

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in  
Architettura Costruzione e Città

Tesi di Laurea Magistrale

Costruire nei Paesi in via di sviluppo.  
Progetto di un presidio sanitario nel villaggio di  
Komuge in Tanzania



Relatori

Prof. Valentino Manni

Prof. Carlo Caldera

Candidato

Luca Saverio Valzano

Anno Accademico 2019/2020



# INDICE

PREMESSA .....	I
1. COMPLESSITÀ ED EMERGENZA NEI PVS: IL CASO DELLA TANZANIA.....	1
1.1 Il portmanteau Tanzania, culla dell'umanità .....	1
1.2 Cooperazione e sviluppo nella complessità del Terzo Mondo .....	4
1.3 Considerazioni sull'Indice di Sviluppo Umano (HDI) della Tanzania .....	8
1.4 L'Indice di Povertà Multidimensionale IPM .....	9
1.5 Qualità dello sviluppo umano, sostenibilità socio-economica ed ambientale .....	11
1.6 Qualità dello sviluppo umano nella Regione del Mara e nel Distretto di Rorya .....	14
1.7 Demografia ed emergenza sanitaria in Tanzania .....	16
1.8 Quadro demografico e sanitario nella Regione del Mara .....	19
2. VOLONTARIATO IN TANZANIA: LE ATTIVITÀ SUL CAMPO .....	25
2.1 Il contesto umano .....	25
2.2 Il centro di formazione catechetica di Komuge.....	28
2.3 L'Associazione Lavoriamo Insieme Onlus.....	37
2.4 Attività svolte nell'ambito del volontariato a Komuge.....	38
3. TERRA CRUDA E BAMBÙ: MATERIALI PER L'AUTOCOSTRUZIONE NEI PVS .....	45
3.1 La questione tecnologica.....	45
3.2 La terra cruda come materiale da costruzione.....	46
3.3 I blocchi in terra cruda stabilizzata.....	47
3.4 Le prove da campo sulla terra .....	49
3.5 Le prove in laboratorio .....	51
3.6 La stabilizzazione .....	52
3.7 La diffidenza nell'impiego del materiale terra cruda .....	53
3.8 Il bambù, l'acciaio vegetale .....	54

3.9	La pianta del bambù .....	55
3.10	Caratteristiche meccaniche del bambù .....	57
3.11	Durabilità del bambù .....	59
3.12	Trattamenti protettivi del bambù.....	60
3.13	Potenzialità e prospettive dell'industria del bambù: l'esempio dell'Etiopia .....	61
4.	IL PROGETTO DEL NUOVO PRESIDIO SANITARIO NEL VILLAGGIO DI KOMUGE.....	63
4.1	Linee guida per una progettazione con tecnologie a basso costo.....	63
4.2	Esempi di interventi di autocostruzione in Paesi in via di sviluppo.....	65
4.3	Le tipologie costruttive locali.....	72
4.4	Le condizioni climatiche ed ambientali .....	73
4.5	Generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica.....	75
4.6	Il raffrescamento passivo geoventilativo.....	77
4.7	Il progetto del nuovo presidio sanitario nel villaggio di Komuge .....	80
	CONCLUSIONI.....	84
	BIBLIOGRAFIA.....	87

## Premessa

Il presente lavoro trae origine dalle personali esperienze di volontariato condotte nel corso degli anni presso il villaggio di Komuge, nella regione del Mara, in Tanzania.

La collaborazione a progetti di sviluppo locale ebbe inizio nel 2005 con l'adesione alle iniziative promosse dall'Istituto Missioni della Consolata di Torino, protraendosi negli anni seguenti con la partecipazione a progetti di cooperazione in vari ambiti: istruzione, sanità, agricoltura e programmi sociali.

La possibilità di visitare contesti lontani, non solo geograficamente ma, soprattutto, culturalmente, di cui, fino ad allora, era stato possibile acquisire conoscenza solo per via indiretta, attraverso letture e altre fonti di informazione, è stata occasione di riflessione e di crescita personale, nonché irripetibile opportunità per l'osservazione diretta e per la comprensione di *modus vivendi* distanti da quelli propri della società occidentale. Ciò ha consentito di sviluppare una maggiore consapevolezza della complessità del mondo in cui viviamo.

La tentazione di far propria la diffusa idea della superiorità della cultura occidentale è vinta dalla constatazione della ricchezza degli usi e delle tradizioni che i popoli che abitano i cosiddetti Paesi in via di sviluppo perpetuano da tempo immemorabile, negli stessi luoghi che videro la nascita del genere umano, in un equilibrio sacrale con la natura e l'ambiente naturale.

Tale equilibrio è stato alterato con l'acquisizione da parte delle comunità locali degli usi e dei costumi occidentali, con l'illusione che la mera imitazione fosse sinonimo di sviluppo.

Tuttavia, equiparare la supremazia tecnologica (di cui si vanta l'Occidente) a quella culturale può risultare controverso. Infatti il prezzo del nostro sviluppo tecnologico è consistito nell'impoverimento dell'ambiente e nell'alterazione dei suoi delicati equilibri. Ciò ha avuto riscontro anche nelle dinamiche sociali ed economiche tra Primo Mondo e Terzo Mondo.

La questione tecnologica è il riflesso della divergenza dei "Mondi". La tecnologia non può essere né esportata né imposta *tout-court* secondo la prospettiva occidentale, in ragione della necessità delle soluzioni tecnologiche di conseguire un'efficace rispondenza a quadri esigenziali generati dalla pluralità dei modi di vivere e di garantire la sostenibilità a fronte dei vincoli caratterizzanti i contesti socio-economici. In sintesi, le tecnologie devono essere coerenti con il contesto culturale, sociale, economico ed ambientale.

Lo studio, restringendo il campo d'indagine al piccolo insediamento di Komuge, in Tanzania, ritenuto rappresentativo di uno dei più poveri contesti rurali dell'Africa, attraverso l'approfondimento tecnologico della proposta progettuale per la realizzazione di un nuovo presidio sanitario, individua alcune soluzioni di semplice applicazione apportatrici di un'efficacia che va oltre la prassi tecnica ed è in grado di innescare un processo di sviluppo con ricadute sull'intera comunità locale.

La sintesi delle esperienze condotte sul campo e lo studio dell'autocostruzione con l'impiego di materiali e tecnologie costruttive ampiamente disponibili, sostenibili, a basso costo e richiedenti un basso know-how tecnico, come la terra cruda ed il bambù, diventa occasione per avviare un processo partecipato, capace di promuovere competenze tecniche che possono generare nuove filiere produttive le cui ricadute potrebbero stimolare la domanda di nuove professionalità.

Superando il dominio della pura ricerca tecnologica, questo modello di cooperazione, connotato da una spiccata sostenibilità tecnologica, ambientale, economica e sociale, si configura quale possibile volano di uno sviluppo socio-economico della comunità locale.

# 1. Complessità ed emergenza nei PVS: il caso della Tanzania

## 1.1 Il portmanteau Tanzania, culla dell'umanità

La Tanzania, formalmente Repubblica Unita di Tanzania (Jamhuri ya Muungano wa Tanzania in swahili, United Republic of Tanzania in inglese) è uno stato dell'Africa orientale. Confina a nord con Kenya e Uganda, a ovest con Ruanda, Burundi e Repubblica Democratica del Congo, e a sud con Zambia, Malawi e Mozambico. A est è bagnata dall'Oceano Indiano. Dar es Salaam è la città più grande ed è stata la capitale fino agli anni settanta. Attualmente è in corso il trasferimento delle funzioni amministrative nella nuova capitale Dodoma, di recente designazione, posta nel centro della Tanzania. Il nome "Tanzania" è un *portmanteau* creato dalla fusione di "Tanganica" (nome della colonia britannica che corrisponde alla Tanzania continentale) e "Zanzibar"; esso fu adottato quando i due soggetti si unirono nel 1964.

In Tanzania sono stati ritrovati alcuni dei più antichi reperti fossili umani. La culla dell'umanità si trova nella regione del Ngorongoro, in una riserva naturale, parte del Patrimonio Unesco. Qui sorgono le Gole dell'Olduvai, sito archeologico di grande importanza, reso celebre dagli scavi di Louis Leakey e altri. A dargli lustro è stato il rinvenimento di resti umani che risalgono a 2,5 milioni di anni fa: gli ominidi (*australopithecus boisei* e *homo habilis*) hanno mosso i primi passi in quest'area, e hanno iniziato a dar vita alla civiltà grazie alla costruzione di utensili volti alla caccia e all'accensione del fuoco per proteggersi dagli animali. Non per niente in questa area è ambientata la famosa scena iniziale di Odissea nello Spazio di Stanley Kubrick, quella con gli ominidi preistorici che incontrano il monolito nero.

Si ritiene che circa 10.000 anni fa la Tanzania fosse abitata da una popolazione nativa di cacciatore-raccoglitore di ceppo linguistico khoisan. Intorno a 5000 anni immigrarono nella regione gruppi di lingua cuscitica, che introdussero l'agricoltura e l'allevamento. In tempi ancora più recenti la Tanzania fu colonizzata dai bantu provenienti dall'Africa occidentale, che oggi costituiscono il gruppo etnico principale.

All'inizio del secondo millennio a.C. sulle coste della Tanzania sull'Oceano Indiano iniziarono a nascere insediamenti commerciali persiani e arabi. L'interscambio culturale fra arabi e bantu contribuì in gran parte a formare la cultura odierna della regione, e tra l'altro portò alla nascita della lingua swahili, oggi lingua ufficiale della Tanzania. Il commercio di risorse provenienti dall'entroterra africano (avorio, oro e in seguito anche schiavi) consentirono agli insediamenti arabo-persiani di fiorire, trasformandosi in vere e proprie città, come Kilwa; complessivamente, questa epoca di grande sviluppo viene ricordata col nome di epoca shirazi (epoca persiana). I rapporti fra bantu e arabi continuarono a essere

determinanti per la costa orientale della Tanzania per gran parte del millennio. Nel 1840 Zanzibar divenne capitale di un potente sultanato, legato a quello di Oman. Gli arabi portarono in Africa Orientale la loro cultura, il loro alfabeto, la loro letteratura, l'Islam e coltivazioni come i chiodi di garofano.

Gli europei, e in particolare i portoghesi, tentarono una prima colonizzazione della costa orientale dell'odierna Tanzania verso l'inizio del XVI secolo, venendo poi scacciati dagli arabi. L'interesse dell'Europa si riaccese solo verso il XIX secolo. I buoni rapporti fra il sultanato di Zanzibar e l'Europa consentirono a esploratori tedeschi, britannici e di altre potenze europee di dare vita a una serie di missioni esplorative nell'entroterra africano a partire dalla costa orientale. Nel 1848 il tedesco Johannes Rebmann fu il primo europeo a vedere il Kilimanjaro; nove anni dopo, Richard Burton e John Speke giunsero sulle sponde del lago Tanganica. Fu anche in questo periodo che David Livingstone intraprese le sue celebri missioni alla ricerca delle sorgenti del Nilo. Agli esploratori seguirono i missionari.

Verso la fine del XIX secolo le diverse potenze europee iniziarono a consolidare le proprie posizioni nell'area in ottica coloniale. Nel 1884 il tedesco Karl Peters convinse diverse tribù della regione dei Grandi Laghi ad accettare l'autorità della Germania, e alla Conferenza di Berlino del 1885 l'odierna Tanzania continentale divenne formalmente Africa Orientale Tedesca. Nel 1890 venne firmato il Trattato di Helgoland-Zanzibar, col quale Zanzibar diventava protettorato britannico.

L'amministrazione tedesca portò un periodo di grande sviluppo, costruendo infrastrutture e introducendo nuovi tipi e nuove tecniche di coltivazione; allo stesso tempo, essa fu anche estremamente rigida nei confronti della popolazione locale, soffocando nel sangue diversi tentativi di rivolta fra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo, come la celebre rivolta dei Maji Maji (1907).

Alla fine della Prima guerra mondiale, l'Africa Orientale Tedesca fu occupata dagli inglesi, dopo un lungo periodo di guerra e guerriglia. Al termine della grande guerra, la Lega delle Nazioni assegnò al Regno Unito l'ex Africa Orientale Tedesca. La colonia prese il nome di Tanganica. Il mandato britannico fu confermato nel 1946. Dopo la seconda guerra mondiale, comunque, iniziò il processo che avrebbe portato la colonia all'indipendenza. Fra i principali attori di questo processo ci fu il movimento politico Tanganyika African National Union (TANU), fondato da Julius Nyerere.

Nel 1961 il Tanganica ottenne l'indipendenza dal Regno Unito, sotto la guida del TANU di Nyerere. La Repubblica del Tanganica entrò nel Commonwealth nel 1962. Nel 1963 anche Zanzibar ottenne l'indipendenza, e l'anno successivo il TANU e l'Afro-Shirazi Party (ASP), il partito di governo di Zanzibar, decisero di unire i rispettivi Paesi in una repubblica federale, dando vita all'odierna Repubblica Unita di Tanzania.

Sotto l'amministrazione di Nyerere, la Tanzania assunse inizialmente un assetto politico ed economico basato su una forma di socialismo agricolo chiamato ujamaa. La costituzione della Tanzania venne modificata nel 1965 per formalizzare la situazione de facto del paese, ovvero l'egemonia di un unico partito politico, il Chama Cha Mapinduzi (CCM) nato dalla fusione di TANU e ASP. Nel 1979 la Tanzania fu coinvolta nella guerra con l'Uganda di Idi Amin. All'inizio degli anni novanta, il presidente Ali Hassan Mwinyi, succeduto a Nyerere, intraprese una serie di profonde riforme del paese, abbandonando gradualmente l'impianto socialista dell'ujamaa e introducendo il multipartitismo. Le successive consultazioni elettorali confermarono comunque il CCM stabilmente al governo del paese, pur con qualche contestazione; in particolare, nel 2001 il risultato delle consultazioni politiche portò a un periodo di scontri fra la polizia e movimenti indipendentisti di Zanzibar.

La Tanzania è montuosa nella zona nordorientale; vi si trovano il monte Kilimanjaro, la montagna più alta di tutto il continente africano, e le Pare Mountains. Nella stessa zona si trova anche il monte Meru. A nord e a ovest si trovano invece i grandi laghi Vittoria e Tanganica. Un altro lago è il Natron, di acque saline, situato nella Rift Valley africana vicino al confine keniota. La parte centrale del Paese comprende un grande altopiano, mentre la parte orientale è calda e umida. In Tanzania si trovano le alture maggiori e le più profonde depressioni dell'Africa. L'isola di Zanzibar si trova nell'Oceano Indiano, nei pressi della costa della Tanzania.

Il punto più rilevante dell'idrografia del Tanzania è il lago Vittoria, sul confine tra Tanzania, Kenya ed Uganda; è il lago più esteso dell'Africa e qui sono identificate le sorgenti del Nilo. A sud-ovest di questo, sul confine con la Repubblica Democratica del Congo, c'è il lago Tanganica; è considerato il secondo lago più vecchio al mondo (ed il secondo per profondità) dopo il lago Baikal in Siberia. Sul confine con lo Zambia si trovano le Cascade Kalambo, zona di grande interesse archeologico poiché vi sono stati trovati i primi segni dell'uso del legno degli alberi da parte dell'uomo.

Il clima è tropicale lungo la costa, mentre è semiarido all'interno e temperato sulle alture. Il clima tropicale (o megatermico) è il clima tipico della zona Umida della Terra, ovvero la fascia compresa entro i due tropici del Cancro e del Capricorno. In questo clima si sviluppano le foreste tropicali e le savane. Nella classificazione climatica di Köppen viene identificato con la lettera A.

I climi tropicali con i relativi biomi sono caratterizzate da elevate temperature durante tutto l'anno: neppure nel mese più freddo la temperatura scende al di sotto dei 15 °C. Nel sottotipo equatoriale le precipitazioni possono anche raggiungere e superare i 10.000 mm annui.

Il regime pluviometrico distingue i vari tipi di clima tropicale: Vladimir Köppen ne distinse tre: il clima equatoriale vero e proprio, Af (tropisches Regenwaldklima, immerfeucht, in italiano può essere definito "clima della foresta pluviale"), il clima monsonico, con una stagione secca e una umida, Am (Regenwaldklima trotz Trockenzeit) e infine il clima della savana, più secco e con maggiori escursioni termiche Aw (Savannenklima, wintertrocken). Il clima Af è contraddistinto da precipitazioni mensili medie sempre superiori ai 60mm. Aree di diffusione del clima: Africa, Penisola Arabica, Australia, Oceania, America meridionale e centrale.



*Figura 1 - Rappresentazione dello Human Development Index negli Stati del mondo nel 2019.*

## **1.2 Cooperazione e sviluppo nella complessità del Terzo Mondo**

In base al Rapporto statistico stilato dalla IDOS per le Nazioni Unite nel 2019 la popolazione mondiale ha toccato i 7,7 miliardi di abitanti e secondo le proiezioni sarà destinata a raggiungere gli 8,5 miliardi nel 2030. Nella fattispecie saranno i paesi dell’Africa subsahariana quelli a subire maggiori incrementi (tra il 2019 e il 2050 quella porzione di popolazione mondiale potrebbe rappresentare oltre la metà della crescita demografica). Inoltre in base alle previsioni statistiche relative sempre a questa parte del continente africano si prevede che in questa regione (subsahariana), la popolazione possa continuare a crescere fino alla fine del secolo.

Si pongono dunque nuove questioni relative alla complessità dei fenomeni descritti e alle soluzioni adottabili: quali modelli di sviluppo possano essere attuati, quali forme di cooperazione possano risultare adeguate alle specificità dei contesti socio-culturali e possano garantire il raggiungimento dell'obiettivo della crescita di quelle zone del mondo depresse ma ricchissime di risorse umane. Inoltre è lecito interrogarsi se sia ancora conveniente intendere l'azione filantropica nella forma del semplice assistenzialismo piuttosto che nella forma di trasferimento dei saperi e delle tecnologie, in grado di fornire ai destinatari gli strumenti per una crescita autonoma. E, qualora si consideri il trasferimento tecnologico, occorre individuare le tecnologie più adatte all'uso da parte di un'utenza tecnologicamente non preparata. L'insieme dei quesiti evocati induce alla riflessione sul significato di sviluppo e richiama la complessità dei fenomeni in atto.

Lo sviluppo può essere definito come *“un processo multidimensionale che comporta importanti cambiamenti nella struttura sociale e nelle istituzioni nazionali, l'accelerazione della crescita economica, la riduzione delle disegualianze e lo sradicamento della povertà assoluta.”* Tuttavia tale concezione multidimensionale non è sempre condivisa. Generalmente il concetto di sviluppo viene ricondotto solamente a quello di crescita economica, infatti per molto tempo si è utilizzato il PIL come indicatore di crescita degli Stati. Dagli anni '80 in poi, si è assistito a una progressiva trasformazione della concezione di sviluppo e soprattutto dell'approccio relazionale tra i Paesi industrializzati e quelli del Terzo Mondo. Negli anni '90 è stato introdotto un nuovo indicatore per valutare lo sviluppo macroeconomico, lo Human Development Index (HDI), il quale considera tre aspetti fondamentali: il reddito pro-capite, la speranza di vita alla nascita e il tasso di alfabetizzazione. L'HDI dal 1993 è utilizzato dall'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) per valutare la qualità della vita nei Paesi membri. Tanto maggiore è il valore dell'indice, variabile tra 0 e 1, tanto maggiore è il livello della qualità della vita. Nella determinazione dell'HDI, l'assunzione di più indicatori, afferenti ad aspetti eterogenei, consente un'analisi multisetoriale delle condizioni di sviluppo che restituisce una rappresentazione più accurata rispetto a quella basata sul semplice raffronto del PIL.

Le iniziative di sviluppo devono agire nella molteplicità degli ambiti che concorrono al benessere di una popolazione, attuando programmi che tengano in considerazione la complessità dell'insieme dei fenomeni in atto e dei problemi che ne conseguono. Pertanto, soprattutto nel caso dei Paesi in via di sviluppo, le azioni di intervento mono-settoriale non sono sufficienti, ma è necessaria una visione generale del quadro di riferimento che consenta l'attuazione di politiche convergenti che concorrano alla crescita sociale delle comunità locali, alla promozione della tutela sanitaria e dell'istruzione, alla creazione di nuove opportunità di lavoro e al rafforzamento dell'identità culturale delle comunità. Inoltre, la cooperazione tra Stati deve favorire l'incontro multiculturale e multietnico attraverso processi di dialogo e di condivisione della conoscenza.

Tuttavia, tradizionalmente, la cooperazione è stata interpretata come insieme di azioni isolate, concepite e dirette al di fuori del contesto di destinazione; la realizzazione *in situ* del progetto, strettamente condizionata e indirizzata dalla disponibilità di risorse economiche degli enti e delle associazioni filantropiche coinvolte, spesso estranee al contesto culturale e socio-economico in cui si opera, ha, molte volte, generato esiti non soddisfacenti.

D'altro canto, la peculiare condizione di contingenza economica sociale e culturale delle comunità locali, ha prodotto, quale risposta alle naturali esigenze umane, soluzioni non coerenti e trasformazioni del territorio spontanee e devastanti.

Ne sono un esempio le megalopoli e le periferie che si ingrandiscono velocemente nei Paesi in via di sviluppo, ad imitazione di modelli insediativi non locali. L'industrializzazione e lo stile di vita dei Paesi più ricchi hanno avuto conseguenze disastrose e insostenibili sotto l'aspetto ambientale, sociale e abitativo.

Alla luce di queste considerazioni, la cooperazione, non può essere mera omologazione ai fenomeni di crescita dei Paesi più ricchi ma deve indirizzarsi verso nuovi modelli di sviluppo sostenibile, nel rispetto delle comunità umane e dell'ambiente. Secondo vari autori, al fine di favorire questo processo è necessario passare dal concetto di aiuto a quello di reciprocità e di mutuo soccorso, creando reti di scambio che si fondino sull'idea della diversità come ricchezza, del limite come legge e del rispetto della capacità di carico sociale e naturale. Si dovrà ridefinire il rapporto uomo-habitat, casa-energia, tipico del consumo vorace delle società maggiormente sviluppate, irresponsabili di fronte al problema dell'esaurimento delle risorse. La correzione del modello di crescita globale può essere di stimolo per le società più progredite per la ridefinizione virtuosa del proprio paradigma di sviluppo. Risulta evidente, perciò, come il modello di sviluppo globale non possa continuare ad essere quello attuale, basato sulla sottrazione delle risorse dai Paesi in via di sviluppo, sulla produzione e trasformazione di beni nei Paesi in via di industrializzazione e sul consumo dei beni trasformati nei Paesi industrializzati. La collaborazione tra Paesi progrediti e Paesi in via di sviluppo può condurre, invece, alla definizione di un nuovo modello di crescita comune che sia sostenibile e incentrato sulla cooperazione, di cui l'uomo sia fulcro, così come sancito dalla Dichiarazione di Rio.

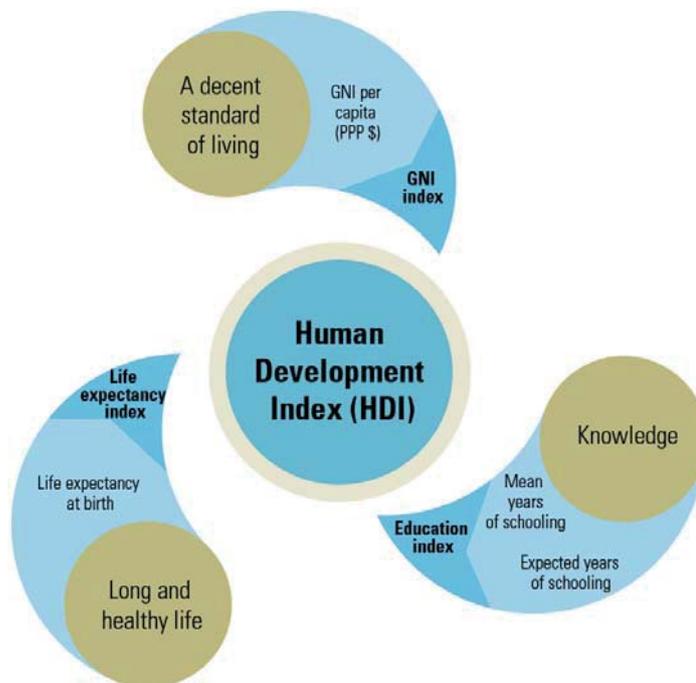


Figura 2 - Fattori che concorrono alla definizione dello Human Development Index

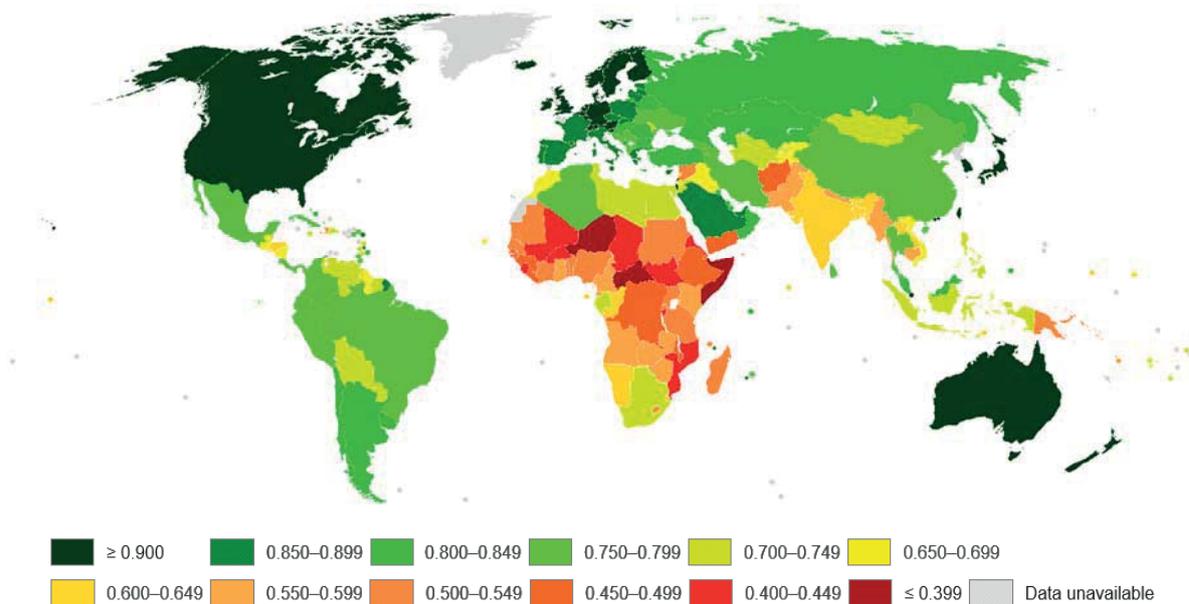


Figura 3 - Rappresentazione dello Human Development Index negli Stati del mondo nel 2019.

### 1.3 Considerazioni sull'Indice di Sviluppo Umano (HDI) della Tanzania

Secondo quanto riportato in una pubblicazione dell'Organizzazione delle Nazioni Unite del 2019, la Repubblica Unita di Tanzania, con un HDI pari a 0,528, si colloca al 26° posto tra i Paesi africani e al 159° posto tra gli Stati del mondo, situandosi nella fascia dei Paesi con un basso sviluppo umano.

Nell'arco temporale tra il 1990 e il 2018, il valore HDI della Tanzania è aumentato da 0,373 a 0,528, con un aumento del 41,8 percento, dunque la qualità complessiva della vita è in forte crescita. Infatti tra il 1990 e il 2018, l'aspettativa di vita della Tanzania alla nascita è aumentata di 14,8 anni, la media degli anni di scolarizzazione è aumentata di 2,4 anni e gli anni di scolarizzazione previsti dai programmi di studio nazionali sono aumentati di 2,5 anni.

Tabella 1 – Valori dell'indice HDI e dei parametri di riferimento, ricavati da alcune serie temporali dal 1990 al 2018.

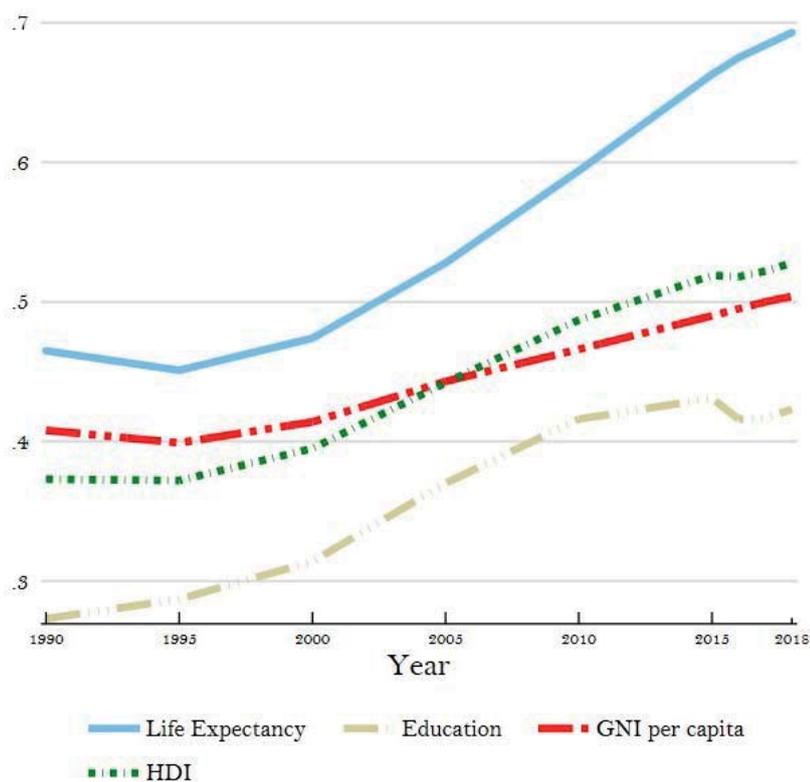


Figura 4 – Andamento dell'indice HDI e dei suoi fattori di riferimento nel periodo 1990-2018 in Tanzania.

## 1.4 L'Indice di Povertà Multidimensionale IPM

Un ulteriore indicatore delle condizioni di sviluppo umano di un Paese è rappresentato dall'Indice di Povertà Multidimensionale (IPM) Questo indice, sviluppato nel 2010 dall'Oxford Poverty & Human Development Initiative e dal Programma delle Nazioni Unite per lo sviluppo, ha sostituito l'Indice di Povertà Umana. L'IPM identifica molteplici privazioni sovrapposte subite dagli individui in 3 ambiti (dimensioni): salute, istruzione e tenore di vita. Le dimensioni della sanità e dell'istruzione si basano su due indicatori ciascuno, mentre il tenore di vita si basa su sei indicatori. Tutti gli indicatori necessari per costruire l'IPM per un paese sono tratti da indagini condotte su nuclei familiari. Gli indicatori vengono ponderati al fine di creare un punteggio di deprivazione. Un punteggio di deprivazione del 33,3% (un terzo degli indicatori ponderati) viene utilizzato per distinguere tra poveri e non poveri. Se il punteggio di deprivazione è pari o superiore al 33,3%, il nucleo familiare viene classificato come povero multidimensionalmente. Gli individui con un punteggio di deprivazione maggiore o uguale al 20% ma inferiore al 33,3% sono classificati come vulnerabili alla povertà multidimensionale. Infine, gli individui con un punteggio di deprivazione maggiore o uguale al 50% vivono in grave povertà multidimensionale. L'IPM è calcolato per 101 Paesi in via di sviluppo nell'HDR 2019.

