

ABITARE L'EMERGENZA

Progetto per un insediamento adattivo
a Belén, Iquitos

LIVING WITH EMERGENCY

Design for an adaptive settlement
in Belén, Iquitos

Belen Desmaison, Linda Buondonno, Giulia Viola, Andrea Giachetta

ABSTRACT

Il paper presenta un progetto, per un quartiere della Città di Iquitos, sviluppato a partire da ricerche della Pontificia Universidad Católica del Perú grazie al programma di interscambio del Centro Interuniversitario de Desarrollo Academico. L'interesse del caso-studio risiede nelle condizioni di stress ambientale alle quali è sottoposta una parte del quartiere per le variazioni stagionali del livello idrometrico del fiume che lo attraversa. In questa situazione, gli abitanti hanno messo a punto spontaneamente strategie insediative resilienti, non in grado, tuttavia, di far fronte ai gravi problemi igienico-sanitari presenti. Il paper mostra come proporre, in tali circostanze, soluzioni progettuali adattive, rispettose delle logiche di intervento locali e quindi facilmente riproducibili.

This paper presents a design for a district of the city of Iquitos, developed based on research by the Pontificia Universidad Católica del Perú and supported by the Centro Interuniversitario de Desarrollo Academico exchange programme. The case study's interest is in the conditions of environmental stress to which the district is subject due to seasonal variations in the water level of the river that runs through it. Under these circumstances, the inhabitants have spontaneously developed resilient settlement strategies which, however, are not sufficient to deal with the serious health and sanitary problems that exist there. The paper demonstrates how, in such situations, it is possible to propose adaptive design solutions which are in keeping with local practices and therefore easily reproducible.

KEYWORDS

stress ambientale, adattività, tecnologie appropriate, aree inondabili, auto-sostenibilità

environmental stress, adaptability, appropriate technologies, flood-prone areas, self-sustainability

Belen Desmaison, Lecturer and Researcher at PUCP, Pontificia Universidad Católica del Perú, Peru. MSc in Building and Urban Design in Development from UCL (University College London), UK. Coordinator of the action-research project CASA. Research topics: resettlement processes, sustainable and resilient urban and architectural design, and the generation of socially and environmentally just habitats | E-mail: belen.desmaison@pucp.pe

Linda Buondonno, Architecture graduate from the Department of Architecture and Design (DAD), University of Genoa, Italy. Conducts training experiences at the Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Granada (ETSAG), Spain, and the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Chile. Contributes to the teaching activities of the DAD Technological Laboratory. E-mail: linda.buondonno@gmail.com

Giulia Viola, Architecture graduate from the Department of Architecture and Design (DAD), University of Genoa, Italy. Conducts training activities at the University of Antwerp, Belgium, and the Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), under the CINDA programme. Collaborates with the Miralles Tagliabue EMBT studio in Barcelona. E-mail: giuliviola@gmail.com

Andrea Giachetta, PhD in Architecture, is an Associate Professor of Architectural Technology, the Coordinator of the Degree Course in Architecture Science, and a Member of the Doctoral Council of Architecture and Design at the Department of Architecture and Design (DAD), University of Genoa, Italy. Research topics: technological and ecological approach to design, and design teaching. E-mail: andrea giachetta@arch.unige.it

A Iquitos, Città peruviana in piena Amazzonia, si trova il popoloso quartiere di Belén che rappresenta un eccezionale esempio di sistema insediativo resiliente, un interessante caso studio per l'adattività dell'abitato spontaneo alle importanti variazioni stagionali del livello idrometrico del fiume Itaya, affluente del Rio delle Amazzoni. Il quartiere, infatti, è realizzato con strutture autoconstruite su palafitta, servite da improvvisati passaggi sospesi e, per circa metà dell'anno, è un villaggio sull'acqua. Nonostante il suo fascino e l'incredibile capacità dei suoi abitanti di adattarsi a condizioni di vita così estreme e mutevoli (la differenza di livello idrometrico può superare i tre metri), il quartiere – non dotato di sistemi fognari e al margine del mercato cittadino che lo usa come discarica – è invaso da un'enorme quantità di deiezioni e rifiuti, visibili soprattutto nei periodi di secca. In questo modo, il quartiere risulta maleodorante, igienicamente insicuro, fragile, specie dal punto di vista dei potenziali rischi ai quali è esposta la salute dei suoi abitanti.

Di seguito, si presentano pertanto sia un'analisi di questo così particolare insediamento e sistema abitativo – in riferimento ai documenti pianificatori (PDU Iquitos et alii), ripercorrendo gli esiti di alcune ricerche già sviluppate sul sito (Desmaison et alii, 2019a-d; Desmaison, 2016; Belaunde et alii, 2005) e attraverso documentazione fotografica degli autori – sia alcune soluzioni progettuali, elaborate nell'ambito del programma di interscambio didattico del CIN-DA (Centro Interuniversitario de Desarrollo Académico)¹ fra l'Università di Genova e la PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú) di Lima, per far fronte ai pressanti problemi riscontrati. Le soluzioni di re-infrastrutturazione leggera proposte riconfigurano il sistema sospeso di accessibilità esistente – già con notevoli capacità di trasformazione stagionale – dotandolo di spazi per servizi educativi, igienici e di riciclo e biodigestione dei rifiuti. L'interesse di queste soluzioni progettuali risiede proprio nel fatto che esse, pur potendo determinare miglioramenti significativi rispetto agli standard abitativi attuali, mostrano che sarebbe possibile ottenere questo risultato di rigenerazione con un approccio parimenti adattivo, nel rispetto della cultura costruttiva e delle risorse locali, migliorando le capacità di resilienza del costruito esistente.

