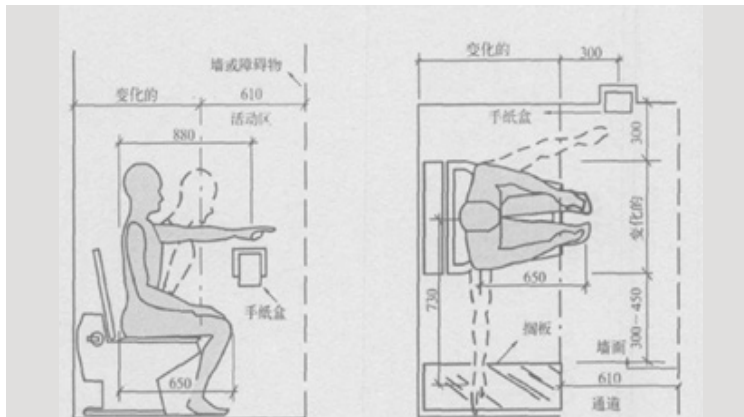


Figura 179: Le dimensioni del corpo umano

base. Il raggiungimento del comfort è un altro standard che richiede che il progetto non soddisfi solo i requisiti dimensionali di base, ma che tenga conto delle caratteristiche morfologiche del corpo umano. Questo può anche essere definito come design della cura degli utenti. Con i servizi igienici dal design innovativo bisogna tener conto dei cambiamenti del baricentro dovuti alla postura della persona. Le dimensioni strutturali statiche del corpo umano comprendono: altezza, altezza degli occhi, altezza del gomito, altezza da seduti dritti, altezza da seduti, altezza della spalla, larghezza normale delle spalle, distanza dei gomiti, larghezza dell'anca, lunghezza della gamba, altezza del ginocchio, altezza del gomito in orizzontale, altezza dell'articolazione nel ginocchio, distanza tra anca e caviglia, distanza tra anca e ginocchio, distanza e lunghezza verticale tra anca e punta dei piedi, lunghezza braccio laterale, lunghezza del braccio ecc. Nella progettazione di un sanitario bisogna prendere in considerazione i dettagli della forza esercitata da seduti e combinare le caratteristiche del corpo umano per descrivere in dettaglio la forma del corpo per comprendere l'area che si occupa da seduti, l'altezza, il raggio del movimento del braccio e così via. Le dimensioni specifiche sono mostrate in figura 134;²⁵²

b. Umanizzazione del colore.²⁵³ Fa riferimento al piacere visivo dell'utente che attiene al colore. Il sanitario è un importante

252 Zhao H. H., Tan H., 2006, Human Factor Engineering, Higher education press, Beijing.

253 Jie Y., 2004, Color science: color design and color matching, Youth publishing house in China, Beijing.

impianto domestico, pertanto nella progettazione del colore bisogna tener conto delle preferenze degli utenti e coordinarlo con l'ambiente. Nel quarto capitolo abbiamo visto che la maggior parte dei sanitari esistenti sono bianchi, e pochi sono invece realizzati in altri colori (blu, grigio, verde, rosso, rosa ecc.) poiché la maggior parte degli utenti preferisce scegliere prodotti in ceramica per il bagno di colore bianco o di colore chiaro presenti sul mercato tradizionale dei prodotti domestici. Per fornire agli utenti un senso igienico, di comodità e sicurezza, i nuovi sanitari possono essere di colore bianco per una maggiore purezza e luminosità;

c. Umanizzazione dei materiali. Nel design innovativo dei sanitari, la scelta dei materiali deve tener conto del concetto di sviluppo sostenibile. Innanzitutto, tutti i materiali devono essere facili da pulire, igienici e riciclabili. Il materiale principale può comprendere nano-ceramica facile da pulire e con effetti battericidi. Non inquina l'ambiente e può essere riciclato;

d. Decorazione. Si riferisce all'aggiunta di elementi decorativi appropriati per aumentare l'attrattiva del prodotto.

8.4 Proposta progettuale: il prodotto combina il servizio

Con il progresso della scienza e della tecnologia, i prodotti tendono ad essere complessi e i consumatori dipendono sempre più dai servizi di supporto. I consumatori non comprano solamente il prodotto ma anche il servizio e l'esperienza che deriva dall'uso. Il prodotto non è visto più nella sua essenza di bene di consumo ma nell'ottica del servizio che esso fornisce, proponendo il concetto di "dematerializzazione" come base di un corretto approccio allo sviluppo sostenibile:²⁵⁴ estensione della responsabilità del produttore nei confronti del bene; il ricorso a forme di leasing anche per prodotti di largo consumo. Presuppone un forte cambiamento culturale da parte del consumatore oltre che della stessa struttura produttiva. Un servizio affidabile e premuroso migliorerà sicuramente l'esperienza d'uso del prodotto. Se il concetto generale del prodotto viene utilizzato per indicare il prodotto stesso, il servizio fa riferimento ai prodotti aggiuntivi e complessivi come parte del prodotto generale, lo scopo è quello di garantire che gli utenti utilizzino appieno il prodotto. Il valore di questo servizio risiede nel processo del servizio stesso, pertanto nel processo di fornitura del servizio è necessario mantenere sempre uno stretto contatto con gli utenti: fornire il servizio in base alle loro esigenze o modificare il servizio in base alle opinioni e ai suggerimenti in modo tempestivo. Dopo aver ricercato un sistema di sviluppo sostenibile nella combinazione fra prodotto e servizio, i designer devono provare a rendere il concetto dello sviluppo sostenibile un trend: che possa essere attivamente promosso dalla società e possa accrescere la consapevolezza della partecipazione a un ambiente sostenibile, invece di rendersi soggetto passivo che agisce solo se controllato. Pertanto, un buon designer provvederà a ideare una varietà di soluzioni diverse per lasciare all'utente lo spazio di scegliere attraverso la possibilità di personalizzazione.

254 Dai F. P., Xin X. Y., 2016, Research on the definition of service design based on Phenomenological method, ZhuangSi, vol.282, Wuxi, Cina.

255 Taobao sito: www.taobao.com.

Ad l'esempio delle catene di distribuzione cinesi, Boxhorse Fresh Food²⁵⁵ (l'azienda fondata da Ma Yun in Cina) vende frutta e verdura fresca oltre a carne, frutti di mare, fornendo una varietà di servizi come la consegna dopo mezz'ora dall'effettuazione dell'ordine, il servizio di rimborso immediato se gli ingredienti non sono freschi e così via. Dal punto di vista dell'utente, i prodotti e i servizi di Boxhorse Fresh Life fanno risparmiare tempo vive. Essi infatti non devono andare al supermercato per fare spese, e non devono lavare i piatti, non devono classificare e buttare via i rifiuti di cucina, quindi risparmiando tempo. Dalla prospettiva dello sviluppo sociale, Boxhorse Fresh Life riduce i costi del trasporto di alimenti; la logistica urbana tradizionale trasporta prima gli alimenti all'interno della città, e poi trasporta i rifiuti al di fuori della città, migliorando la logistica cittadina. Boxhorse ha unificato il processo alla perfezione, trasportando solo le verdure ordinate in città e riducendo il peso del prodotto trasportato. Allo stesso modo, con ingredienti puliti che possono essere cucinati direttamente si riducono fortemente i rifiuti provenienti dalla cucina e gli scarichi inquinanti derivanti dal trasporto urbano. Inoltre, la modalità di distribuzione con camioncini, unifica la lavorazione di alimenti freschi, riducendo le tempistiche dall'azienda agricola alla cucina, portando ad una maggiore freschezza degli alimenti.

Naturalmente, usa sempre la terza persona "si sono anche verificati dei fallimenti nella scelta dello spazio per gli utenti": il Beijing Hualian Supermarket dà ai consumatori due tipi diversi di buste, una è biodegradabile e costa 15 yaun (20 centesimi di Euro). La borsa non biodegradabile costa 2 mao (circa 2 centesimi). Al momento dell'acquisto, il commesso chiedeva al cliente quale busta preferisce. Quasi tutti i clienti sceglievano quella più economica. Questo ha portato ad una partecipazione molto scarsa del pubblico. Se compriamo un sacchetto non biodegradabile, ci sentiremo a disagio. Questo fardello si riflette sull'ambiente. Se comprassimo un sacchetto biodegradabile, ci dovremmo sentire molto più a nostro agio. Dopotutto, ognuno sceglierebbe la busta di plastica che ha un costo minore. Questo senso di partecipazione fa sentire un consumatore passivo e non una parte attiva nella protezione dell'ambiente.

Scegliere prodotti e servizi sostenibili non dovrebbe dipendere solo

dal senso civico dei consumatori. I designer dovrebbero offrire più modi per far sì che i consumatori scelgano liberamente la soluzione migliore: per esempio, fra comprare e noleggiare una bici; tra usare un purificatore nuovo e uno noleggiato; tra installare un wc tradizionale o uno ecologico che permette di risparmiare sul 50% della bolletta; fra comprare un appartamento con un sistema di separazione delle acque piovane che usa un sistema di riuso dell'acqua a basso costo per scaricare in bagno oppure usare sempre acqua pulita...

Inoltre, di fronte alle scelte dell'utente, i servizi igienici del futuro saranno sempre più intelligenti, in grado di lavare l'area anale, di asciugarlo con aria calda, di riscaldare la tavoletta d'inverno, di facilitare la pulizia, di ventilare e purificare l'aria dopo l'uso e altre funzioni che miglioreranno continuamente l'esperienza d'uso. Inoltre vengono costantemente migliorate diverse tecnologie e servizi igienici: sanitari dotati di sensori ad infrarossi sciacquano automaticamente le feci, pistole ad alta pressione e la tecnologia di asciugatura del pavimento puliranno ed asciugheranno il pavimento nei bagni pubblici, app localizzano sanitari utilizzabili nelle città ecc. Il design intelligente per migliorare l'esperienza d'uso dei servizi igienici è diventato un trend di sviluppo, un fattore importante nello sviluppo dei sanitari stessi. Per quanto riguarda la progettazione dei servizi igienici del futuro, non bisogna solo soddisfare le esigenze degli utenti ma anche considerare le esigenze della società. Attraverso il miglioramento del progetto è possibile soddisfare le esigenze nell'uso corrente, ma anche cambiare le abitudini delle persone, creare nuove esigenze e divulgare il concetto di vita sana, oltre a contribuire allo sviluppo sostenibile della società.

Come professore Ezio Manzini ha affermato nell'articolo "Un'economia sostenibile tra qualità ambientale e qualità sociale"²⁵⁶: "Dal punto di vista della sostenibilità, la combinazione di diversi prodotti e servizi significa anche un più alto livello di sofisticazione delle regole sociali, un ciclo di vita più lungo, un minore consumo di energia e un impatto ambientale più basso..." Ogni risultato per essere ottenuto richiede una combinazione di prodotti e di servizi, e, per ciascun risultato possono essere messe in atto diverse strategie di risposta, ciascuna delle quali richiede una diversa combinazione di prodotti e di servizi.