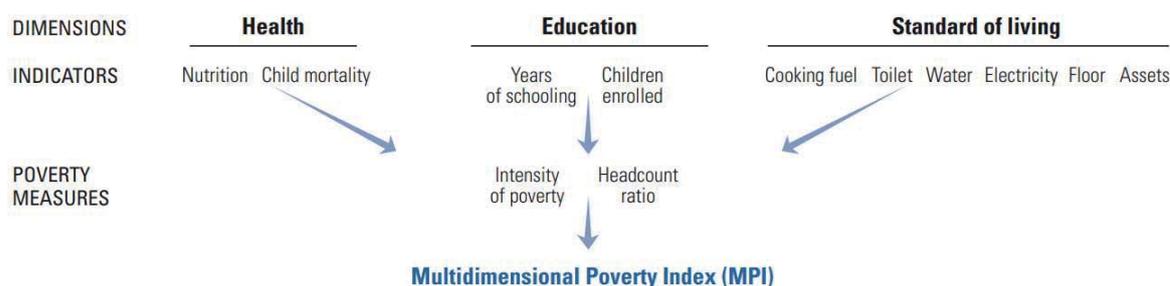


Figura 5 – Indicatori che concorrono al calcolo dell'Indice di Povertà Multidimensionale.

I dati più recenti disponibili sulla stima dell'IPM della Tanzania si riferiscono al 2015/2016. In Tanzania, il 55,4 % della popolazione (circa 31 milioni di persone) è multidimensionale povero mentre un ulteriore 24,2 per cento è classificato come vulnerabile alla povertà multidimensionale (circa 14 milioni persone). L'ampiezza, ovvero l'intensità, della deprivazione in Tanzania (punteggio medio della deprivazione sperimentato da persone in condizioni di povertà multidimensionale) è del 49,3 %.

La tabella 2 confronta la povertà multidimensionale con la povertà di reddito, misurata dalla percentuale della popolazione che vive al di sotto di PPP US \$ 1,90 al giorno. Mostra che la valutazione della povertà da reddito non è sufficientemente significativa. La popolazione della povertà multidimensionale è 6,3 punti percentuali in più rispetto alla povertà del reddito. Ciò implica che le persone che vivono al di

§ 1.4 - L'Indice di Povertà Multidimensionale IPM

sopra della soglia di povertà del reddito possono ancora subire privazioni in termini di salute, istruzione e standard di vita.

La tabella 2 mostra anche la percentuale della popolazione della Tanzania che vive in grave povertà multidimensionale. Il contributo delle privazioni relative a ciascuna dimensione, completa la rappresentazione della povertà multidimensionale in Tanzania.

Tabella 2 - Valori dell'indice di povertà multidimensionale IPM della Repubblica Unità di Tanzania riferiti al periodo 2015/2016.

Year	MPI	Head count	Intensity of deprivations	Population share			Contribution to overall poverty of deprivations in:		
				Vulnerable to Multidim. Poverty	In severe Multidim. Poverty	Below income poverty line	Health	Education	Standard of living
[-]	[-]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
2015 2016	0.273	55.4	49.3	24.2	25.9	49.1	21.1	22.9	56.0

## 1.5 Qualità dello sviluppo umano, sostenibilità socio-economica ed ambientale

L'ONU classifica i Paesi del mondo in base alla loro performance negli ambiti della qualità dello sviluppo umano e della sostenibilità socio-economica ed ambientale. La valutazione, basata su tercili, avviene attraverso una stima dei livelli qualitativi riferiti a specifici indicatori tematici.

Tabella 3 – Valutazione della qualità della salute, dell'istruzione e dello standard di vita.

Quality of health			Quality of education			Quality of standard of living			Overall			Missing indicators
(3 indicators)			(7 indicators)			(4 indicators)			(14 indicators)			
Top third	Middle third	Bottom third	Top third	Middle third	Bottom third	Top third	Middle third	Bottom third	Top third	Middle third	Bottom third	
Number of indicators												
1	0	2	1	0	1	0	0	4	2	0	7	5
<p><b>Indicators</b></p> <p><b>Quality of health (3)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lost health expectancy (%)</li> <li>2. Physicians (per 100,000 people)</li> <li>3. Hospital beds (per 100,000 people)</li> </ol> <p><b>Quality of education (7)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pupil–teacher ratio, primary school (pupils per teacher)</li> <li>2. Primary school teachers trained to teach (%)</li> <li>3. Primary schools with access to the Internet (%)</li> <li>4. Secondary schools with access to the Internet (%)</li> <li>5. Programme for International Student Assessment (PISA) score, mathematics</li> <li>6. Programme for International Student Assessment (PISA) score, reading</li> <li>7. Programme for International Student Assessment (PISA) score, science</li> </ol> <p><b>Quality of standard of living (4)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vulnerable employment (% of total employment)</li> <li>2. Rural population with access to electricity (%)</li> <li>3. Population using at least basic drinking-water sources (%)</li> <li>4. Population using at least basic sanitation facilities (%)</li> </ol>												

Tabella 4 – Valutazione della sostenibilità economica e sociale.

Economic sustainability			Social sustainability			Overall			Missing indicators
(6 indicators)			(5 indicators)			(11 indicators)			
Top third	Middle third	Bottom third	Top third	Middle third	Bottom third	Top third	Middle third	Bottom third	
Number of indicators									
2	3	1	1	3	1	3	6	2	0
<p><b>Indicators</b></p> <p><b>Economic sustainability (6)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Adjusted net savings (% of GNI)</li> <li>Total debt service (% of exports of goods, services and primary income)</li> <li>Gross capital formation (% of GDP)</li> <li>Skilled labour force (% of labour force)</li> <li>Concentration index (exports), value</li> <li>Research and development expenditure (% of GDP)</li> </ol> <p><b>Social sustainability (5)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Old-age dependency ratio</li> <li>Ratio of education and health expenditure to military expenditure</li> <li>Overall loss in HDI value due to inequality, average annual change (%)</li> <li>Gender Inequality Index, average annual change (%)</li> <li>Income share of the poorest 40 percent, average annual change (%)</li> </ol>									

Tabella 5 – Valutazione della sostenibilità e delle minacce ambientali.

Environmental sustainability			Environmental threats			Overall			Missing indicators
(7 indicators)			(4 indicators)			(11 indicators)			
Top third	Middle third	Bottom third	Top third	Middle third	Bottom third	Top third	Middle third	Bottom third	
Number of indicators									
4	1	1	0	0	1	4	1	4	2
<p><b>Indicators</b></p> <p><b>Environmental sustainability (7)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fossil fuel energy consumption (% of total energy consumption)</li> <li>2. Renewable energy consumption (% of total final energy consumption)</li> <li>3. Carbon dioxide emissions, per capita (tonnes)</li> <li>4. Carbon dioxide emissions (kg per 2010 US\$ of GDP)</li> <li>5. Forest area, change (%)</li> <li>6. Fresh water withdrawals (% of total renewable water resources)</li> <li>7. Natural resource depletion (% of GNI)</li> </ol> <p><b>Environmental threats (4)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mortality rate attributed to household and ambient air pollution (per 100,000 population)</li> <li>2. Mortality rate attributed to unsafe water, sanitation and hygiene services (per 100,000 population)</li> <li>3. Degraded land (% of total land area)</li> <li>4. Union for Conservation of Nature's Red List Index (value)</li> </ol>									

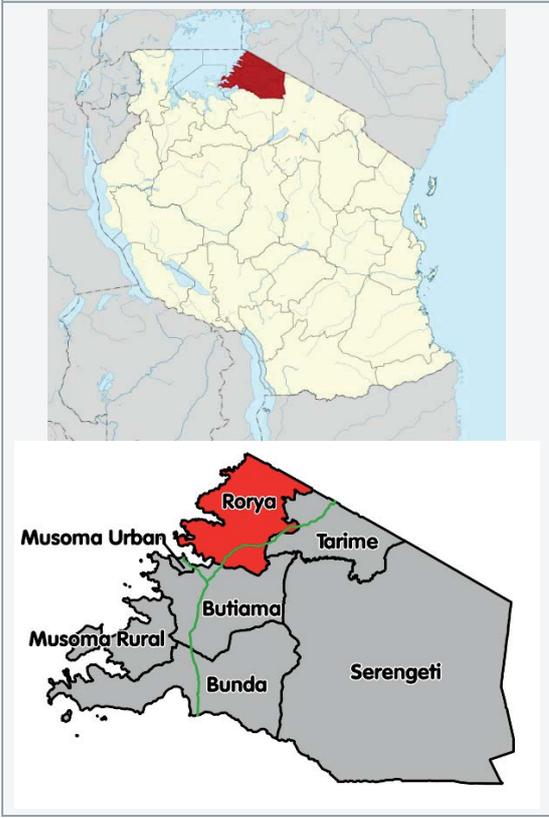
Dall'osservazione degli indici riportati nelle tabelle si deduce come la Tanzania sia interessata non soltanto da problemi legati allo sviluppo umano, economico e sociale, ma anche da problemi di carattere ambientale e di tutela del territorio. Limitando l'attenzione al solo campo della produzione e della costruzione edilizia, è possibile ricavare alcune linee d'indirizzo, al fine di rispondere efficacemente alle problematiche evidenziate. Ad esempio, risulta vantaggioso ricorrere, nel modo più ampio possibile, all'impiego di risorse rinnovabili e a materiali largamente disponibili in loco, a basso costo e di facile gestione (dalla produzione, alla lavorazione, alla messa in opera e alla manutenzione). A sostegno di quanto enunciato, si segnala il programma di sviluppo abitativo promosso dall'Organizzazione delle Nazioni Unite in Uganda. Tale programma, ricorrendo alla soluzione tecnologica dell'impiego della terra cruda nella prassi costruttiva, in sostituzione del legno, ha contribuito a ridurre il processo di progressiva deforestazione nel Paese.

## 1.6 Qualità dello sviluppo umano nella Regione del Mara e nel Distretto di Rorya

La Regione del Mara si trova nella parte settentrionale della Tanzania continentale, tra le latitudini 1° 0" e 2° 31" sud e tra le longitudini 33° 10" e 35° 15" est e si affaccia sul lago Vittoria. A nord la regione confina con l'Uganda ed il Kenya. Essa prende il nome dall'omonimo fiume che la lambisce ed il suo capoluogo è la città di Musoma. È una delle 31 suddivisioni amministrative di primo livello che compongono la Repubblica Unita di Tanzania secondo l'ordinamento statale. Essa ha un'estensione pari a 21,760 km<sup>2</sup>, una popolazione di 1.743.830 abitanti e si compone di 7 distretti: L'economia regionale si basa prevalentemente su agricoltura di sussistenza a carattere estensivo, sulla pastorizia e sulla pesca.

L'indice di sviluppo umano relativo alla Regione del Mara, suddivisione amministrativa di primo livello secondo l'ordinamento degli enti locali della Repubblica Unita di Tanzania, si attestava, nel 2017, al valore 0,53, a fronte del 0,528 nazionale, collocando la Regione al 15° posto tra le 31 Regioni costituenti lo Stato.

*Tabella 6 – Regione del Mara e sua suddivisione amministrativa*

Mappa	Distretti	Popolazione (2012)
	Bundu	335.061
	Butiama	241.732
	Musoma Rural	178.356
	Musoma Urban	134.327
	Rorya	265.241
	Serengeti	249.420
	Tarime	339.693
	Totale	1,743,830

Il Distretto di Rorya, è una delle 7 suddivisioni amministrative della Regione del Mara. Secondo il censimento statale del 2012, esso conta una popolazione di 265.241 abitanti.

L'economia locale fondamentale si basa su agricoltura, allevamento, pesca e piccole industrie. Oltre l'89% delle persone che vivono nel distretto dipendono dall'agricoltura per vivere. Nel Distretto solo metà del territorio potenzialmente coltivabile è sfruttato per uso agricolo.

Oltre il 70% dei cittadini del Rorya è attivo nell'allevamento del bestiame che fornisce latte, carne e rappresenta un bene di scambio nella maggior parte delle transazioni economiche. Le problematiche più sentite sono le malattie del bestiame ed il furto.

A fronte dell'apporto economico derivante dalle attività di allevamento e pastorizia, vi sono ricadute negative sull'ambiente causate dagli incendi per la deforestazione necessaria per la predisposizione dei territori a pascolo e dalla conseguente erosione del suolo. Le misure di mitigazione proposte dal Governo consistono nella riduzione dell'attività di allevamento e nel controllo degli incendi.

Il distretto è dotato di risorse forestali che coprono circa il 30% dell'intero territorio amministrativo. Tali risorse vengono impiegate per usi domestici come combustibile, nell'edilizia e nella medicina tradizionale.

Le attività estrattiva nel distretto sono di tipo artigianale su piccola scala. Vengono estratti anche materiali usati nelle attività nel settore delle costruzioni, specialmente i lapidei.

Nei villaggi dislocati lungo la riva del lago Vittoria, l'economia dipende prevalentemente dalle attività di pesca.

Recentemente sono state avviate delle iniziative volte allo sviluppo dell'apicoltura. Tuttavia tale attività è ancora condotta con tecniche tradizionali poco produttive.

Nel Distretto è insediato un numero esiguo di piccole industrie attive nella produzione di sapone, nella lavorazione della pelle, nella preparazione di prodotti da forno, nella lavorazione del latte e nella lavorazione delle spezie.

Dal punto di vista sanitario, oltre alle malattie endemiche tradizionali (es. malaria, infezioni alimentari, minfezioni dell'apparato respiratorio...) il Distretto di Rorya è una delle zone della Tanzania in cui si registra la più alta diffusione di HIV nella popolazione.

## 1.7 Demografia ed emergenza sanitaria in Tanzania

Non vi è sviluppo senza salute. Secondo un documento programmatico dell'Organizzazione delle Nazioni Unite, gli obiettivi di sviluppo del millennio (Millennium Development Goals - MDG) anche il rapporto delle Nazioni Unite "Millennium Development Goals Report 2008" e il rapporto dell'Organizzazione mondiale della sanità "World Health Statistics Report 2009". per la salute consistono nella riduzione di due terzi della mortalità infantile, di tre quarti della mortalità materna e nel contrasto alla diffusione dell'HIV/AIDS, della malaria e delle altre malattie. Lo scopo del documento redatto dall'ONU consiste nel sensibilizzare i governi affinché le politiche per lo sviluppo assumano il raggiungimento di tali obiettivi come condizione essenziale per sradicare la povertà globale e promuovere lo sviluppo sostenibile.

In Tanzania la densità della popolazione varia da una persona per chilometro quadrato nelle regioni aride a 51 per chilometro quadrato negli altipiani ricchi d'acqua dell'entroterra fino ai 134 per chilometro quadro di Zanzibar. Più dell'80% della popolazione abita in zone rurali. Si stima che al 2007 circa il 65% della popolazione risieda nelle aree rurali, mentre la popolazione urbana raggiungerebbe il 35%. La prima risorsa per la popolazione è l'agricoltura. Con la crescita demografica e la sovra popolazione di alcune aree si è verificato un iper sfruttamento del territorio e di certe aree coltivabili, inoltre nel paese l'acqua scarseggia sempre di più; conseguentemente le possibilità di praticare un'agricoltura in buone condizioni di fertilità del suolo, con disponibilità di acqua e possibilità di irrigazione sono diminuite.

Il paese è in forte crescita demografica: mentre nel 1980 la popolazione ammontava a 18 milioni di abitanti, nel 2007 ne ha più di 38 milioni. In 25 anni la popolazione è raddoppiata. Il tasso di crescita rilevato dal 2003 al 2005 è di 19,5 individui ogni 1.000 abitanti (1,95%). Negli ultimi 50 anni, la popolazione della Tanzania è più che triplicata, passando da 12,3 milioni nel 1967 a 44,9 milioni nel 2012. Se questo tasso non dovesse scendere, nei prossimi 50 anni la popolazione triplicherà ulteriormente. Il tasso di fecondità è leggermente sceso negli ultimi decenni, ma rimane comunque alto: in media quasi 5 figli di media per ogni donna.

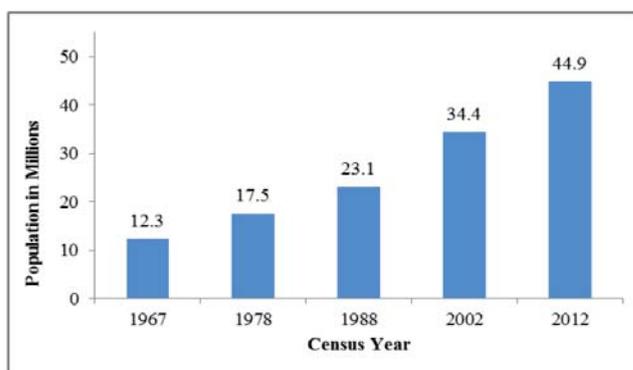


Figura 6 – Crescita demografica in Tanzania dal 1967 al 2012.

La crescita demografica è stata accompagnata da una serie di migrazioni interne, che hanno portato ad addensamenti della popolazione nelle zone con maggiore disponibilità di acqua, ovvero con maggiore piovosità e maggiore certezza della piovosità (predittibilità delle precipitazioni). C'è una correlazione significativa tra alcune aree del paese ad alta piovosità e la densità abitativa delle stesse, maggiore rispetto alla media nazionale. Correlazione inversa si riscontra nel caso delle zone aride, di contro semi spopolate. Questi dati danno la misura di una correlazione significativa tra il livello medio di precipitazioni annue e la densità abitativa sul territorio tanzaniano.

La struttura demografica della Tanzania è quella tipicamente appartenente ad un paese in via di sviluppo, con alto numero di nascite, alta mortalità infantile e un'aspettativa della durata di vita medio-bassa. La popolazione della Tanzania è giovane, il 45% ha meno di 15 anni, mentre la popolazione con più di 65 anni non supera il 2,5%. Questo dato riflette immediatamente la situazione di un paese con un'alta mortalità infantile e una speranza di vita che si aggira intorno ai 45 anni. Gli indicatori demografici e relativi alle condizioni di salute della popolazione hanno mostrato un lento miglioramento nel corso degli anni e un aumento della domanda di assistenza sanitaria. I livelli di mortalità sono piuttosto alti.

La speranza di vita alla nascita è del 44%, e la vita media è di 48 anni (contro i 52 del 1990). La causa del recente decremento dei valori di speranza di vita è la diffusione del virus HIV/AIDS, che colpisce soprattutto la popolazione fra i 15-59 anni.

Il tasso di mortalità infantile è invece rimasto sostanzialmente invariato, al 10,4%. Si tratta in sostanza di una morte infantile su 10, tra i bambini nati vivi. Il livello di mortalità infantile è alto, comunque coerente con il livello medio degli altri Paesi dell'Africa Sub-Sahariana. La diffusione crescente del virus dell'HIV/AIDS ha contribuito notevolmente all'aumento della domanda di un'assistenza sanitaria equamente distribuita fra la popolazione.

Nel 2001 la stima ufficiale della popolazione adulta affetta dal virus HIV/AIDS è del 7,83% (750.000 donne e 170.000 bambini fra 0 e 14 anni). Le altre cause di mortalità nel paese sono la malaria (1.207 casi ogni 100.000 pp) e la tubercolosi (212 casi ogni 100000 individui).

Nel 1999 la stima della mortalità infantile è di 99 ogni 1000 nati vivi, mentre la mortalità al di sotto dei cinque anni è di 158. Sebbene questi dati rappresentino un notevole miglioramento rispetto ai dati degli anni '70, stime più recenti hanno mostrato un peggioramento, soprattutto nelle aree rurali. Le principali cause di mortalità infantile e/o individui al di sotto dei cinque anni sono: malaria, anemia, polmonite.

La fertilità media per la donna è di 5,1, la mortalità materna è alta (attualmente 259/100000 nascite) la

percentuale delle nascite assistite da personale specializzato è del 36%.

In Tanzania la malaria costituisce la principale causa di morte nel paese, specialmente tra i bambini. Il virus dell'HIV, la cui stima di diffusione rimane approssimativa, è diffuso soprattutto nelle zone costiere e lungo le principali vie di comunicazione di cui si stima sia affetta il 20 % della popolazione, mentre è scarsamente diffuso nelle zone rurali dell'interno. La diffusione della malattia a livello nazionale è stimata comunque intorno al 10%.

Nel paese la precarietà della vita è dovuta principalmente alla scarsa sicurezza igienica, alla mancanza di acqua e alla malnutrizione, con conseguente diffusioni di malattie. La razione di proteine è scarsa, specialmente nelle zone interne, dove la pastorizia è insufficiente e non si usufruisce del pescato proveniente dall'oceano. La precaria condizione igienica in cui versano alcuni villaggi, con zone malsane di acqua stagnante, costituisce un bacino per la proliferazione della malaria.

Tabella 7 – Presidi sanitari in Tanzania (anno 2000).

<b>Presidi sanitari in Tanzania</b>					
	Governativo	Parastatale	Vol/Rel	Privato	Altro
Consultancy/ Specialized Hospital	4	2	2	0	-
Regional Hospital	17	0	0	0	-
District Hospital	55	0	13	0	-
Other Hospital	2	6	56	20	2
Health Center	409	6	48	16	-
Dispensaries	2450	202	616	663	28
Specialized Clinics	75	0	4	22	-
Nursing Homes	0	0	0	6	0
Private Laboratories	5	3	9	184	-
Private X-Ray Units	5	3	2	16	1

## 1.8 Quadro demografico e sanitario nella Regione del Mara

Restringendo il campo d'indagine alla Regione del Mara (che si compone dei distretti Musoma Urbano, Musoma Rurale, Bunda, Butiama, Rorya, Serengeti, Tarime), suddivisione amministrativa territoriale di primo livello (la Tanzania è suddivisa in 31 Regioni o *Wilaya*) in cui si trova il Distretto di Rorya in cui si trova il villaggio di Komuge, in quanto tale Regione è l'ambito territoriale di riferimento in relazione alla proposta progettuale oggetto del presente studio, è possibile, attingendo ai dati forniti da studi condotti da enti governativi e da organizzazioni non governative, delineare un quadro rappresentativo dei fenomeni demografici e dei problemi sanitari in essere.

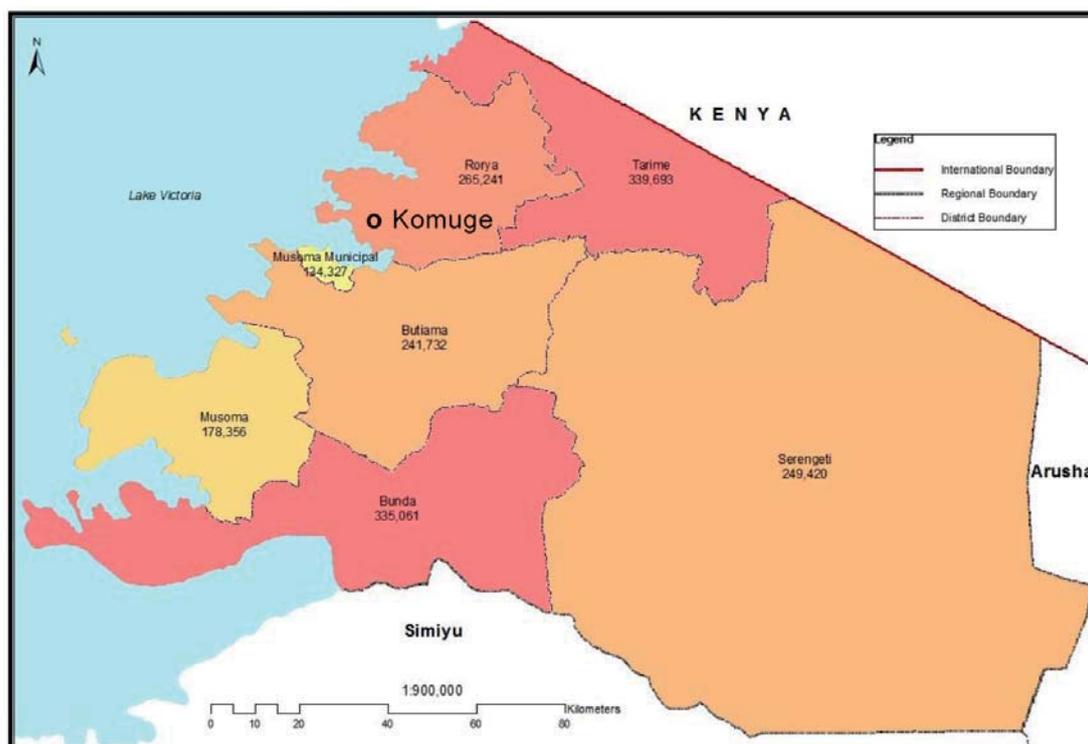


Figura 7 – Suddivisione amministrativa della Regione del Mara, con indicazione degli abitanti censiti nel 2012.

Secondo il censimento della popolazione e delle abitazioni del 2012, 265241 residenti vivevano nel Distretto di Rorya della Regione del Mara, con prevalenza della popolazione di sesso femminile (138994 donne a fronte di 265241 residenti di sesso maschile) con una densità pari a 28,38 abitanti per chilometro quadrato. La densità di popolazione nel Distretto di Rorya risultava inferiore alla media nazionale.

Tabella 8 – Dati demografici relativi al Distretto di Rorya in Tanzania

National/District	Land area (km <sup>2</sup> )	2002		2012	
		Population	Density	Population	Density ab./km <sup>2</sup>
Rorya	9345	217176	23,23	265241	28,38

Il tasso di crescita della popolazione nelle aree rurali del Distretto di Rorya è del 2,8% dal 1988 al 2002, leggermente inferiore a quello nazionale Tanzania. Nel 2002 il tasso di crescita annuale per la Tanzania secondo il censimento della popolazione e delle abitazioni è stato di 2,9.

Nel Distretto di Rorya il tasso di mortalità infantile al di sotto dei 5 anni di età, pari a 191 decessi ogni 1000 individui, è relativamente più alto della media nazionale. La popolazione del Distretto al di sotto della soglia di povertà è superiore alla media nazionale.

Tabella 9 – Dati socio-demografici relativi al Distretto di Rorya e al territorio nazionale.

National/District	Alfabetizzazione (anno 2002) [%]	Mortalità infantile (anno 2002) [ogni 1000 individui]	Mortalità infantile Età < 5 anni (anno 2002) [ogni 1000 individui]	Indice di povertà assoluta (anno 2000) [%]
Tanzania	71	95	153	36
Rorya	76	115	191	64

Dal censimento del 2012 risultava che nel Rorya District la dimensione media dei nuclei familiari era pari a 5, di poco superiore a quella media nazionale, pari a di 4,8.

Tabella 10 – Dati socio-demografici relativi al Distretto di Rorya e al territorio nazionale.

Distretto/territorio	Dimensione media nuclei familiari
Rorya	5.0
Tanzania	4.8

Complessivamente, negli ultimi anni, il numero delle strutture sanitarie nei 7 Distretti della Regione del Mara (Musoma Urbano, Musoma RURALE, Bunda, Butiama, Rorya, Serengeti, Tarime) è passato da 36 nel 2010 a 41 nel 2015, inoltre sul territorio 6 organizzazioni religiose e 7 del settore privato erogano prestazioni sanitarie. Ciò equivale ad un aumento del 13% della copertura sanitaria rispetto al 2010, tuttavia i servizi forniti non sono ancora sufficienti. Nel 2007 la Regione del Mara ha avviato un programma di sviluppo sanitario primario (MMAM). Fino al 2015 la Regione ha costruito 50 nuovi dispensari, 3 centri sanitari, 33 abitazioni per personale medico nelle aree rurali e ha rinnovato 91 dispensari, 18 centri sanitari e 37 abitazioni per il personale. Complessivamente i dispensari sono il 241 e i centri sanitari 41.

Tuttavia si registra ancora carenza di strutture e personale, poiché le strutture presenti sono in grado di soddisfare solo il 65% domanda di cure sanitarie. Le ragioni di questo problema consistono nella difficoltà di reperire personale medico, poco incentivato a trasferirsi nella Regione del Mara. Per far fronte a questo problema, l'amministrazione regionale ha avviato una politica di incentivazione per il

personale medico e di miglioramento delle condizioni di lavoro nelle strutture sanitarie.

Una tra le problematiche più rilevanti è rappresentata dalla mortalità materna e neonatale. L'amministrazione regionale ha recentemente avviato delle politiche volte a ridurre la mortalità materna da 91 casi su 100000 parti nel 2013 a 40 casi su 100000 parti nel 2016. Gli obiettivi specifici di tale politica consistono nelle seguenti azioni:

- Adeguamento di 13 centri sanitari per l'esecuzione di interventi chirurgici e trasfusioni di sangue
- Aumento dell'uso di contraccettivi
- Realizzazione di centri ematici per la raccolta di sangue non infetto
- Sensibilizzazione delle donne in gravidanza affinché partoriscono presso centri sanitari.
- Formazione degli operatori sanitari
- Cooperazione e gestione collaborativa delle strutture sanitarie

Queste linee d'intervento hanno già registrato alcuni successi. Infatti le prestazioni nelle strutture sanitarie sono aumentate dal 37% (2010) al 63% (2015) e il tasso di mortalità materna è diminuito ed è più basso di quello nazionale.

Tabella 11 – Dati relativi al tasso di mortalità materna ed infantile (al di sotto dei 5 anni di età) nella Regione del Mara e in Tanzania (2010-2015)

Ambito di riferimento	Mortalità materna	Mortalità materna	Mortalità infantile età < 5 anni	Mortalità infantile età < 5 anni
	Anno 2010 [su 100.000 individui]	Anno 2015 [su 100.000 individui]	Anno 2010 [su 1000 individui]	Anno 2015 [su 1000 individui]
Regione Mara	110	101	109	54
Tanzania	578	454	96	51

Inoltre la Regione del Mara sta adottando strategie volte a migliorare l'assistenza all'infanzia sotto i cinque anni al fine di prevenire le morti infantili. Queste strategie consistono in una campagna di vaccinazione, apertura di centri di assistenza HIV, profilassi antimalarica e di distribuzione di zanzariere. Queste azioni sono state in grado di ridurre la mortalità infantile per malaria del 25% (da 75 morti su 1.000 individui nel 2010 a 50 su 1.000 individui nel 2015) e l'incidenza dell'HIV dal 7,7% della popolazione nel 2007 al 4,5% della popolazione nel 2012.