Il tema degli interventi condotti da architetti e tecnici specializzati sull'housing spontaneo, nei cosiddetti centri abitati informali (nelle loro diverse definizioni di bidonville, favelas, villas miseria, slums, ecc.), in relazione al valore culturale e prestazionale riconosciuto a questi ultimi e alle soluzioni in essi impiegate, è particolarmente complesso ed evidentemente impossibile da affrontare qui, anche solo superficialmente. Intreccia altri argomenti come quello della partecipazione, dell'autocostruzione, del ruolo dell'architetto come facilitatore, dell'uso di materiali locali e di principi bioclimatici, della differente concezione della modernità che le diverse culture hanno e molti altri ancora. Riguarda inoltre l'applicazione di originali strumenti di comunicazione con i cittadini (Friedman, 2017; van Lengen, 2013). Una lunga storia di pensiero e – un po' più breve – di realiz-

zazioni, intorno a questi temi, con successi, insuccessi, momenti più o meno alti, passa dall'opera di personaggi notissimi come Bernard Rudofsky, Hassan Fathy, Yona Friedman, solo per citarne alcuni tra i molti², fino ai più recenti e ormai di moda lavori di progettisti come Alejandro Aravena (Aravena and Iacobelli, 2012).

Cercando di evitare, da un lato, le ormai culturalmente inaccettabili (seppur ampiamente praticate) proposte di demolizione e ricostruzione di questi insediamenti spontanei, dall'altro, la superficiale retorica che si accompagna talora agli approcci bottom-up di reinterpretazione del concetto di abitazione, il progetto descritto nel presente contributo si riallaccia, per formulare ipotesi di rigenerazione delle capacità resilienti dell'insediamento di Belén, ad alcune strategie emergenti che puntano soprattutto sul miglioramento delle infrastrutture e dei servizi, attraverso interventi di micro-pianificazione (Gallo and Romano, 2018; Bologna, 2016; Afolayan, 2012; al Jabri et alii, 2012; TYIN tegnestue Architects, 2012; Smith, 2011; Abbott, 2002).

Contesto di intervento | Il Perù, Paese caratterizzato da una forte disomogeneità ambientale e culturale, è geograficamente suddiviso in tre distinte regioni: costiera, centrale andina e amazzonica. La foresta pluviale occupa il 60% del suolo nazionale. Per un insufficiente livello e sviluppo delle infrastrutture, questa regione rimane separata dal resto della nazione, che si basa prevalentemente su un'economia costiera, con ripercussioni sullo sviluppo delle città amazzoniche. Una tra le maggiori è Iquitos, sesta per grandezza nel Paese e situata nel nord del Perù nella regione di Loreto (Fig. 1). Nonostante ne sia il centro urbano più grande e importante, questa città, di fondazione ottocentesca e dal rilevante passato militare ed economico, soprattutto legato al commercio del caucciù (Varón Gabai and Maza, 2015), rimane oggi piuttosto isolata, essendo raggiungibile solo tramite trasporto aereo o fluviale. La sua inefficiente accessibilità e la carenza di infrastrutture e servizi base per la cittadinanza comportano problemi a livello economico, sociale e igienico-sanitario che si estremizzano nelle aree urbane più povere.

Iquitos è soggetta a un clima tropicale, caratterizzato da precipitazioni abbondanti che portano il livello del Rio delle Amazzoni e dei suoi affluenti ad aumentare considerevolmente generando esondazioni; queste influenzano soprattutto gli insediamenti che si sviluppano in prossimità del Rio Itaya e del Rio Nanay, fiumi che circondano la città (Fig. 2). Uno di questi insediamenti è il distretto di Belén, abitato da 75685 persone su una superficie di Km² 632,8 (Desmaison et alii, 2019c). Il distretto, quasi interamente costruito in modo informale, è suddiviso in due parti: la zona alta e la zona bassa. La prima è posta a una quota più elevata rispetto al Rio Itaya; tra le sue strade si sviluppa il grande mercato di Belén, principale fonte di sostentamento degli abitanti. La parte del distretto inondabile, chiamata Zona bassa, sorge invece sulle sponde del fiume, è prevalentemente residenziale e risulta essere la più

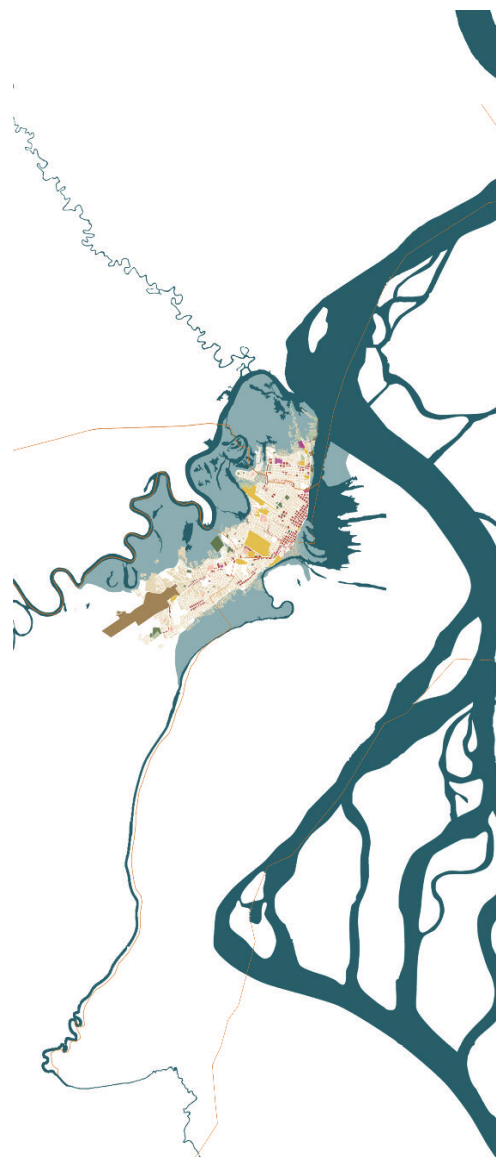


Fig. 1 | Geographical location of Iquitos.

Fig. 2 | The city of Iquitos between the tributaries of the Amazon.



Figg. 3, 4 | Belén: when the water level decreases, the rubbish emerges; The gangways built by the locals (credits: G. Viola).

densamente popolata: i nuclei familiari che la abitano sono composti in media dalle 5 alle 7 persone dando così origine a un forte sovraffollamento all'interno delle abitazioni, sprovviste dei servizi di base. In questo quartiere il tasso di povertà estrema è pari al 41,7% (Desmaison et alii, 2019c). L'assenza dei sistemi fognario, di adduzione dell'acqua potabile e di raccolta dei rifiuti, insieme alla scarsità di azioni di prevenzione sanitaria, determinano gravissimi rischi per la salute degli abitanti (Fig. 3).