256 Manzini E., 1990, Un'economia sostenibile tra qualità ambientale e qualità sociale. Architettura Design e Natura, Progettare la sostenibilità. Nuove Iniziative, Milano.

Pertanto, nel design innovativo dei servizi igienici, i prodotti fisici e i servizi di supporto relativi sono componenti importanti ed integrati. Con il forte sviluppo della tecnologia di intelligenza artificiale e lo sviluppo continuo di Internet, lo sviluppo potenziale di prodotti e servizi diventa sempre più evidente. Il successo di un prodotto dipende dal design del prodotto stesso e dalla capacità di fornire un posizionamento preciso dei servizi di supporto. La chiave nel design di innovazione di un prodotto sta nel soddisfare le esigenze di servizio degli utenti, oltre a stimolare nuove esigenze apportando nuove idee e modificando le abitudini d'uso.

8.4.1 Metodi di combinazione di prodotto e servizio

Il primo tipo dei metodi di combinazione di prodotto e servizio è la progettazione degli perfetto sistema di manutenzione del prodotto: per esempio, se vogliamo cambiamenti nel comportamento delle persone per cui i rifiuti non vengano categorizzati come scarto, ma come una risorsa pubblica da implementare, i designer devono anche pensare ad un sistema sociale di raccolta degli stradi in cui. I cittadini si prendono cura dei vari canali di gestione e conferimento degli scarti e dispongono premi e sanzioni per chi rispetta o infrange le regole. Se siamo determinati a promuovere la separazione delle acque reflue, bisogna creare un sistema indipendente di tubature per le acque chiare e scure a cui associare il perfetto servizio di manutenzione degli impianti.

Il secondo tipo dei metodi di combinazione di prodotto e servizio è l'analisi del concept design, questo tipo di prodotto si combina con l'esigenza di creare un nuovo concetto di consumo per gli utilizzatori: si tratta di spendere più soldi per comprare servizi più che prodotti. Per esempio, se il progetto servizio Gobee serve per il bikesharing, gli utilizzatori possono, attraverso la app, trovare la bici più vicina e usare Paypal o una carta per sbloccarla e usarla.

Per le bici, trenta minuti di utilizzo costano 30 centesimi di euro, una cifra irrisoria che risolve il problema di parcheggiare e trovare un posto sicuro per la bici dopo l'uso, dato che la si restituisce ovunque. Un caso simile riguarda i purificatori dell'acqua che sono popolari in Cina. L'utilizzatore deve iscriversi sul sito della compagnia e fare la richiesta. A quel punto un impiegato installa il purificatore e non c'è bisogno di pagare per la macchina in sé. Finché si paga l'affitto, il purificatore sarà a casa nostra e un impiegato verrà regolarmente a controllare la qualità dell'acqua e a contattarci per cambiare i filtri.

Quando l'utente non desidera più il purificatore, lo staff smonta la macchina e la riporta al deposito. Ovviamente, l'acquisto di questo servizio può ridurre lo spreco d'energia derivante dalla produzione di più prodotti. Inoltre, riduce gli sprechi e contribuisce alla protezione dell'ambiente.

Il terzo tipo dei metodi di combinazione di prodotto e servizio è il

rimpiazzo dei vecchi sistemi con sistemi ecosostenibili, mantenendo le stesse funzioni dei primi: per esempio, sostituire un sistema di condivisione delle risorse per utilizzare quelle derivate dagli scarti durante il processo di riqualificazione; la diffusione della tecnologia, la diffusione di materiali a basso impatto ambientale (non tossici, biodegradabili e riciclabili) e l'uso di energie verdi rinnovabili al posto delle tradizionali. Per esemplificare, se vogliamo promuovere le macchine elettriche, prima dobbiamo creare abbastanza stazioni di ricarica, così se vogliamo promuovere l'uso di wc salva-acqua, dobbiamo rendere più facile per gli utenti comprarle e programmarne la manutenzione.

8.4.2 Ipotesi di servizi e Industria 4.0

Con l'introduzione del concetto di industria 4.0²⁵⁷, l'industria tradizionale dei servizi di produzione e informazione ha subito enormi cambiamenti. Le funzioni che non potevano essere espletate dai prodotti precedenti possono ora essere completate sulla base dell'industria 4.0. I campi di applicazione che i servizi precedenti non potevano coprire possono essere ora realizzati con la tecnologia di rilevamento intelligente. Il concetto di industria 4.0 è stato proposto per la prima volta alla fiera industriale di Hannover in Germania nel 2013. Questo concetto fa riferimento all'uso del Sistema Ciber-Fisico (CPS) per digitalizzare e fornire in modo intelligente le informazioni sulla fornitura, la produzione e le vendite, raggiungendo una fornitura di prodotti rapida, efficace e personalizzata. Il concetto include quello della decentralizzazione, e l'obiettivo è quello di creare un modello di produzione altamente flessibile, personalizzato e digitale. In questo modello scompaiono i confini tradizionali dell'industria, ed emergono nuove forme di attività e di cooperazione.

Secondo il consenso attuale, l'industria 1.0 corrisponde all'era è l'era dei motori a vapore, l'industria 2.0 è l'era dell'elettricità, l'industria 3.0²⁵⁸ è l'era dell'informazione e l'industria 4.0 è l'era dell'uso della tecnologia dell'informazione per promuovere la trasformazione industriale, cioè l'era dell'intelligenza.

L'industria 4.0 si concentra su tre temi principali:

Il primo è "l'industria intelligente" incentrata sulla ricerca di sistemi e processi produttivi intelligenti e sulla realizzazione di impianti di produzione distribuiti in rete.

Il secondo è la "produzione intelligente" che riguarda principalmente la gestione della logistica di produzione dell'intera impresa, l'interazione uomo-macchina e l'applicazione della tecnologia 3D nei processi di produzione industriale.

Il terzo sono i "servizi intelligenti" che integrano principalmente le risorse di servizio attraverso internet, l'internet delle cose e la rete logistica, soffermandosi completamente sull'efficienza dei fornitori dei servizi, in modo che la domanda possa ottenere rapidamente il supporto corrispondente.

257 Schwab K., 2016, The fourth industrial revolution, CITIC Publishing House, China

258 Rifkin J., 2011, La terza rivoluzione industriale Come il potere laterale sta trasformando l'energia, l'economia e il mondo. CITIC Publishing House, Cina

8.4.3 Manutenzione del prodotto e IoT

259 Tong L.W., 2016, Pensando alla difficile trasformazione di “Internet of Everything”, Osservazione aziendale, vol.1024(3) Beijing.

Con l’Internet delle Cose (IoT)²⁵⁹ si fa riferimento alla connessione di persone, produzione di dati e di cose tramite la rete. Con sempre più dati su Internet, il potere dell’Internet delle Cose cresce esponenzialmente. Robert Metcalfe, il fondatore di 3Com, ha sottolineato che il valore della rete è proporzionale al quadrato del numero di utenti connessi a Internet. In sostanza, il potere dell’informazione integrata nella rete è sempre maggiore della somma delle informazioni indipendenti, rendendo l’IoT uno strumento incredibilmente potente. I servizi che un tempo richiedevano molta manodopera e supporto materiale sono completamente cambiati con l’interconnessione.

Ad esempio, il depuratore d’acqua di Xiaomi (Figura 180) ha due sonde di alta precisione che analizzano i solidi totali disciolti e quindi la qualità dell’acqua in tempo reale. Gli utenti possono vedere i cambiamenti della qualità dell’acqua prima e dopo la filtrazione dell’acqua di rubinetto tramite un’applicazione mobile. Inoltre, Xiaomi usa un algoritmo intelligente per valutare i grandi dati regionali sulla qualità dell’acqua, la qualità dell’acqua in casa, il flusso giornaliero e così via, calcolando accuratamente la vita del filtro. Quando il filtro deve essere sostituito, il depuratore d’acqua invierà un messaggio al telefono, rimandando al pulsante acquista sul telefono stesso. Il personale di manutenzione speciale del centro Xiaomi consegnerà l’articolo direttamente a casa, completando la sostituzione.



Figura 180: Il depuratore d’acqua di Xiaomi

8.4.4 Digital family

Il concetto di “Famiglia Intelligente” è l’applicazione e l’incarnazione del concetto e della tecnologia di una Città Intelligente a livello domestico. La Famiglia Intelligente è anche nota come Piattaforma di Servizio Domestico intelligente. Questa integra l’Internet delle Cose, il Cloud Computing, l’Internet Mobile e la tecnologia dei Big Data; esercita anche un controllo tecnologico automatico, il Controllo Intelligente delle Apparecchiature Domestiche, la Percezione della Salute della Famiglia, la Percezione della Sicurezza Domestica, i Servizi di Scambio di Informazioni e di Consumo. In questo modo si crea una vita domestica sana, sicura e confortevole, a basse emissioni di anidride carbonica, comoda e personalizzata.

Con l’applicazione della tecnologia di rilevamento digitale intelligente e la tecnologia di controllo remoto, la casa intelligente sta gradualmente diventando realtà. Ad esempio, la serratura intelligente lanciata dal marchio Nest può automaticamente rilevare il volto di chi entra e monitorare la luce interna, rilasciando gli utenti e inviando notifiche su utenti sospetti in tempo reale. L’azienda Yunmi ha lanciato una serie di apparecchiature domestiche, come il Frigo Intelligente, la Cappa Intelligente, il Fornello Intelligente, il Depuratore Diretto di Acqua Potabile e una serie di attrezzature per la cucina. La maggior parte delle operazioni in cucina possono essere svolte con una funzione vocale, e la cucina può essere azionata anche a distanza. Con una tecnologia che va al di là dell’immaginazione, l’impresa ha rimodellato lo stile di vita familiare nell’era dell’Internet delle Cose, guidando la tendenza di una nuova vita intelligente. Il condizionatore intelligente lanciato dal marchio Dovus può rilevare in tempo reale la temperatura interna, memorizzare la qualità dell’aria e tenere l’ambiente domestico confortevole per il corpo umano, auto-monitorandosi e auto-riparandosi. Una buona vita domestica necessita di prodotti e servizi completi e empatici. Non è difficile per noi realizzare questo desiderio attraverso la tecnologia di “famiglia intelligente”. Nel design innovativo di servizi igienici, il concetto di famiglia intelligente è un punto che non può essere ignorato.