Come illustrato precedentemente, attualmente, nella Regione del Mara, i presidi sanitari sono in grado di soddisfare soltanto il 65% della domanda di prestazioni mediche. Da un censimento effettuato dal Musoma District Council nel 2015, si evince l'esiguità dei presidi sanitari nella Regione, in numero non sufficiente a garantire la copertura dell'assistenza sanitaria a l'intera popolazione residente.

§ 1.8 - Quadro demografico e sanitario nella Regione del Mara

In assenza di dati relativi al Distretto di Rorya in cui si situa il villaggio di Komuge, si riportano, a titolo di esempio, i dati relativi alla distribuzione sul territorio dei presidi sanitari nel vicino Distretto Musoma Rural (circa 178000 residenti nel 2012), anch'esso ricompreso nella Regione del Mara, zona rurale con forti analogie il contesto del Distretto di Rorya.

Tabella 12 – Sviluppo e distribuzione sul territorio di presidi sanitari governativi nel Distretto di Musoma (anni 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015).

Ward	Number of Hospitals					Number of Health Centers					Number of Dispensaries				
	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Bukumi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Makojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Bwasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
Bulinga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Bukima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Murangi	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Bugwema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Nyamurandirira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Suguti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
Nyambono	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Bugoji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Tegeruka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Busambara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Kiriba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Mugango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Ifulifu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
Nykatende	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Nyegina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Etaru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
Rusoli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Musanja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	23	23	23	23	23

Tabella 13 – Sviluppo e distribuzione sul territorio di presidi sanitari non governativi nel Distretto di Musoma (anni 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015).

Ward	Number of Hospitals					Number of Health Centers					Number of Dispensaries				
	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Bukumi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Makojo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bwasi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Bulinga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bukima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Murangi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bugwema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nyamurandirira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Suguti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nyambono	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bugoji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tegeruka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Busambara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kiriba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mugango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Ifulifu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nyakatende	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Nyegina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Etaro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rusoli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Musanja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4

Tabella 14 – Censimento dei presidi sanitari nel Distretto di Musoma (anno 2015).

Ward	Type of Facility					
	Hospitals		Health Centres		Dispensaries	
	Govt	Non Govt	Govt	Non Govt	Govt	Non Govt
Bukumi	0	0	0	0	1	0
Makojo	0	0	0	0	1	0
Bwasi	0	0	0	0	1	1
Bulinga	0	0	0	0	1	0
Bukima	0	0	0	0	1	0
Murangi	0	0	1	0	0	0
Bugwema	0	0	0	0	1	0
Nyamurandirira	0	0	0	0	1	1
Suguti	0	0	0	0	2	0
Nyambono	0	0	0	0	1	0
Bugoji	0	0	0	0	1	0
Tegeruka	0	0	0	0	1	0
Busambara	0	0	0	0	1	0
Kiriba	0	0	0	0	2	0
Mugango	0	0	0	0	1	1
Ifulifu	0	0	0	0	2	0
Nyakatende	0	0	0	0	0	1
Nyegina	0	0	0	0	1	0
Etaro	0	0	0	0	2	0
Rusoli	0	0	0	0	1	0
Musanja	0	0	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>4</b>

Dai dati illustrati e dalle informazioni da essi desunte, nonostante l'esito positivo di alcune iniziative promosse dall'amministrazione locale, emerge la fragilità del sistema sanitario della Regione del Mara e l'insufficienza del numero delle strutture sanitarie presenti sul territorio a fronte dell'aumento della domanda di una popolazione in forte crescita, specialmente nei distretti rurali, generalmente più poveri. In particolare, nel caso del Distretto di Rorya, in cui è situato il villaggio di Komuge, le strutture sanitarie più vicine in grado di fornire prestazioni sanitarie conformi ai livelli qualitativi di base si trovano nelle città di Musoma (distante da Komuge in linea d'aria 17km ma separata dall'estuario del fiume Mara; distante 41 km in automobile) o di Tarime (distante da Komuge circa 50 km in automobile). Il servizio sanitario regionale potrebbe essere migliorato attraverso azioni finalizzate allo sviluppo di una rete capillare di centri sanitari di prossimità, maggiormente accessibili, soprattutto nelle zone rurali.

## **2. Volontariato in Tanzania: le attività sul campo**

### **2.1 Il contesto umano**

Le attività di volontariato, compiute nel corso degli anni a sostegno delle iniziative del Centro Missioni della Consolata di Torino nella Repubblica di Tanzania, si sono prevalentemente svolte presso il centro di formazione catechetica del villaggio di Komuge, nel Distretto Rorya della Regione del Mara, a breve distanza dal confine con il Kenya e dal noto parco naturalistico del Serengeti. Il centro di formazione è gestito dalle consorelle della Congregazione delle Suore di Ivrea della Carità dell'Immacolata Concezione, meglio note nei paesi africani come Ivrea Sisters. Il villaggio di Komuge (13,651 abitanti secondo il censimento del 2012) è un centro rurale distante pochi chilometri dalla riva del lago Vittoria, la cui principale attività economica consiste nella pastorizia. Alcune coltivazioni si sono sviluppate lungo le sponde del fiume Mara e del lago Vittoria, beneficiando della possibilità di attingere acqua per l'irrigazione. Nel Distretto Rorya il primo presidente della Tanzania indipendente, Julius Nyerere, trascorse la propria infanzia.

Komuge è un villaggio costituito da piccole case, prevalentemente monofamiliari, diffuse su un vasto territorio, privo di servizi. Tipicamente le abitazioni sono essenziali. Esse infatti sono costituite da un unico ambiente in cui si svolge gran parte della vita domestica. Solo poche case dispongono di servizi igienici interni, comunemente essi sorgono nelle immediate pertinenze. In ragione della promiscuità, della mancanza d'acqua e della conseguente difficoltà nel provvedere all'igiene personale, si riscontra un'ampia diffusione di malattie infettive.

Nei pressi del villaggio di Komuge, a soli 5 km di distanza, sorge il piccolo agglomerato urbano di Kinesi in cui si trova il terminal del servizio di trasporto fluviale che, attraversando l'ampio estuario del fiume Mara, collega il Distretto del Rorya con la città di Musoma, capoluogo dell'intera Regione del Mara. Il servizio di navigazione è l'unico modo per raggiungere per via diretta la città di Musoma, l'unica alternativa consiste nel percorrere circa 40 km lungo la tortuosa strada statale che supera il fiume Mara, poco prima del suo estuario, con un ponte.

Recentemente a Kinesi sono stati sperimentati alcuni progetti pilota di permacultura. La permacultura, concetto sviluppato a partire dagli anni settanta da Bill Mollison e David Holmgren attingendo da varie aree quali architettura, biologia, selvicoltura, agricoltura e zootecnia, è un insieme di pratiche mirate per progettare e gestire paesaggi antropizzati che soddisfino i bisogni della popolazione quali cibo, fibre ed energia e al contempo presentino la resilienza, ricchezza e stabilità di ecosistemi naturali.

Musoma, principale centro amministrativo e fulcro economico del territorio circostante, è una cittadina posta sulla riva del Lago Vittoria. Essa conserva ancora numerose testimonianze che riguardano la figura del presidente Nyerere, soprannominato “Mwalimu”, termine che in Swahili significa maestro. Infatti, presso l’archivio-museo locale, si possono consultare documenti relativi alla nascita del nazionalismo tanzaniano, del movimento indipendentista e dei primi anni della storia della repubblica. Musoma nacque come scalo commerciale indiano, sull’itinerario che conduceva i mercanti zanzibarini dalla costa oceanica al lago Vittoria. A tutt’oggi Musoma resta il più importante centro commerciale della regione del Mara. Tra le sue strade si respira l’atmosfera dell’autentica città africana. Il suo centro si è preservato dal turismo di massa e dalla pervasività della cultura occidentale. Gli edifici sono bassi, spesso costruiti con la terra e le coperture sono realizzate con lastre ondulate in lamiera o in fibrocemento. Le rare costruzioni in blocchi cementizi, laterizi o in calcestruzzo armato sono lo status symbol del benessere economico, per omologazione ad un presunto modello occidentale. A Musoma la comunità indiana è molto numerosa. Infatti furono proprio i mercanti provenienti dall’India a fondare la città. Il tradizionale mercato indiano è divenuto nel tempo il mercato più importante del territorio circostante. Qui è possibile acquistare beni di prima necessità e prodotti troppo presto divenuti simboli della modernità: coca-cola, cellulari e tecnologia occidentale obsoleta.



Figura 8 – Individuazione della località di Komuge in Tanzania

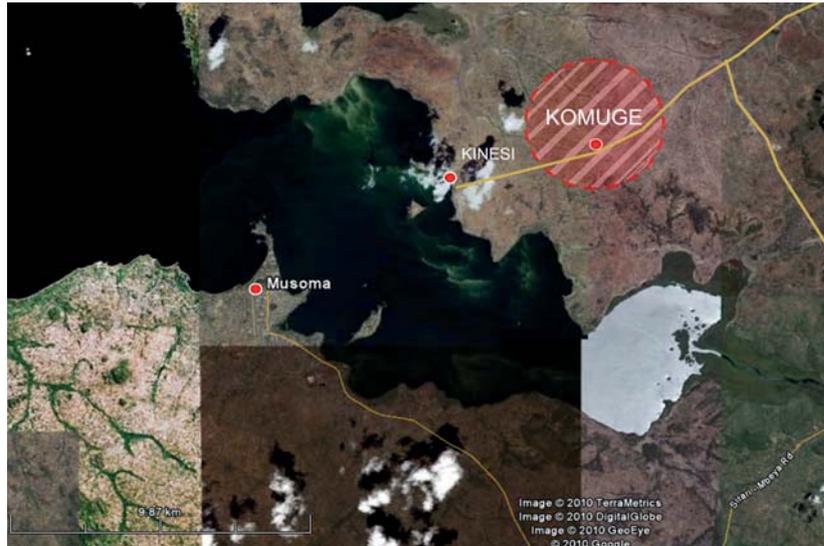


Figura 9 - Posizio della località di Komuge in Tanzania (fonte: Google Earth 2010, rielaborata dall'autore)



Figura 10 - Musoma: il mercato



Figura 11 – Progetto di permacultura a Kinesi

## 2.2 Il centro di formazione catechetica di Komuge

Nel Distretto di Rorya della Regione del Mara, nel villaggio di Komuge, sorge il centro di formazione catechetica Chuo Cha Makatekista – Komuge Catechetical Centre, gestito dalla congregazione delle suore di carità dell’Immacolata Concezione, note in tutta l’Africa Orientale come Ivrea Sisters.

Le origini della congregazione risalgono al 1806, quando la fondatrice Antonia Maria Verna (1773-1838) si unì ad alcune compagne per fornire assistenza domiciliare agli ammalati e una formazione religiosa ai fanciulli di Rivarolo Canavese. L'istituto della Verna era ispirato alla compagnia delle figlie della carità di Vincenzo de' Paoli. Nel 1823 la congregazione fu riconosciuta con Regio Decreto di Carlo Felice del 7 marzo 1828. Verso la fine del XIX secolo, le suore di carità iniziarono ad espandersi sia in diverse regioni d'Italia (Liguria, Toscana, Campania, Puglia) sia all'estero (Grecia, Turchia). La congregazione venne approvata da papa Pio X il 21 maggio 1904. Le suore di carità dell'Immacolata Concezione si occupano della direzione asili, scuole e pensionati universitari, dell'assistenza agli anziani e ai disabili sia a domicilio sia in case di cura, del servizio ai sacerdoti e nei seminari. Oltre che in Italia, le suore operano all'estero in Albania, Argentina, Kenya, Libano, Libia, Messico, Stati Uniti d'America, Svizzera, Tanzania, Terra Santa e Turchia. Al 31 dicembre 2005 l'istituto contava 928 religiose in 111 case.

In origine il centro sorse come missione indipendente ad opera dei padri americani di Maryknoll i quali successivamente cedettero la gestione della struttura alle Suore di Ivrea. La fondazione del centro avvenne per iniziativa di Padre Arthur Wille, il quale, nel 1952, stese un primo progetto del comprensorio scolastico e raccolse i fondi per la sua edificazione. In quegli anni Padre Wille conobbe personalmente Julius Nyerere il quale sarebbe divenuto, nel 1964, in seguito all’emancipazione dal colonialismo britannico, il primo presidente della Repubblica Unita di Tanzania e sarebbe stato universalmente riconosciuto “padre della patria”. Infatti la famiglia della moglie di Julius Nyerere risiedeva a Komuge ed abitava in una casa che sarebbe stata successivamente ceduta alla missione fondata da Padre Wille, diventando dopo alcuni interventi di ampliamento ed adeguamento, l’attuale residenza delle consorelle.

Gli abitanti di Komuge amano raccontare, con un certo orgoglio, la vicenda che legò il “padre della patria” al piccolo villaggio di Komuge. Si racconta che quando iniziarono a crearsi le basi di un movimento d’opposizione al governo di Julius Nyerere, gli avversari dello statista riuscirono ad assicurarsi il sostegno della moglie del presidente. Ella attentò alla vita del marito somministrandogli del veleno ma l’assassinio fallì. Nyerere allora decise di confinare la moglie nel suo paese d’origine, Komuge, per impedirle di nuocergli nuovamente. Presto Nyerere si affezionò al luogo ed in virtù del

valore affettivo che vi attribuiva, durante il suo lungo mandato (dal 1964 al 1985), sostenne attivamente l'iniziativa di Padre Wille, fornendo il proprio sostegno politico e, soprattutto, economico. Nel 1965 il padre missionario ampliò la missione, costruendo un centro scolastico aperto a tutti e vi insegnò per diversi anni. Padre Wille conservò sempre il forte legame con il centro catechetico, anche dopo l'affidamento della gestione alle Suore d'Ivrea, continuando a promuovere lo sviluppo dell'iniziativa avviata.

Nel 2005 l'Istituto Missioni della Consolata di Torino, su iniziativa di Padre Giovanni Bertello, avviò alcuni progetti a sostegno dello sviluppo del centro catechetico di Komuge. Tra i progetti promossi, il più importante riguardava l'indagine del suolo per la ricerca di una falda acquifera, con l'obiettivo di risolvere l'annoso e più rilevante problema del centro: la difficoltà di approvvigionamento idrico.

Sebbene negli anni '60, durante l'ascesa politica di Nyerere, fosse stato realizzato un breve tratto di acquedotto che, prelevando l'acqua dal vicino lago Vittoria, provvedeva al fabbisogno del centro catechetico, presto, a causa delle difficoltà nella gestione dell'infrastruttura, dovute soprattutto alla carenza delle necessarie competenze tecniche e alla difficoltà nell'effettuare un'efficace azione manutentiva su una tecnologia culturalmente ed economicamente non sostenibile, il problema dell'approvvigionamento idrico divenne emergenziale.

Per provvedere al proprio fabbisogno d'acqua gli abitanti di Komuge raccolgono l'acqua meteorica oppure quotidianamente si recano a piedi presso il Lago Vittoria per prelevare il quantitativo d'acqua necessario, trasportandolo in taniche per più di 10 km.

Il centro catechetico di Komuge, in seguito all'esito negativo della ricerca di falde acquifere nel sottosuolo, si è dotato di una cisterna per lo stoccaggio dell'acqua, alla quale è stato collegato, nel 2007, un impianto per la depurazione e potabilizzazione. Attualmente l'approvvigionamento idrico avviene mediante autobotte.

Il complesso del centro catechetico di Komuge si sviluppa in un'area di circa 59.500 mq e comprende la residenza delle consorelle, un'autorimessa coperta, una scuola, alcuni gruppi di abitazioni per fornire ospitalità agli studenti e ai visitatori, una chiesa, un refettorio comune ed alcuni terreni coltivati. Nella struttura si svolgono corsi catechetici ma anche programmi di istruzione secondaria per la formazione dei giovani locali. Si impartiscono lezioni di lingua Swahili, inglese, matematica, storia, geografia, scienze agrarie, psicologia e teologia. L'obiettivo è lo sviluppo umano delle comunità locali attraverso l'istruzione.

§ 2.2 - Il centro di formazione catechetica di Komuge



Figura 12 - Komuge, un gruppo di studenti



Figura 13 - Komuge, messa e benedizione di un toro



Figura 14 – Le consorelle del centro scolastico con il fondatore Padre Wille



*Figura 15 – Foto satellitare del complesso di Komuge (Fonte Google Earth 2017)*

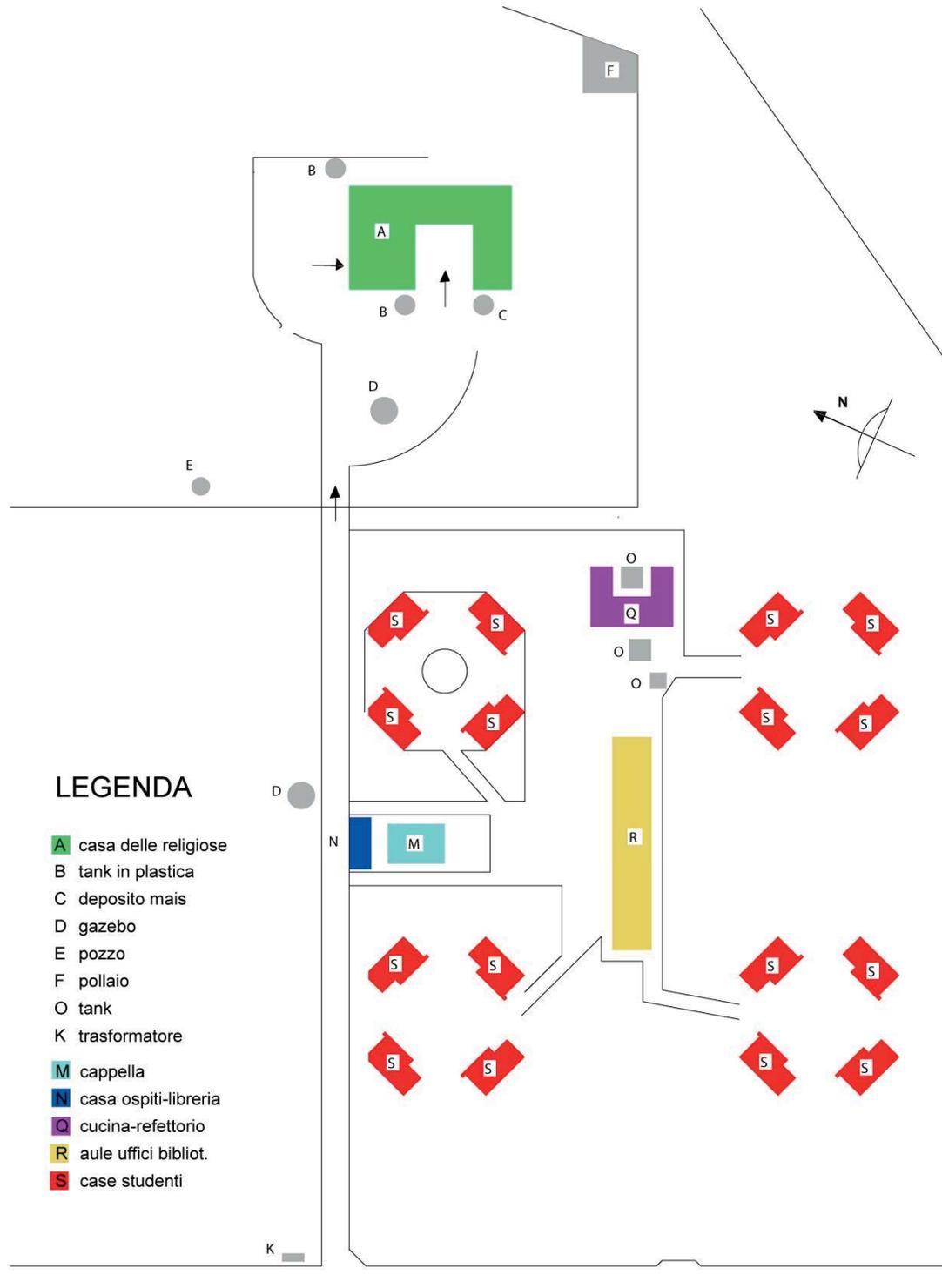
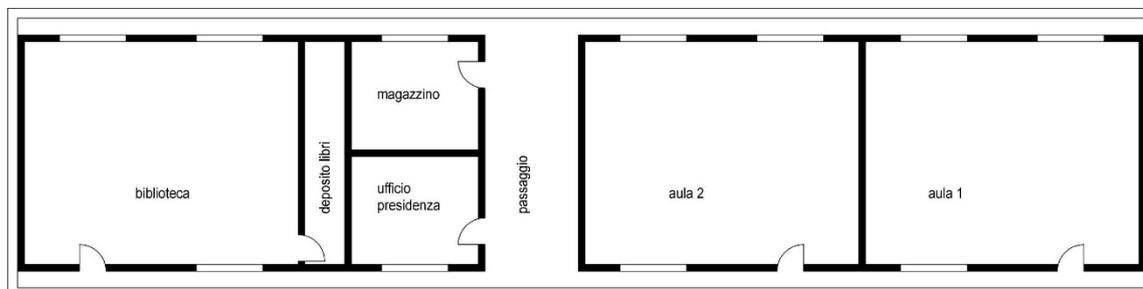


Figura 16 – Planimetria generale del complesso scolastico di Komuge

Il fabbricato aule ospita gli ambienti in cui si svolge l'attività didattica. Inoltre al suo interno hanno sede la direzione e la segreteria della scuola. Nel fabbricato è ospitata una piccola biblioteca che fornisce un servizio prezioso per la comunità in quanto nella regione strutture simili sono molto rare.



*Figura 17 - Pianta della biblioteca*



*Figura 18 - L'ingresso principale delle aule*

§ 2.2 - Il centro di formazione catechetica di Komuge



Figura 19 - Aula scolastica

La piccola chiesa del complesso scolastico sorge in posizione centrale rispetto alle abitazioni degli studenti. Pur nella sua semplicità la pianta presenta una geometria vivace ed articolata.



Figura 20 - La chiesa del centro scolastico

Alle spalle della chiesa sorge la casa degli ospiti. In questo edificio vengono ospitati i visitatori.

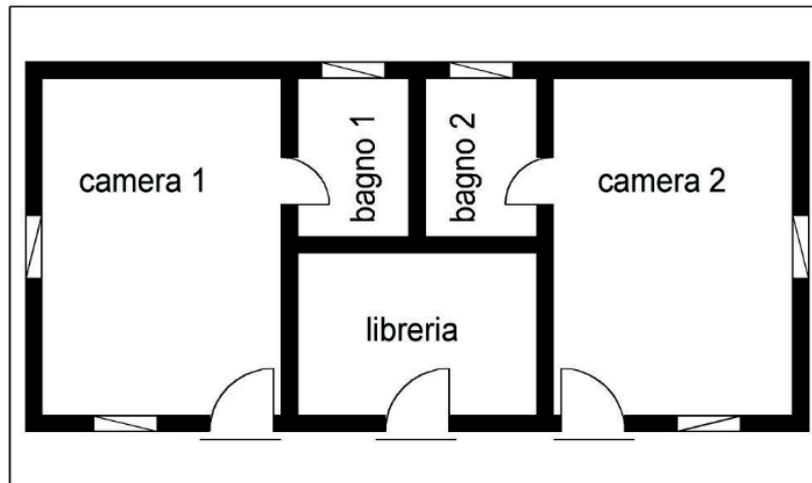
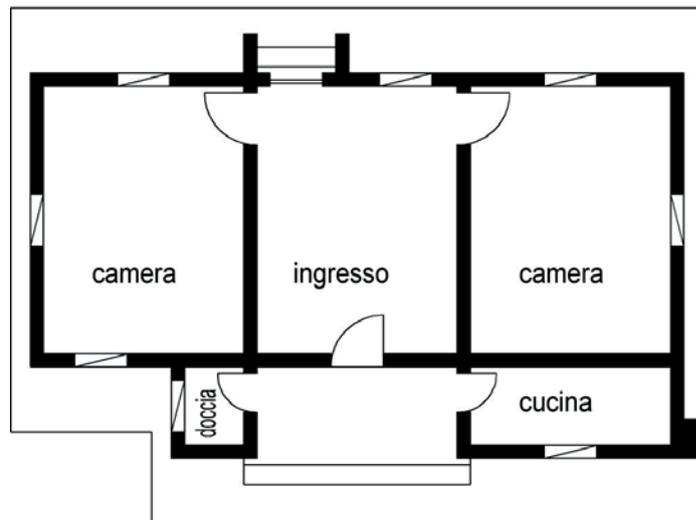


Figura 21 - Interno della casa degli ospiti



Figura 22 - Interno della casa degli ospiti

La residenza delle consorelle ha sede nell'ex casa Nyerere, donata dalla moglie del presidente alla morte del marito. Gli alloggi degli studenti sono delle piccole casette, ciascuna articolata in due camere ed un ambiente comune. Ogni casa può ospitare fino a quattro studenti.



*Figura 23 - Casa degli studenti- pianta*



*Figura 24 - Casa tipo degli studenti*

La mensa scolastica è caratterizzata dalla sua semplice suddivisione interna. Il grande stanzone del refettorio accoglie gli studenti mentre i pasti vengono preparati nell'adiacente cucina. Una piccola dispensa comunica con la cucina, mentre gli attrezzi per la pulizia sono sistemati in un deposito sul retro.



Figura 25 - Al termine dei pasti il refettorio si trasforma in sala ricreativa e di incontro

### 2.3 L'Associazione Lavoriamo Insieme Onlus

L'Associazione Lavoriamo Insieme Onlus nasce a seguito dell'esperienza di volontariato promossa a partire dal 2005 dall'Ingegnere Gualberto Gallena.

I partecipanti alle iniziative promosse nel corso degli anni hanno deciso di costituire una associazione autonoma per la promozione di iniziative benefiche a sostegno della piccola comunità di Komuge.

Nel 2007 l'associazione ha ottenuto il riconoscimento di Organizzazione Non Lucrativa di Utilità Sociale (ONLUS).

Attualmente opera nella regione del Mara, dove sostiene l'attività di alcune missioni, e nella regione di Tanga, dove collabora con la comunità Masai del distretto di Kilindi.

A gennaio 2010 l'associazione è stata riconosciuta come NGO (Organizzazione Non Governativa) dal governo Tanzaniano. La sua presenza in Tanzania si è consolidata grazie all'apertura di una sede operativa a Dar Es Salaam.

## 2.4 Attività svolte nell'ambito del volontariato a Komuge



*Figura 26 - Trivellazione per la ricerca di una falda acquifera*



*Figura 27 - Trivellazione per la ricerca di una falda acquifera nel luglio 2005*

Il corredo fotografico che segue documenta le fasi di costruzione di un'autorimessa, costituita da una struttura in legno, da manto di copertura in lastre in lamiera ondulata e da pavimentazione lapidea. Le soluzioni tecnologiche adottate si distinguono, per livello qualitativo, rispetto a quelle più largamente diffuse e consolidate.



Figura 28 – Fasi costruttive di un' autorimessa presso la residenza delle consorelle – agosto 2007.



Figura 29 – Fasi costruttive di un' autorimessa presso la residenza delle consorelle – agosto 2007

La documentazione fotografica che segue documenta le fasi di installazione di un impianto di depurazione dell'acqua presso il centro catechetico e la costruzione del suo ricovero nel 2007.



Figura 30 - Installazione depuratore dell'acqua presso il centro scolastico



Figura 31 - Costruzione del ricovero per l'impianto di depurazione dell'acqua



Figura 32 - Costruzione del ricovero per l'impianto di depurazione dell'acqua



Figura 33 – Realizzazione del pozzetto di smaltimento dell'impianto di depurazione dell'acqua



*Figura 34 – Allacciamento della cisterna dell'acqua al nuovo impianto di depurazione*



## **3. Terra cruda e bambù: materiali per l'autocostruzione nei PVS**

### **3.1 La questione tecnologica**

La crescita dei Paesi in via di sviluppo comprende anche l'aspetto tecnologico, con particolare riferimento alla progettazione, costruzione e alla manutenzione edilizia. Le case, erette spesso spontaneamente, sono caratterizzate da dotazioni essenziali. Talvolta ne sono addirittura prive.

La tecnologia assume un ruolo di fondamentale importanza nel quadro dello sviluppo al fine di garantire le condizioni di base del vivere e, nel nostro caso, dell'abitare in condizioni di salubrità.

In considerazione del fatto che la tecnologia e la scienza rappresentano aspetti culturali di un popolo ed in quanto tali differiscono da luogo a luogo, non risulta possibile esportare (o importare, a seconda del punto di vista) tecnologie estranee al contesto locale, in quanto esse non sono immediatamente gestibili ma richiedono, invece, non soltanto una mediazione tecnologica ma anche un'assistenza tecnica che può protrarsi nel tempo e creare una condizione di dipendenza. Come asserisce Ceriagioli, "Trasferire la tecnologia procura dei rischi ma che si possono ovviare se si prepara la gente locale a gestire questa tecnologia; se si danno mezzi per la ricerca scientifica nel Terzo Mondo, se si aiutano i tecnici locali a modificare, adattare le tecnologie importate, a inventarne di nuove, a lavorare tenendo conto delle culture locali, dei materiali locali, delle risorse locali".

Se l'obiettivo finale di un processo di sviluppo consiste nella possibilità di autogestione, l'impiego di risorse reperibili sul posto è un coadiuvante fondamentale. Infatti progettare in un Paese in via di sviluppo significa confrontarsi anche con il problema economico e quindi con la realizzazione di interventi a basso costo. Il ricorso a tecnologie locali consente di ridurre le spese legate ai trasporti e all'impiego di competenze esterne nella gestione del progetto. Tuttavia non tutte le tecnologie locali si dimostrano appropriate; generalmente quelle che forniscono risultati migliori sono le tecnologie "povere". Si tratta di quelle tecnologie autosviluppate che utilizzano materiale di facile reperibilità, a bassissimo costo di acquisto e a bassissimo esborso per la produzione e il mantenimento. Un'utenza povera deve essere in grado di reperire facilmente la parte strumentale dell'intervento tecnologico che deve essere "cosa comune e semplice".

A fronte di quanto detto finora, poichè non esistono risposte assolute riguardo la tecnologia, rimane comunque necessario studiare e valutare la soluzione da adottare in rapporto agli obiettivi. Il metodo proposto da Giorgio Ceragioli e il Centro di Ricerca per i Paesi in Via di Sviluppo del Politecnico di Torino è quello dell'*ibridazione tecnologica*, ottenuta fondendo tecnologie basate su tecniche di facile applicazione con tecnologie più sofisticate. Quest'ultime assumono un ruolo di supporto all'obiettivo preposto. L'ibridazione tecnologica non è di certo l'unica alternativa possibile, ma può rappresentare una valida soluzione al problema abitativo nei Paesi in via di sviluppo, se applicata in modo coerente con il quadro esigenziale, con le finalità poste e con le capacità di utilizzo degli utenti.