Questa situazione è stata generata dal forte incremento demografico degli anni Settanta che ha portato alla costruzione di insediamenti anche nei quartieri inondabili della città. Queste zone, ad alto rischio igienico-sanitario e sociale e non adatte a uno sviluppo urbano adeguato, sono state, per decenni, considerate dall'Amministrazione locale e dal resto della cittadinanza di Iquitos insediamenti marginali e sono pertanto state del tutto trascurate nell'ambito delle politiche di sviluppo urbano (Hurtado Gómez, 2005). Il distretto di Belén si è sviluppato così in concomitanza con Iquitos, al di fuori, però, delle logiche pianificatorie seguite per il resto della città. Questa particolare situazione, accanto agli inevitabili e gravi problemi, ha comportato tuttavia lo sviluppo di un insediamento informale e spontaneo che si rifà – pur troppo con ben più alta densità demografica – ai modelli tipici della cultura abitativa tradizionale delle popolazioni amazzoniche, abituate da sempre a misurarsi con le prepotenti mutazioni ambientali dei territori in cui vivono.

La stagionalità delle inondazioni, infatti, influisce fortemente sulla vita degli abitanti di Belén generando comportamenti abitativi e modalità di collegamento, trasporto, relazione con lo spazio pubblico molto particolari. La capacità di adattamento alle esondazioni si vede soprattutto nel modo di costruire: le abitazioni sono realizzate con legno di scarto, su due piani, con il secondo ad almeno tre metri di altezza dal suolo e con parti in aggetto sostenute da montanti a costituire una sorta di palafitta. Nella stagione secca è possibile usare entrambi i piani mentre nella stagione di piena del fiume si usa solo il secondo piano e vengo-

no costruite piccole espansioni aggiuntive per lo svolgimento delle attività domestiche che non di rado invadono lo spazio pubblico. Per spostarsi nel quartiere, gli abitanti usano piccole imbarcazioni e costruiscono ponti e passerelle che modificano a seconda del livello dell'acqua (Figg. 4, 5). Gli abitanti di Belén, pur consapevoli delle difficoltà che le inondazioni comportano in relazione allo svolgimento di tutte le loro attività, mostrano, al contempo, un forte grado di accettazione e un'eccezionale capacità di adattamento, considerando questo quartiere, nonostante le criticità, la loro casa (Hurtado Gómez, 2005).

Belén resiliente fra criticità e risorse | Belén rappresenta un caso-studio significativo del più generale problema di molti insediamenti amazzonici. Questi ultimi sono caratterizzati dal loro dinamismo. Si trovano infatti in un territorio dove il livello idrometrico dei fiumi può avere variazioni fino a cinque metri e il loro alveo può cambiare posizione nel continuo e intenso processo di erosione (Moschella, 2019). Sebbene il cambiamento sia la norma in questo territorio in continua evoluzione, le città contemporanee in Amazzonia sono influenzate da modelli urbani in cui viene promossa la permanenza, offrendo, per questo, una limitata capacità di adattamento alla fluidità ambientale e sociale che storicamente caratterizza i modelli insediativi dell'area (Desmaison et alii, 2019b). Ad esempio, non sono ancora stati messi a punto, per le aree inondabili, né efficaci soluzioni viarie né soluzioni relative alla dotazione di servizi idrico-fognari e di nettezza urbana.

Il caso di Belén, insediamento spontaneo prodotto dalle logiche urbanistiche moderne, ma in qualche modo sfuggito al loro governo, offre quindi un'opportunità non solo per vedere quali siano le tecniche di adattamento della popolazione locale, ma anche per studiare come i problemi di quest'ultima potrebbero essere affrontati promuovendo modelli insediativi resilienti maggiormente in linea con quelli tradizionalmente più flessibili del territorio amazzonico. I mezzi di sostentamento dei residenti del quartiere sono in relazione simbiotica con il

mercato di Belén, il più grande dell'Amazzonia peruviana, poiché la vita degli abitanti del quartiere non potrebbe esistere senza quella del mercato e viceversa. Questa particolare caratteristica rende questo insediamento importante nel funzionamento della città di Iquitos nel suo insieme (Reátegui Bartra, 2015). Questo quartiere anfibio vive un perpetuo conflitto tra i legami socioculturali che i residenti hanno con l'acqua (considerata come spazio sociale e pubblico) e il costante aumento dei livelli di inquinamento idrico, prodotto dalla vicinanza al sistema fognario di Iquitos (che scarica acqua non trattata nel fiume) e da un programma quasi inesistente di gestione dei rifiuti solidi provenienti soprattutto dal mercato (Gamio and Vásquez, 2019).

In questo contesto, il gruppo di ricerca operativa CASA (Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas) ha già organizzato una serie di attività partecipative (workshop e tavoli di discussione) per il coinvolgimento di residenti, amministratori locali e Università (Fig. 6). Queste attività servono per promuovere la co-progettazione di strutture sociopolitiche alternative e tecnologie pilota che rafforzino e si basino su organizzazioni comunali, competenze e attività economico-produttive già presenti localmente, a loro volta da integrare in strategie pianificatorie in grado di fornire gli spazi necessari per questo tipo di interazione (Desmaison et alii, 2019b). Il lavoro in corso mira, per esempio, a realizzare sistemi di raccolta e trattamento delle acque piovane per soddisfare la necessità di approvvigionamento idrico degli abitanti e, contemporaneamente, per promuovere un senso di comunità attraverso la co-costruzione di prototipi sperimentali in spazi pubblici (Fig. 7). Questi sforzi vengono compiuti in collaborazione con la peruviana Autoridad Nacional del Agua (ANA) che non ha ancora messo a punto una legislazione per il trattamento e la gestione delle acque piovane (ANA, 2013).