8.4.5 Big Data e monitoraggio dell'impatto ambientale

260 Ayres I., 2014, Big Data Thinking and Decision-Making, People Post Press, China.

Verso la fine del XX secolo, Ian Ayres, economista ed econometrista dell'Università di Yale approfondì l'arrivo dell'onda dei Grandi Dati riportandolo nel libro "Big Data Thinking and Decision-Making"²⁶⁰. I big data sono un nuovo modello di elaborazione dei dati. Possiedono forti capacità decisionali, di intuizione e ottimizzazione dei processi per adattarsi a tassi di crescita massicci ed elevati e a dati informativi diversificati. I cambiamenti nei processi di servizio hanno sempre soddisfatto questo standard. È impossibile raccogliere, gestire e processare grandi set di dati con strumenti software convenzionali entro un certo periodo di tempo. È necessario quindi utilizzare questo modello per raccogliere e processare i dati in modo più conveniente ed efficace.

Alcune persone paragonano i dati con le miniere di carbone. Il carbone è classificato come coke, antracite, carbone grasso e carbone magro, con costi differenti per le miniere a cielo aperto e le miniere profonde. Allo stesso modo, i Big Data non sono solo "grandi" ma "utili". Il valore e i costi sono più importanti della quantità. Per quanto riguarda i servizi, la modalità d'uso di questi dati su larga scala è una guida per mantenere un buon ambiente di servizio.

Il valore si riflette nei seguenti aspetti:

- a. I problemi di servizio di grande impatto possono essere analizzati utilizzando i big data e possono essere migliorati accuratamente in base a questi dati.
- b. Per problemi di servizio con un piccolo impatto i big data possono essere usati per raggiungere un miglioramento completo.
- c. Al contempo è necessario stabilire un meccanismo di supervisione della rete dei dati a lungo termine per utilizzare appieno il valore dei big data e per migliorare i risultati.

In un'epoca in cui i tempi di sviluppo dei prodotti e dei servizi si sono ridotti, è affiorata una questione importante che affligge i designer, cioè trovare l'equilibrio delicato tra "ambientazione" e "smaltimento". Il metabolismo della società sostenibile sarà dotato di un "sistema nervoso" che emergerà dalla diffusione delle tecnologie dell'informazione e dalla piena maturazione dei loro possibili effetti

in termini di riorganizzazione dei processi produttivi e di consumo. La riduzione del consumo di risorse ambientali potrà dunque realizzarsi attraverso un più elevato flusso di informazioni che permetterà di gestire più efficacemente i flussi di materia e di energia e di ridurre di conseguenza l'“intensità materiale” dei prodotti e dei servizi con cui si risponderà alla domanda sociale di benessere.”²⁶¹ Sfruttando una grande quantità di analisi di dati rilevanti, sarà possibile ridurre i costi, migliorare l'efficienza, la gestione completa e prendere decisioni di gestione più informate nella risoluzione di problemi di servizio.

261 Mazini E., Susani M., 1995, *The solid side, il lato solid in un mondo che cambia: side progetti e proposto*, V+K Publishing, Naaredn Olan.

8.5 Cambiamenti sociali legati all'impatto dei nuovi sanitari sostenibili

Ogni epoca ha la sua moralità e bellezza. L'estetica è l'espressione dei valori del tempo e si forma nell'ambiente storico. Nella prima metà del novecento, il design ha svolto un ruolo decisivo nella creazione dei nuovi prodotti. Negli anni Ottanta, l'estetica sembrava essere diventata superficiale, la conoscenza del brand cominciò ad imporsi e il bagno a prevalere. Al giorno d'oggi non è ancora maturata pienamente "un'estetica sostenibile". Questo si scontra con il concetto di sviluppo sostenibile e va contro a quello che ai designer è richiesto dalla società: avere responsabilità. I designer hanno la responsabilità di formare una nuova estetica, che è legata alla prospettiva di una società sostenibile. Trasmettere qualcosa del background del design all'acquirente o all'utente del prodotto può essere vantaggioso. La storia o l'intenzione dietro un oggetto possono influenzare il nostro apprezzamento e l'esperienza estetica di esso, e quindi influenzare il modo in cui lo valutiamo.

Come il professore Gao Shiqiang ha scritto nell'articolo Estetica — dare forma alla sostenibilità: "In realtà nessun vero e profondo rinnovamento estetico può nascere senza fondarsi su un sistema di valori. In una fase di transizione come questa la dimensione estetica diventa un fondamentale fattore del cambiamento, un "attrattore sociale" che può orientare le scelte di una molteplicità di individui, e che può esprimere in forma sintetica, e quindi intellegibile, la complessità di una proposta."²⁶² In questo quadro i designer assumono certamente un ruolo centrale. Sono loro che, adesso come all'inizio del secolo, hanno più competenze per "dar forma" all'epoca, ed è loro la specifica responsabilità di coniugare l'etica con l'estetica nella prospettiva della sostenibilità. Come professore Ezio Manzini ha affermato nell'articolo Un'economia sostenibile tra qualità ambientale e qualità sociale²⁶³, I progettisti certamente non possono

262 Gao S. Q., 2012, Estetica — dare forma alla sostenibilità, pubblicato online: http://book.163.com/12/0801/16/87R846TJ00924JMF_all.html

263 Manzini E., 1990, Un'economia sostenibile tra qualità ambientale e qualità sociale. Architettura Design e Natura, Progettare la sostenibilità. Nuove Iniziative, Milano. Pag.42

cambiare il mondo né progettare gli stili di vita, obbligando le persone ad agire secondo le loro intenzioni. Però possono dare forma a un mondo che cambia e offrire soluzioni che appaiano migliori di quelle precedenti e che, allo stesso tempo, diano modo di praticare nuovi stili di vita. Quindi, Le attività di design hanno un significato educativo. Non è facile usare nuovi metodi di design per esempio, i fedeli nelle chiese, per cambiare le loro abitudini o i loro concetti estetici di architettura sacra. Se i designer sono determinati ad assumersi questa grande responsabilità, cosicché il concetto di sviluppo sostenibile possa radicarsi nella testa delle persone, potremmo promuovere il miglioramento del sistema di product service e la diffusione di un concept di sviluppo sostenibile dalla prospettiva del design.

L'efficacia di questi sforzi sarà visibile quando la società inizierà a dare i propri contributi, superando i concetti correnti di cultura dei servizi igienici, anche dal punto di vista estetico, in modo da adottare positivamente i sistemi di servizi igienici del futuro, promuovendo e riconoscendo le innovazioni sociali a supporto di stili di vita sostenibili. L'adozione di sistemi di servizi igienici di terza generazione nella vita di tutti i giorni può portare a cambiamenti sostanziali nel modo in cui questi vengono attualmente considerati. Il concetto di sanitari considerati come meri "dispositivi per lo smaltimento di rifiuti" diverrà obsoleto, dando suppono positivo al fatto che i servizi igienici del presente, in particolare quelli di terza generazione, non siano solo un mezzo comodo e pulito di liberarsi degli escrementi, ma permettono di restituire all'ambiente ciò che gli è stato tolto.

Lo sviluppo di servizi sostenibili ha cambiato il punto di vista di esperti e di persone comuni che hanno iniziato a guardare al processo di depurazione nell'ottica della catena del valore complessiva, che permette di considerare gli scarti come risorse importanti, (non solo in quanto fonte di sostanza organica adatta a produrre compost, fertilizzanti, biogas ecc.), ma anche come strumenti per la diagnostica precoce di eventuali malattie, o anche come strumento applicabile alla gestione e alla prevenzione del cambiamento climatico, della preservazione della biodiversità, di ricostruzione di risorse naturali. Anche per fornere prospettive future interessanti per la gestione della salute pubblica, fisica e mentale. Ci aspettano innovazioni sociali

dei servizi di terza generazione in tre comparti principali:

Il primo è stabilire servizi di riciclaggio delle risorse organiche più efficienti, con l'obiettivo di fornire sistemi di test, riciclaggio e manutenzione dei sistemi igienico-sanitari efficienti e completi per tutti i servizi igienici familiari e pubblici urbani;

Il secondo è produrre di servizi igienici del futuro per unità specifiche o sistemi di servizi di salute sociale, per esempio lo sviluppo di servizi igienici più sofisticati, motorizzati o a comandi vocali per gli anziani, dotati di sensori per il monitoraggio dello stato di salute per soggetti a rischio o attenti alla salute, o modelli basati su IoT per i più esperti di tecnologia;

Il terzo è quello dello sviluppo di servizi efficienti a basso costo, per permetterne l'accesso a grosse fette di popolazione che hanno ancora accesso limitato, o addirittura nullo, a strutture e infrastrutture sanitarie. In quest'ultimo caso, lo sviluppo di servizi senza acqua, servizi con separazioni di feci e urine, a energia solare, autopulenti sono alcune opzioni che potrebbero servire a tale scopo. Molti sono i percorsi possibili che cambieranno non solo il futuro dei servizi igienici, ma anche la percezione da parte delle persone. Questo sviluppo guiderà la trasformazione dei gusti estetici delle persone nei confronti dei servizi igienici, creando una nuova cultura più rivolta al futuro, verso stili di vita sostenibili basati su possibili innovazioni sociali.

8.6 Conclusione

L'indagine svolta sulle prospettive possibili per i sistemi sanitari del futuro e i relativi aspetti dell'innovazione sociale indica che i sistemi sanitari sostenibili sono incompleti e scollegati dai servizi di salute pubblica complementari e di design efficienti. I servizi igienici di terza generazione, basati sul concetto della depurazione ecologica, sono il volto futuro dell'industria dei servizi igienici, e il futuro dei sistemi sanitari sostenibili. Questo sistema di servizi di nuova generazione non è solo efficiente nella gestione dei rifiuti e delle acque reflue, ma anche nella corretta gestione delle risorse naturali. Inoltre potrebbe anche offrire ai suoi utenti una migliore esperienza di utilizzo, cosa che aiuterebbe nel generare l'accettazione necessaria da parte della società.

La progettazione di nuovi concetti di servizi del futuro genera grandi aspettative speranza, in termini di miglioramento del comfort, della sicurezza e della salute pubblica. I servizi di terza generazione sono un passo avanti rispetto a tutto ciò, grazie all'attenzione data alla gestione efficiente delle acque reflue e del ricollocamento di risorse di valore (acqua trattata e fertilizzante) nell'ambiente naturale. È ora possibile cambiare lo stato dei servizi da "siti per lo smaltimento dei rifiuti" a "fonti di risorse di valore". La percezione da parte delle persone sta cambiando in modo positivo, considerando il problema del cambiamento climatico, l'interesse per la sostenibilità e la possibilità di cambiare i comportamenti e le tendenze legate all'attuale uso dei servizi igienici.

Glossario:

W.C.: Abbreviazione di water closet. Sinonimo di water, water closet.

Water: Abbreviazione di water closet. Sinonimo di W.C., water closet.

Water-closet: Vaso di maiolica, in metallo o altro materiale.