### 3.2 La terra cruda come materiale da costruzione

La terra cruda è, insieme al legno e alla pietra, tra i materiali da costruzione più antichi. Le varie tecniche costruttive nei diversi ambiti culturali e ambientali in cui si sono consolidate, documentano l'attenzione nella scelta del materiale, nella concezione dell'edificio e nelle tecniche costruttive. Ovunque, nel mondo, esistono esempi di costruzioni in terra di notevole interesse, dagli edifici dello Yemen, agli insediamenti dei nativi americani, fino alle tipologie edilizie più semplici, diffuse nelle aree rurali d'Europa. Infatti, in molte regioni del nostro Paese sono tuttora presenti numerose costruzioni in terra cruda. Con l'industrializzazione dell'edilizia ed il boom economico, il diffondersi di materiali introdotti sul mercato dalla moderna produzione edilizia ha determinato un minor uso della tecnica del crudo, percepita come testimonianza di povertà e di emarginazione a livello sociale e culturale.

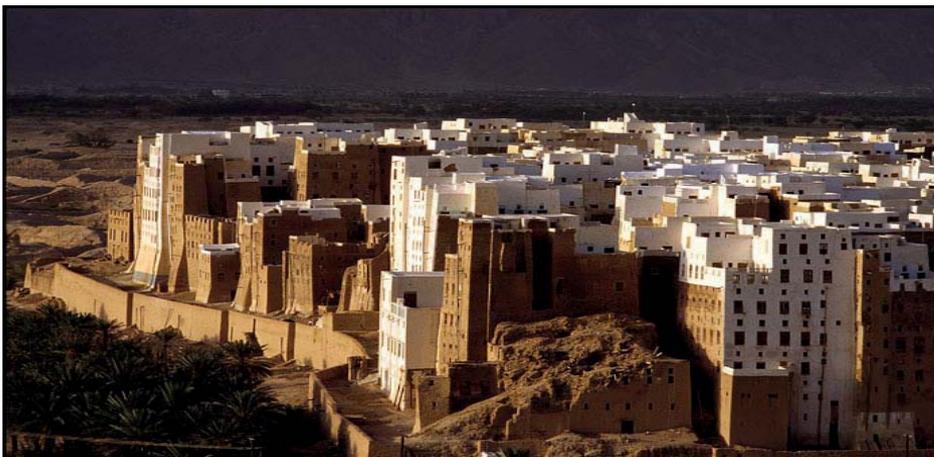


Figura 35 – Shibam (Yemen): le antiche case a torre in terra cruda.

In questi ultimi anni, però, il possibile utilizzo della terra cruda nel settore delle costruzioni è oggetto di rinnovato interesse, e non solo nell'ambito di Paesi in via di sviluppo.

Le moderne modalità d'impiego, pur legate alla tradizione, permettono di superare i problemi precipui di questo materiale (comportamento all'acqua e durabilità) e di evidenziarne le caratteristiche positive che lo contraddistinguono, quali la diffusa disponibilità ad un costo contenuto, il ridotto costo energetico richiesto per la costruzione, le buone caratteristiche fisico-tecniche.

La produzione dei blocchi in terra compressa ben si inserisce in questo panorama, per le sue potenzialità di sviluppo anche nell'ambito dell'autocostruzione. È chiaro che il processo di produzione deve tenere in conto la complessa realtà dei luoghi, confrontandosi con la situazione socio-economica e culturale, con le ipotesi di sviluppo globale e con le possibilità economiche e tecnologiche.

### **3.3 I blocchi in terra cruda stabilizzata**

I blocchi in terra compressa costituiscono (con l'adobe, il torchis, il pisè, la terra-paglia, etc.) uno dei possibili impieghi della terra cruda nelle costruzioni.

I requisiti prestazionali richiesti, in particolare le prestazioni meccaniche e la durabilità in relazione al comportamento all'acqua, sono migliorate attraverso la compattazione e l'aggiunta di stabilizzanti (nel caso più frequente, cemento o calce, in percentuali variabili tra il 3% e il 19%, con un valore medio tra il 6% e l'8%). I principali aspetti che rendono vantaggioso l'impiego dei blocchi, sono i seguenti:

- grande versatilità nella realizzazione di soluzioni architettoniche e strutturali;
- comfort ambientale;
- impiego di manodopera e materiali locali per produzioni decentrate;
- possibilità di utilizzo di un'ampia gamma di terre;
- recupero, in molti casi, di tecniche tradizionali;
- ridotta importazione di materie prime;
- ridotto costo energetico;
- semplicità di produzione, con ridotto consumo di acqua (essenziale in molti contesti)
- facilità di stoccaggio;

I blocchi si possono realizzare manualmente, compattandoli in casseforme di legno oppure con l'ausilio di presse che consentono di imprimere una maggiore pressione e di compattare efficacemente il materiale terra con miglioramento delle caratteristiche fisiche e meccaniche.



Figura 36 – Produzione di mattoni in terra cruda mediante formatura con cassaforma e pressatura manuale.



Figura 37 – Produzione di blocchi in terra cruda mediante formatura e pressatura con pressa manuale.

Un concetto fondamentale da acquisire per costruire con la terra cruda è che il legante è l'argilla, pertanto la proprietà coesiva della terra dipende dalla percentuale di argilla presente in essa. Il processo di produzione dei mattoni/ blocchi in terra compressa, per quanto sia applicabile ai vari tipi di terre, richiede tuttavia una grande attenzione nella individuazione delle caratteristiche della terra oggetto di studio.

Sotto questo aspetto, nel caso particolare delle difficili condizioni nell'operare nei Paesi in via di sviluppo, assumono particolare importanza le prove da campo (sebbene i risultati ammettano ampi margini di incertezza) e, in una fase successiva, le prove di laboratorio. Si riportano di seguito le istruzioni relative alle prove da campo e da laboratorio che possono essere eseguite al fine di determinare l'idoneità della terra all'impiego nella produzione di manufatti in terra cruda, secondo quanto indicato da un vademecum operativo stilato dal Prof. Mattone

### **3.4 Le prove da campo sulla terra**

Vengono di seguito elencate le più consuete prove da campo che, condotte con cura e interrelate tra loro, consentono di pervenire ad una prima valutazione delle caratteristiche della terra oggetto di studio. Tali prove sono:

- **Esame visivo:** una preventiva analisi visiva consente di individuare i suoli in cui predomina l'argilla; sono profili pedologici caratterizzati da scarsa areazione e difficile drenaggio, diventano plastici in presenza di acqua e tendono a essere duri e compatti allo stato secco.
- **Prova dell'odore:** l'obiettivo della prova consiste nel valutare la presenza di sostanze organiche.
- **Prova al tatto:** l'obiettivo della prova consiste nel determinare, con sufficiente approssimazione, la composizione della terra, mediante sfregamento delle tra le mani.
- **Prova del colore:** l'obiettivo della prova consiste nel determinare, in prima approssimazione, la composizione del suolo. Prelevato in profondità un campione di terra, lo si esamina allo stato asciutto.
- **Prova del lavaggio delle mani:** l'obiettivo della prova consiste nell'individuare la presenza di argilla. Dopo aver manipolato una porzione di terra umida, ci si lava le mani. Se si avverte una sensazione untuosa o saponosa e le mani si risciacquano con difficoltà, la terra è argillosa. Con terre limose e sabbiose, invece, le mani si risciacquano con facilità.
- **Prova della lucentezza:** l'obiettivo della prova consiste nell'individuare la presenza di argilla all'interno del provino. Si prepara una pallina di terra leggermente umida e la si taglia a metà con un coltello. Se la superficie del taglio appare lucida, la terra è argillosa. Se la superficie del taglio è opaca, la terra è limosa o sabbiosa.
- **Prova di sedimentazione:** l'obiettivo della prova consiste nel determinare la granulometria della terra e il rapporto tra le sue frazioni (sabbia, limo e argilla). La prova consiste nel riempire con terra asciutta e acqua un barattolo di vetro trasparente ed agitarlo ed osservare la stratificazione del materiale depositato. A seconda delle quantità delle frazioni depositate è possibile determinare la composizione del suolo.

- **Prova di resistenza a secco:** l'obiettivo della prova consiste nel valutare la presenza di argilla e il suo effetto legante. Si preparano delle pastiglie con la terra e si lasciano essiccare. Ad essiccazione avvenuta, si spezza la pastiglia e si valuta lo sforzo necessario per romperla. Maggiore è lo sforzo maggiore è la presenza di argilla.
- **Prova di consistenza:** la prova consiste nel tentare di formare una pallina con la terra. Maggiore sarà la consistenza della pallina, maggiore sarà la presenza di argilla.
- **Prova di coesione:** si fa scivolare lentamente un nastro di terra compattata lungo il palmo della mano, fino a quando esso non si rompe. Le diverse lunghezze alle quali si verifica la rottura indicano la concentrazione di argilla.
- **Prova della palla:** l'obiettivo della prova consiste nel determinare il quantitativo d'acqua dell'impasto ottimale per la produzione di blocchi compressi e stabilizzati. Con terra inumidita si forma una palla e la si lascia cadere su di una superficie piana e solida. Se si mantiene compatta, la terra contiene una quantità di acqua eccessiva; se nell'impatto la palla si frantuma in 4-5 parti, il tenore d'acqua è corretto; se invece si sbriciola, il tenore di acqua è insufficiente.
- **Prova di ritiro:** l'obiettivo della prova consiste nel definire la plasticità del materiale e valutare il comportamento dell'argilla in presenza di acqua. Con terra setacciata e resa umida con contenuto di acqua ottimale si riempie, esercitando una leggera pressione, uno stampo in legno, preventivamente trattato per impedire l'assorbimento dell'acqua da parte del legno e facilitare lo scorrimento della terra. Si lascia asciugare il provino e si valuta la sua contrazione.

### 3.5 Le prove in laboratorio

Vengono di seguito elencate le prove in laboratorio che completano le prove da campo e consentono di determinare con maggiore accuratezza la composizione del suolo e la sua idoneità all'impiego per la costruzione in terra cruda:

- **Analisi granulometrica con setacci:** l'obiettivo dell'analisi granulometrica consiste nel determinare la granulometria della terra. Si svolge l'analisi granulometrica con setacci per il controllo delle particelle più fini. Si pesano i quantitativi di terra trattenuti dai vari setacci e si ottiene la prima parte della curva granulometrica.
- **Analisi di sedimentazione:** questa prova permette di determinare la distribuzione granulometrica del terreno avente diametro dei grani inferiore a 0,075 mm. Le dimensioni vengono determinate indirettamente, valutando il tempo di sedimentazione delle particelle in sospensione in acqua distillata.
- **Test di Atterberg:** lo scopo della prova consiste nell'individuare per via sperimentale, mediante l'apparecchio di Casagrande, il grado di umidità, espresso in percentuale rispetto al peso secco della terra. Si impasta un campione di terra con acqua, utilizzando una spatola. Si traccia un solco con un utensile a forma trapezoidale. Ad ogni movimento, l'utensile dovrà penetrare sempre più in profondità, fino a quando non si tocca il fondo del supporto. Con una apposita manovella si danno dei colpi al supporto con un ritmo di due al secondo, fino a quando il solco non si sarà richiuso. Si prende nota del numero di colpi necessari per richiudere il solco. A seconda del numero di colpi necessari è possibile determinare il contenuto d'acqua all'interno della terra.
- **Prova del cilindretto:** l'obiettivo della prova è determinare il limite plastico di un campione di terra. Questa prova non necessita di particolari strumenti: sono infatti necessari un forno, un metro, un contenitore di acqua, una bilancia di precisione. In questa prova, il contenuto di acqua viene definito come il quantitativo più basso con il quale il campione di terra può essere arrotolato fino a ricondurlo a un cilindretto di 3 mm di diametro, senza che questo si rompa.
- **Prova Proctor:** l'obiettivo è determinare la relazione esistente tra il tenore in acqua e la densità della terra compattata. Occorre una bilancia di precisione, forno, stampo cilindrico e pestello per compattazione. La prova consiste nel compattare la terra in diversi strati in uno stampo determinando poi il suo tenore in acqua e la sua densità secca attraverso la perdita di peso dopo essiccazione in forno.
- **Analisi con il blu di metilene:** l'obiettivo dell'analisi è conoscere il grado di reattività dell'argilla presente nella terra mediante l'osservazione della reazione tra un campione di terra in sospensione acquosa e una soluzione di blu di metilene.

### 3.6 La stabilizzazione

Con il termine “stabilizzazione della terra” si intende l’insieme delle procedure che permettono di migliorare le sue caratteristiche. L’intervento di stabilizzazione presuppone la conoscenza di una serie di parametri, quali:

- le caratteristiche della terra da trattare;
- i prodotti utilizzabili e le relative modalità d’impiego;
- gli obiettivi e le finalità della stabilizzazione;
- i relativi costi;
- le esigenze sotto il profilo costruttivo.

La stabilizzazione non è sempre necessaria, ma è legata alle modalità d’impiego del materiale; occorre, ad esempio, stabilizzare le murature solo quando queste sono esposte all’azione del vento e dell’acqua battente (e quindi non i muri interni), quando è necessario intervenire sulla resistenza meccanica, etc.

Gli obiettivi della stabilizzazione finalizzati, come si è detto, ad un irreversibile miglioramento delle prestazioni meccaniche del materiale e della sua sensibilità all’azione dell’acqua, sono essenzialmente:

- riduzione del volume dei vuoti esistente tra le particelle solide (intervenendo sulla porosità);
- colmata dei vuoti che non possono essere eliminati (intervenendo sulla permeabilità);
- creazione di legami tra le particelle o miglioramento di quelli già esistenti, al fine di ottenere una migliore coesione (intervenendo sulla resistenza meccanica).

La stabilizzazione può avvenire:

- **senza apporto di stabilizzanti:** Il materiale viene sottoposto a compattazione per ridurre la porosità. L’azione meccanica che viene esercitata può essere essenzialmente di tipo statico o di tipo dinamico. I procedimenti statici sono generalmente più efficaci per terreni ricchi di elementi fini, mentre la vibrazione è più idonea per terreni con granulometria elevata.
- **con apporto di stabilizzanti:** mediante stabilizzazione chimica inerte o stabilizzazione fisico-chimica. La stabilizzazione chimica inerte impiega materiale che, aggiunto alla terra, riduce l’effetto del ritiro: sabbie, ghiaie, fibre vegetali, materiali organici. La stabilizzazione fisico-chimica delle terre ha come principale obiettivo quello di renderle insensibili all’acqua. I prodotti che possono essere utilizzati a questo scopo sono: bitumi, idrocarburi, resine e derivati dell’ammoniaca, cementi, calce idraulica, calce viva e calce idrata, gesso.

### **3.7 La diffidenza nell'impiego del materiale terra cruda**

Nonostante la versatilità e le ottime prestazioni fisiche e meccaniche del materiale terra, si segnala il rifiuto da parte delle comunità locali a fare ampio ricorso a questo materiale da costruzione in ragione di pregiudizi diffusi che associano le costruzioni in terra all'idea di arretratezza e sottosviluppo, nella continua ricerca dell'omologazione al modello occidentale. La necessità di continua manutenzione, legata all'erosione delle superfici esposte all'azione dell'acqua meteorica, induce i membri delle comunità locali a diffidare del materiale terra e a preferire realizzazioni in materiali più stabili, forse anche perché simbolo di una presunta modernità.

Riportare questo materiale nella contemporaneità, anche nei villaggi rurali nei quali la buona costruzione e la necessità della manutenzione sono state spesso sottovalutate, soprattutto per vincoli economici, risulta essere un'impresa non facile. Occorre quindi domandarsi cosa si possa fare per superare il pregiudizio ormai radicato e reintrodurre l'uso di un materiale che, dopo essere stato per secoli parte della tradizione architettonica, è stato abbandonato in pochissimi anni.

Nella prospettiva dell'autocostruzione, attraverso la trasmissione delle competenze, il coinvolgimento degli utenti finali nel processo costruttivo e manutentivo è possibile superare questa diffidenza. Oggi chi si occupa di costruzione nei Paesi in via di sviluppo, vede nell'impiego dei blocchi compressi e stabilizzati la migliore strategia praticabile per infondere nuova fiducia in questa tecnica costruttiva.

Attraverso la stabilizzazione del materiale, l'aggiunta di leganti e l'utilizzo di strumenti per la compattazione è possibile incrementare notevolmente la resistenza agli agenti atmosferici e alle azioni meccaniche. Si tratta di un materiale economico, la cui filiera di trasformazione può generare opportunità di lavoro ed innescare un volano economico con ricadute positive sulle comunità locali.

### 3.8 Il bambù, l'acciaio vegetale

Il bambù, graminacea infestante a rapida crescita che ha guadagnato il soprannome di “acciaio vegetale” grazie alla sua straordinaria resistenza meccanica sia alla compressione sia alla trazione, è una risorsa per l'edilizia eco-sostenibile. Esso è forte e resistente, pur essendo leggero e flessibile. Le sue caratteristiche lo rendono particolarmente adatto a essere utilizzato sia come elemento strutturale, con ottime prestazioni, sia come materiale utilizzabile per la realizzazione dell'involucro edilizio e per le finiture.

Recentemente il bambù è divenuto oggetto di un rinnovato interesse a scala internazionale: da un lato lo si sta riscoprendo nei Paesi in cui cresce ed è usato da secoli, dall'altro incuriosisce chi, fino ad ora, lo ha visto come un materiale esotico e lontano. La sua “riscoperta” è recente sebbene in America Latina e in Asia trovi impiego da secoli per la realizzazione di abitazioni e manufatti. La sua economicità fa sì che venga apprezzato come materiale per la realizzazione di abitazioni a basso costo o in zone di emergenza. Inoltre il bambù è un materiale particolarmente adatto ad essere utilizzato per costruire in zone sismiche, in ragione delle sue eccezionali caratteristiche meccaniche: la resistenza agli eventi sismici degli edifici in bambù è il risultato della forza, della leggerezza e della flessibilità di questo materiale.



*Figura 38 –Capanna rurale in bambù in Senegal*

### **3.9 La pianta del bambù**

I bambù sono graminacee e costituiscono l'unico gruppo delle Poaceae che si differenzia a partire dalla boscaglia. Dal punto di vista evolutivo, i bambù hanno un'unica origine e il suo antenato più prossimo è il riso. La famiglia dei bambù (Bambusoideae) annovera circa 1400 specie ed è divisa in due grandi gruppi: i bambù legnosi (Bambuseae) e i bambù erbacei (Olyreae).

I bambù legnosi condividono caratteri morfologici unici:

- Presenza di due diversi tipi di foglie: le foglie caulinari, che proteggono i germogli giovani e fragili, e le foglie fogliari;
- sistemi complessi di ramificazione;
- fioriture gregarie.

A livello strutturale i bambù sono composti essenzialmente da tre parti accomunate da una stessa struttura alternata di nodi e internodi: il sistema sotterraneo di rizomi (radici), il culmo (canna), ed i rami. Con la crescita della pianta, gli internodi, dapprima avvolti l'uno sull'altro, si allungano fino a raggiungere la massima estensione che manterranno per tutto il corso della loro vita.

Il germoglio che emerge dal terreno ha già il diametro uguale a quello che manterrà il culmo maturo. I bambù infatti non crescono in larghezza (come gli alberi) e l'altezza che il germoglio raggiunge nelle prime 4-8 settimane sarà quella che manterrà durante la sua vita. Con il passare degli anni muta invece la struttura del culmo: per esempio, la densità della parete interna aumenterà e diventerà più robusta con la crescita.

Grazie alla loro adattabilità, i bambù godono di una vasta distribuzione geografica e di una forte diversità morfologica. I boschi di bambù occupano oltre 20 milioni di ettari fra Asia, America latina e Africa, pari all'1% dell'intera superficie boschiva mondiale, collocandoli tra le più importanti risorse naturali del pianeta.

§ 3.9 - La pianta del bambù

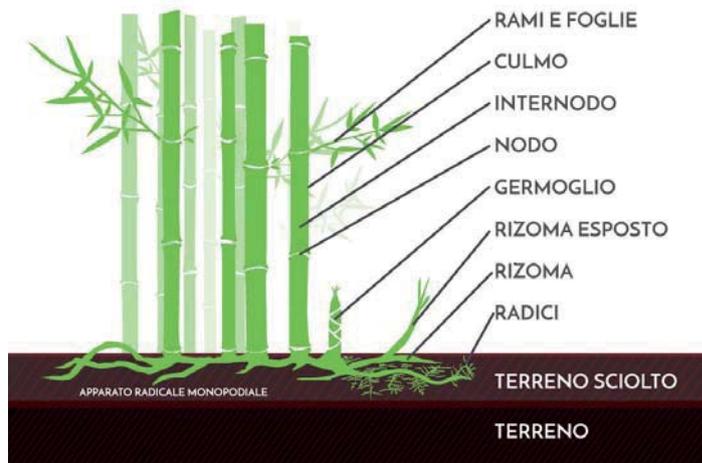


Figura 39 – Parti della pianta di bambù



Figura 40 – Aspetto esterno e sezione del culmo di bambù

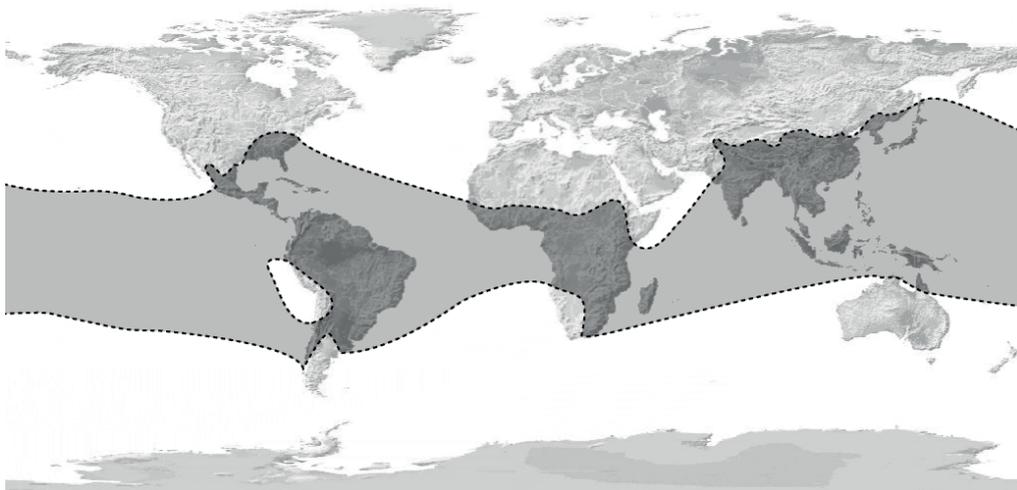


Figura 41 – Diffusione del bambù nel mondo

### 3.10 Caratteristiche meccaniche del bambù

Si illustrano le principali caratteristiche meccaniche del bambù. Poiché le caratteristiche meccaniche dipendono essenzialmente dalla specie di bambù considerata, la loro definizione non ha valore assoluto e i dati di seguito riportati devono essere considerati indicativi e come compendio delle esistenti trattazioni sulla materia che come valori di riferimento. Lo studio sistematico delle caratteristiche del bambù come materiale da costruzione fa parte della storia recente: una delle prime ricerche scientifiche risale solo al 1912 ed è stata eseguita in Germania da R. Von Barman. I dati di seguito esposti sono frutto di differenti sperimentazioni effettuate o raccolte sino al 1991 da Jules J.A. Janssen e da MC Clure.

Lo sforzo normale di trazione è lo stato di sollecitazione rispetto al quale il bambù presenta caratteristiche meccaniche sorprendenti, se paragonate a quelle dei più comuni materiali da costruzione. Si riportano, nella tabella seguente, i valori della resistenza ultima a trazione che mostrano le eccellenti prestazioni del materiale.

Tabella 15 – Valori della resistenza a trazione in funzione del tipo di provino

Al nodo	107,5 N/mm <sup>2</sup>
All'internodo	106,5 N/mm <sup>2</sup>

La tensione di rottura a compressione assiale varia in funzione del diametro dei culmi, dello spessore e della geometria adottata.

Tabella 16 – Valori della resistenza a compressione in funzione dello spessore e del diametro

Diametro	47,8 mm	60,5 mm	70,0 mm
Spessore = 4 mm	–	65,8 N/mm <sup>2</sup>	–
Spessore = 5 mm	60,5 N/mm <sup>2</sup>	65,3 N/mm <sup>2</sup>	53,6 N/mm <sup>2</sup>

Il culmo di bambù soggetto a flessione presenta una notevole resistenza, paragonabile a quella delle essenze legnose generalmente utilizzate nell'ambito delle costruzioni. Si noti l'andamento decrescente della resistenza a flessione all'aumentare del diametro.

Tabella 17 – Valori della resistenza a compressione in funzione dello spessore e del diametro

Diametro (mm)	67	70	73,2	76,4	79,6	82,8	85,9
Spessore = 5mm	61,9	55,4	51,9	44,8	43	39,7	36,7
Spessore = 6 mm	60,2	---	---	49	41,5	38,9	30,4

Nella tabella seguente sono confrontate le principali caratteristiche meccaniche ultime relative al bambù e quelle relative ad essenze legnose, come l'abete.

Tabella 18 – Confronto tra le principali caratteristiche meccaniche del bambù e dell'abete.

Tipo	Modulo N/mm <sup>2</sup>	Compressione N/mm <sup>2</sup>	Flessione N/mm <sup>2</sup>	Taglio N/mm <sup>2</sup>
Abete	15000	38	73	3,0
Bambù	17800	56	74	4,3

La comparazione mostra che le caratteristiche meccaniche del bambù sono superiori a quelle dell'abete e, in linea generale, del comune legno da costruzione. Il bambù, tuttavia, presenta il notevole svantaggio di fendersi in senso longitudinale, fenomeno denominato *splitting*, sia naturalmente in fase di stagionatura sia sotto sforzo. I diaframmi dei nodi offrono un positivo contributo nella limitazione del fenomeno dello *splitting* in quanto conferiscono un contenimento di tipo trasversale. Una soluzione per gestire lo *splitting* è rappresentata dalla fasciatura artificiale del culmo.

Il bambù è un materiale per sua natura eterogeneo e pertanto è importante conoscere le relazioni tra le prestazioni meccaniche ed alcuni parametri legati alle condizioni ambientali e di utilizzo come, ad esempio, il contenuto di umidità, la massa volumica, l'età dei culmi, le porzioni di culmo considerate, la presenza o meno degli internodi, gli spessori delle pareti.

È possibile sinteticamente osservare che:

- il contenuto di umidità di un culmo nel primo anno di età è all'incirca uguale alla base e alla cima; tuttavia al terzo anno di età il contenuto di umidità alla base può essere doppio di quello relativo alla cima;
- la massa volumica aumenta progressivamente dalla base alla cima del culmo ed in direzione radiale, dalla parte interna a quella esterna;
- le tensioni meccaniche generalmente decrescono all'aumentare del diametro dei culmi;

- un provino avente un nodo nel centro sopporta tensioni ultime a flessione maggiori rispetto ad un provino avente il centro tra due nodi;
- le tensioni ultime raggiungono i massimi valori nei culmi che hanno più di 3 anni.

### **3.11 Durabilità del bambù**

La durabilità del bambù è attualmente uno dei limiti più grandi al suo utilizzo: il bambù ha una durabilità naturale inferiore rispetto al legno a causa dell'assenza di alcune sostanze chimiche, presenti invece nel legname e a causa della sua sezione cava. Questa infatti comporta che se funghi ed insetti attaccano un culmo di bambù strutturale fino ad una profondità di 2 mm, questo possa perdere un terzo del suo spessore; la cavità stessa può divenire, inoltre, contenitore di sostanze aggressive e dannose. La durabilità del bambù varia a seconda delle specie. Alcune specie hanno maggiore durabilità di altre. All'interno di un culmo, a causa della natura chimica ed anatomica delle cellule, la porzione più bassa è considerata quella più resistente, mentre nella sezione del culmo la parte più interna delle pareti si deteriora più facilmente di quella esterna. In linea generale un culmo di bambù resiste naturalmente e senza alcuna manutenzione:

- 1 ÷ 3 anni all'aperto e a contatto con il suolo;
- 4 ÷ 6 anni sotto una copertura e non a contatto con il suolo;
- 10 ÷ 15 anni al riparo, in ottime condizioni di utilizzo.

### 3.12 Trattamenti protettivi del bambù

Le caratteristiche botaniche e fisiche del bambù rendono ogni tipo di trattamento di preservazione difficoltoso: la parte esterna dei culmi, infatti, contenendo un'alta percentuale di silice, forma una barriera per gli insetti, ma anche per tutti i prodotti preservanti; la parte interna è ricoperta con uno strato ceroso, anch'esso impermeabile. Di conseguenza i preservanti possono penetrare solo dai vasi conduttori che costituiscono non più del 10% del culmo e che si chiudono nell'arco di 24 ore dalla raccolta comportando che i trattamenti debbano essere eseguiti in un tempo molto limitato.

I metodi di trattamento tradizionali sono molto diffusi in quanto estremamente economici. Tra di essi i più importanti sono:

- **Trattamento per immersione:** si immerge il bambù per alcune settimane in acqua permettendo la fuoriuscita degli zuccheri, poi il bambù umido viene stoccato in un ambiente ventilato e riparato dalla pioggia.
- **Trattamento per affumicamento:** si dispone orizzontalmente il bambù sopra il fuoco ad una distanza di 30-40 cm. L'effetto del riscaldamento provoca la morte degli insetti all'interno del culmo ed inoltre permette di rettificare il culmo.
- **Trattamento per traspirazione:** dopo il taglio il bambù viene lasciato con rami e foglie, in verticale e isolato dal suolo, per non meno di quattro settimane, al fine di far fuoriuscire l'amido contenuto nel culmo. Successivamente si tagliano rami e foglie e si mette ad essiccare in un'area ventilata e protetta dall'acqua.
- **Trattamento di cottura:** consiste nell'appoggiare il bambù sopra un piccolo fosso profondo 30 o 40 cm contenente brace ardente oppure utilizzando un forno a gas. Questo metodo viene utilizzato anche per modificare la curvatura dei culmi;
- **Trattamento con il fango:** i culmi freschi vengono immersi nel fango per 1-8 settimane, poi vengono stoccati all'ombra ad asciugare lentamente. Ciò riduce la percentuale di amido di cui si nutrono funghi ed insetti, che dal culmo passa al fango.