Approccio metodologico/progettuale | A partire da tali premesse, il progetto viene elaborato allineandosi alla convinzione che la sostenibilità – unico criterio possibile alla base di inter-

venti in contesti di questo genere – sia multi-dimensionale e multiscalare e che queste dimensioni e scale siano interdipendenti tra loro (Desmaison et alii, 2019a). Per questo si sceglie di partire da un'infrastrutturazione a scala di quartiere che avrà poi riscontri fino alla scala domestica, seguendo come strategia generale quella di una triplice declinazione della sostenibilità: ambientale, tecnica e sociale. Dall'analisi delle problematiche emerge come la dimensione strettamente ambientale rappresenti l'urgenza maggiore, ma questa verrà affrontata relazionandosi parallelamente alle altre due.

Si considera, quindi, come punto di partenza la necessità dell'inserimento di dotazioni impiantistiche che vadano ad agire sul ciclo dell'acqua, interrompendo – almeno in parte – il flusso di inquinanti che viene riversato nel bacino idrografico sotto forma di acque reflue e rifiuti solidi (Tilley et alii, 2014). Per farlo, si decide di dotare il quartiere di punti di raccolta rifiuti (facilitando il ritiro e il trasporto da parte della ditta che opera in città), servizi igienici pubblici e biodigestori a piccola scala, progettati ad hoc; questi ultimi sono in grado di trattare i rifiuti organici e le acque nere provenienti dalle latrine, dando come prodotti un liquido ammendante e il biogas, che può essere convertito in energia elettrica utilizzata per illuminare gli spazi progettati.

Grazie alla facilità di adattamento di questa tecnologia, i biodigestori a piccola scala costituiscono – in generale – una buona soluzione per la gestione dei rifiuti organici anche nei paesi in via di sviluppo, benché sia doverosa una considerazione delle specifiche condizioni locali (Vögeli et alii, 2014; Martí-Herrero, 2008). È inoltre prevista – in linea con i programmi già avviati da CASA – la captazione dell'acqua piovana, che costituisce così una fonte aggiuntiva di acqua per uso domestico non inquinata. Queste dotazioni sono integrate in un sistema di passerelle fisse in legno che consentono la mobilità pedonale durante la stagione di piena e costituiscono un piano terra coperto di supporto alle attività di vendita in strada durante la stagione secca. In un secondo momento, lo stesso modulo strutturale corrispondente ai servizi comunitari verrà utilizzato per dotare le case di servizi domestici (Fig. 8).

Il progetto è, infatti, pensato per essere realizzato per fasi, da una parte per una maggiore sostenibilità economica dell'intervento, dall'altra per consentire una parallela sostenibilità sociale (Fig. 9). Per un'efficace introduzione di nuove tecnologie, in grado di farle percepire come non aliene al contesto, si è ritenuto imprescindibile programmare una possibile strategia di gestione dell'intervento, avendo come obiettivi ultimi quelli di includere la popolazione di Belén nelle fasi decisionali e assicurarsi della comprensione e accettazione dei benefici che può portare il progetto, attraverso percorsi educativi e formativi. Si intende l'architettura come capace di generare processi (De Carlo, 1978) e si pone in particolare l'accento sulle potenzialità di innesco per sviluppi futuri. Oltre che un'infrastrutturazione fisica a beneficio del quartiere, quindi, la realizzazione del progetto sarebbe contemporaneamente un

supporto all'abitare anche in senso figurato: una struttura educativa che si conformerebbe come guida anche per futuri interventi spontanei. Gli utenti potenzialmente beneficiari dell'intervento coincidono con l'intera popolazione della zona bassa di Belén; con una particolare attenzione verso i giovani e le donne, che costituiscono la fascia più fragile di popolazione, nonché la più numerosa.

Dopo la prima parte di conoscenza diretta in situ in collaborazione con la PUCP, Pontificia Universidad Católica del Perú, e la conseguente elaborazione del progetto preliminare – basato su una seconda fase di studio più approfondita – si prevede la possibilità di coinvolgere diversi attori nelle successive fasi del processo gestionale, a partire dalla Municipalità di Belén. Come ulteriori mediatori tra i promotori del progetto e la popolazione, possono giocare un ruolo importante i promotori di progetti già operativi nell'area, come il citato CASA, e le associazioni che già sono attive nel quartiere e che, peraltro, mostrano una particolare attenzione verso diverse delle tematiche affrontate dal progetto (riduzione dell'inquinamento ambientale, recupero delle acque piovane, miglioramento dei servizi). In collaborazione con gli attori individuati, si attiverebbero sessioni di scambio reciproco di idee e osservazioni che sarebbero il punto di partenza per revisioni, integrazioni e modifiche del progetto preliminare.

Il progetto, a questo punto integrato, verrebbe divulgato e spiegato ulteriormente attraverso riunioni pubbliche. La fase di esercizio del progetto realizzato risulta di volta in volta sede di funzionalità nuove, ma al tempo stesso occasione di formazione per il personale che sarà in grado di gestire poi il funzionamento dei successivi ampliamenti. La fase di cantiere, anch'essa supportata da una formazione preliminare, invece, sarebbe occasione per implementare le competenze tecniche già consolidate nella popolazione, attraverso uno scambio di know-how tra i promotori e i beneficiari del progetto; questo grazie anche alla scelta di costruire in legno e all'adozione di soluzioni progettuali appropriate. La riaffermazione del sapere costruttivo locale diventa quindi un obiettivo da perseguire per ottenere vantaggi sia dal punto di vista economico che sociale. Tramite la promozione della costruzione in legno, riscattandola dal binomio legno-povertà, si possono infatti attivare processi di rafforzamento comunitario e societario con ricadute in diversi ambiti (Vannicola and Zignego, 2014).

Interventi progettuali e risultati attesi | Nello specifico, si è scelto di utilizzare soluzioni low-tech, appropriate al grado di meccanizzazione delle microimprese locali. Il criterio guida per la progettazione è stato quello della semplicità sia della realizzazione dei pezzi – progettati evitando sagomature particolari e in grado di essere agevolmente trasportati – sia della modalità di giunzione di questi; sono previsti infatti solo giunti bullonati, evitando nella maggior parte dei casi le unioni di testa (Fig. 10). Oltre alla facilità della realizzazione dell'intero intervento, questi accorgimenti consentono anche una possibile fase successiva di autocostruzione basata sulla



Fig. 5 | Belén: small boats as a means of transport (credit: B. Desmaison).