Vaso da notte: Servire per depositarvi le Urine e le feci. Sinonimo di pitale.

Sanitario: Impianto, servizio sanitario, destinato alla pulizia e all'igiene personale e allo smaltimento dei rifiuti organici, costituito da water closet, bidet, lavabo, vasche, docce ecc. Abbreviazione di apparecchio igienico sanitario. Sinonimo di servizio igienico. Nella lingua inglese: sanitary-ware.

Servizio igienico: Impianto igienico, impianti sanitario destinati all'igiene della persona e allo smaltimento

dei rifiuti organici, costituiti da water closet, bidet, lavabo, vasca, doccia ecc. Sinonimo di apparecchio igienico sanitario, saniratio.

Bagno: L'ambiente dove si fa il bagno, locale negli edifici d'abitazione (propr. stanza o stanzino da bagno.) nel quale è installata la vasca da bagno o la doccia, lavabo, bidet, con altre attrezzature e servizi igienici. Sinonimo di toilette e latrina.

Toilette: Stanza dotata di servizi igienici. Sinonimo di bagno e latrina.

Latrina: Contratto da un ipotetico lavatrina, in origine bagno, da lavare. Sinonimo di bagno e toilette.

Impianto idrico: l'impianto di distribuzione dell'acqua potabile (impianto idraulico).

Orinale: L'orinatoio è un apparecchio sanitario specifico

per la minzione maschile, ma disponibile anche per la minzione femminile e di solito è formato da una vaschetta di porcellana murata nella parete.

Impianto fognario: l'impianto di distribuzione di smaltimento delle acque di rifiuto (impianto idraulico)

Inquinamento microbico patogeno: L'ambiente che risulta contaminato: aria, acqua, suolo, ad opera di batteri, virus, microrganismi patogeni.

Inquinamento da eutrofizzazione: Eutrofizzazione fenomeno di arricchimento trofico di laghi, stagni e, in genere, di corpi idrici a debole ricambio; è dovuto al dilavamento dei fertilizzanti usati nella coltivazione delle terre circostanti o all'inquinamento organico prodotto dalle attività umane o a prodotti di rifiuto industriali.

Scarico: Operazione mediante la quale viene restituito all'esterno un fluido, dopo che ne sia stata utilizzata.

Sciacquone: Sistema che negli impianti igienici scarica l'acqua nel vaso.

Deflusso: Il defluire di acque.

Compostaggio: Sistema di smaltimento di rifiuti organici basato sulla trasformazione

Acque nere: Le acque dei water closet

Acque grigi: Tutte le acque di scarto domestiche, ad eccezione di quelle dei water closet che includono: l'acqua della doccia, l'acqua del bucato, l'acqua della cucina ecc.

Acque bianche: Le acque ricavate dalla pioggia

Miscelazione reflui: Acque nere, acque grigie, acque bianche ovvero meteoriche di

dilavamento convogliate in reti fognarie, anche separate, e provenienti da agglomerato.

Design Innocuo: Un metodo di progettazione per lo smaltimento innocuo o sicuro di sostanze pericolose biologiche o chimiche nei rifiuti. Ad esempio, il metodo chimico di trattamento dell'incenerimento viene utilizzato per uccidere i microrganismi e promuovere l'ossidazione o la decomposizione di sostanze tossiche. Conosciuto anche come trattamento sicuro.

Design rimovibile: Un metodo di progettazione del prodotto che facilita lo smontaggio del prodotto, che di solito favorisce la manutenzione e il riciclaggio del prodotto, sottolineando: a. la selezione e l'uso dei materiali corretti; b. la progettazione dei componenti e la struttura del prodotto; c. la selezione e utilizzo di elementi di fissaggio.

Design persistente:

Progettazione per prolungare la vita utile.

Terreno: Genericamente, lo strato superficiale della crosta terrestre.

Il t. agrario rappresenta un corpo naturale di cui la qualità principale è data dal suo grado di fertilità (intesa come la capacità del t. di soddisfare le esigenze delle piante in termini di acqua e di elementi nutritivi) ed è, in linea di massima, inscindibile dalla presenza di sostanza organica nel suolo, che gli conferisce un'adeguata struttura. Il t. nel quale si coltivano cereali, ortaggi, foraggi ecc. è detto seminativo: semplice, se non vi sono alberi, e seminativo alberato se vi crescono alberi il cui prodotto costituisca un fattore notevole del reddito del fondo.

Terra: La parte compatta, solida,

della superficie terrestre, che emerge dalle acque, oppure la parte superficiale, esterna, della crosta terrestre, intesa come suolo, o come strato d'una certa profondità.

Suolo: Superficie del terreno, in particolare, lo strato più superficiale di esso, formatosi in seguito all'alterazione del substrato roccioso per successive azioni fisiche, chimiche, biologiche da parte di agenti esogeni e degli organismi che vi si impiantano.

Sistema di Recupero dell'Acqua: Si riferisce al riutilizzo di alcune acque reflue municipali all'interno di un certo intervallo di trattamento per soddisfare standard definiti di qualità dell'acqua. Gli esempi includono lo scarico dei servizi igienici, l'irrigazione del giardino, lo scarico dei veicoli, l'acqua di raffreddamento industriale, l'acqua per l'edilizia e l'acqua antincendio

Reattore Anaerobico: Reattore speciale per la tecnologia di trattamento anaerobico. Il processo anaerobico è

essenzialmente una serie di complesse reazioni biochimiche, in cui substrati, vari prodotti intermedi, prodotti finali e vari gruppi di microrganismi interagiscono per formare un complesso microecosistema.

Simile alla relazione della catena alimentare nella macroecologia, vari tipi di microrganismi formano una relazione simbiotica (symbiotic) o simtrofica (symtrophic) attraverso substrati nutritivi e metaboliti.

Biodigestore: Per digestione anaerobica si intende la degradazione della sostanza organica da parte di microrganismi in condizioni di anaerobiosi. Si tratta di un processo differente rispetto al compostaggio, che invece è strettamente aerobico.

Soluzioni Front-end: Si riferisce ad una soluzione del parte visibile all'utente e alla parte che interagisce con l'uomo-macchina, per alcuni problemi, come esempio il problema di carenze, difetti, esigenze, ecc., che si sono manifestati o prevedibili, e le soluzioni proposte per risolvere il

problema generale.

Soluzioni Back-end: Si riferisce ad una soluzione del problema complessivo che non ha effetto sull'interfaccia utente e viene effettuata dalla parte server. Si propone per risolvere alcuni problemi, come carenze, difetti, esigenze, ecc., che si sono già manifestati o prevedibili.

Celle Combustibile Microbiche (MFC): Una pila a combustibile microbiologica o pila a combustibile biologica è un sistema bio-elettrochimico che genera corrente imitando le interazioni batteriche che si trovano in natura. I microrganismi catabolizzano composti come il glucosio, l'acetato, il butirrato o le acque reflue. Gli elettroni ottenuti con questa ossidazione vengono trasferiti su di un anodo, dal quale passano attraverso un circuito elettrico prima di arrivare al catodo. Da qui vengono trasferiti a un accettore di elettroni ad alto potenziale come l'ossigeno. Mentre la corrente scorre grazie alla differenza di potenziale, la potenza viene generata direttamente dal biocarburante

tramite l'attività catalitica dei batteri.

Membrane Ceramiche: Le membrane ceramiche sono costituite da materiali inorganici (quali allumina, ossidi di titanio, ossidi di zinco o alcuni composti vetrosi) e sono utilizzate nelle separazioni a membrana. Contrariamente alle membrane polimeriche, possono essere utilizzate in ambienti aggressivi (acidi, solventi "forti"). Inoltre le membrane ceramiche possiedono un'eccellente stabilità termica che le rende utilizzabili nelle separazioni ad alta temperatura.

Fossa Settica: La fossa biologica o fossa settica convenzionale è una fognatura di tipo statico, che viene di norma utilizzata nel caso di condomini e gruppi di case isolati e in generale di tutte quelle utenze non servite dalla fognatura dinamica.

Carbonizzazione Idrotermale: La carbonizzazione idrotermale (Hydro Thermal Carbonization – HTC) è un processo termochimico per la conversione di biomasse a condizioni relativamente basse

di temperatura e pressione in presenza di acqua liquida. Durante la reazione HTC, acqua, anidride carbonica e altri composti vengono scissi dalla biomassa, generando, in un tempo inferiore alle 10 ore, un solido carbonioso, il biocarbone (o hydro char – HC), con caratteristiche simili alla lignite, e un residuo acquoso ricco dei nutrienti presenti nella materia prima.

Effluente: In idrografia, un corso d'acqua che a seguito di una biforcazione fluviale si allontana dal fiume principale scaricando parte della sua portata.

Trattamento Elettrochimico: L'elettrochimica è quella branca della chimica che si occupa dei processi che coinvolgono il trasferimento di elettroni tramite un circuito elettrico esterno e non per scambio diretto come per le reazioni di ossidoriduzione (dette comunemente redox). Tratta quindi le trasformazioni chimiche prodotte dal passaggio di elettricità in determinati sistemi chimici e la produzione/immagazzinamento di elettricità per mezzo di trasformazioni chimiche.

Progettazione organizzativa: è una complessa attività attraverso la quale l'idea imprenditoriale viene tradotta in strutture, ruoli, procedure, simboli e significati relativamente stabili, in grado di attirare le risorse necessarie e di fornire le prestazioni attese dagli attori e dall'ambiente istituzionale.

Empatia: è la capacità di comprendere stato d'animo, comportamenti ed emozioni altrui, ovvero di "mettersi nei panni dell'altro"

Tecnologia cognitiva: È uno dei sottocampi tecnici fondamentali della scienza cognitiva, una parte importante dell'intelligenza artificiale e un sistema informatico che simula il processo cognitivo del cervello umano. La tecnologia cognitiva rappresenta un nuovo modello di elaborazione, che include un gran numero di innovazioni tecnologiche nei campi dell'analisi delle informazioni, dell'elaborazione del linguaggio naturale e dell'apprendimento automatico, che possono aiutare

i decisori a rivelare intuizioni straordinarie da grandi quantità di dati non strutturati. I sistemi cognitivi possono interagire con gli umani in un modo più naturale, acquisendo enorme quantità di diversi tipi di dati e facendo inferenze basate sulle informazioni; imparando dalle interazioni tra se stessi, dai dati e dalle persone.

Teoria dell'azione: Focalizzano l'attenzione sui rapporti di interazione individuale, sui significati che le persone attribuiscono alle loro azioni e sull'origine sociale di questi significati. Tali teorie vengono spesso classificate nell'ambito della microsociologia proprio a causa dello scarso interesse da esse nutrito nei confronti delle grandi sistematizzazioni. I ruoli, le istituzioni, gli universi simbolici propri delle culture vengono qui considerati all'interno della loro genesi processuale e comunque sempre in considerazione delle ripercussioni che hanno sull'interazione dei soggetti.