I trattamenti chimici si basano su sostanze molto efficaci come soluzioni a base di boro, cromo, rame e acido borico, borace, boro e arsenico. Le soluzioni chimiche più diffuse sono:

- **CCA** (rame, cromo e arsenico, in proporzione 3:1:4). Tali prodotti sono positivi per il legno, ma molto dannosi per le persone;
- **BBA** (acido borico, borace e boro). La concentrazione della soluzione è 2,5% per ciascun componente da dissolvere in acqua bollente.

I metodi di trattamento chimico preservano il bambù più a lungo, ma comportano un aumento dell'investimento iniziale e possono provocare danni alla salute e all'ambiente. I trattamenti tradizionali presentano, al contrario, un costo contenuto ma risultati inferiori rispetto a quelli ottenibili attraverso trattamenti chimici. Dal punto di vista economico, è stato valutato che il prezzo del bambù aumenta del 30% circa quando viene trattato chimicamente, ma la sua durabilità arriva fino a 15 anni in spazi aperti e fino a 25 in spazi chiusi.

### **3.13 Potenzialità e prospettive dell'industria del bambù: l'esempio dell'Etiopia**

La rapida crescita dell'industria del bambù è dovuta a caratteristiche eccezionali che ne consentono un vantaggioso sfruttamento:

- natura sempreverde e perenne;
- crescita rapida;
- elevata produttività;
- cicli annuali o biennali di sfruttamento;
- notevole versatilità di impiego.

La Cina vanta, in questo settore, il maggiore sviluppo tecnologico, grazie alle politiche di apertura adottate negli ultimi anni, e un'industria del bambù fiorente, in accordo con l'espansione economica del paese e in equilibrio con l'ambiente.

La rivoluzione industriale "verde" dell'Africa potrebbe fondarsi sulla coltura del bambù. L'Etiopia, Paese che vanta la più vasta area di bambù sfruttabile commercialmente di tutta l'Africa orientale, sta guidando il lancio dell'industria di questa risorsa naturale considerata sostenibile, e dagli sbocchi commerciali potenzialmente enormi.

Come sempre in questi casi, dove il potenziale per uno sviluppo forte è concreto, dipenderà dalla gestione se quest'ultimo sarà davvero sostenibile. L'utilizzazione delle foreste di bambù rientra infatti nella delicata e drammatica questione dello sfruttamento del suolo. Infatti la crescente domanda globale di cibo e di biocarburanti sprona la deforestazione selvaggia che alimenta il cambiamento climatico. A titolo d'esempio l'Etiopia ha uno dei più alti tassi di deforestazione del continente africano, ma si sta impegnando a invertire la rotta: negli ultimi anni le foreste (che un tempo ricoprivano il 40% del territorio del Paese) sono passate dal 3% al 7%. I piccoli produttori locali, che per ora operano solo per un modesto mercato interno, ripongono speranze nei nuovi piani governativi.

Secondo Coosje Hoogendoorn, direttore generale dell'Inbar<sup>1</sup>, se gestita in maniera corretta, questa risorsa altamente versatile può spronare la crescita di un mercato d'esportazione mondiale valutato in 2 miliardi di dollari nel 2011, ridurre la deforestazione e le emissioni di anidride carbonica.

---

<sup>1</sup> *International Network for Bamboo and Rattan (Inbar)*, organizzazione intergovernativa nata nel 1997 per aiutare governi, società e comunità locali a beneficiare dei potenziali del bambù come volano di crescita economica e nello stesso tempo strumento di sfruttamento sostenibile delle risorse naturali.

## 4. Il progetto del nuovo presidio sanitario nel villaggio di Komuge

### 4.1 Linee guida per una progettazione con tecnologie a basso costo

Con l'espressione tecnologie a "basso costo" non si indica soltanto l'accezione prettamente monetaria relativa alle soluzioni adottate ma ci si riferisce ad una più ampia gamma di aspetti economici: il costo ecologico, inteso come perdita di beni rari, non rinnovabili e/o la produzione di rifiuti non riciclabili; il costo sociale, inteso come non corrispondenza generale alle esigenze dell'utenza; il costo di produzione, ossia la somma delle spese necessarie all'intero processo.

Un progetto a basso costo, perciò, non si limita alla scelta di materiali e tecnologie poco costose ma indaga le interazioni che instaurano con l'ambiente circostante e con l'utenza. Di seguito sono brevemente descritte alcune linee guida per la progettazione a basso costo nei Paesi in via di sviluppo.

- **Adattamento alle condizioni climatiche:** in una fase preliminare del progetto vengono definite le caratteristiche climatiche della zona d'intervento, raccogliendo dati relativi a temperatura, precipitazioni, venti, umidità, etc. L'obiettivo consiste nel pervenire ad una soluzione progettuale che consegua il più alto grado di efficienza energetica raggiungibile, mediante forme passive di regolazione del comfort ambientale interno (riscaldamento solare, raffrescamento naturale, etc.)
- **Scelta dei materiali:** devono essere impiegati materiali col minor impatto ambientale possibile, che richiedono una ridotta quantità di energia per l'estrazione e per la fabbricazione, ovvero una ridotta impronta ecologica e energia grigia. Infatti processi di trasformazione che richiedono molta energia e consumano risorse naturali non rinnovabili, provocano conseguenze ambientali talvolta distruttive, come, ad esempio, elevate immissioni di agenti inquinanti nell'atmosfera, consumo di suolo, deforestazione, inquinamento delle acque e depauperazione ambientale. Inoltre è conveniente impiegare materiali largamente disponibili a livello locale al fine di limitare i costi di trasporto e utilizzare risorse rinnovabili, come, ad esempio, quelle vegetali (terra, legno, bambù, etc.).
- **Utilizzo di energia rinnovabile:** per la produzione di energia termica ed elettrica è preferibile ricorrere alla produzione attraverso fonti rinnovabili (biomassa, sole, vento e acqua) ed evitare di impiegare combustibili fossili. Sebbene i costi iniziali dell'installazione di tali tecnologie siano più elevati, rispetto a quelli relativi a soluzioni tradizionali, essi vengono ammortizzati durante il periodo di gestione. Rimangono tuttavia problemi legati all'insufficiente know-how tecnologico, alla manutenibilità e alla disponibilità di pezzi di ricambio. A questi problemi si può ovviare mediante l'assistenza di terze parti tuttavia è auspicabile che gli utenti stessi acquisiscano le competenze

necessarie. Una strada alternativa consiste nell'adozione di tecnologie a basso livello tecnologico.

- **Prevenzione dei disastri naturali:** durante la progettazione occorre considerare la possibilità di accadimento di eventi naturali eccezionali (terremoti, cicloni, inondazioni, alluvioni) che possono generare situazioni emergenziali, al fine di garantire la sicurezza dell'utenza e prevenire un alto costo sociale. Tuttavia i materiali che meglio rispondono a sollecitazioni di carattere eccezionale sono generalmente più costosi. Pertanto occorre razionalizzare il loro impiego ove strettamente indispensabile.
- **Disponibilità e salubrità di cibo ed acqua:** questa delicata problematica coinvolge diversi aspetti: la sanità, le infrastrutture, le risorse economiche, l'amministrazione della cosa pubblica e gli indirizzi politici. Dal punto di vista tecnologico si può ottenere un miglioramento della sicurezza alimentare anche attraverso l'uso di tecnologie a basso costo impiegate a livello familiare o di piccole comunità. A questa d'intervento, infatti, è più facile agire sullo stile di vita e sulle abitudini della popolazione. È di fondamentale importanza evitare gli sprechi ed incentivare il riuso, ad esempio sfruttando il compostaggio dei materiali organici o recuperando l'acqua meteorica, al fine di pervenire ad una micro-economia circolare.
- **Uso di elementi naturali:** elementi naturali come la vegetazione possono apportare benefici, ad esempio, possono contribuire alla mitigazione delle sollecitazioni ambientali (ombreggiamento), al raffrescamento passivo, alla protezione dal vento, alla produzione alimentare per la sussistenza di persone e bestiame.
- **Partecipazione della popolazione locale:** Il coinvolgimento della popolazione locale nel processo edilizio, fin dalle sue prime fasi, è di fondamentale importanza perché è in grado di generare un circolo virtuoso che può apportare benefici di carattere socio-economico come la rispondenza alle esigenze della comunità, la creazione di opportunità di lavoro e il generale miglioramento del tenore di vita. L'attuazione di un modello partecipativo consente inoltre di ridurre lo spreco di risorse economiche ed umane e di fornire alla comunità locale gli strumenti necessari per l'autogestione del bene realizzato.

## 4.2 Esempi di interventi di autocostruzione in Paesi in via di sviluppo

Il progetto del 2001 dell'architetto Diébédo Francis Kéré, Teaching Staff Housing, a Gando in Burkina Faso, consiste in sei case per gli insegnanti della locale scuola pubblica e per le loro famiglie. Il disegno è molto semplice ed i materiali utilizzati sono per la maggior parte reperibili in loco. La struttura è in mattoni di terra stabilizzata; la terra è un materiale da costruzione conosciuto in Burkina Faso che però, in questo caso, viene applicato per mezzo di una tecnica innovativa per i costruttori locali. Inoltre le murature e la copertura sono state progettate per fornire una buona ventilazione dell'ambiente interno e delle strutture ed è presente un efficace sistema di raccolta dell'acqua piovana.



Figura 42 – Un modulo abitativo



Figura 43 - Vista generale del complesso



Figura 44 - Particolare della copertura ventilata

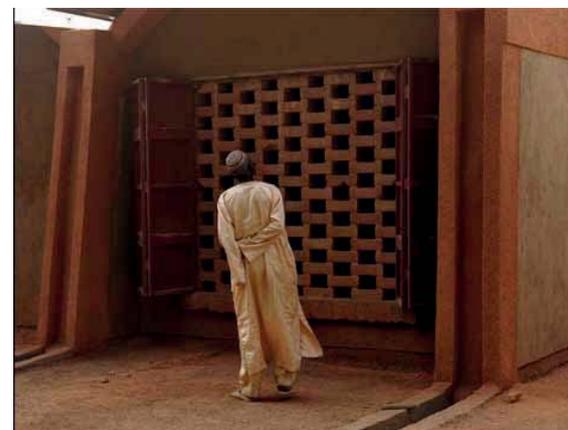


Figura 45 - Particolare della facciata

§ 4.2 - Esempi di interventi di autocostruzione in Paesi in via di sviluppo

Il progetto di Architetti Senza Frontiere (ASF) del 2007 per una scuola veterinaria Scuola veterinaria a Rabuni, in Algeria è divenuto occasione di cooperazione con la ONG Africa'70 che opera dal 2002 nel campo profughi saharawi di Rabuni, con progetti di sostegno all'allevamento, di sanità animale e di controllo del randagismo. La scuola include, oltre agli spazi didattici (biblioteca, aula, clinica), anche stanze per accogliere studenti locali e stranieri, professori e cooperanti di Africa'70, per un totale di 470 mq. In seguito alla costruzione della scuola, ASF-Italia ha esplorato la possibilità di proporre un ulteriore progetto di ricerca sull'utilizzo dei blocchi in terra cruda migliorati e altre soluzioni tecniche alternative, prevedendo la costruzione di un piccolo edificio prototipo da annessere alla struttura della scuola di veterinaria.

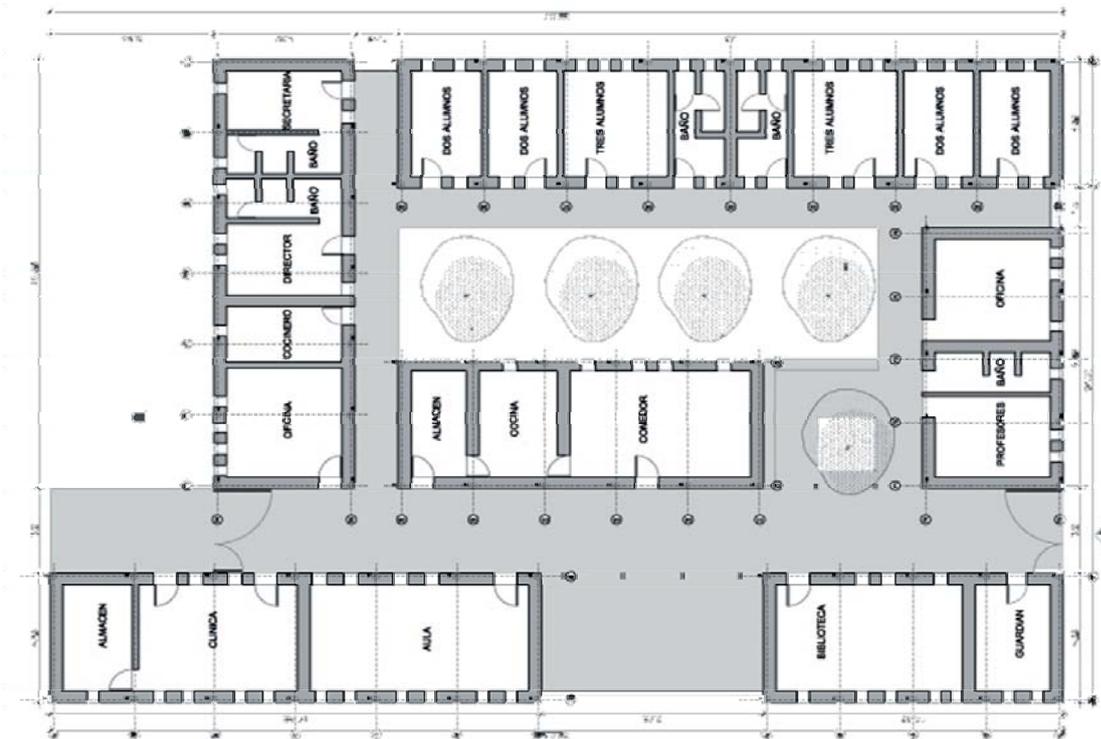


Figura 46 - pianta del complesso

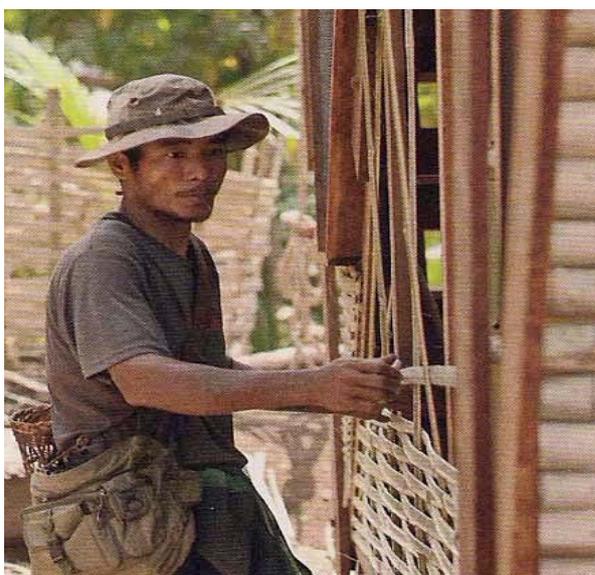


Figura 47 - Costruzione del complesso



Figura 48 - Vista della corte interna

Il progetto dell'orfanotrofio Soe Ker Tie Haus in Thailandia, è stato sviluppato dall'architetto Tyin Tengnестue nel 2008, con l'obiettivo di coinvolgere la popolazione locale attivamente sia nella progettazione sia nella realizzazione, con uno scambio reciproco di conoscenze e competenze. Soe Ker Tie Haus è uno dei primi progetti realizzati. Si tratta di un orfanotrofio che fornisce ai bambini sia spazi privati per la residenza sia spazi comuni per l'interazione e il gioco. La caratteristica saliente è la tecnica di tessitura di bambù, tipica delle case locali, utilizzata sulle facciate laterali dei moduli abitativi. Tutto il bambù è stato raccolto a pochi chilometri dal sito e gli altri materiali da costruzione acquistati da commercianti locali.



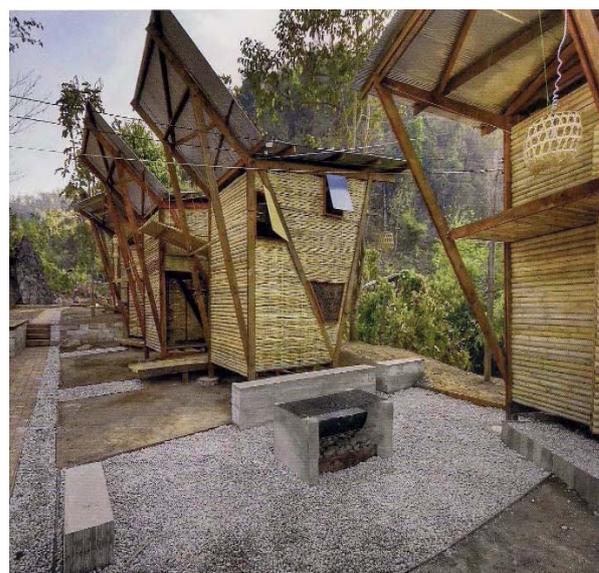
*Figura 49 - Assemblaggio involucro in bambù*



*Figura 50 - Particolare della tessitura involucro*



*Figura 51 - Spazio interno*



*Figura 52 - Strutture realizzate*

Il progetto di una scuola a Rudrapur in Bangladesh, sviluppato dagli architetti Heringer-Roswag, è stata occasione per un'esperienza di autocostruzione in cui la comunità locale è stata direttamente coinvolta. L'edificio è in terra cruda e bambù e si articola su due piani con spazi generosi e luminosi. Ospita una scuola per 168 alunni provenienti dalla comunità locale. La costruzione è stata realizzata in soli cinque mesi secondo metodi costruttivi tradizionali, corretti e integrati con conoscenze tecniche che hanno migliorato le qualità di vivibilità, stabilità e la durabilità del manufatto.

Le immagini dell'edificio e del suo cantiere raccontano una storia esemplare ma semplice, che ha per attori i giovani architetti Anna Heringer e Heike Roswag, l'istituto METI (Modern Education and Training Institute), alcune organizzazioni non governative, qualche volontario e soprattutto persone e operai del posto, già specializzati oppure appositamente preparati da personale tecnico per affrontare questo lavoro.

Due sono le innovazioni costruttive che distinguono la scuola dalle vicine case e che, dopo questo esperimento pilota, potranno essere applicate per migliorare le condizioni abitative della popolazione e ridurre l'emigrazione dai piccoli paesi verso le città: le fondazioni (profonde 50 cm, in mattoni, con un intonaco cementizio di protezione sulla superficie) e l'isolamento dall'umidità (ottenuto integrando nelle fondazioni un doppio strato di pellicola in polietilene, economica e facilmente reperibile sul mercato locale).

L'edificio sorge su uno zoccolo di muratura in mattoni, spesso 50 cm, rivestito da un intonaco di cemento. I mattoni sono il materiale da costruzione più diffuso in Bangladesh. Non esistono riserve naturali di pietra e per sopperire a questa mancanza, la sabbia alluvionale argillosa viene bruciata in forni circolari per creare mattoni. Questi sono impiegati per le costruzioni oppure, una volta frantumati, sono utilizzati come aggregati per il cemento.

Al piano terra, racchiuse da spessi muri, si trovano tre aule, al piano superiore uno spazio polivalente in cui le aperture create nel muro di bambù offrono scorci sul panorama circostante; la vista si espande oltre le cime degli alberi e lo stagno del villaggio.

Luci e ombre, filtrando attraverso le strisce di bambù, si proiettano sul pavimento e contrastano con i vivaci colori dei saris appesi al soffitto. I muri del piano terra sono portanti, fatti da un miscuglio di argilla e paglia, lavorato con l'aiuto di buoi e bufali d'acqua, e gettato in una progressione verticale di strati, ciascuno dei quali ha richiesto una settimana per l'essiccazione. Oltre alla terra il materiale che connota maggiormente la struttura è il bambù, leggero e resistente.



Figura 53 - Fronte principale della scuola



Figura 54 - Teoria delle porte colorate della scuola

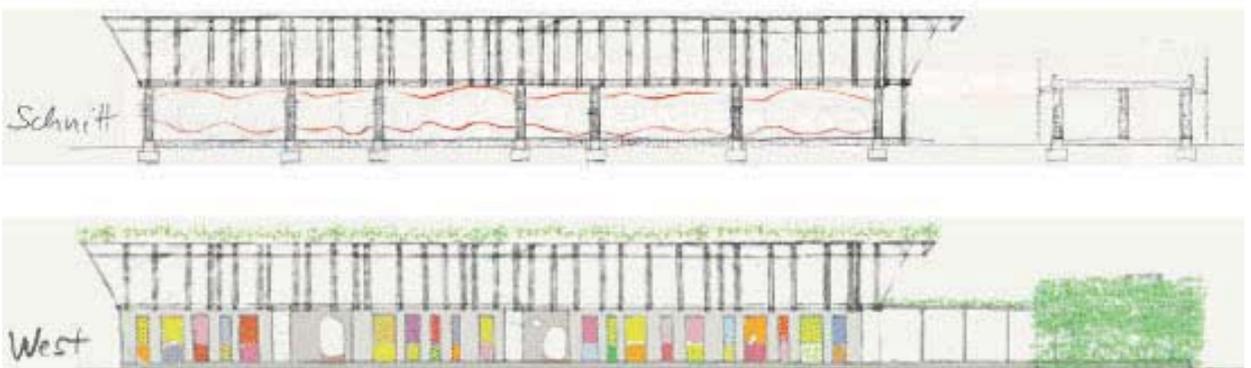


Figura 55 – Prospetto e sezione della scuola

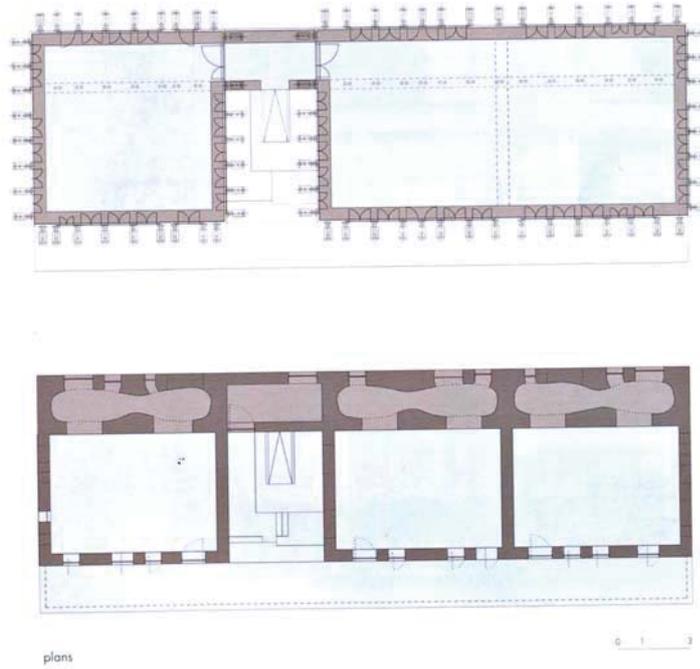


Figura 56 - Piante dell'edificio

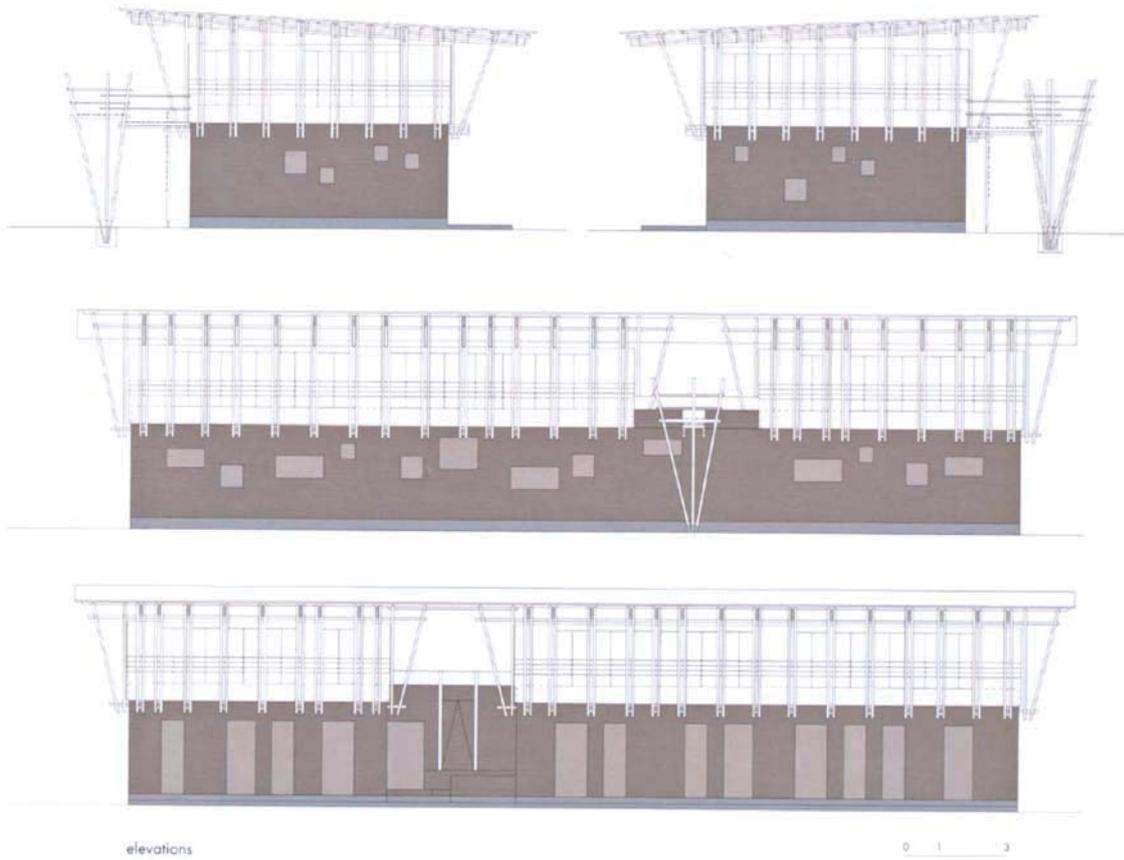


Figura 57- Prospetti dell'edificio

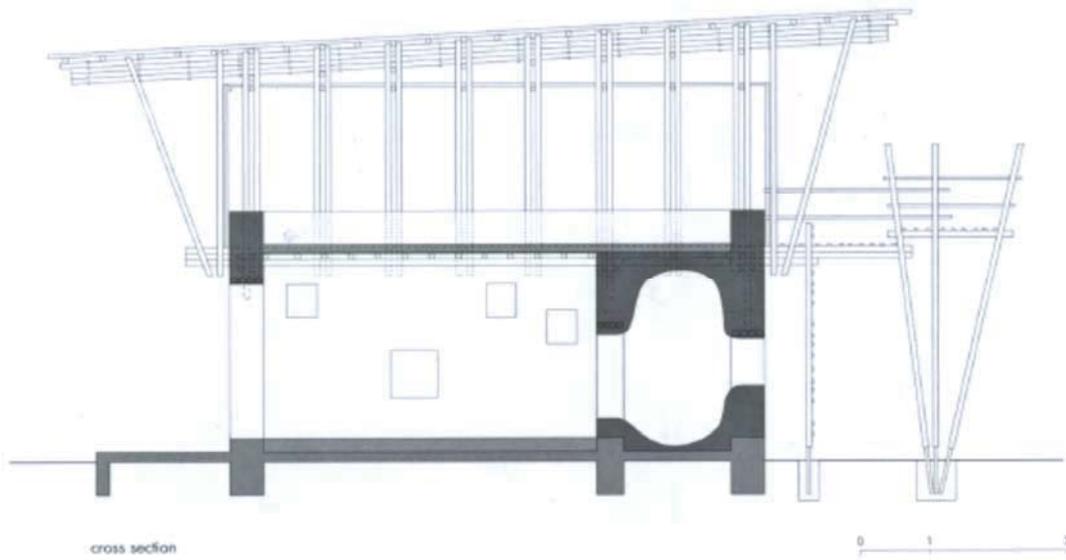


Figura 58 - Sezione trasversale



Figura 59 - Immagini del cantiere in autostruzione

### 4.3 Le tipologie costruttive locali

Le tipologie costruttive locali sono riconducibili a soluzioni tecnologiche semplici impiegate in interventi di autocostruzione o di edilizia essenziale. Alle tradizionali case costruite con muratura in terra cruda e con copertura in paglia, si affiancano tipologie che abbandonando le tecniche tradizionali, fanno largo ricorso a materiali da costruzione e tecniche costruttive d'importazione, sebbene spesso con esiti qualitativi insoddisfacenti e denotando una scarsa attenzione per la manutenzione. I materiali da costruzione "d'importazione" sono talvolta prodotti che nel mondo occidentale risultano obsoleti o sono ritenuti pericolosi, come, ad esempio, le lastre in fibrocemento. Nel costruito locale è possibile ravvisare un'edilizia semplice, il cui obiettivo principale consiste nella rapida soluzione di problemi contingenti. La documentazione fotografica allegata sono riportati alcuni esempi delle tipologie costruttive riscontrate:



Figura 60 – Tipologie costruttive locali

#### **4.4 Le condizioni climatiche ed ambientali**

Il clima della Tanzania è di tipo tropicale, nonostante il Paese, posto tra 1° e 11° lat. S, si trovi nella fascia equatoriale: se si esclude l'estrema sezione settentrionale, predomina ovunque un clima a stagioni alternate, regolato dagli alisei e dai monsoni provenienti dall'Oceano Indiano. Agli alisei si deve fondamentalmente la stagione piovosa propria dell'inverno australe (con valori massimi di precipitazioni tra marzo e maggio), mentre i monsoni sono responsabili di una seconda stagione piovosa tra ottobre e dicembre. Asciutte o con minori precipitazioni sono le stagioni intermedie, tra giugno e settembre e tra gennaio e febbraio. Quest'ultimo periodo registra anche i massimi valori termici, che ovviamente variano passando dalla costa alle zone interne più elevate, mitigate dall'altitudine (a Dar es Salaam la media di gennaio è di 28 °C mentre a Tabora, situata a 1265 m, è di 22 °C); abbastanza deboli sono, su gran parte del Paese, le escursioni termiche annue (nelle citate località le medie di luglio, nell'inverno australe, sono di 23 °C e di 21 °C), mentre sull'altopiano si può avere una differenza termica tra di e notte anche di 10 °C. Le temperature sono naturalmente legate alle percentuali di umidità atmosferica, che può essere del 70-75% ai piedi dei rilievi e che rende l'aria soffocante, mentre si attenua sugli altipiani interni (55-60%), tanto che l'aria relativamente secca e il cielo, spesso limpido, fanno di queste terre le regioni tra le più salubri dell'intera Africa. La costa registra piogge abbondanti, che si aggirano sui 1100 mm annui a Dar es Salaam (1500 mm a Zanzibar); sugli altipiani la quantità delle precipitazioni è assai variabile in funzione dell'altitudine e dell'esposizione. Si hanno così contrasti nettissimi tra i versanti montuosi più elevati e meglio esposti ad Est e le sottostanti depressioni: tipico il caso dei versanti del Kilimangiaro, bene irrorati (qui si hanno naturalmente, oltre alla maggiore piovosità, i valori termici più bassi: al di sopra dei 4000 metri si hanno precipitazioni nevose che alimentano alcuni ghiacciai), tutti verdi, popolatissimi, e la sottostante Steppa dei Masai, savana erbosa, semiarida, sfruttata solo dalla pastorizia: la disparità di precipitazioni sovente molto marcata (tra i versanti irrorati e le piane aride può passare dai 1200 mm ai 600 mm annui) oltre a determinare una netta differenziazione ambientale, ha selezionato le attività umane e persino la distribuzione etnica.