Fig. 6 | Belén: collaborative activity with the participation of residents (credit: B. Desmaison).

Fig. 7 | Belén: the experimental prototype for rainwater collection (credit: B. Desmaison).



Figg. 8, 9 | Operation scheme of the modules; Layout of the intervention in the lower area of Belén.

replica, eventualmente ulteriormente semplificata, delle strutture proposte (Fig. 11).

Le fasi temporali in cui è suddivisa la realizzazione del progetto vanno di pari passo con il processo di coinvolgimento degli abitanti: la realizzazione di ogni lotto è pensata per essere propedeutica alla fase successiva. Si è tenuto conto quindi sia di una distribuzione spaziale graduale e strategica, sia del riverbero sociale ed educativo che la costruzione architettonica rappresenta di volta in volta. Per le necessità educative individuate, la prima fase di intervento prevede la costruzione di un centro comunitario polivalente (Fig. 12) prevalentemente dedicato alla didattica. Perimetralmente e nel punto di contatto tra l'edificio e una delle strade principali, si trovano i moduli passerella con servizi. Ogni modulo, che comprende due biodigestori comunitari, è gestito da un addetto previamente formato. In questa fase, anche grazie alla localizzazione strategica del complesso, si prevede una prima familiarizzazione da parte della popolazione con il funzionamento dei biodigestori e con i vantaggi che questi possono apportare. La seconda fase prevede la costruzione di passerelle con moduli servizio in alcune strade. Qui sono collocati i servizi igienici, i punti di raccolta dei rifiuti, i lavabi connessi al sistema di raccolta di acqua piovana, alcune sedute e la postazione di lavoro dell'addetto che gestisce il funzionamento del biodigestore (Figg.13, 14).

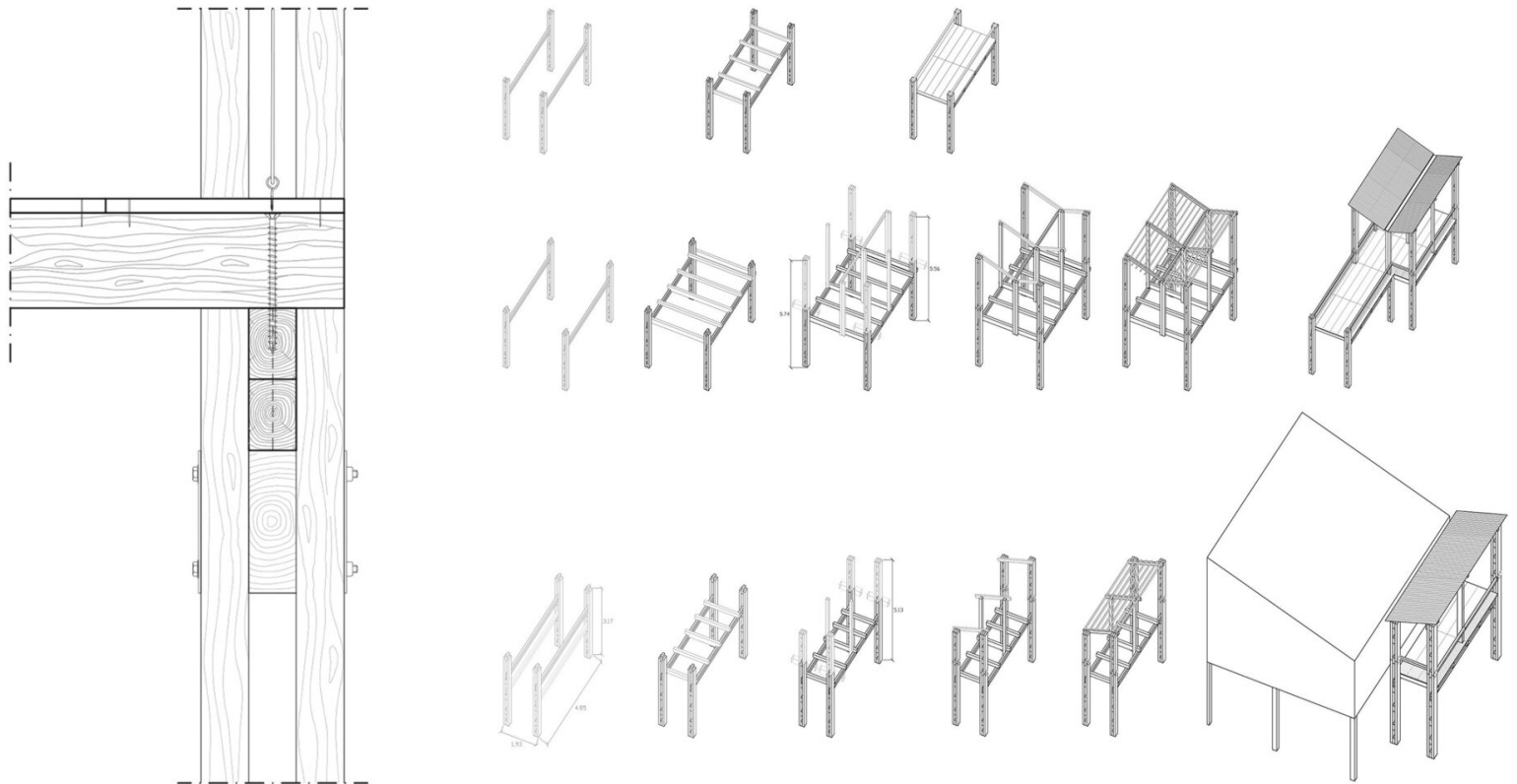
Si ritiene che, in seguito alla fase ad approccio macro-comunitario, possa essere raggiunto un buon livello di familiarità e comprensione del funzionamento dei biodigestori. Quindi è stato progettato un modulo servizi 'micro' che possa costituire l'implementazione di due abitazioni contemporaneamente, progettato con lo stesso sistema strutturale, ridimensionato per

adattarsi alla dimensione domestica (Fig. 15). La struttura costituisce un'espansione della casa verso lo spazio pubblico – modalità già in uso a Belén – e consente la realizzazione in autocostruzione delle passerelle temporanee che gli abitanti costruiscono in periodo di piena. Si è calcolato che, costruendo i 16 moduli servizi 'macro' e 300 moduli servizi 'micro', si possa raggiungere rispettivamente il 100% e l'80% dello smaltimento dei rifiuti organici e delle deiezioni umane attraverso i biodigestori e il 100% della gestione dei rifiuti residui.