Canitari anidri: Si riferisce al tipo di servizi igienici che non scaricano l'acqua dopo l'uso,

ma smaltiscono gli escrementi attraverso metodi come la sigillatura, la degradazione microbica e l'incenerimento.

Gateway cloud: Dispositivi basati su blocchi o file server. Questo dispositivo viene collocato presso la sede del cliente e l'hardware che viene consegnato o il software caricato sull'hardware. Traduce i requisiti SCSI o di file service in protocolli REST per facilitare la comunicazione con i servizi cloud pubblici.

sistemi di compostaggio termofili: Attraverso la coltivazione e la riproduzione di batteri, è un metodo di smaltimento dei rifiuti che decompone i rifiuti umani e zootecnici e altre sostanze organiche. Durante il processo, l'energia viene rilasciata per formare un'alta temperatura, che uccide i germi negli escrementi attraverso l'alta temperatura, e viene spesso utilizzata per il trattamento innocuo delle feci.

Bibliografia:

A cura di: WWDR, The United Nations World Water Development Report, 2017, The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource, WWDR, Parigi.

A cura di: Becchetti A., Felici F., Trulli L., 2017, Scusi dov'è il bagno, workshop per una nuova cultura dei bagni pubblicato a Roma, Embrice 2030 pubblicam da Write Up Site, Roma.

Armando B., Silva A., 2011, Proceedings of 37th International Symposium CIB W062 on Water Supply and Drainage for Buildings. Portugal, National Association for Quality in Building Services (ANQIP), Portugal University of Aveiro.

Abbas O., Abou R. Y., Sadek M., Shahrour I., 2017, A large-scale experimentation of the smart sewage system. Water and Environment Journal, vol.31(4).

Asia's First Toilet Discovered in Southern Viet Nam. 2013. Pubblicato online: <https://www.asianscientist.com/2012/06/in-the-lab/asia-first-toilet-discovered-in-southern-vietnam-rach-nui-2012/>

Anand C.K., Apul D.S., 2014. Composting toilets as a sustainable alternative to urban sanitation — A review. Waste management, 34(2).

Andersson K., Dickin S., Rosemarin A., 2016, Towards sustainable sanitation: Challenges and opportunities in urban areas. Sustainability, vol:8(12).

Ahmed S.K., Ahmed S.S., 2017, Socio-cultural acceptability of urine diverted composting toilets: A review of literature for possible adoption in peri-urban areas as a sustainable sanitation solution. AIP Conference Proceedings, vol.1919(1).

Aoki M., 2004, Modulization, Far East Publishing House, Shanghai.

Ayres I., 2014, Big Data Thinking and Decision-Making, People Post Press, China.

Berge A.E.F., 2002, Mission and Method: The Early Nineteenth-Century French Public Health Movement.

Bateman M., Engel S., 2018. To shame or not to shame — that is the sanitation question. Development Policy Review, vol.36(2).

Barker J., Jones M.V., 2005, The potential spread of infection caused by aerosol contamination of surfaces after flushing a domestic toilet. Journal of Applied Microbiology, vol.99(2).

Benedict M. E., McMahon E. T., 2006, Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities, Island Press, Washington.

- Buelow E., Rico A., Gaschet M., Lourenço J., Kennedy S.P., Wiest L., Ploy, M.C., Dagot C., 2020, Hospital discharges in urban sanitation systems: Long-term monitoring of wastewater resistome and microbiota in relationship to their eco-exposome. *Water research X*, vol.7.
- Branzi A., 1999, *Introduzione al Design Italiano*. Baldini&Castoldi, Milano.
- Bongartz P., Vernon N., Fox J., 2016, Sustainable sanitation for all: experiences, challenges and innovations.
- Biswas R.R., Biswas T.R., 2017, Testing the performance of pressure sewer systems to reduce wastewater overflow. *Research Journal of Engineering and Technology*, vol.8(4).
- Baggaley K., 2019, Here's how smart toilets of the future could protect your health. *Publicato online: <https://www.nbcnews.com/mach/science/>*
- Burton C.H., 2007, The potential contribution of separation technologies to the management of livestock manure. *Livestock Science*, vol.112(3).
- Brezet H., Hemel V.C., 1997, *EcoDesign: A promising approach to sustainable production and consumption*, a disposizione online: doi:<http://dx.doi.org/>
- Clini C., Musu I., Gullino M. L., 2008, *Sustainable Development and Environmental Management*. Springer Science + Business Media B.V., Dordrecht.
- Charles H.N., Serdar S.D., Griffin A., 2014, *Open Innovation — New Product, Development Essentials*, PDMA, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, Canada.
- Craig M., Vogel C.J., Boatwright P., 2005, *The Design of Things to Come — How Ordinary People Create Extraordinary Products*, Tim Moore, Wharton, United States of America.
- Carmona M., Heath T., 2003, *Public places urban spaces: The dimensions of urban design*. Architectural Press, Oxford, UK.
- Castanos E.I., 2017. *Freestanding public toilet design and location in Boston and Cambridge: a comparative case study*, Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Pubblicato online: <https://dspace.mit.edu/bitstream/>
- Cheng S., Li Z., Uddin S.M.N., Mang H.P., Zhou X., Zhang J., Zheng L., Zhang L., 2018, Toilet revolution in China. *Journal of environmental management*, vol.216.
- Cai J., 2011, *Cost Management Research on Product Design*, NanKaiUnivertisy, TianJing,

- China.
- Crini G., Lichtfouse E., 2019, Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. *Environmental Chemistry Letters*, vol.17(1).
- Casagrande M., 2020, From urban acupuncture to the third-generation city. In *Nature Driven Urbanism*, Springer, Cham.
- Csikszentmihalyi M., Rochberg H.E., *The meaning of things — Domestic symbols and the self*, Il sindacato della stampa dell'università di cambridge, UK.
- Chakkaravarthy D.N., Balakrishnan T., 2019. Water scarcity challenging the future. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, vol.12(3).
- Cid C.A., Qu, Y., Hoffmann M.R., 2018, Design and preliminary implementation of onsite electrochemical wastewater treatment and recycling toilets for the developing world. *Environmental Science: Water Research & Technology*, vol.4(10).
- Cieślík B., Konieczka P., 2017, A review of phosphorus recovery methods at various steps of wastewater treatment and sewage sludge management. The concept of “no solid waste generation” and analytical methods. *Journal of Cleaner Production*, vol.142.
- Colón J., Forbis-Stokes A.A., Deshusses M.A., 2015, Anaerobic digestion of undiluted simulant human excreta for sanitation and energy recovery in less-developed countries. *Energy for Sustainable Development*, vol.29.
- DalFalco F., 2002, *Stili del Razionalissimo — Anatomia di Quattordici Opere di Architettura*. GangemiEditore, Roma.
- DalFalco F., 2009, *Roman&ErwanBouroullec, Exhibit, Product, Graphic and Food*. R-Dsignpress, Roma.
- Dai F. P., Xin X. Y., 2016, Research on the definition of service design based on Phenomenological method, *ZhuangSi*, vol.282, Wuxi, China.
- DocumentidelleNazioni Unite, 2015, *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1)*, the UN Development Summit, New York.
- DeLaurentiis G., Carrano E., Fabrizi F., Giuliani A., Restaino G.a, Scura C., Severati C., Spina M., Tagliacollo E., 2016, *Roma — Public Toilet, Per una nuova cultura del bagno pubblico a Roma*, Ermes, Servizi editoriali integrati S.r.l., Roma.
- Dodos J., 2017, Relationship between water, sanitation, hygiene, and nutrition: what do Link NCA nutrition causal analyses say? *Waterlines*, vol.36(4).
- DeFusco R., Martino C., 2012. *I designer del bagno — bathroom designers*. Collana, Quodlibet Studio, Casi e Cose di Design, 1.
- Diamond J., 2012, *The World Until Yesterday: What Can We Learn from Traditional Societies?* Viking Press, New York.
- Diehl J.C., Brezet J.C., 2006, *Design for Sustainability: A Practical Approach for Developing Economies*, Delft University of Technology.

David R. R., 2013, The Product Life Cycle: Vehicle for Fashioning & Purchasing Strategy, *International Journal of physical distribution & Materials Management*, vol. 8(4).

Diamond J., 2012, *The World Until Yesterday: What Can We Learn from Traditional Societies?* Viking Press, New York.

Datschefski E., 2001, *The Total Beauty of Sustainable Products*, RotoVison SA, Svizzera.

Diamond J., 2012, *The World Until Yesterday: What Can We Learn from Traditional Societies?* Viking Press, New York.

Dijk V.E.J., Pronk M., Loosdrecht V.M.C., 2020, A settling model for full-scale aerobic granular sludge. *Water Research*, vol.186.

Du Y., Du J., 2011, Human-center of product design, *Technology information*, vol.2011(26)

Evans M., 2010, ID Cards – A taxonomy of design representations to support communication and understanding during new product development, *Industrial Design Society of America (IDSA)*

and Loughborough University, Inghilterra.

Elavarasi M.K., Suganthi M.V., Jayachitra M.J., 2018, Developing smart toilets using iot. *International Journal of pure and applied Mathematics*, vol.119(14), pp.611-618.

ENPHO, 2020. What is FSM? Pubblicato online: Available at <http://enpho.org/faecal-sludge-management/>

Europa, 2019. Minimum Standards in Water Supply, Sanitation and Hygiene Promotion, Humanitarian Charter and Minimum Standrad

Ertz M., Durif F., Arcand M., 2019, A conceptual perspective on collaborative consumption, in *AMS Review*, vol. 9(1).

Fam D., Lopes A.M., 2015, Toilet practices and system change: lessons from a transdisciplinary research project. *Journal of Design Research*, vol.13(3).

Flanders J., 2003, *The Victorian House*. HarperCollins, London.

Franklin H.K., 2011, *Farmers of Forty Centuries o Permanent*

Agriculture in China Korea and Japan, Oriental Publishing House, Beijing.

Gates Foundation. 2013, *Reinvent the Toilet Challenge — Strategy Overview*. Pubblicato online: <http://www.gatesfoundation.org/What-We-Do/Global-Development/Reinvent-the-Toilet-Challenge>.

Gyi D. E., Gosling E. Y., Sims R. E., 2012, *Expert Interviews Report: Reinventing the Toilet*, Loughborough University Project Report, Unpublished.

Gyi D. E., Gosling E. Y., Sims R. E., 2013, Re-inventing the toilet – capturing user needs, In: M. Anderson, ed. *Contemporary Ergonomics and Human Factors 2013; Proceedings of the International Conference on Ergonomics & Human Factors*, Cambridge, vol.15-18, Taylor & Francis, London.