La maggior parte del bacino del Mara si trova in una regione semi-arida e la gestione delle risorse idriche è critica. Ciò ha ripercussioni sull'agricoltura e su tutte le attività umane. Di seguito si riportano i dati climatici riferiti al centro meteorologica di Musoma, stazione di riferimento per la Regione del Mara.

§ 4.4 - Le condizioni climatiche ed ambientali

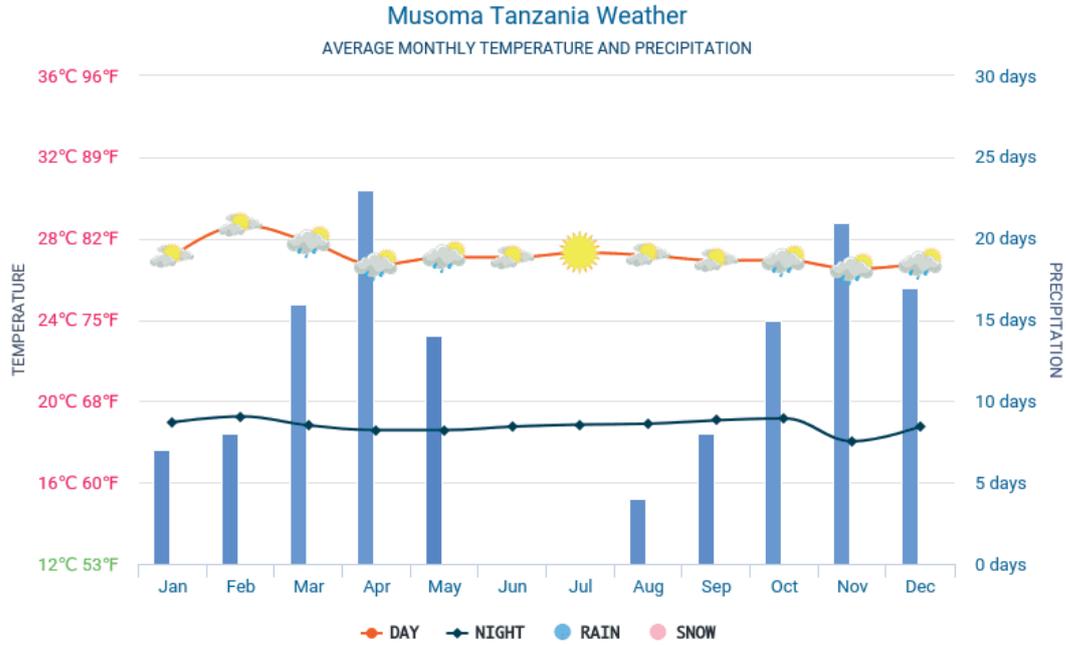


Figura 61 – Temperatura media mensile e precipitazioni

Tabella 19 –Serie storica delle temperature medie e della piovosità nella località di Musoma (Tanzania) nel periodo 2015-2020.

Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ot	Nov	Dic
Temperatura media diurna [C°]	27	29	28	27	27	27	28	27	27	27	27	27
Temperatura media notturna [C°]	19	20	19	19	19	19	19	19	19	19	18	19
Piovosità [gg]	7	8	16	23	14	0	0	4	8	15	21	17

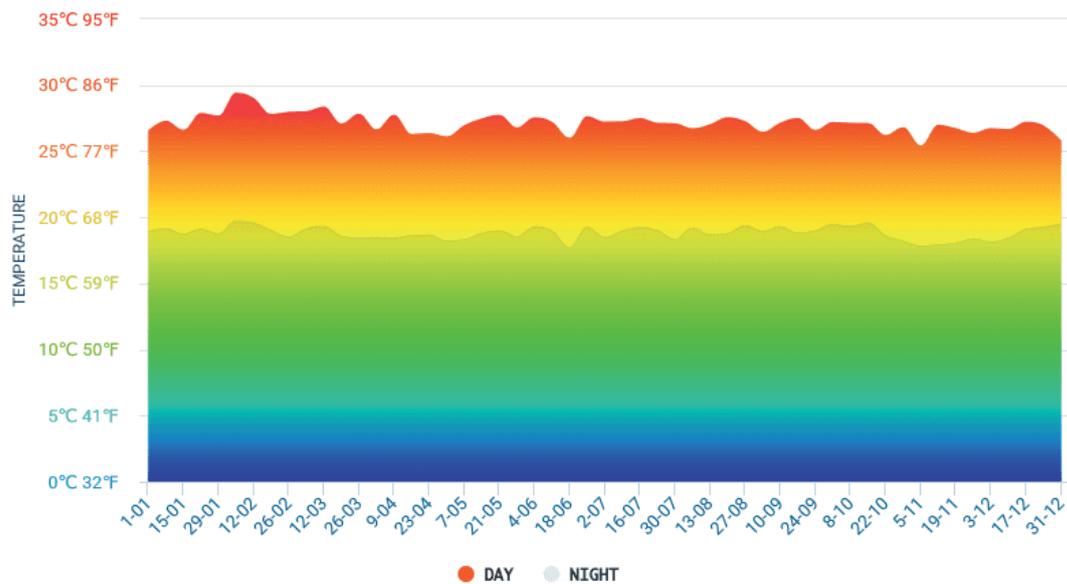


Figura 62 - Temperature medie mensili ed escursione termica notte-giorno nella località di Musoma (Tanzania) nel periodo 2015-2020.

Di gran lunga i mesi più caldi a Musoma sono gennaio, febbraio e marzo. Marzo è generalmente il mese più caldo con una temperatura media di 29 °C. Il mese più freddo è dicembre con temperatura media di 27 °C e con precipitazioni medie pari a 91 mm. I tre mesi con la temperatura più bassa sono giugno, luglio e agosto, mesi in cui la media delle minime notturne si assesta sui 17°.

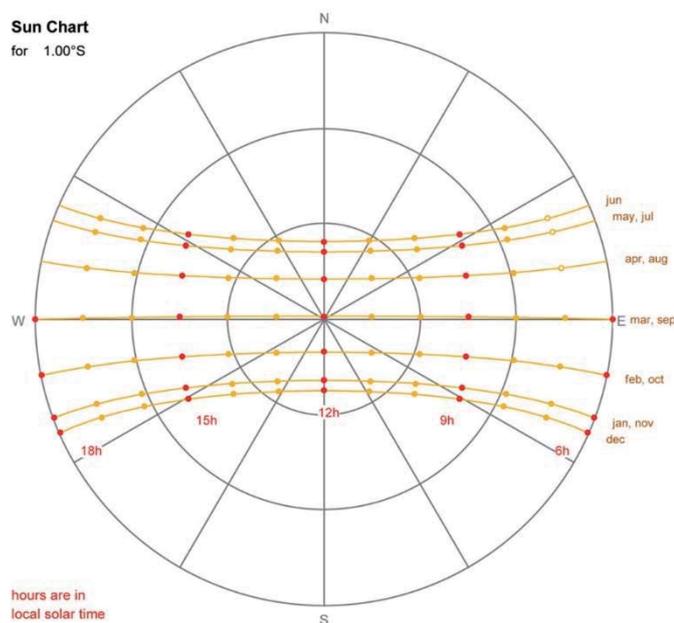


Figura 63 - Carta dei percorsi solari riferita alla località di Komuge, Tanzania, lat. 1° 27' Sud

#### 4.5 Generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

Ci sono ancora molte persone al mondo che non hanno accesso all'elettricità o ad altre forme di energia. In totale, quasi un quarto della popolazione mondiale non ha accesso all'elettricità e un terzo dipende dall'energia delle biomasse (OCSE, 2006). In genere sono le fasce di popolazione più povere a non avere accesso all'energia elettrica. Tuttavia si ritiene che la possibilità di accedere all'energia elettrica da parte di questa popolazione possa contribuire a migliorarne il tenore di vita. (OCSE, 2006).

L'elettrificazione rurale può essere semplicemente definita come la fornitura di elettricità alla campagna. La Tanzania è tra i paesi con tassi di elettrificazione rurale più bassi. Si stima che in Tanzania meno del 5% della popolazione rurale abbia accesso alla rete elettrica. Uno studio condotto dallo Stato ha evidenziato le possibilità di sfruttare il potenziale connesso all'impiego della generazione fotovoltaica per elettrificare le zone rurali. È stato determinato che l'insolazione media mensile varia tra 4,5 e 5,3 kWh/giorno. Tuttavia, uno dei principali vincoli per quanto riguarda lo sviluppo dell'energia solare è la

§ 4.5 - Generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

mancanza delle competenze tecnologiche sull'impiego dei sistemi fotovoltaici. Inoltre, gli elevati costi iniziali limitano lo sviluppo di questa fonte energetica. Il governo della Tanzania, in collaborazione con alcuni partner privati, ha avviato una serie di progetti volti alla creazione di condizioni favorevoli allo sviluppo dell'energia solare nel paese. I progetti prevedono campagne di informazione e formazione per tecnici presso centri di formazione professionale e dimostrazioni dell'uso dell'energia solare nelle scuole, nei centri sanitari e nei dispensari.

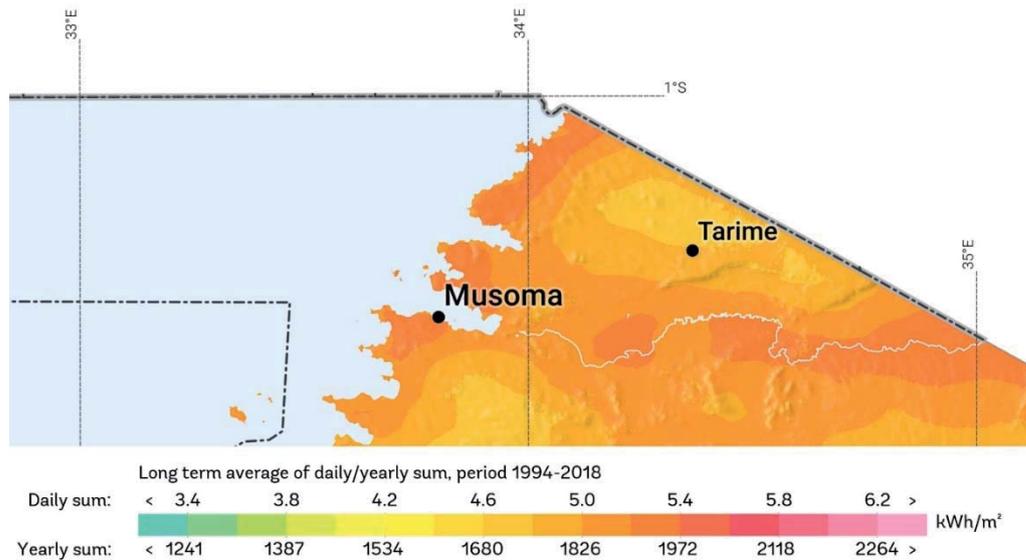


Figura 64 - Irradianza solare diretta media. Periodo di riferimento 1994-2018.

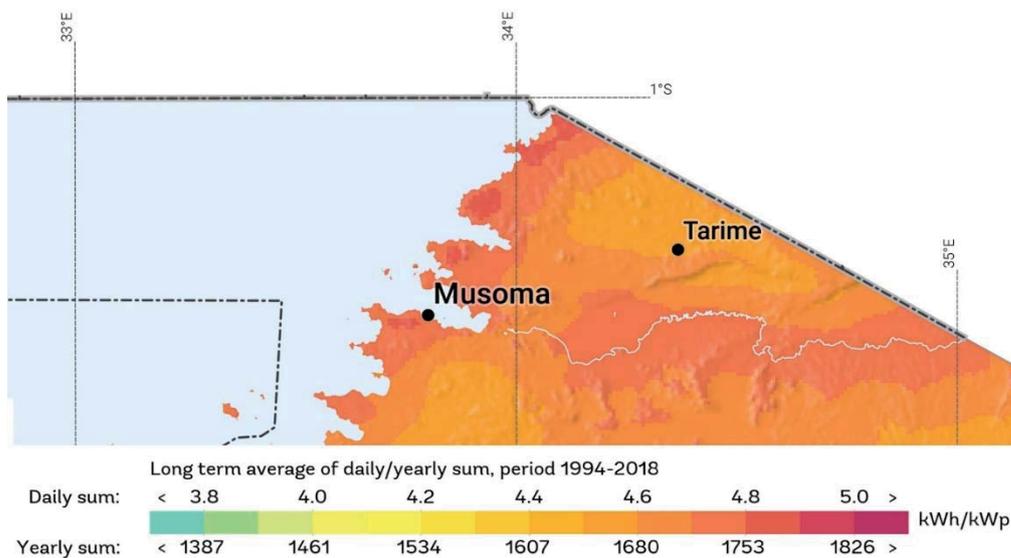


Figura 65 - Potenziale di produzione di energia da fotovoltaico. Periodo di riferimento 1994-2018.

#### 4.6 Il raffrescamento passivo geoventilativo

I sistemi di raffrescamento passivo ventilativo sono sistemi che utilizzano, come fluido termovettore, l'aria e come pozzi di dissipazione del calore l'aria stessa, il terreno, l'acqua o strutture edilizie.

Il trasferimento del calore, tra ambiente interno e terreno, avviene per mezzo dell'aria, che circola in condutture a contatto con il terreno profondo e, quindi, si raffredda prima di entrare in ambiente. L'aria è fatta circolare attraverso condutture interrato, tramite un ventilatore (sistemi ibridi) o sistemi passivi operanti per effetto Bernoulli-Venturi (estrattori sottovento) e camino (finestre alte, aperture di colmo).

I sistemi di raffrescamento ventilativo geotermico possono avere due modalità di circolazione dell'aria:

- **Ciclo aperto** – il sistema immette aria esterna nell'edificio, dopo averla raffrescata tramite il passaggio in terreno; in tal modo si unisce la funzione di raffrescamento a quella di ventilazione (necessita di filtro);
- **Ciclo chiuso** – il sistema raffredda l'aria interna tramite le condotte interrato, ma senza immettere l'aria di queste ultime in ambiente; il fabbisogno di ventilazione deve essere soddisfatto separatamente.

Nella progettazione di sistemi di scambio indiretto terreno-edificio a circolazione d'aria, si deve tenere conto dei seguenti criteri generali. Dimensioni:

- lunghezza minima dei condotti di 10 m;
- diametro del condotto variabile da 20 a 30 cm;
- profondità a cui collocare i condotti, compresa tra 1.5 e 3 m;
- velocità dell'aria all'interno dei condotti, compresa tra 4 e 8 m/s.

Nel collocare i condotti nel terreno, si deve porre particolare attenzione al contatto tra superfici degli stessi e terreno circostante, al fine di garantire uno scambio termico ottimale. A tale riguardo, è utile posizionare, attorno alla tubazione, uno strato di 5 cm di sabbia, che ha una buona conduttività termica ed evita il formarsi di bolle d'aria; ciò potrebbe verificarsi ponendo il condotto a contatto diretto con il terreno comune, e ne diminuisce la conduttività.

Il sistema di raffrescamento ventilativo attraverso condotti interrati storicamente più noto è quello dei Covoli di Costozza. Questi rappresentano un interessante sistema di raffrescamento, applicato ad alcune ville venete palladiane, che utilizza l'aria fredda proveniente da grandi cavità sotterranee, i covoli, situate all'interno delle colline sulle quali sorgono le Ville. I covoli sono collocati a monte delle ville e l'aria

circola naturalmente verso valle per effetto gravitazionale (l'aria fredda nelle cavità è più pesante di quella, più calda, esterna) sino a raggiungere l'interno dell'abitazione. Il sistema è piuttosto efficace, come dimostrano risultati di misure della temperatura dell'aria in diversi punti dei condotti e delle abitazioni.

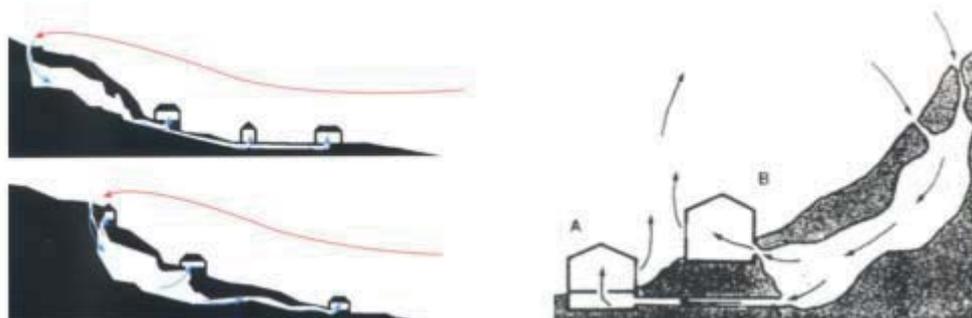


Figura 66 – Covoli di Costozza

Le torri del vento sono una soluzione passiva per la climatizzazione degli ambienti in climi torridi, concepita in epoche in cui non esistevano gli scambiatori di calore funzionanti ad elettricità. Esse funzionano asportando aria calda dall'interno dell'edificio durante il giorno, e immettendo aria fresca dall'esterno durante la notte. Per funzionare sfruttano l'energia del vento o del sole. Generalmente il flusso d'aria si muove a causa della differenza di pressione tra la zona della torre dove soffia il vento e la zona sottovento. In assenza di vento, la corrente è determinata dall'aria calda che si trova a ridosso della parete sud della torre, e che scaldata dal Sole tende a salire.

I Malqaf (parola di origine persiana) sono sistemi di ventilazione costituiti da un'intelaiatura installata sul tetto e aperta solo alle estremità, secondo la direzione del vento, che indirizza il vento all'interno dell'edificio. Nelle versioni moderne, il sistema ha una sola apertura.

È possibile associare una torre del vento ad un sistema di raffrescamento geoventilativo al fine di captare e sfruttare i venti dominanti. Un esempio relativo a questa soluzione, riportato nello studio è illustrato nella figura seguente.

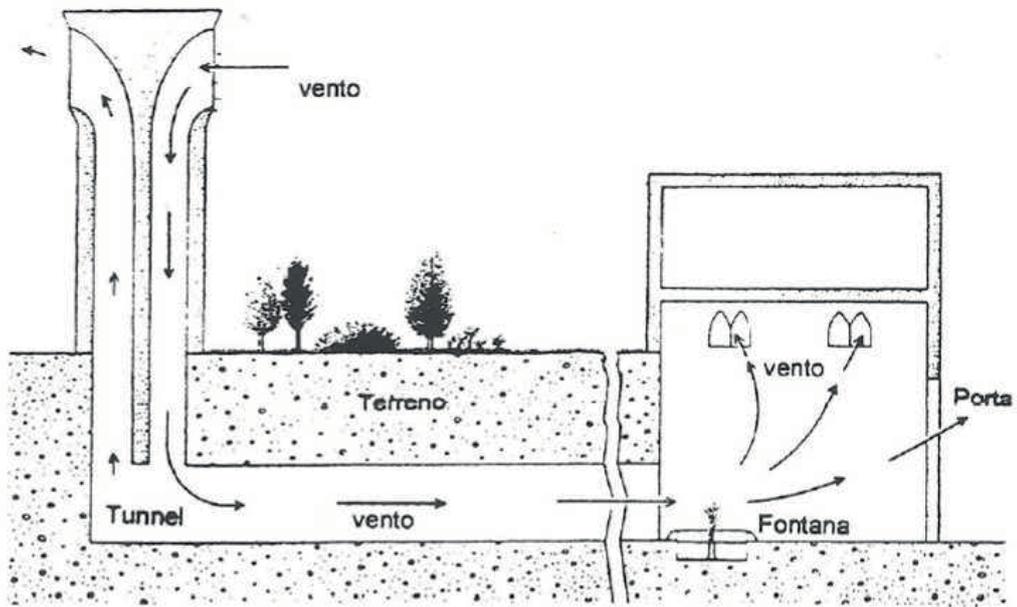


Figura 67 – Schema di funzionamento di una torre del vento iraniana associata ad un condotto sotterraneo

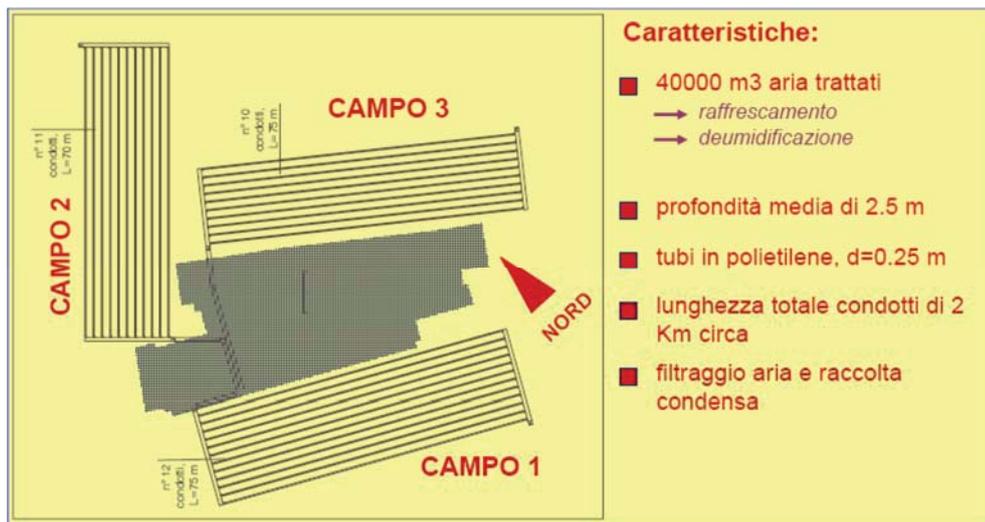


Figura 68 - Planimetria dei tre campi del sistema di raffreddamento ventilativo geotermico –Scuola media "Pedagna", Imola (BO) progettazione impiantistica: Metec & Saggese Engineering, Torino;

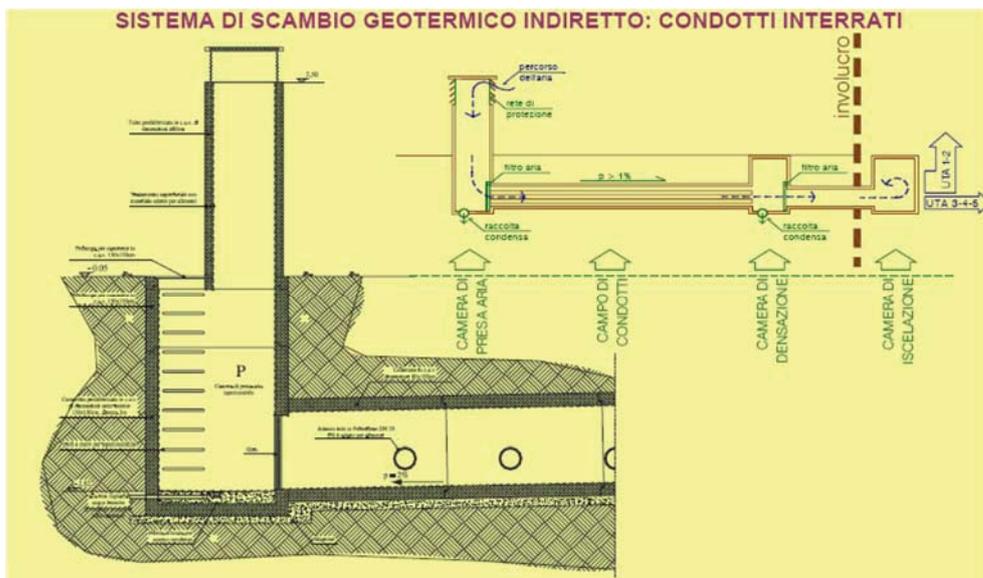


Figura 69 - Schema funzionale e dei flussi del sistema di raffreddamento ventilativo geotermico: testa di captazione alle camere di presa, di condensa e di miscelazione, immissione nelle UTA.

#### 4.7 Il progetto del nuovo presidio sanitario nel villaggio di Komuge

Nel 2002 l'associazione ASSOS Onlus di Terni, avviò un progetto volto alla realizzazione di un dispensario nel villaggio di Komuge, pertanto stipulò un accordo di cooperazione internazionale con la locale Diocesi di Musoma, capoluogo della regione del Mara.

L'associazione ASSOS avviò iniziative volte all'indagine e alla comprensione del contesto umano e del territorio, organizzando attività di volontariato supportate dal centro missionario delle Ivrea Sisters della vicina città di Tarime. Il risultato delle iniziative promosse dall'associazione ASSOS consistette nella realizzazione di piccoli dispensari distribuiti sul territorio che permisero di fornire medicinali e assistenza medica alla popolazione dei villaggi di Gamasara e Masonga. Inoltre furono promosse altre iniziative a sostegno dell'ospedale di Kibara della scuola elementare di Kogifa.

Il dispensario di Komuge venne terminato nel maggio 2005 ma sebbene entrò in servizio in brevissimo tempo, facendo fronte all'emergenza sanitaria locale attraverso la distribuzione di medicinali, presto ci si accorse che la struttura era insufficiente. Infatti a fronte della necessità di ridurre gli alti tassi di mortalità materna (15 %) e neonatale (150 %) si incominciò a pensare ad un intervento di ampliamento del dispensario oppure alla realizzazione di un nuovo ambulatorio.

L'ipotesi che il presente studio illustra consiste in un nuovo presidio sanitario, dotato di una sala per il parto, un'isola neonatale e stanze di degenza.

La nuova struttura ambulatoriale prevede un reparto di ostetricia con annesso blocco chirurgico per parti cesarei ed emergenze chirurgiche, una nursery, un'area di degenza da 6 posti letto per le partorienti, un piccolo studio dentistico, un laboratorio di analisi, un reparto di medicina generale da 7 posti letto, una guardia medica e l'alloggiamento del personale interno.

Complessivamente la capienza della nuova struttura medica sarà di 13 posti letto.

L'energia elettrica sarà in parte prodotta da un impianto fotovoltaico installato sulla copertura.

Inoltre si prevede la realizzazione di un impianto per il recupero dell'acqua meteorica.

Il raffrescamento sarà ottenuto attraverso l'adozione di sistemi di schermatura per ridurre gli apporti termici gratuiti (specialmente radiazione solare diretta). Un'ampia copertura schermanà le finestre del piano di degenza in modo da garantire un adeguato ombreggiamento e proteggere dalle intemperie durante la stagione delle piogge.

Il raffrescamento nei mesi più caldi sarà garantito da un impianto passivo di geoventilazione in grado di captare le brezze di lago provenienti dal vicino lago Vittoria. A tal fine si prevede la costruzione di una torre dei venti simile ai modelli mediorientali capace di intercettare la brezza ad una quota opportuna e convogliarla in condotti sotterranei in cui avvenga lo scambio termico con il terreno.

Successivamente la massa d'aria sarà trattata in una U.T.A. per regolarne i parametri e quindi depurata da un filtro antibatterico prima di essere immessa negli ambienti interni da un impianto di distribuzione.

La massa d'aria entrante negli ambienti creerà un moto convettivo che raffrescherà le stanze prima di fuoriuscire da apposite aperture praticate nei muri. L'aria in uscita si raccoglierà nel corridoio che percorrerà l'intero corpo di fabbrica, quindi aspirata da una bocchetta d'estrazione a soffitto ed espulsa da camini di estrazione affioranti dalla copertura.

La differenza di pressione ottenuta tra gli ambienti di degenza ed il corridoio di libero passaggio, impedirà, inoltre, la contaminazione.

Si ottengono così due scopi: il raffrescamento con minimo dispendio energetico e la difesa degli

ambienti “sensibili” dalle aggressioni batteriche.

In tal modo verrà garantito un numero adeguato di ricambi d’aria in grado di limitare l’inquinamento indoor.

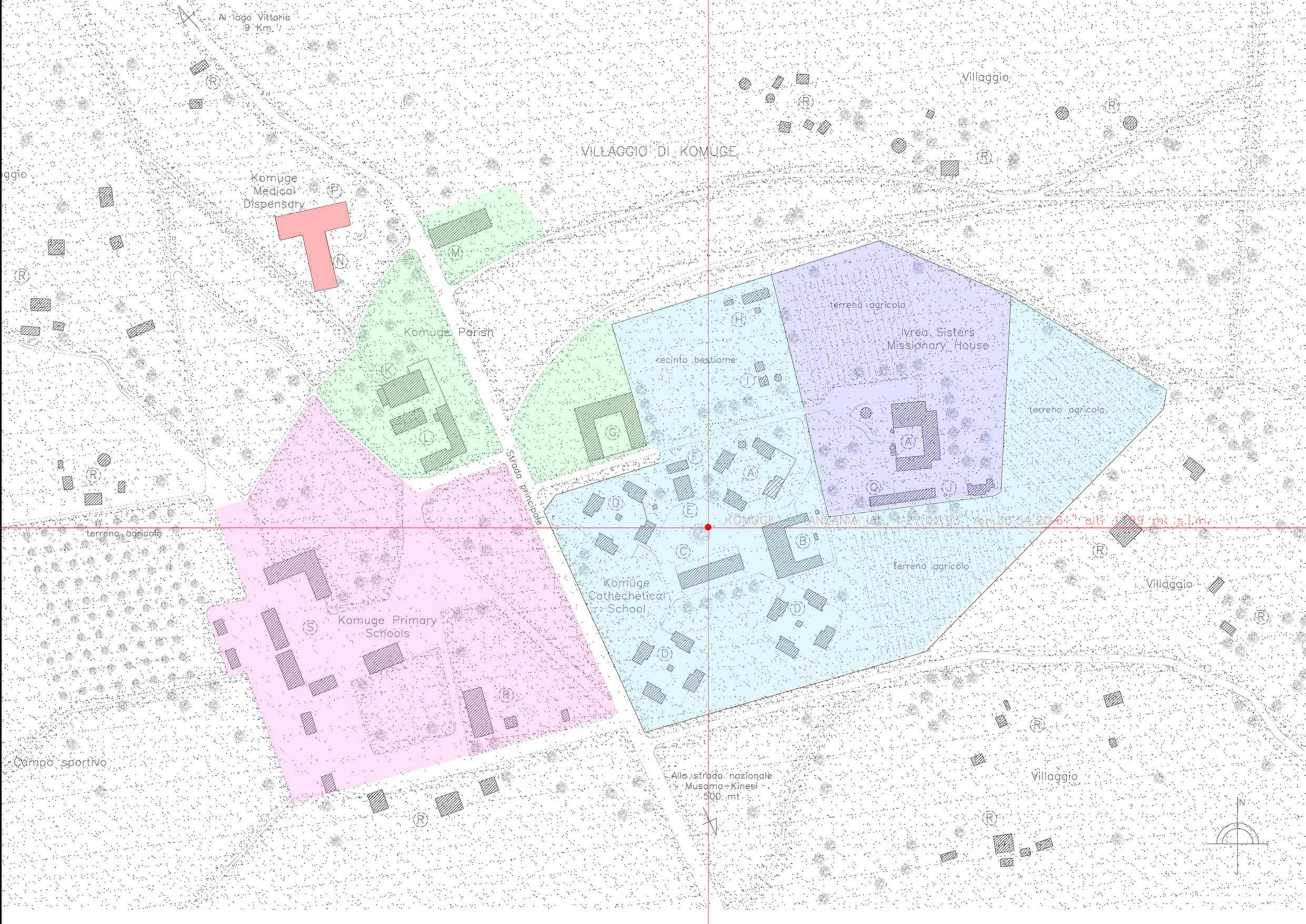
La struttura sarà realizzata con tecnica costruttiva mista muratura portante in terra cruda stabilizzata - bambù. I muri perimetrali saranno portanti e su di essi si imposteranno le travi in bambù che sorreggeranno il solaio.