Conclusioni | Il particolare caso-studio di Belén qui presentato mostra un possibile approccio progettuale da adottarsi per interventi in aree soggette a sistematici e importanti cambiamenti delle condizioni ambientali. Specie in assenza di disponibilità economiche, le soluzioni spontaneamente adottate dagli abitanti di queste aree si rivelano spesso – come nel caso studiato – sorprendentemente efficaci quanto ad adattività, proprio perché nate dalla quotidiana esperienza di quei cambiamenti. È così evidente la necessità di salvaguardare come indispensabile risorsa quelle soluzioni di spontanea resilienza, cogliendone e non intaccandone lo spirito, per poter attuare interventi capaci di interfacciarsi con le preesistenze. Perché questo avvenga è indispensabile una conoscenza profonda del contesto fisico, culturale e sociale di intervento e, dove possibile, l'innesco di processi di collaborazione attiva degli abitanti; sembra un'ovvietà, smentita però dai fatti, basti pensare alla moda dei concorsi di progetto umanitari internazionali da consegnare in un mese per interventi in siti e situazioni d'emergenza di cui i partecipanti non hanno nemmeno mai sentito parlare.

La misura necessaria per un accorto approccio progettuale può essere invece raggiunta – una volta stabilito uno stretto e proficuo contatto con la realtà locale – attraverso la programmazione di micro-interventi sul tessuto infrastrutturale e dei servizi, come base per l'innesco di sinergici processi di auto-riqualificazione accompagnati da misure informative. Sembra una via più rispettosa e praticabile di quella che prevede interventi direttamente sulle residenze. In tal senso, gli studi e le ipotesi progettuali qui avanzate – benché non tradotte ancora in realizzazioni concrete – potrebbero non solo essere base per politiche di sviluppo locale nella specifica area considerata, ma soprattutto configurano un modello di intervento resiliente riproducibile anche in altri contesti con analoghi (anche quando meno complessi) problemi ambientali che sempre più gli effetti del cambiamento climatico potrebbero costringerci ad affrontare in molte parti del pianeta.

Iquitos, known as the capital of the Peruvian Amazon, is home to the populous Belén district, an exceptional instance of a resilient settlement system and an interesting case study in the capacity of a spontaneous settlement to adapt to the significant variations in the water level of the Itaya River, a tributary of the Amazon. The district is, indeed, constructed from self-built structures on stilts, accessed via make-shift suspended walkways and, for half the year, it is a village on the water. Despite its charm and the inhabitants' incredible ability to adapt to such extreme and changeable living conditions (the water level can vary by over three metres), the district – not equipped with



Figg. 10, 11 | Detail of joint between the main and the secondary beam; Assembly phases of modules.

sewerage systems and on the edge of the city market which uses it as a waste disposal site – is polluted by an enormous amount of excrement and refuse, particularly visible during dry periods. The district is therefore foul-smelling, hygienically unsound and fragile, particularly in view of the potential risks to which the residents' health is exposed.

The following paper, therefore, offers an analysis of this highly distinctive settlement and housing system – referring to the planning documents (PDU Iquitos et alii), following up the outcomes of research previously conducted at the site (Desmaison et alii, 2019a-d; Desmaison, 2016; Belaunde et alii, 2005) and using photographic documentation by the authors – together with several design solutions, developed under the CINDA (Centro Interuniversitario de Desarrollo Academico)¹ educational exchange programme between the University of Genoa and the Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) in Lima, for dealing with the urgent issues identified. The light re-infructuring solutions proposed reconfigure the existing suspended access system, which already has considerable capacity for seasonal transformation, equipping it with spaces for educational, sanitary, and waste recycling and biodigestion facilities. The value of these design solutions lies in the very fact that they not only have the power to significantly improve current housing standards but also demonstrate that it would be possible to achieve these regeneration results through an equally adaptive approach, compatible with the local building culture and resources and improving the resilience of the existing buildings.

The topic of works carried out by architects and technicians specialising in spontaneous

housing in so-called informal residential areas (variously defined as shantytowns, favelas, villas miseria, slums, etc.), in relation to the cultural and functional value associated with these and the solutions employed in them, is highly complex and, even on a superficial level, is outside the scope of this paper. Indeed, the topic is intertwined with other issues such as involvement of residents, self-building, the role of the architect as a facilitator, the use of local materials and bioclimatic principles, the varying concepts of modernity that different cultures have, and much more besides. It also concerns the application of original tools for communicating with citizens (Friedman, 2017; van Lengen, 2013). A long history of thinking and a somewhat shorter history of implementation with regard to these topics, marked by successes, failures, highs and lows, ranging from highly prominent figures, such as Bernard Rudofsky, Hassan Fathy and Yona Friedman, to name but a few², to the more recent and currently fashionable works of designers like Alejandro Aravena (Aravena and Iacobelli, 2012).

The design described in this paper seeks to avoid the now culturally unacceptable (yet widely practised) proposals for demolition and reconstruction of these spontaneous settlements as well as the superficial rhetoric that sometimes accompanies bottom-up approaches to reinterpreting the concept of housing. Indeed, in order to formulate hypotheses for regeneration of the Belén settlement's resilience, the project refers to certain emerging strategies focusing, above all, on improving infrastructures and services through micro-planning interventions (Gallo and Romano, 2018; Bologna, 2016; Afolayan, 2012; al Jabri et alii, 2012; TYIN tegnestue Architects, 2012; Smith, 2011; Abbott, 2002).