Greed C., 2005, *Inclusive urban design: Public toilets*. Architectural Press, Oxford, UK.

Ge Q.S., Xi J.C., 2015, Strategic choices of regional tourism under the new normal of China's economic growth. *Progress in*

Geography, vol.34(7).

Gong H.D., Qiu P.P., Shui M., 2012, QianxiZhongguolvyoucesuo fa- zhanzhuangkuang. Tourism Overview, Trade Edition 3.

Guo S.J., Jiang Q.L., 2010, Ideas and method of public facilities spatial layout planning: From Singapore's expericece and guangming's practice. Planners, vol.26(4).

Guan S.P., 2019. Design should strike a balance between driving business development and protecting the sustainability of the ecological environment. Pubblicato online: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5127.tb.20190927.1406.038.html>

Germak C., 2008, Man, at the centre of the project. Design for a new humanism, Umberto Allemandi&C., Torino.

Geng M., 2009, The Evolution of Toilets and Its Current State. Thesis. Middle East Technical University.Cambridge University Press, Cambridge.Guo K., 2009, Appraisalment Methods and Application for Production Design Quality. Northeastern

University, ShenYang, Cina.

Gongzizaiye, 2017, Risonanza dei valori: l'arma vincente per la diffusione dei contenuti, Pubblicato online: https://www.jianshu.com/p/d3d80914317c?utm_campaign=hugo

Gherghel A., Teodosiu C., Gisi D.S., 2019, A review on wastewater sludge valorisation and its challenges in the context of circular economy. Journal of cleaner production, vol.228.

Gundlach J., Bryla M., Larsen T.A., Kristoferitsch L., Gru H., Holzner M., 2020, Novel no mix toilet concept for efficient separation of urine and feces and its design optimization using computational fluid mechanics. Journal of Building Engineering.

Genç M., 2009, The Evolution of Toilets and Its Current State. Turkey: Middle East Technical University.

Hallgrim B., 2012, Prototyping and Modelmaking for Product Design, Laurence King Publishing Limited, pp.20., London, England.

Hamari J., Sjöklint M., Ukkonen A.,2016, The sharing economy: Why people participate in collaborative consumption, in Journal of the Association for Information Science and Technology, vol. 67(9).

Hu P., Wang X.P., Zhang J.Z., 2013, Problems of public service facilities and its optimization strategies: A case study on the Nanjing fringe area based on residents'demand. City Planning Review, vol.37(10).

Hoshino T., Terahara T., Yamada K., 2006. Long-term monitoring of the succession of a microbial community in activated sludge from a circulation flush toilet as a closed system. FEMS Microbiology Ecology, vol.55(3).

Herbert A. S., 1996, The sciences of the Artifical, 3rd revised edition. MIT press.

Hendricks D.W., 2018, Water treatment unit processes: physical and chemical. CRC press.

He T., Liao L., Lv M., 2005, The caring and ethics of human—center design, Shanxi science and technology, vol.2005(5).

- Hurn K., 2007, *Universal Language, New Design Magazine*, Issue 52, pp. 32-33, DWB Associates Ltd. Warwick, England.
- Hu M., Fan B., Wang H., Qu B., Zhu S., 2016, Constructing the ecological sanitation: a review on technology and methods. *Journal of Cleaner Production*, vol.125.
- Huang Y.H., Huang F.C., 2007, Tourists'perceived value model and its measurement: An empirical study. *Tourism Tribune*, vol.22(8).
- Hale A.J., Ricotta, D.N., Freed J., Smith, C.C., Huang G.C., 2019, Adapting Maslow's hierarchy of needs as a framework for resident wellness. *Teaching and learning in medicine*, vol.31(1).
- Hanak D.P., Kolios A.J., Onabanjo T., Wagland S.T., Patchigolla K., Fidalgo B., Manovic V., McAdam E., Parker A., Williams L., Tyrrel S., 2016, Conceptual energy and water recovery system for self-sustained nano membrane toilet. *Energy conversion and management*, vol.126.
- Holroyd C., 2019, 17 Planning for Japan's twenty-first-century economy and society. *Japan's Future and a New Meiji Transformation: International Reflections*.
- Howaldt J., Schwarz M., 2010, Social Innovation: Concepts, research fields and international trends, IMO international monitoring.
- Jiang C.L., Xia Z.Q., Liu L., 1997, Nitrogen and Phosphorus Pollution in Kuihe Sewage Irrigation District, *Environmental Science*, Publicato online: <http://www.paper.edu.cn>
- Jastrzębska M., Kostrzewska M.K., 2019, Using an environment-friendly fertiliser from sewage sludge ash with the addition of *Bacillus megaterium*. *Minerals*, vol.9(7).
- Jenkins M.W., Cumming O., Scott B., Cairncross S., 2014, Beyond 'improved' towards 'safe and sustainable' urban sanitation: assessing the design, management and functionality of sanitation in poor communities of Dar es Salaam, Tanzania. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, vol.4(1).
- Jie Y., 2004, *Color science: color design and color matching*, Youth publishing house in China, Beijing.
- Johan J., 1999, Some Historical Aspects of Urinals and Urine Receptacles. *World Journal of Urology*.
- Jackson T., 2006, *Sustainable consumption*, Sterling, VA: Earthscan, London.
- Joseph Pine B., James Gilmore H., 1999, *The Experience Economy*. Harvard Business School Press, Boston.
- Junginger S., Faust J., 2016, *Designing Business and Management*, Bloomsbury Academic Press, Bloomsbury.
- Kira A. 1976, *The Bathroom*. Harmondsworth, Penguin.
- Krippendorff K., 2005, *Semantic Turn: New Foundations for Design*, Publicato online: <https://doi.org/10.1080/17493460600844157org/10.1080/17493460600844157>
- Khanna T., Das M., 2016, *Why*

gender matters in the solution towards safe sanitation? Reflections from rural India. *Global public health*, vol.11(10).

Kilunga P.I., Kayembe J.M., Laffite A., Thevenon F., Devarajan N., Mulaji C.K., Mubedi J.I., Yav Z.G., Otamonga J.P., Pubblicato online: <http://www.developmentbookshelf.com/doi/pdf/10.3362/9781780449272.000pdf/10.3362/9781780449272.000>

Kodali R.K., Ramakrishna P.S., 2017, Modern sanitation technologies for smart cities. In 2017 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC).

Korčulanin L., Ferreira A.M., Muršič R., 2018, Active Design Method for Sustainable Urban Water, Contemporary World Press, USA.

Kumar H., Singh M.K., Gupta M.P., Madaan J., 2020, Moving towards smart cities: solutions that lead to the smart city transformation framework. *Technological forecasting and social change*, vol.153.

Koloski-Ostrow A.O., Haand.N., Kleijn d.G., Piras S., 2015, Water in the Roman town: New research from Cura

Aquarum and the Frontinus Society. Pubblicato online: <https://www.cambridge.org/>

Liu B., 2014, Ecological design research of city public toilet. *Ecological Economy*, vol.30(2).

Luo J.Y., Zhou Q.Y., 2018, Sustainable Design of Service Facilities in the Characteristic City, *Packaging Engineering*, vol.18-39(2018), Tianjin University of Technology, Tianjin, China.

Lei C.Y., 2015, Measures of Jiangsu Province to Deal with Tourists' Toilet Peak. *China Tourism News*, vol.2015(01).

Li W.J., Ren M., Kong X.Y., 2013, Study on public facilities design based on the view of cityscape. *Packaging Engineering*, vol.34(2).

Liu A.S., Zhang W., Liu M., 2008, The exploring of public toilets' spatial distribution and digital application: On the base of Changzhou central area.

Urban Studies, vol.188(191).

Liu D.P., Jin C., 2015, A review of the studies of emotions in tourism. *Tourism Science*, vol.29(2).

Lu S.J., Zhang J., Zhang H.L., 2011, A study on the relationship between tourism destination image, tourist satisfaction and behavioral intentions: A case study of Guilin Seven Star Park. *Human Geography*, vol.26(4).

Lockwood T., 2009, Design Thinking: Integrating Innovation, Customer Experience and Brand Value. Allworth Press.

London T., Stuart L. Hart, 2011, Next Generation Business Strategies — for the Base of the Pyramid, Tim Moore.

Lamba M., Graham D.W., Ahammad S.Z., 2017, Hospital wastewater releases of carbapenem-resistance pathogens and genes in urban India. *Environmental science & technology*, vol.51(23).

Lin Z., He C., Zhang M., 2018, Toilet system design in public highend places. In *International Conference on Man, Machine,*

- Environment System Engineering, Springer, Singapore.
- Local Burden of Disease WaSH Collaborators, 2020, Mapping geographical inequalities in access to drinking water and sanitation facilities in low-income and middle-income countries, 2000–17. *The Lancet. Global health*, vol.8(9).
- López A.E.A., Cajiao M.C.R., Mejia M.P., Durán L.F.P., Díaz E.E.E., 2019, Participatory design and technologies for sustainable development: An approach from action research. *Systemic Practice and Action Research*, vol.32(2).
- Lykou G., Mentzelioti D., Gritzalis D., 2018, A new methodology toward effectively assessing data center sustainability. *Computers & Security*, vol.76.
- Liu X., 2010, The Notion, Evolution and Practices of Sustainable Design. *Creativity And Design*, vol.7(2).
- Lehmann S., Crocker R., 2012, Design for Zero Waste, Consumption, Technologies and the Built Environment, Routledge, London.
- LeNS, 2007, Learning Network on Sustainability Working Hypothesis, Pubblicato online: www.lens.polimi.it
- Lian S.Z., Xu B.M., 2019, Construction of Design Indicators for Sustainable Design of Modern Furniture, College of Furnishings and Industrial Design, Nanjing Forestry University, China.
- Liu G.Z., 2018, The Design Methodology, Shanghai People's Fine Arts Publishing House, Shanghai.
- Martino, C., 2010, Dieci anni di Zero. *Design Diffusion News*, vol.167.
- Martino, C., 2011, Sanitaryware design. In *Asian Ceramics*.
- Martino C., 2011, Il design del bagno nella cultura d'impresa, 24 ore cultura, Roma.
- Martino, C., 2013, LCD in Ceramic Sanitary Industry. *Catalano Green Report*.
- Martino, C., 2014, Qui dove regna l'iper-tecnologia. *Corriere della Sera*, vol.245.
- Maldonado, T., 1971, La speranza progettuale. Einaudi, 4 edizione, Milano.
- Ma G.L., 2015, The Marketization Road of my country's Tourist Toilet Revolution. *Social Scientist*, vol.10.
- Mulrooney T., 2013, The History of the Toilet. Pubblicato online: <https://www.plumbworld.co.uk/the-history-of-the-toilet-infopage>
- Milton A., Rodgers P., 2013, Research Methods for Product Design. Laurence King Publishing Limited, London, Inghilterra.
- Mattelaer J.J., 1999. Some Historical Aspects of Urinals and Urine Receptacles. *World Journal of Urology*, vol.17(3).
- Mulrooney T., 2013, The History of the Toilet. Media:
- Maslow A.H., 1943, A Theory of Human Motivation, *Psychological Review*.
- Moritz S., 2005, Service Design Practical Access to an Evolving Field, M.Sc. Thesis, KISD, Killeen.