La possibilità dell’autocostruzione di blocchi in terra cruda stabilizzati favorisce un risparmio e una facile e rapida produzione *in situ*, trasmettendo inoltre la conoscenza di questa tecnica costruttiva in contesti in cui si avverte fortemente la necessità di ricorrere a soluzioni semplici e a basso costo.

La trasmissione delle competenze tecniche per l’impiego di tali materiali può contribuire allo sviluppo economico delle povere comunità rurali fungendo da volano socio-economico.

Per quanto concerne il bambù, la struttura è stata predimensionata per analogia, riferendosi a realizzazioni analoghe. L’esempio di maggior riferimento è quello relativo all’autocostruzione della scuola progettata dagli architetti Heringer e Roswag in Bangladesh, descritto nel paragrafo 4.2

Il bambù è un materiale naturale che richiede minimo dispendio energetico per la coltura e la produzione, offrendo tuttavia caratteristiche meccaniche ottimali. Pertanto si ritiene che possa essere una scelta idonea alla realizzazione di costruzioni a basso costo in contesti economici severi. La descrizione del progetto è illustrata attraverso alcuni elaborati grafici di seguito riportati.



Al lago Vittoria  
9 Km

# VILLAGGIO DI KOMUGE

Villaggio

Komuge  
Medical  
Dispensary



Komuge Parish

recinto bestiame

terreno agricolo

Ivrea Sisters  
Missionary House

terreno agricolo

terreno agricolo

KOMUGE PANZANIA lat. 1°27'02.93" lon. 33°54'20.64" alt. 1299 mt s.l.m.

Strada principale

Komuge  
Catechetical  
School

terreno agricolo

Komuge Primary  
Schools

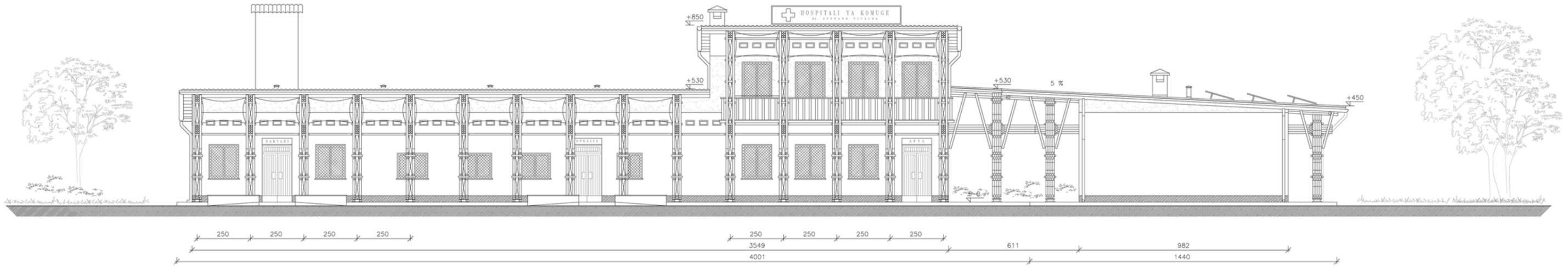
Villaggio

Campo sportivo

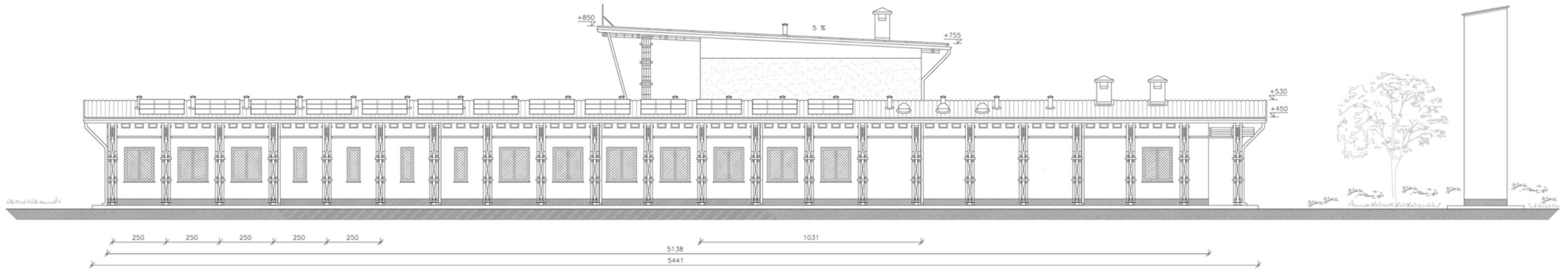
Alle strada nazionale  
Musoma-Kinesi  
500 mt

Villaggio



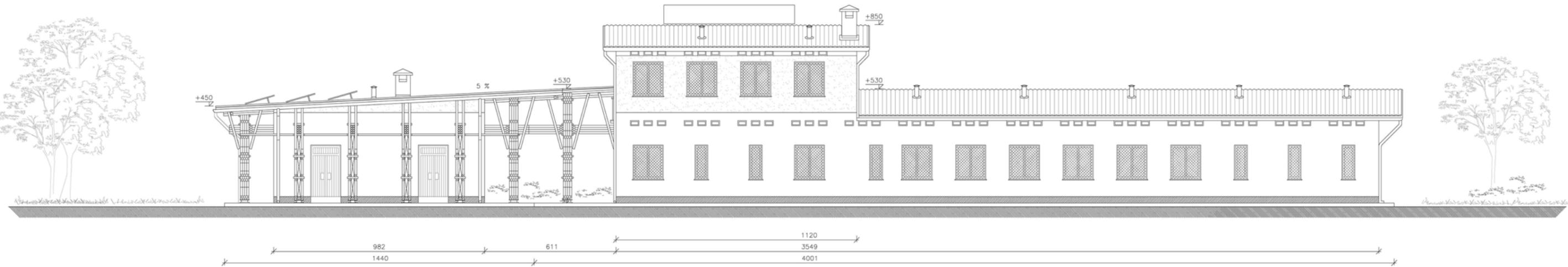


PROSPETTO EST

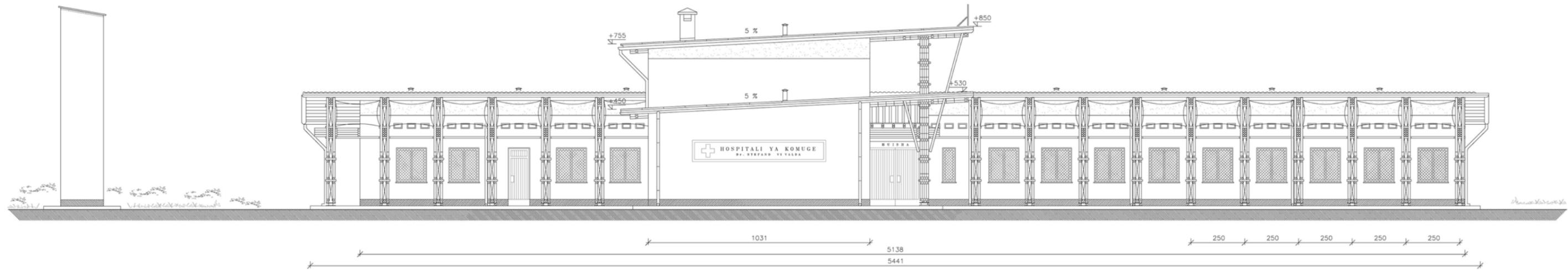


PROSPETTO NORD



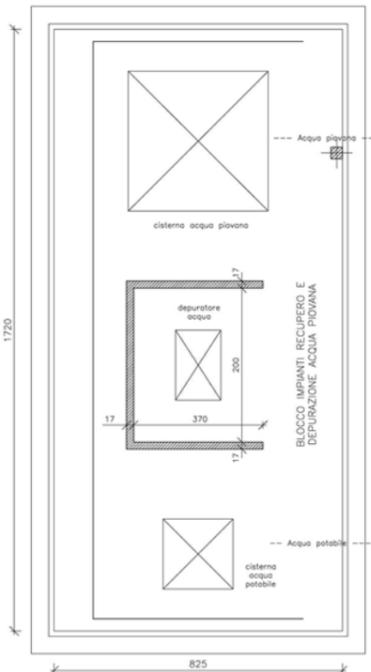
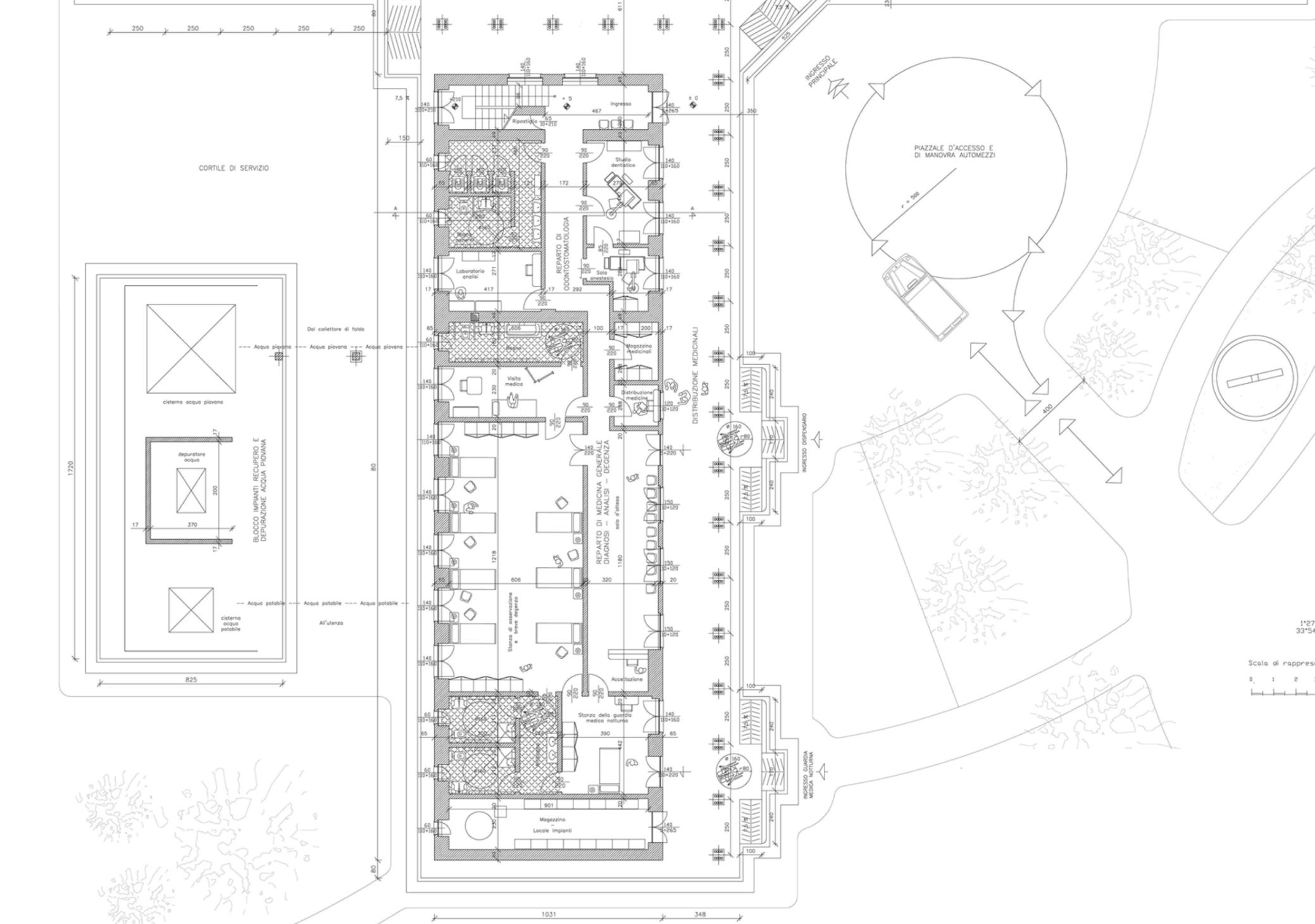
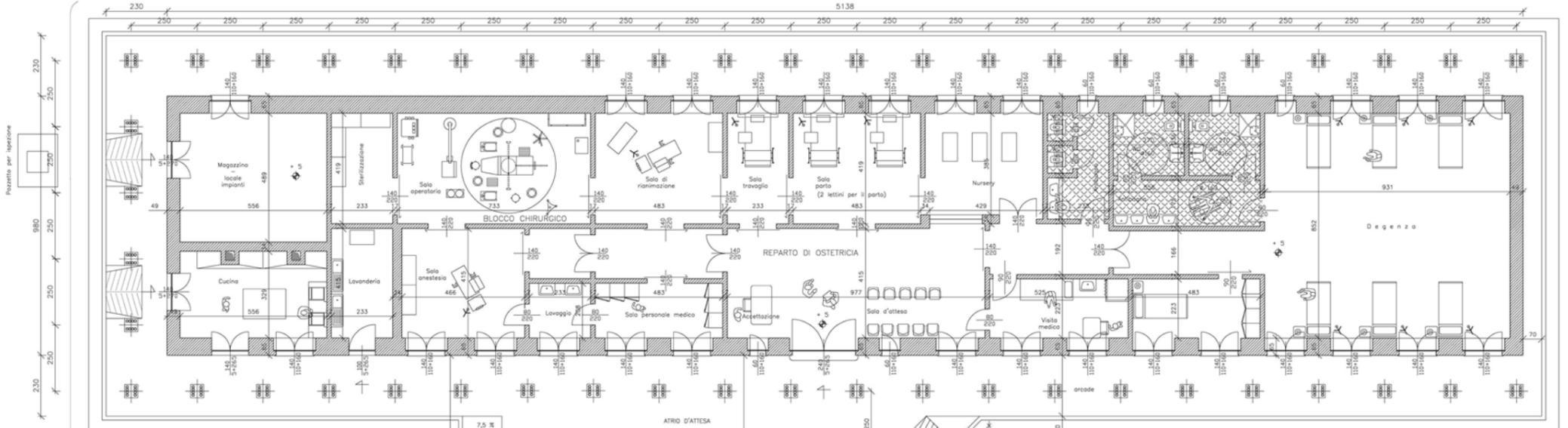


PROSPETTO OVEST



PROSPETTO SUD





CORTILE DI SERVIZIO

INGRESSO PRINCIPALE

PIAZZALE D'ACCESSO E DI MANOVRA AUTOMEZZI

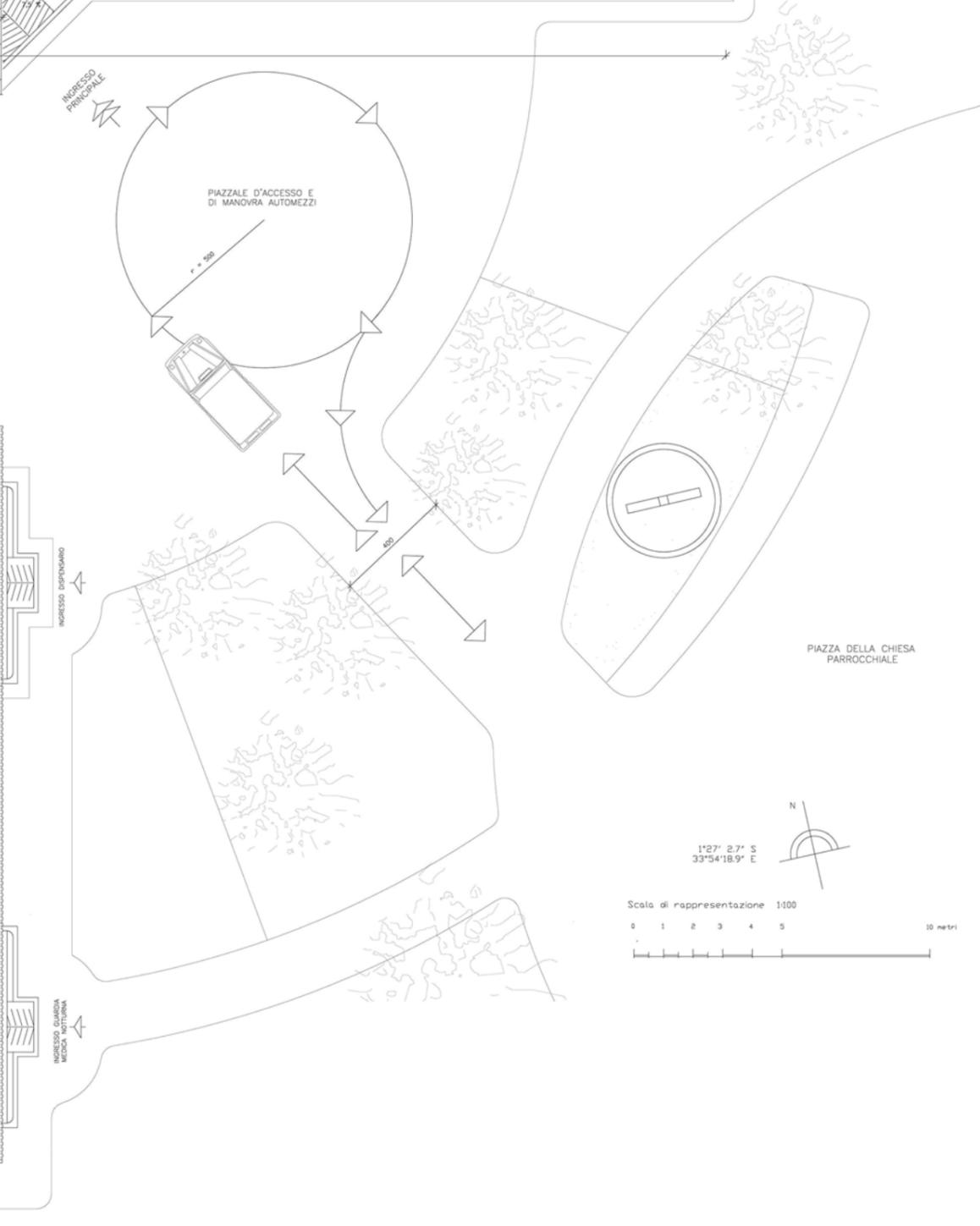
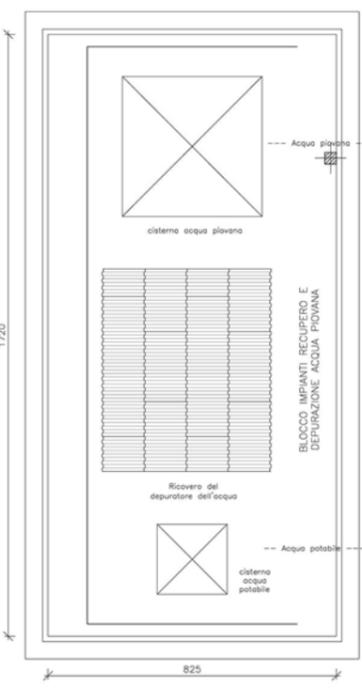
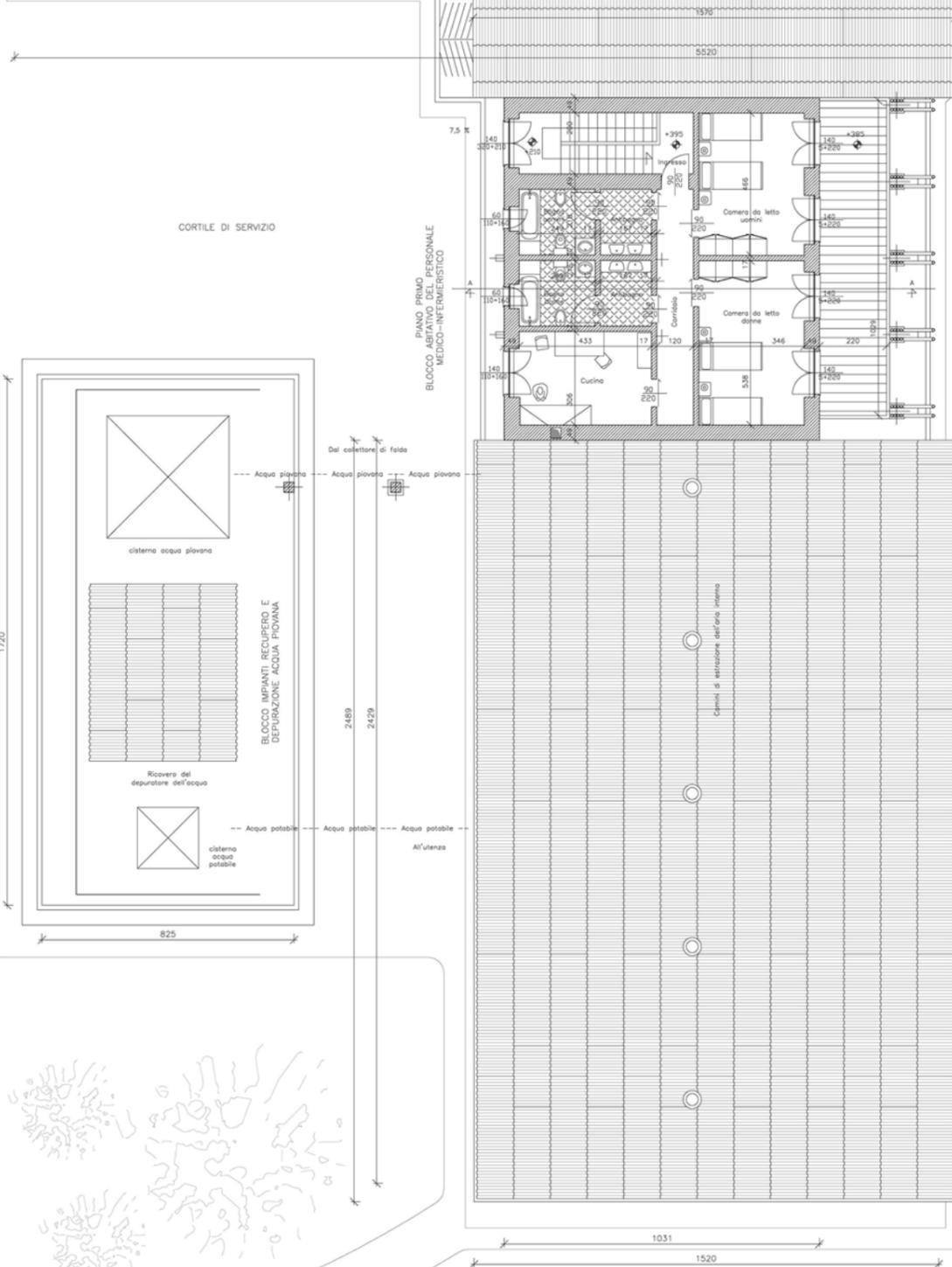
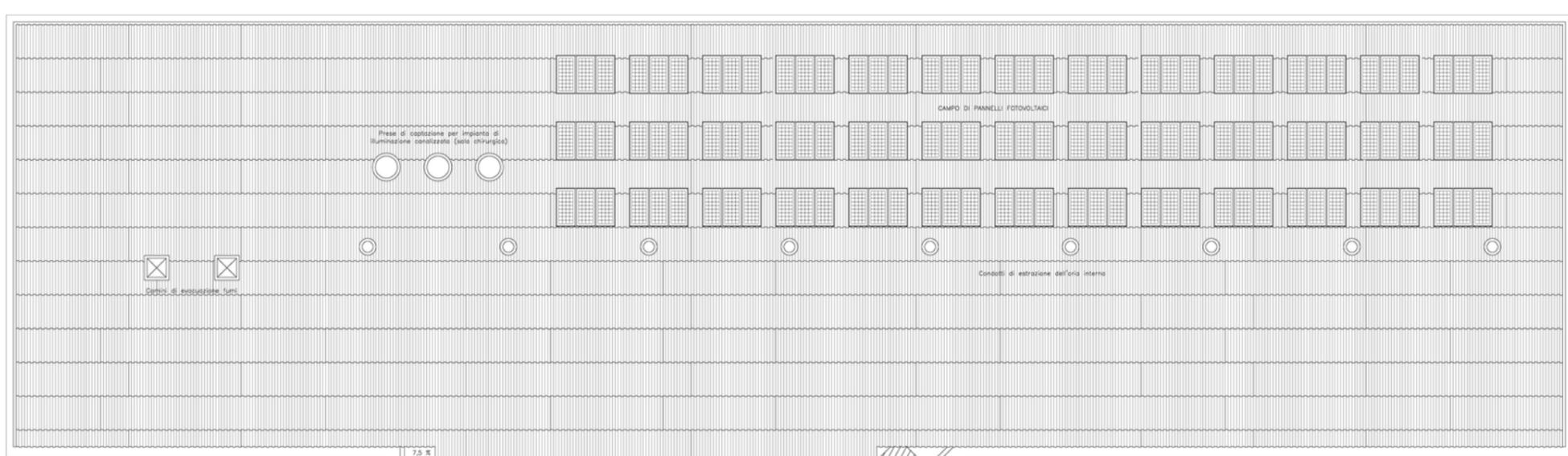
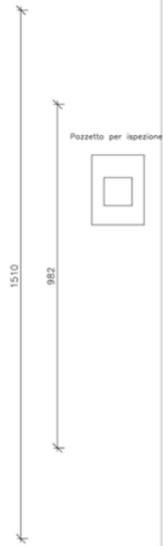
PIAZZA DELLA CHIESA PARROCCHIALE