Intervention context | Peru, a country characterised by marked environmental and cultural contrasts, is geographically subdivided into three distinct regions: the coastal region, the central Andean region and the Amazonian region. 60% of the nation's surface is occupied by the Amazon rainforest. Due to insufficient infrastructural levels and development, the Amazonian region is separated from the rest of the nation, which depends predominantly on a coastal economy, with repercussions on the development of the Amazonian cities. One of the biggest of these is Iquitos, the country's sixth-largest city, situated in the region of Loreto in northern Peru (Fig. 1). Despite being this region's largest and most important city, of nineteenth-century origin with important military and economic past, linked, in particular, to the natural rubber trade (Varón Gabai and Maza, 2015), Iquitos is today rather isolated, being accessible only by air or river. Its inefficient accessibility and lack of infrastructure and basic services for citizens result in problems at economic, social and health and sanitary level, reaching extremes in the poorest urban areas.

Iquitos has a tropical climate featuring abundant precipitation which causes the level of the Amazon River and its tributaries to rise considerably, resulting in flooding; a factor that predominantly affects settlements in proximity to Rio Itaya and Rio Nanay, the rivers that surround this city (Fig. 2). One such settlement is the Belén district, inhabited by 75,685 people on a surface area of 632.8 sq km (Desmaison et alii, 2019c). This district, almost entirely of informal construction, is subdivided into two parts: the high zone and the low zone. The former is positioned above the level of Rio Itaya. It houses, between its streets, the great Market

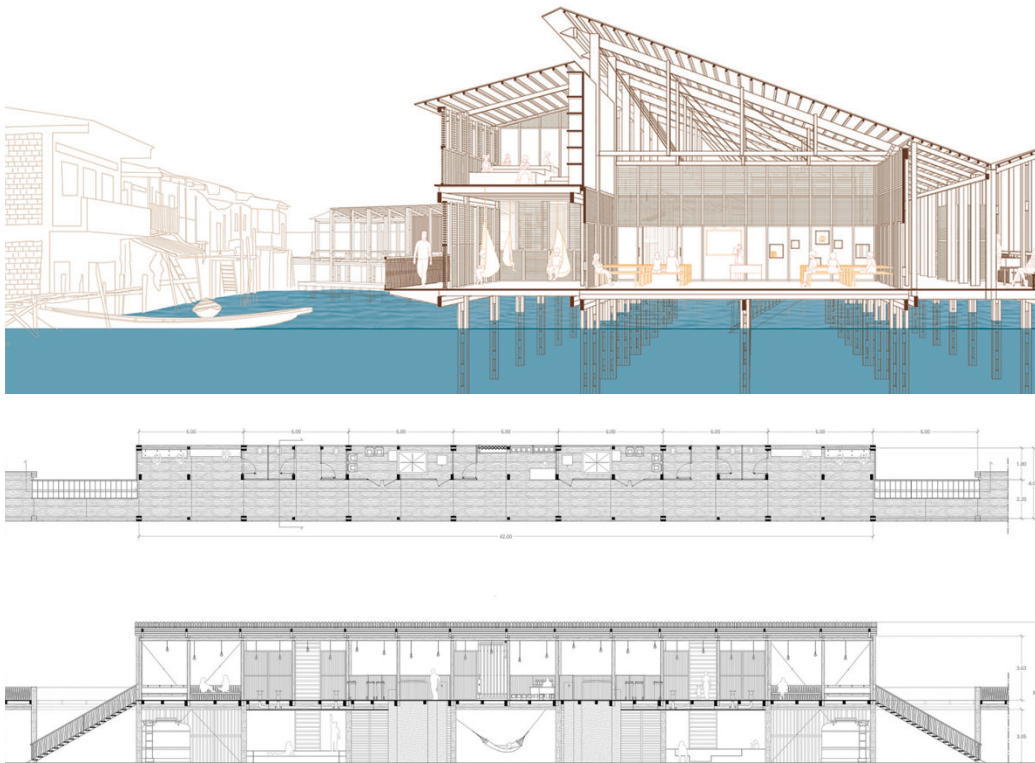


Fig. 12, 13 | Classroom / Meeting room: Perspective section; Plan and longitudinal section of the service module.

of Belén, the main source of sustenance for the city's inhabitants. The flood-prone part of the district (known as the low zone), situated on the banks of the river, is mainly residential and is the more densely populated part. Indeed, the family units that inhabit it are composed, on average, of five to seven people, resulting in heavy overcrowding within the dwellings, which lack basic services. This district has an extreme poverty rate of 41.7% (Desmaison et alii, 2019c). The absence of sewerage systems, a drinking water supply and waste collection, together with a shortage of preventative health measures, poses very serious risks to the residents' health (Fig. 3).

This situation is the result of a sharp population increase in the 1970s which led to settlements being built even in the flood-prone districts of the city. These areas, at high health and sanitary and social risk and unsuitable for adequate urban development, have, for decades, been considered by the local government and the other residents of Iquitos to be marginal settlements and have consequently been entirely overlooked by urban development policies (Hurtado Gómez, 2005). The Belén district has therefore grown up in conjunction with Iquitos yet outside of the planning schemes applied to the rest of the city. This particular situation, together with its inevitable and serious problems, has led to the development of an informal and spontaneous settlement based – unfortunately with a much higher population density – on models typical of the traditional residential culture of Amazonian populations, which have always had to deal with the dramatically altering environmental conditions of the land in which they live.

Seasonal river flooding, indeed, has a considerable impact on the lives of Belén's inhabi-

tants, resulting in very specific settlement behaviours and methods of access, transport, and interaction with public spaces. The district's adaptability to this flooding is particularly evident in its construction methods, with dwellings built from scrap timber on two floors, the second of which is at least three metres above ground, with projecting parts supported by uprights, creating a kind of stilt house. During the dry season, both floors may be used while, in flooding season, only the second floor is used and small additional enlargements are constructed for conducting everyday domestic activities, which often encroach on public spaces. For movement within the district, the inhabitants use small boats and build bridges and walkways which they modify according to the water level (Fig. 4, 5). Belén's inhabitants, while aware of the difficulties that flooding presents about to all their activities, nonetheless demonstrate a high level of acceptance and an exceptional ability to adapt, and consider this district, despite its critical issues, to be their home (Hurtado Gómez, 2005).