Management. Organizing Committee 01 Honour& Scientific Committees 03 Keynote Speakers 05 Selected Papers.

Mahaut V., Andrieu H., 2019, Relative influence of urban-development strategies and water management on mixed (separated and combined) sewer overflows in the context of climate change and population growth: A case study in Nantes. Sustainable Cities and Society, vol.44.

Mayer P., Panek P., 2017, Involving older and vulnerable persons in the design process of an enhanced toilet system. In Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems.

Mazini E., Susani M., 1995, The solid side, il lato solido in un mondo che cambia: side progetti e proposto, V+K Publishing, Naaredn Olan.

MIM, 2019, The Toilet Manifesto, Pubblicato online: <https://www.madeinmumbai.net/evolution-of-toilets>.

Mueller J.L., Andersen T.J., Kohler C., 2014, Toilet with reduced water usage. USA.

Margenot A.J., Zerai A., 2020, Re-Envisioning Sanitation As a Human-Derived Resource System. Environmental Science & Technology, vol.54(17).

Mpiana P.T., Poté, J., 2016, The impact of hospital and urban wastewaters on the bacteriological contamination of the water resources in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. Journal of Environmental Science and Health, Part A, vol.51(12).

Mario F., Margherita D.M., Massimo T., 2014, Design Management for Sustainability: An Integrated Approach for The Development of Sustainable Products. Engineering and Technology Management, vol.34(29-45).

Marseglia M., 2019, European Smart Urban Furniture Design Incubation: Taking the Italian Smart Garden Design as an Example, Urban Furniture

Marseglia M., 2018, Progetto, Sostenibilità, Complessità.

University of Florence Dida Press, Firenze.

Ma Y.M., 2018. Exploration of sustainable design for product life cycle, China Academic Journal Electronic Publishing House, China.

McLennan, J. F., 2004, The Philosophy of Sustainable Design, Ecotone Publishing.

Nathan S., 2009. Design is the problem: the future of design must be sustainable. Rosenfeld Media. Brooklyn, New York. vol.20(30).

Norman D.A., Traduttore: Mei Q., 2010, The Design of Everyday Things, Casa editrice CITIC, Beijing.

Nimmo M., 2012, Loughborough University wins 'Reinvent the Toilet' award from Bill & Melinda Gates Foundation, Loughborough University

Netherlands Water Aid, 2013, The Crisis, Water Aid Website. Pubblicato online: <http://www.wateraid.org/uk/what-we-do/the-crisis>

Nie Q., 2019. The study on

the aesthetics of simplicity in sustainable design: take MUJI design in Japan as an example. China Academic Journal Electronic Publishing House, China.

Nunnally J.C., 1978, Psychometric theory, 2nd ed, McGraw-Hill, New York.

Omodeo Salè, S., 1990. Architettura Design e Natura, Progettare la sostenibilità. NuovelniziaCtive, Milano.

Okurut K., Kulabako R.N., Chenoweth J., Charles K., 2015, Assessing demand for improved sustainable sanitation in low-income informal settlements of urban areas: a critical review. International journal of environmental health research, vol.25(1).

One.org, 2020, Sustainable toilets that could change the way the world poops, Pubblicato online: <https://www.one.org/us/blog/7-sustainable-toilets-that-could-change-the-way-the-world-poops/>

Pilissy T., Tóth A., Fazekas G., Sobjak A., Rosenthal R.,

Lüftenegger T., Panek P., Mayer P., 2017. Towards a situation and user aware multi modal motorized toilet system to assist older adults with disabilities: a user requirements study. In 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR).

Poudel J., Ohm T.I., Lee S.H., Oh S.C., 2015, A study on torrefaction of sewage sludge to enhance solid fuel qualities. Waste management, vol.40.

Papanek V., 2012, Design for the Real World: Human Ecology and Social Change. CITIC Press, Beijing.

Philbin T., 2007, The 100 Great Inventions of All Time: A Ranking Past and Present, Numero 20 Sanitario.

Patrick G., 2005, Design Goes "Green". Machine Design, vol.2005(12).

Parsloe C., 2005, Reclaimed water. Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), Inghilterra.

Praeger D., 2007, Poop Culture: How America Is Shaped by Its Grossest National Product. Feral

House, USA.

Physical Distribution & Materials Management, The status quo, problems and countermeasures of China's toilet revolution, vol.8(4).

Qi J. H., 2009, Design aesthetics, Huazhong University of science and technology press, Wuhan.

Richard B., 1992, Wicked problems in design thinking. Design issues: vol.8.

Rary E., Anderson S.M., Philbrick B.D., Suresh T., Burton J., 2020, Smart sanitation — biosensors as a public health tool in sanitation infrastructure. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol.17(14).

Renukappa S., Suresh S., Abdalla W., 2020, Adoption of smart cities strategies in the United Kingdom: An empirical study. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol.11(7).

Reymond P., Renggli S., Lüthi C., 2016, Towards sustainable sanitation in an urbanising world. Sustainable urbanization.

Robb K., Null C., Teunis P., Yakubu H., Armah G., Moe C.L., 2017, Assessment of faecal exposure pathways in low-income urban neighbourhoods in Accra, Ghana: rationale, design, methods, and key findings of the SaniPath study. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, vol.97(4).

Rouse J., 2007, *Practice Theory*, Division I Faculty Publications, Middletown.

Rifkin J., 2011, *La terza rivoluzione industriale Come il potere laterale sta trasformando l'energia, l'economia e il mondo*. CITIC Publishing House, Cina

Sarté Bry S., 2010, *Sustainable infrastructure: the guide to green engineering and design*. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey and Canada.

Scarpari T., 1999, *La grammatica dell'acqua: tecnologie non convenzionali per uno sviluppo locale auto-sostenibile*, Tesi di laurea Agostino Nardocci, vol.5.

Schwab K., 2016, *The fourth industrial revolution*, CITIC Publishing House, China

Shaw, R. 2014, *A Collection of Contemporary Toilet Designs*. UK: EOOS and WEDC Loughborough University.

Stickdorn M., Schneider J., 2011, *This is service design thinking: Basics, Tools, Cases*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Song L.X., Zhou C.S., 2010, Progress of the value of urban public space in the western countries. *Modern Urban Research*, vol.25(12).

Song Z.N., Chen W., Yuan F., 2010, Formulation of public facility location theory framework and literature review. *Progress in Geography*, vol.29(12).

Song Y.H., 2019. The primary problem of sustainable design is to improve quality. *Pubblucato online: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5127.tb.20190927.1406.044.html>*

Spangenberg J.H., Fuadluke A., Blincoe K., 2010, Design for Sustainability (DfS): The Interface of Sustainable Production and Consumption. *Journal of Cleaner Production*, vol.18(15).

Stone R.B., Wood K.L., 2000, A Heuristic Method for Identifying Modules for Product Architectures. *Design Studies*, vol.21(9).

Stamp J., 2014, From Turrets to Toilets: A Partial History of the Throne Room — For centuries the humble bathroom has been shaping the space we live and work, *Pubblucato online: <https://www.smithsonianmag.com/history/turrets-toilets-partial-history-throne-room-180951788/>*

Shen Z., Liu H.B., Zhang Y.L., 2019, The status quo, problems and countermeasures of China's toilet revolution, *New Rural Development Research Institute of Tongji University, University of Shanghai for Science, Technology Environment, Architecture College, China Environmental Management*, *Pubblucato online: https://www.sohu.com/a/318781246_761527?qq-pf-to=pcqq.c2c*

Sullivan L.H., 1947, *The Tall Office Building Artistically Considered*, Kindergarten Chats, New York, *Pubblucato originariamente nella rivista*

mensile di Lipincott.

Saleh I.A., Zouari N., Al-Ghouti M.A., 2020, Removal of pesticides from water and wastewater: Chemical, physical and biological treatment approaches. *Environmental Technology & Innovation*.

Schmitt M.L., Clatworthy D., Ogello T., Sommer M., 2018, Making the case for a female-friendly toilet. *Water*, vol.10(9).

Shah A., Karmiani D., Mehta D., Kulkarni S., 2020, Solar Powered Self-Cleaning Toilet.

Shi Y., Zhou L., Xu Y., Zhou H., Shi L., 2018, Life cycle cost and environmental assessment for resource-oriented toilet systems. *Journal of cleaner production*, vol.196.

Simha P., Ganesapillai M., 2017, Ecological sanitation and nutrient recovery from human urine: How far have we come? A review. *Sustainable Environment Research*, vol.27(3).

Stokes G., 2017, Responding to the need to toilet. *The Essential Dementia Care Handbook: A Good Practice Guide*.

Strande L., Schoebitz L., Bischoff F., Ddiba D., Okello F., Englund M., Ward B.J., Niwagaba C.B., 2018, Methods to reliably estimate faecal sludge quantities and qualities for the design of treatment technologies and management solutions. *Journal of environmental management*, vol.223.

Tanizaki J., 1935, *Libri d'ombra*, Chuokoron.

Thackara J., 2008, *In the bubble Design per un futurosostenibile*. Allemandi, Milano.

Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond P., Zurbrügg C., 2014 *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*, Duebendorf: Switzerland.

Teoh S.K., Li L.Y., 2020, Feasibility of alternative sewage sludge treatment methods from a lifecycle assessment (LCA) perspective. *Journal of Cleaner Production*, vol.247, pp.119-135.

Thibodeau C., Monette F., Glaus M., 2014, Comparison of development scenarios of a black water source-separation sanitation system using life cycle assessment and environmental

life cycle costing. *Resources, Conservation and Recycling*, vol.92.

Trimmer J.T., Miller D.C., Byrne D.M., Lohman H.A., Banadda N., Baylis K., Cook S.M., Cusick R.D., Jjuuko F., Liu G.Z., 1988, *Come la Storia Racconta il Futuro*, Decorazione, Rivistasponsorizzata dalla Tsinghua University, Beijing.

IUCN (World Conservation Union), UNEP (United Nations Environment Programme) and WWF (World Wide Fund for Nature), 1991, *Caring for the earth: A strategy for sustainable living*, London, Earthscan.

Ushijima K., Irie M., Sintawardani N., Triastuti J., Hamidah U., Ishikawa T., Funamizu N., 2013, Sustainable design of sanitation system based on material and value flow analysis for urban slum in Indonesia. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, vol.7(1).