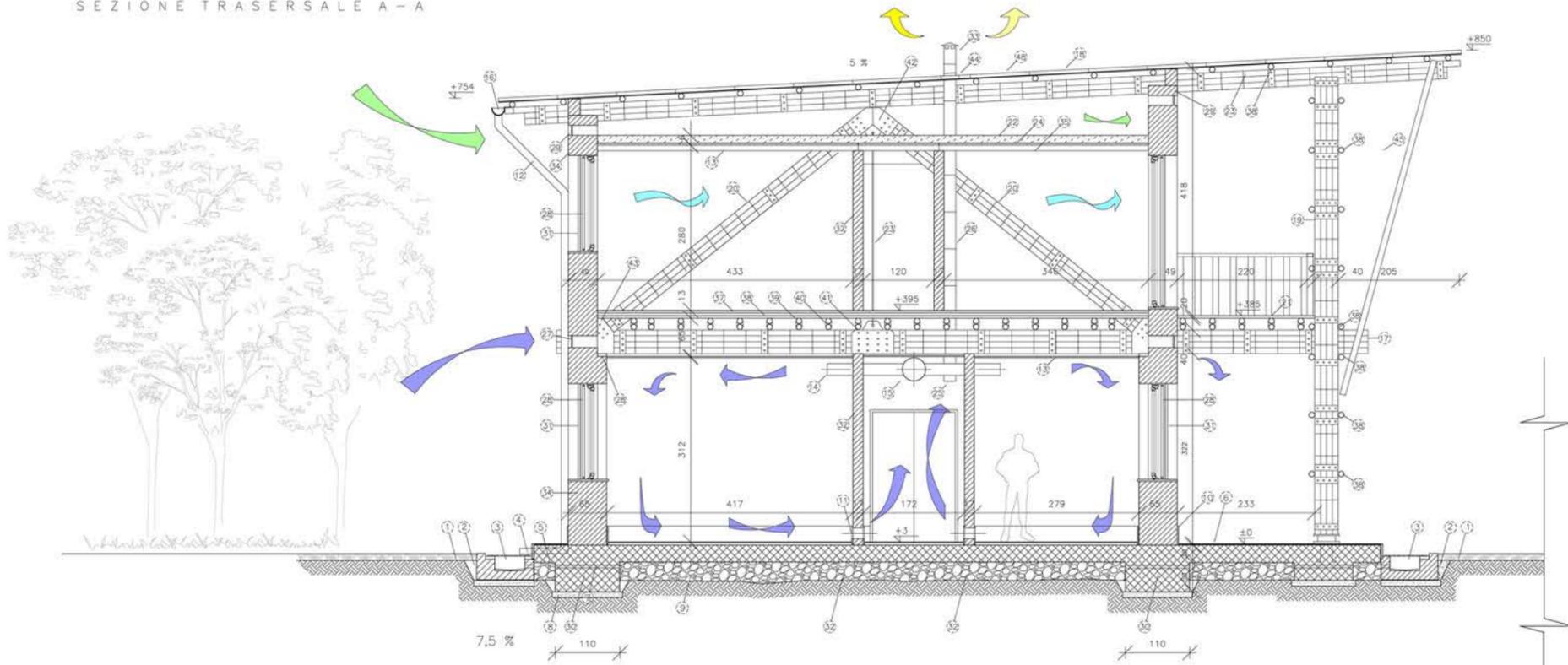
Scala di rappresentazione 1:100



1031 348

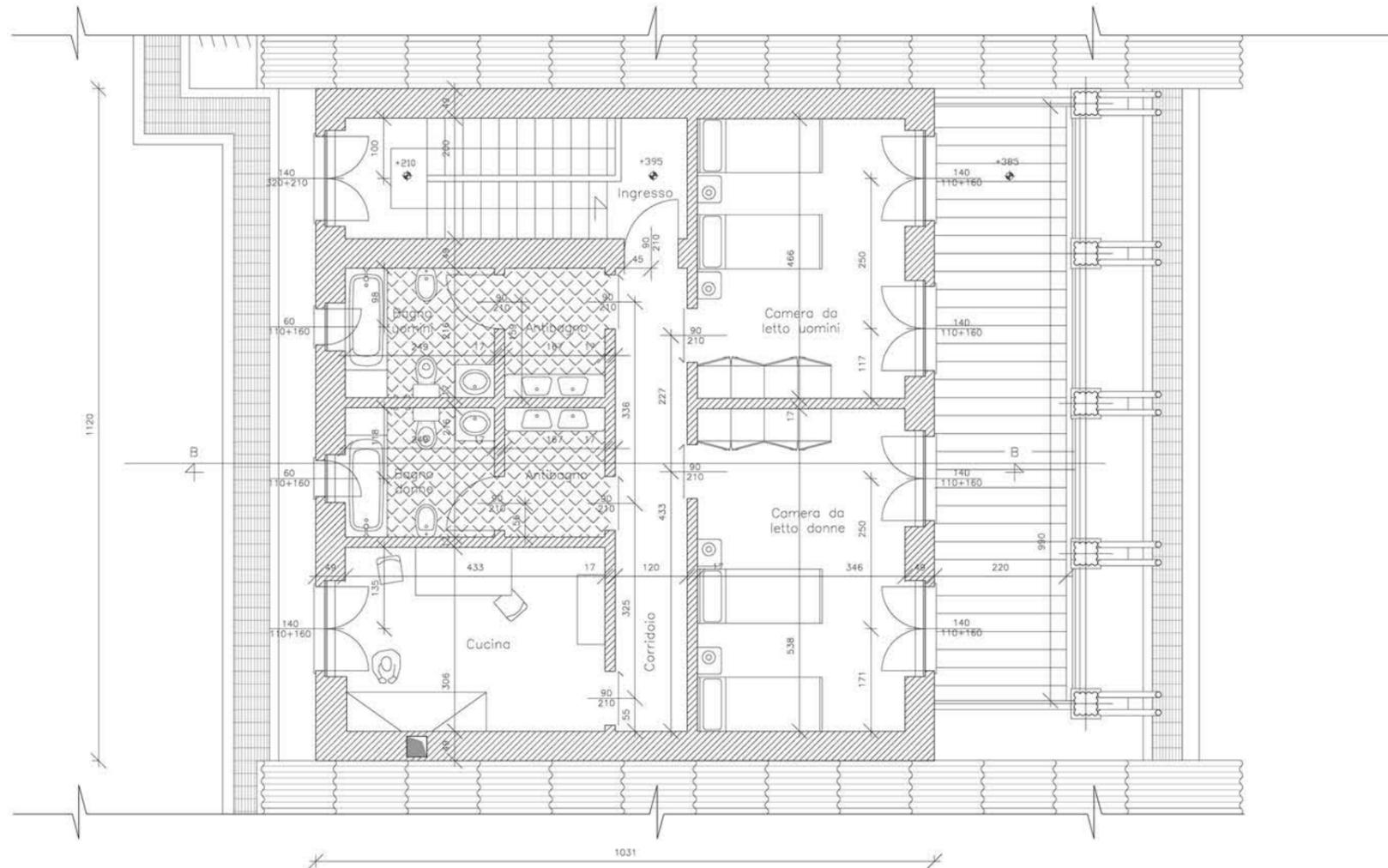


SEZIONE TRASVERSALE A-A



PIANTA PIANO PRIMO

- Blocco abitativo del personale medico-infermieristico di presidio -



LEGENDA

1. "humus"
2. riempimento in naturale di fiume
3. canale di raccolta delle acque
4. pluviale di raccolta delle acque (Ø 120 mm)
5. pletta in c.a. (Ø 120 mm)
6. pavimentazione in lapideo
7. tubo in PVC per aerazione vespaio (Ø 50 mm)
8. bassa fondazione in calcestruzzo magro
9. vespaio in ciottoli di fiume
10. zoccolo in lapideo
11. bacchette per la circolazione dell'aria interna
12. pluviale in rame
13. controsoffitto in assito ligneo
14. bacchette d'immissione aria nell'ambiente interno
15. condotta di distribuzione d'aria
16. gronda in rame (Ø 200 mm)
17. trave in bambù (sez. 40X10 cm) composta da 4 elementi Ø10 cm legati tra loro
18. elementi di tenuta in lamiera metallica ondulata; lastre dimensioni nominali 1000 cm X 120 cm; sovrapposizione di testa 20 cm;
19. montanti dei plastrini in bambù, 2 elementi binati di sezione 40X10 cm ciascuna. Composti da elementi di Ø 10 cm legati tra loro con fascette d'acciaio imbullonate.
20. puntini in bambù; elementi binati (sez. 30X10); montati ai lati della trave principale di sostegno del solaio. Composti da 3 elementi Ø 10 cm. Mutuamente legati con fascette d'acciaio ed imbullonatura.
21. assito in legno (sezione assi 4X20 cm)
22. isolamento termico e acustico in blocchetti di terra cruda e fieno
23. tirante in acciaio
24. assito ligneo; elementi sez. 20X4 cm
25. bacchetta d'estrazione dell'aria interna
26. condotta d'estrazione dell'aria interna
27. bocche d'aerazione dell'intercapedine ventilata nello spessore del solaio
28. inferriate del serramento
29. bocche di ventilazione sottotetto con telaio in legno e rete parafiumi
30. trave di fondazione in c.a. (sez. 110X50 cm)
31. rete zanzariera montata su telaio di legno
32. tramezzi in muratura composta da mattoni cotti in fornace con tecnica tradizionale non controllati, dimensioni approssimative 10X15X30 cm.
33. camino d'estrazione dell'aria interna
34. muratura portante in mattoni cotti in fornace con tecnica tradizionale (dimensioni approssimative 10X15X30)
35. canne di bambù Ø10 cm portanti il controsoffitto
36. dormiente puntuale in legno
37. pavimentazione
38. strato di alettamento della pavimentazione
39. assito in legno. Elementi di sezione 20 X 4 cm
40. travetti in canne di bambù Ø10cm binate con legatura in fascette d'acciaio imbullonate
41. sella d'acciaio per appoggio trave principale
42. giunto d'acciaio per solidarizzazione puntone e sospensione tirante d'acciaio
43. elemento in acciaio di solidarizzazione puntone -trave principale
44. fastello di protezione e tenuta all'acqua
45. puntone di sostegno dello sporto della copertura. Canne di bambù Ø 10 cm.

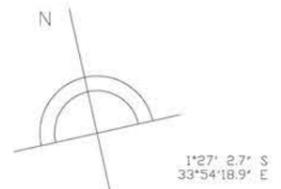
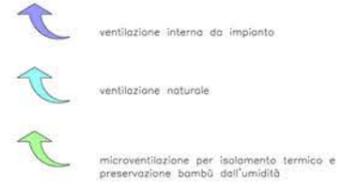
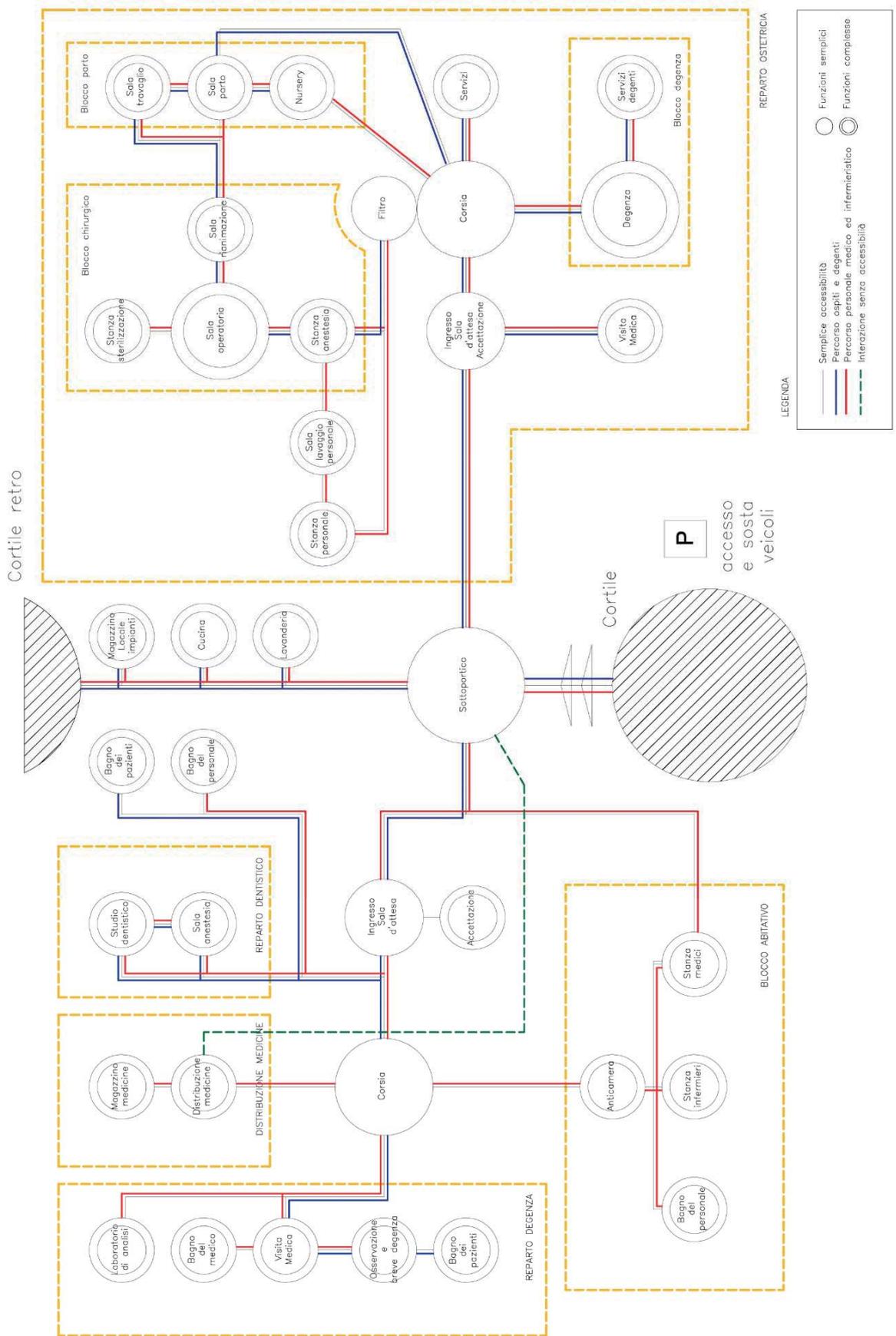


DIAGRAMMA FUNZIONALE - DISTRIBUTIVO DEL NUOVO AMBULATORIO



## Conclusioni

Come sottolineava Ceragioli: “Oggi sviluppo vuol dire tecnologia, se si pensa, ovviamente allo sviluppo economico, ma, in parte, anche se si pensa allo sviluppo culturale. Ho sempre sostenuto e credo tuttora, che il contadino africano, seduto al tramonto sul bordo della sua capanna di rami e fango ai margini della savana, sia in grado di andare alla scoperta delle realtà ultime - perchè viviamo, qual è il significato del nostro agire sulla terra, cosa sarà di noi dopo la vita - come e spesso meglio di quanto lo possa fare uno scienziato al chiuso del suo laboratorio o un europeo frastornato da mille cose e impegnato in mille attività. Ma credo anche che scienza sia cultura; che l'intelligenza e la voglia di conoscere ci siano state date per utilizzarle, per conoscere cose che ci arricchiscono non solo materialmente, e spesso non tanto materialmente, quanto spiritualmente, che ci possono avvicinare di più alla verità e a Dio stesso. Ecco perchè oggi la tecnologia è più che mai utile, necessaria, allo sviluppo: perchè tutti possano, se lo vogliono, attingere a questa ricchezza dell'umanità che gli strumenti scientifici - fatti con la tecnologia - mettono loro a disposizione, oltretutto per costruire basi materiali che potrebbero (se ben utilizzate e se non sommerse dal consumismo o dall'attivismo fine a sé stesso) essere condizione utile per una vita spirituale e culturale più serena e approfondita.”

Non si possono concepire le iniziative di aiuto ai Paesi del Terzo Mondo senza considerare la promozione del loro sviluppo, in particolare quello tecnologico, al fine di evitare una nuova declinazione di colonialismo. In realtà dello sviluppo del Terzo Mondo può apportare beneficio anche all'umanità più ricca, scongiurando l'acutizzarsi della frattura tra Paesi ricchi e Paesi poveri da cui potrebbero scaturire forme di scontro, anche violento.

Tuttavia si sottolinea la presenza di alcuni rischi nel processo di trasferimento tecnologico, soprattutto quelli legati alla preparazione delle risorse umane: sovente si tratta di passare da un'era preindustriale a un'era postindustriale.

Occorre aiutare i tecnici locali a modificare e ad adattare le tecnologie importate, a inventarne di nuove, a lavorare tenendo conto delle culture locali, dei materiali locali, delle risorse locali. Lo sviluppo del Terzo Mondo deve trarre vantaggio sia dalle tecnologie più avanzate (telematica, elettronica, etc.) sia da tecnologie “povere”, convergendo verso un'ibridazione tecnologica.

Ad esempio, pensare di sostituire l'edilizia tradizionale, specie nei villaggi e nei piccoli insediamenti, con un'edilizia estranea e di importazione, la quale ricorre all'impiego di materiali, attrezzature e tecnologie non conosciute, non soltanto non è conveniente dal punto di vista sociale e culturale, ma anche dal punto di vista economico. Infatti, in tutte le parti del mondo, le case sono sempre state costruite

con materiale reperibile in loco e vi è sempre stata una certa refrattarietà ad impegnare valuta estera e altre risorse economiche indispensabili, invece, all'avviamento o al consolidamento di altri settori produttivi. Pertanto, per questo motivo, lo sviluppo edilizio si è sempre basato sulle tecnologie locali, ovvero su quelle tecnologie che fanno ricorso a risorse largamente reperibili sul posto. Non solo materiali e denaro, ma anche risorse organizzative e progettuali, la mano d'opera e le attrezzature. L'utilizzazione di risorse locali di ogni tipo è un fondamentale coadiuvante nel raggiungimento dell'obiettivo finale di un processo generale di sviluppo: la sostanziale possibilità di autogestione.

Lo sviluppo edilizio si deve basare su tecnologie locali "povere", ovvero su quelle tecnologie che impiegano, a parità di soddisfacimento degli obiettivi, basse quantità complessive di risorse economiche per la produzione ed il mantenimento. Secondo Ceragioli, la definizione di tecnologie povere "coincide, sostanzialmente, con quella di tecnologia appropriata quando a questa si ponga in modo esplicito, determinante ed autonomo, il vincolo economico; in questo senso ogni tecnologia povera deve essere appropriata ma, di per sé, ogni tecnologia appropriata può non essere povera." Un'utenza povera deve poter reperire facilmente la parte strumentale dell'intervento tecnologico, mentre potrebbe essere diverso per una tecnologia appropriata ma non specifica "per poveri". Un'utenza povera deve poter utilizzare la tecnologia senza dipendere da costosi esperti, locali o esteri, in modo da gestirla direttamente, trasmetterla con facilità dall'uno all'altro componente della comunità. In sintesi, le tecnologie povere sono tecnologie locali, appropriate, ad alto rendimento, facilmente reperibili, a bassissimo costo iniziale e di manutenzione, in autogestione.

La realizzazione del nuovo centro sanitario nel villaggio di Komuge risponde, innanzitutto, all'esigenza della comunità locale di dotarsi di una struttura di prossimità più accessibile rispetto ai presidi ospedalieri presenti nella città di Musoma, al di là della barriera fisica rappresentata dall'estuario del fiume Mara nel Lago Vittoria.

Inoltre l'intervento si prefigura come occasione di coinvolgimento della comunità locale in un'ampia progettualità partecipata che comprende non solo l'intero processo edilizio (dal rilevamento delle esigenze della committenza-utenza fino al loro soddisfacimento, attraverso la progettazione, la produzione, la costruzione e la gestione del bene stesso) ma anche la creazione di una filiera produttiva legata a risorse naturali locali, ampiamente disponibili e rinnovabili.

La terra cruda, materiale da costruzione di antichissimo impiego, è un materiale naturale ampiamente disponibile. La produzione in loco di mattoni o blocchi in terra cruda stabilizzata e pressata può sia soddisfare il fabbisogno per l'edificazione del nuovo presidio sanitario di Komuge sia consolidarsi, dando vita a una nuova filiera produttiva che può coinvolgere risorse umane dei membri della comunità

e generare reddito. Il processo produttivo degli elementi in terra cruda, non richiedendo particolare know-how, è un esempio di tecnologia “povera” trasferibile.

Il bambù, pianta infestante, di rapidissima crescita, di grande capacità di acclimattizzazione, è, peraltro, una specie vegetale autoctona e perfettamente insediata nella regione del Lago Vittoria. La coltivazione, la gestione, la raccolta e la vendita delle canne di bambù sono processi in cui possono essere coinvolti migliaia di agricoltori e trarre sostentamento. Soluzioni abitative in bambù possono contribuire notevolmente a favorire l'economia sia a livello locale sia a scala nazionale. Il ricorso a questo materiale può, infatti, innescare filiere produttive e contribuire alla riduzione delle importazioni di prodotti edilizi. Il bambù ha grandi potenzialità nella riduzione della povertà. Ha infatti offerto molte opportunità di lavoro dirette ed indirette a milioni di persone, in Cina e in molti altri Paesi, tramite la coltivazione, la raccolta, le lavorazioni primarie, il trasporto e la commercializzazione.

L'Africa subsahariana sta affrontando sfide significative nel suo sviluppo, un'alta percentuale delle case sono costruite senza alcuna consulenza professionale, in autocostruzione, senza rispettare le norme edilizie. Questa situazione richiede un'azione urgente per trovare nuovi materiali, alternativi, a buon mercato, ampiamente disponibili e richiedenti meno know-how tecnico per la costruzione ma anche sicuri e convenienti. Il bambù è un materiale a basso costo, molto popolare nelle zone in cui cresce naturalmente, rinnovabile, leggero, resistente ed ecologico. Il bambù inoltre si pone come alternativa all'uso del legno, contrastando la deforestazione.

Un aspetto interessante è che in molte parti della Tanzania il bambù cresce spontaneamente. Per questo motivo esso rappresenta una risorsa locale a basso costo con notevoli potenzialità. Secondo un rapporto della FAO della Tanzania ha circa una copertura di 128.000 ettari di bambù.

In conclusione, le finalità del presente lavoro, attraverso la sintesi delle esperienze condotte e la proposta progettuale sviluppata, consistono nello stimolare la riflessione sull'impiego di materiali “poveri” in processi di autocostruzione, con particolare riferimento al contesto rurale dell'Africa subsahariana.

La disamina delle caratteristiche dei materiali da costruzione impiegati, dei loro punti di forza, del loro impiego nel processo costruttivo e le considerazioni sulle possibili ricadute economiche e sociali sulla comunità locale del villaggio di Komuge, in Tanzania, sostengono le finalità del presente lavoro.

## Bibliografia

- Ahlborg, H., Hammar, L., 2011/11/03 Drivers and Barriers to Rural Electrification in Tanzania and Mozambique - Grid Extension, Off-Grid and Renewable Energy Sources Vol - 10
- Alkire, S., Roche, J. M., Santos M. E., Seth, S., Multidimensional Poverty Index 2011: Brief Methodological Note, Draft 4 November 2011
- Bell, D., <https://permaculturenews.org/2010/07/08/flavours-of-kinesi/>
- biotecnica-recupero-qualità in architettura, n. 3/2000, Maggioli Ed., Rimini, 2000.
- Cardenas Laverde, M., il Bambù come materiale da costruzione, Sistemi Editoriali, Napoli, 2011
- Ceragioli, G., Cattai, G., Ibridazione tecnologica - Terzo Mondo verso il 2000, FOCSIV, Milano, 1985, pp. 26- 29.
- Ceragioli, G., Per evitare due umanità separate, articolo su Progetto, n. 10, dicembre 1986.
- Contract for an Energy Efficient and Sustainable Design, Final Report, DINSE, Politecnico di Torino, Dicembre 1998.
- Demografia mondiale: la complessità del rapporto tra sviluppo e migrazioni la parte <https://www.superabile.it/cs/superabile/normativa-e-diritti/persone-straniere/approfondimenti/20191119e-demografia-mond-rapporto-tra-sviluppo-e-migrazione-1p.html>
- Dossier Statistico Immigrazione, 2019, 2019, IDOS <https://www.onuitalia.it/dossier-statistico-immigrazione-2019-lannus-horribilis-per-i-migranti/>
- Fanchiotti, A., Un sistema naturale di raffrescamento delle ville palladiane: i Covoli, in Spazio e Società, n° 19, 1982.
- Fathy, H., Natural Energy and Vernacular Architecture, University of Chicago Press, USA, 1986.
- Foti, M.a cura di, Sviluppo e società a confini aperti, scritti di Giorgio Ceragioli, L'Harmattan, Torino 1998, pp.202-203
- Galloway, 20 Febbraio 2012, Tanzania, <http://poesiadelmondo.blogspot.com/2012/02/173-tanzania.html>
- Grosso, M., Il Raffrescamento Passivo degli Edifici, Maggioli Ed., Rimini, 1997.
- Grosso, M., La risorsa vento per la qualità dell'aria e il benessere, in Ambiente Costruito:
- Grosso, M., Oliaro, P., Consalud's new Headquarters Building, Santiago de Chile: Consulting
- Halmashauri ya Wilaya ya Musoma – Musoma District Council, Health, 2015, <http://musomadc.go.tz/health>
- Hidalgo-Lopez, O., Bamboo: The Gift of the Gods, 2003, Editore: Oscar Hidalgo-Lopez 2003.
- <http://hdr.undp.org/en/2018-update>
- [http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr\\_theme/country-notes/TZA.pdf](http://hdr.undp.org/sites/all/themes/hdr_theme/country-notes/TZA.pdf),
- <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>
- <http://hdrstats.undp.org/en/indicators/103106>.

- <http://hikersbay.com/climate/tanzania/musoma?lang=pt>
- <http://jnchimbi.blogspot.com/2011/02/retrogressive-traditions-fuelling-aids.html>
- <http://www.mara.go.tz/en/health>
- <http://www.sapere.it/enciclopedia/Tanz%C3%A0nia.html>
- <https://armonia.forumcommunity.net/?t=28174406>
- <https://diegoterna.wordpress.com/2015/01/23/buildings-that-come-to-life/>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_regions\\_of\\_Tanzania\\_by\\_Human\\_Development\\_Index](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_regions_of_Tanzania_by_Human_Development_Index)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Mara\\_Region](https://en.wikipedia.org/wiki/Mara_Region)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Rorya\\_District](https://en.wikipedia.org/wiki/Rorya_District)
- <https://globalsolaratlas.info/map>
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Mulguf>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Suore\\_di\\_carit%C3%A0\\_dell'Immacolata\\_Concezione\\_Ivrea](https://it.wikipedia.org/wiki/Suore_di_carit%C3%A0_dell'Immacolata_Concezione_Ivrea)
- [https://it.wikipedia.org/wiki/Tanzania#/media/File:Tanzania\\_orthographic\\_projection.svg](https://it.wikipedia.org/wiki/Tanzania#/media/File:Tanzania_orthographic_projection.svg)
- <https://www.faidanoi.it/bioedilizia/tecniche-costruzioni-in-terra-cruda/>
- <https://www.grupporafiki.org/it/saperne-di-piu/la-tanzania.html?showall=1>
- [https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Schema-di-funzionamento-di-una-torre-del-vento-iraniana-associata-ad-un\\_fig6\\_328701837](https://www.researchgate.net/figure/Figura-6-Schema-di-funzionamento-di-una-torre-del-vento-iraniana-associata-ad-un_fig6_328701837)
- [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_CONF.151\\_26\\_Vol.I\\_Declaration.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_CONF.151_26_Vol.I_Declaration.pdf)
- [https://www.unirc.it/documentazione/materiale\\_didattico/1462\\_2017\\_429\\_27569.pdf](https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/1462_2017_429_27569.pdf)
- Human Development Report 2019 Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>
- Human Development Report 2019 Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century – Technical Notes 1-6 [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019\\_technical\\_notes.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019_technical_notes.pdf)
- Immunization, 2006-2010, Comprehensive Multiyear plan, Tanzania: MoHSW, United Republic of Tanzania.
- Imperio, M., Progetti ambientali e cooperazione, Franco Angeli, Milano 2004, p.11
- Innovative non-invasive strategies for energy efficiency of historic buildings
- J.J.A., Janssen, Mechanical Properties of Bamboo Forestry Sciences, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1991
- Kidole, V., V., 2015, Contribution of Rural Electrification to Household Income in Moshi District, Tanzania, Sokoine University of Agriculture. Morogoro, Tanzania, thesis
- Kovacevic, M., Calderon, C., 2015 UNDP Human Development Report Office Occasional Paper- Training Material for Producing National Human Development Reports – NY
- Laverde, M. C., Il Bambù come materiale da costruzione, Sistemi Editoriali, Napoli, 2011
- Lo Stato della Tanzania, <https://www.oltreavita.org/lo-stato-della-tanzania/>
- Lobovikov, M., Paudel, S., Piazza, M., Junqi, H.,R., Wu World bamboo resources A thematic study

- prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005 <http://www.fao.org/3/a-a1243e.pdf>
  - Magnaghi, A., Il progetto locale, Bollati Boringhieri, Torino 2000, p.227
  - McClure, F.A., Bamboo as a Building Material, USDA Foreign Service, Paperback, 1953.
  - Milone, L., a cura di, Alternative eco-tecnologiche per l'habitat nei Paesi in Via di Sviluppo, CLUT, Torino 1996, p. 9
  - Ministry of Energy and Minerals, 2007: Standardised Small Power Purchase Tariffs for Tanzania.
  - Ministry of Health and Social Welfare MoHSW, 2006a. National Reproductive Health Strategy, Dar es Salaam, Tanzania: MoHSW, United Republic of Tanzania.
  - Ministry of Health and Social Welfare MoHSW, 2006b. National Roadmap Strategic Plan to accelerate reduction of Maternal and newborn deaths, Dar es Salaam, Tanzania: MoHSW, United Republic of Tanzania.
  - Ministry of Health and Social Welfare MoHSW, 2007. Expanded Programme on
  - Mollison, B., Holmgreen, D., Permaculture one, a perennial agricultural system for human settlements Transworld Publishers; 1st edition 1978Australia
  - Mollison, B., Slay, R. M., Introduzione alla permacultura editore: Terra Nuova edizioni
  - National Bureau of Statistics NBS and OPM, 2000. Developing a Poverty Baseline in Tanzania.
  - National Bureau of Statistics NBS and ORC Macro, 2005. Tanzania Demographic and Health Survey 2004-05, Dar es Salaam, Tanzania: National Bureau of Statistics.
  - National Bureau of Statistics NBS, 2012 Population and Housing Census
  - National Bureau of Statistics, 2003, Mara Region Social-Economic Profile, Dodoma, Tanzania
  - Nel Ngorongoro c'è la culla dell'umanità 05 Giugno 2013 [https://www.lettera43.it/nel-ngorongoro-ce-la-culla-dellumanita/?refresh\\_ce](https://www.lettera43.it/nel-ngorongoro-ce-la-culla-dellumanita/?refresh_ce)
  - Nile Basin Initiative Nile Equatorial Lakes Subsidiary Action Program Mara River Basin Transboundary Integrated Water Resources Management and Development Project Mara River Basin Monograph Final Report
  - Notizie utili sulla Tanzania  
<https://www.grupporafiki.org/it/saperne-di-piu/la-tanzania.html?showall=1>
  - OECD 2006. World Energy Outlook Poverty and Gender A Synthesis. World Bank, Washington DC. 26pp.
  - Population Distribution by Administrative Areas and March, 2013 Office of Chief Government Statistician President's Office, Finance, Economy and Development Planning Zanzibar
  - Proceedings of the World Renewable Energy Congress
- 
- S., K., Paudel, Il bambù per l'abitare sostenibile e come strumento di sviluppo locale. A cura di Irene Calatabiano Angela Lacirignola Bambù – Per ideare sperimentare e costruire ARACNE, Roma 2012.
  - Santamouris, M., Asimakopoulous, D., Passive cooling of buildings, p.386, James & James,
  - Simonelli, M., La salute materna dai finanziamenti al campo. le politiche che fanno la differenza.

§ *Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato. - Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.*

Rapporto 2010. [https://www.actionaid.it/app/uploads/static/rapporto\\_tdth.pdf](https://www.actionaid.it/app/uploads/static/rapporto_tdth.pdf)

- Struttura della pianta di bambù <http://poliedra.xyz/botanica/>
- Tanzania Africa Safari Storia Tanzania, rinvenuta la leggendaria città di Rhapta 16.07.2016 <https://www.turismo.it/il-luogo-del-giorno/articolo/art/tanzania-rinvenuta-la-leggendaria-citt-di-rhapta-id-12026/>
- Tanzania <https://it.wikipedia.org/wiki/Tanzania>
- Tanzania, <http://www.treccani.it/enciclopedia/tanzania/>
- The Power System Master Plan Study for Tanzania, Final Draft Report, 2008.
- Todaro, A., in UNDP, Human Development Report 1997, Oxford University Press
- Traverso Saibante, C., Corriere della Sera, 11 aprile 2013, L'Etiopia e la rivoluzione verde di bambù A forte rischio di land grabbing [https://www.corriere.it/scienze/13\\_aprile\\_12/etiopia-rivoluzione-bambu\\_7d1a0316-a2b4-11e2-b92e-cf915efd17c3.shtml?refresh\\_ce-cp](https://www.corriere.it/scienze/13_aprile_12/etiopia-rivoluzione-bambu_7d1a0316-a2b4-11e2-b92e-cf915efd17c3.shtml?refresh_ce-cp)
- Trevisol, E. R., L'ambiente vista dal territorio, La pianificazione ambientale autosostenibile per i Paesi in via di sviluppo, L'Harmattan, Torino 1996, p.392
- Tutto Bamboo – La pianta <http://tuttabambu.blogspot.com/p/blog-page.html>
- UN-Habitat, Interlocking Stabilised Soil Blocks, Appropriate earth technologies in Uganda, UNON, Nairobi 2009, p. VII
- Van-Kooijman, D., 2005, The Energy Challenge for Achieving the Millennium Development Goals. United Nations Press, New York. 308pp.
- WWF-EARPO, Mara River Catchment Basin Initiative: A Rapid Participatory Socio- economic Assessment of the River Mara Basin.
- [www.unfpa.org/mothers/facts.htm](http://www.unfpa.org/mothers/facts.htm).
- Zoppi, G., Zoppi, P., Cape Birim: proposta di ampliamento per un orfanotrofio, realizzato in terra cruda, a Djougou, Benin, Tesi di Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città, Politecnico di Torino, 2018/19