UN, 2020, United Nations — Peace, dignity, and equality in healthy planet: Water. Pubblicato online: <https://www.un.org/en/sections/issues->

depth/water/

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) & World Water Assessment Programme, 2017, Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche 2017— Acqua reflue: la risorsa inesplorata, Parigi.

UN, 2013, We Can End Poverty – Millennium Development Goals and Beyond 2015, United Nations Department of Public Relations Fact Sheet. Pubblicato online: http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/Goal_7_fs.pdf

United Nations, 2015, Sustainable Development Goals (SDGs)

Vezzoli C., & Manzini E., 2007, Design per la sostenibilità ambientale. Zanichelli, 2 edizione, Milano.

Zhang C., Zhu X.J., Wang Z.Z., 2003, Separate System of Rainwater and Sewage in Sanitary Landfill. Taiyuan University of Technology, Taiyuan.

Verani M., Bigazzi R., Carducci A. 2014, Viral contamination of aerosol and surfaces through toilet use in health care and other settings, American Journal of Infection Control, vol.42(7).

Von Münch, E., Milosevic D., 2015, Qualitative survey on squatting toilets and anal cleansing with water with a special emphasis on Muslim and Buddhist countries by using the Susan a discussion forum. Schwalbach, Germany.

Vezzoli C., 2018, Design for Environmental Sustainability — Life Cycle Design of Products, 2nd edition, Springer-Verlag London Ltd., London.

Van B.A., Daalhuizen J., 2014, Delft Design Guide. BIS Publishing, TU Delft.

Wang L.D., 2019, Traing the public's view of green consumption through design.

Walker S., 2006, Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice, First published by Earthscan in the UK and USA.

WHO UNICEF, 2013, Progress on

Sanitation and Drinking-water 2013 Update, WHO, Geneva and UNICEF, New York

Wu H.S., Chang Z.Z., Ma Y., Du J., Huang H.Y., 2014, Evaluation of a Novel System for Separate Collection of Feces, Urine and Flushing Water in Swine Lots.

WHO UNICEF, 2013, Progress on Sanitation and Drinking Water – 2013 Update, The World Health Organisation (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF), Geneva, Switzerland.

Wang Y.M., Wu W.J., Qian L., 2010, On tourism development pattern transition oriented by ecological civilization: A case study of Chongming Island. Tourism Science, vol.24(4).

Wang S.H., Chen L., 2010, Evaluation of city image elements of Guangzhou based on structural equation model. Economic Geography, vol.30(1).

Wang Y., 2014, Application of the concept of sustainable design in the outdoor public facilities. Packaging Engineering, vol.35(10).

Wen T., Liao H.M., 2009,

- Resident perceptions of mainland Chinese tourists' behavior in Hong Kong. *Tourism Forum*, vol.2(4).
- Wu L.X., Zhao X.H., 2007, A demonstration research on the experience quality of the foreigners traveling in China. *Geography and Geo-Information Science*, vol.23(3).
- Wade B., Bathrooms C.E., Street W., 2020, Transforming the Toilet 6. Bathroom Battlegrounds: How Public Restrooms Shape the Gender Order.
- Wang X., Dam V.K.H., Triantafyllidis C., Koppelaar R.H., Shah N., 2019, Energy-water nexus design and operation towards the sustainable development goals. *Computers & Chemical Engineering*, vol.124.
- Wang X.J., Camilleri M., 2020, A smart toilet for personalized health monitoring. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*.
- Wen F., He T., Liu H., Chen H.Y., Zhang T., Lee C., 2020, Advances in chemical sensing technology for enabling the next generation self-sustainable integrated wearable system in the IoT era. *Nano Energy*.
- Walker S., 2006, *Sustainable by Design — Explorations in Theory and Practice*, London, Sterling, VA, USA.
- WuDaoJueXing, 2020, 30 high-quality thinking models, Publicato online: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/266615513>
- Xie K., Song Y., Liu J., Liang B., Liu X., 2018, Stampede prevention design of primary school buildings in china: a sustainable built environment perspective. *International journal of environmental research and public health*, vol.15(7).
- Xiong J.S., Li R., Yu G.R., Zhang Z.J., 2016, Prokaryotic community structure in bathroom air under two ways of flushing the toilet. *China Modern Preventive Medicine*, vol.43(13).
- Xu P.X., Sun M.J., Li J., 2016, Feces collection and composting technological design on scaled beef cattle farms. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, vol.32(Supp.2).
- Xie J.N., Tan Y., Liu Y.F., 2011, Reasonability analysis of urban toilet distribution: A case study of Yuhu District in Xiangtan City. *Environmental Sanitation Engineering*, vol.19(6).
- Yang J.R., Tian Y., 2008, Development and application of bio-toilet in tourist industry. *Environmental Science and Management*, vol.33(3).
- Yu S.L., Yu J., 2018. Innovative Methods and Case Analysis of Sustainable Product Design, *Packaging Engineering*, vol.39(12). Hubei University of Technology, Wuhan, China.
- Yu X.Y., Wu M.H., Wu T., 2010, Optimal planning of scenic public sanitation. *Systems Engineering*, vol.28(2).
- Yadav S., 2016, Smart Water and Wastewater Management with Smart city challenges. Publicato online: https://www.researchgate.net/publication/305063478_Smart_Water_and_Wastewater_Management_with_Smart_city_challenges
- Zakaria F., Čurko J., Muratbegovic A., Garcia H.A.,

Hooijmans C.M., Brdjanovic D., 2018, Evaluation of a smart toilet in an emergency camp. International journal of disaster risk reduction, vol.27.

Zhou X., Li Z., Zheng T., Yan Y., Li P., Odey E.A., Mang H.P., Uddin S.M.N., 2018, Review of global sanitation development. Environment international, vol.120.

Zao M.F., Xi J.C., 2012, Emissions from the tourism industry and patterns of environmental disturbance in the Liupan Mountain Eco- Tourism Area. Resources Science, vol.34(12).

Zhou L.M., Guo Q., Cao X.Y., 2013, Study on over- all perceived service quality based on exploratory factor analysis: With an example of highway. Soft Science, vol.27(5).

Zhang Y., Cole S.T., 2016, Dimensions of lodging guest satisfaction among guests with mobility challenges: A mixed- method analysis of web-based texts. Tourism Management, vol.53.

The winning scheme of the 2011 World Toilet Design Competition,

the organizing committee of the 2011 World Toilet Design Competition.

Zhu Z.L., 2019, Let sustainable design truly serve the people. Pubblica online: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5127.tb.20190927.1406.050.html>

Zhang Q., 2001, Development of Environmental Indices for Pollution Prevention and Green Design. Michigan Technological University, USA.

Zhao H. H., Tan H., 2006, Human Factor Engineering, Higher education press, Beijing.

Zhu H.W., 2019. Research on Principles and Methods of Product Sustainable Design Based on User Perspective. Jiangsu Vocation College of Information Technology, Jiangsu, Wuxi.

Zhong X.Q., 2008, Study on Rapid Response — Design of Individual Character Products, University of Science and Twchnology of China, Beijing.

Zakaria F., Ćurko J., Muratbegovic A., Garcia H.A., Hooijmans C.M., Brdjanovic

D., 2018, Evaluation of a smart toilet in an emergency camp. International journal of disaster risk reduction, vol.27.

Sitografia:

<https://baike.baidu.com/item/%E5%BE%90%E5%B7%9E/6250?fr=aladdin>
Il termine "Xuzhou" dal Baidu Encyclopedia

<http://www.cam.ac.uk/research/news/roman-toilets-gave-no-clear-health-benefit-and-romanisation-actually-spread-parasites>
Roman toilets gave no clear health benefit

<http://www.unep.org>
UN Environment

<https://www.worldtoilet.org>
World toilet organization

<https://www.un.org/zh/observances/toilet-day>
United Nations toilet day

<http://www.unesco.org/>
World Water Assessment Programme (WWAP)

<https://embrace2030.com>
Embrace 2030

<https://www.presstletter.com/2019/11/world-toilet-day-rome-public-toilet-di-massimo-locci/>
World toilet day, Rome public toilet

<https://www.wired.com/2011/01/sega-urinal-games/>
Sega Installs 'Toilet Games' in Japan's urinals

<https://www.plumbworld.co.uk/the-history-of-the-toilet-infopage>
The History of the Toilet

<http://www.treccani.it/vocabolario/water-closet/>
Water-Closet

http://www.muswell-hill.com/foxandco/pages/history_toilet.htm
Storia della toilette

<https://arstechnica.com/science/2017/06/unexpected->

[viking-toilet-discovery-leads-to-controversy/](https://www.pri.org/stories/2010-04-19/floating-toilets-clean-cambodias-act)
Unexpected Viking toilet discovery leads to controversy

<https://www.pri.org/stories/2010-04-19/floating-toilets-clean-cambodias-act>
Floating toilets to clean up Cambodia's act

http://www.beachapedia.org/Dry_Weather_Diversions
Dry Weather Diversions

<http://acquadesign.it/it/home>
Acqua Design

<https://www.zmescience.com/science/news-science/inventor-flushing-toilet/>
Who invented the flushing toilet

<http://www.10tiao.com/tml/258/201811/2651604360/3.html>
Reinvent the Toilet Challenge — Reinvented Toilet

<http://www.chinadmd.com/file/>

[uupszrzerw3rittaw6zappe_1.html](http://www.doc88.com/p-994237020539.html)
Resource on Japanese toilet culture

<http://www.doc88.com/p-994237020539.html>
Japanese toilet design trends

<http://www.cn-hw.net/html/sort054/200708/3537.html>
Introduction of Japanese public toilet design examples. Sanitation Technology Network.

<http://www.gatesfoundation.org/What-We-Do/Global-Development/Reinvent-the-Toilet-Challenge> Reinvent

<http://www.lens-international.org>
Learning Network on Sustainability international

<http://www.stuff.co.nz>
Old toilet find offers civilization start clues. Retrieved 28 September 2013

<https://www.zmescience.com/science/news-science/inventor-flushing-toilet/>
Who invented the flushing toilet

<http://www.lens.polimi.it>
The Learning Network on Sustainability

https://www.sohu.com/a/193233733_649223
Toilet innovation-the development status of environmentally friendly toilets

<https://www.nngroup.com/>
Nielsen Norman Group

<http://naotu.baidu.com/>
Naotu Baidu

<http://www.edrawsoft.cn/mindmaster/>
MindMaster

<http://newgenerator.tumblr.com>
Toilette biologica USF

<http://www.ad.tsinghua.edu.cn/>

<info/1088/39356.htm>
Eco-privylearning pavilion

<https://www.peeriosity.com/shared-services/articles/2017/08/what-is-shared-services/>
Shared Services

<http://www.wsp.com>
Business Models Shaping New Mobility

<http://www.taobao.com>
Taobao