Belén: resilience amid critical issues and resources | Belén is an important case study in the widespread problem faced by many Amazonian settlements. Amazonian settlements are characterised by their dynamism. They are situated in a fluid territory in which the tides of rivers vary five meters vertically throughout the year and, simultaneously, their course changes paths in a never-ending process of erosion and horizontal displacement (Moschella, 2019). Change is the norm in this ever-changing territory; however, contemporary cities in the Amazon are influenced by urban models in which permanence is promoted, offering a limited capacity to adapt to social and environmental flu-

idity (Desmaison et alii, 2019b). For instance, there are no models for water and sanitation systems nor efficient street design for flooding areas.

The case of Belén, a spontaneous settlement produced by modern urban design practices, yet somehow outside of government control, therefore provides an opportunity not only to identify the local population's adaptation techniques but also to study the way in which the problems it faces could be dealt with by promoting resilient settlement models more in line with the traditionally more flexible ones of Amazonia. The livelihoods of residents have a symbiotic relationship with the Market of Belén, the largest market in the Peruvian Amazon, as one could not exist without the other. This particularity renders visible the importance of this settlement for the functioning of the city of Iquitos as a whole (Reátegui Bartra, 2015). This amphibian neighbourhood is in a perpetual conflict between the socio-cultural ties that residents have with water (considered to be a social and public space) and increasing levels of water pollution due to their proximity to Iquitos' sewerage system (which expels untreated water into the river) and an almost non-existent solid waste management programme (Gamio and Vásquez, 2019).

In this context, the action-research group CASA (Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas) organised a series of collaborative activities (workshops and discussion tables) with the participation of residents, local governments, and Universities to promote the co-design of alternative socio-political structures and pilot technologies that strengthen and build upon already-existing communal organisations, capacities, and economic-productive activities which are, in turn, integrated and articulated with urban design schemes that provide spaces for these interactions to occur (Desmaison et alii, 2019b; Fig. 6). On-going work seeks to create self-sufficient rainwater collection and treatment systems that, simultaneously, promote a sense of community by co-constructing experimental prototypes in open spaces (Fig. 7). This work is carried out in collaboration with Peru's National Water Authority (Autoridad Nacional del Agua, ANA) which currently has no legislature for rainwater treatment and management (ANA, 2013).

Methodological approach and design | Based on these premises, the design was developed in line with the belief that sustainability – the only possible underlying principle for actions in contexts of this kind – is multi-dimensional and multi-scale, and that these dimensions and scales are interdependent (Desmaison et alii, 2019a). For this reason, it was decided to start with district-level infrastructuring which would then impact down to domestic level, following the general strategy of a three-part conception of sustainability: environmental, technical and social. From the analysis of the problems, it emerged that the strictly environmental dimension constitutes the greatest emergency, although it would be dealt with in parallel to the other two.

Consequently, the starting point adopted



Fig. 14 | Render of the service module.

was the need to provide facilities to act on the water cycle, halting – at least in part – the flow of pollutants being poured into the river basin in the form of wastewater and solid waste (Tilley et alii, 2014). To this end, it was decided to equip the district with a waste collection point (facilitating collection and transport by the firms operating in the city), public toilets and custom-designed small-scale biodigesters. The latter are capable of treating organic waste and sewerage from lavatories, producing liquid fertiliser and biogas which may be converted into electrical energy used for lighting the spaces designed.

Thanks to the adaptability of this technology, small-scale biodigesters are generally a good solution for organic waste management, even in developing countries, with due consideration for the specific local conditions (Vögeli et alii, 2014; Martí-Herrero, 2008). Also envisaged – in line with the programmes already implemented by CASA – was rainwater collection, providing an additional source of unpolluted water for domestic use. These facilities would be integrated into a system of fixed wooden walkways permitting pedestrian mobility during the flooding season and constituting a covered ground floor supporting street-selling activities during the dry season. At a later stage, the same structural module used for the communal services would be used to equip the houses with domestic services (Fig. 8).

The design is, indeed, conceived to be implemented in phases, partly to increase the action's economic sustainability and partly to permit social sustainability in parallel (Fig. 9). In order to introduce new technologies effectively and avoid their perception as alien to the setting, it was considered essential to plan a possible action management strategy, with the ul-

timate goals of including the Belén's residents in the decision-making phases and ensuring understanding and acceptance of the design's potential benefits, through educational and training programmes. Architecture is perceived as capable of generating processes (De Carlo, 1978), with particular emphasis on its potential for sparking future developments. In addition to forming a physical infrastructure benefitting the district, implementation of the design would therefore simultaneously support living in the figurative sense, as an educational structure also constituting a guide for future spontaneous actions. Users potentially benefitting from the action comprise the entire population of Belén's lower zone, with particular attention to young people and women, who are the most vulnerable section of the population as well as the most numerous.

Following the initial phase of direct in loco fact-finding, in collaboration with the Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), and consequent development of the preliminary design based on a second phase of more in-depth study, the possibility of involving various actors in the subsequent process management stages, starting with the Municipality of Belén, was considered. Promoters of projects already operational in the area, such as the above-mentioned CASA and associations already active in the district and which, moreover, demonstrate particular attention to several of the issues dealt with in this project (reduction of environmental pollution, rainwater collection and improvement of services), could play an important role as additional mediators between the project promoters and the population. In collaboration with the identified actors, sessions for mutual exchange of ideas and observations would be activated, laying

the foundations for revisions, supplements and modifications to the preliminary design.

The design, now more detailed, would then be presented and further clarified through public meetings. The operational phase of the resulting design would be supplemented by new functions as and when necessary, representing, at the same time, a training opportunity for personnel, who would then be capable of managing the implementation of the subsequent additions. The construction phase, again supported by preliminary training, would, in turn, be an opportunity to implement the technical skills already consolidated among the population, through the exchange of know-how between the project promoters and beneficiaries, aided by the decision to use timber construction and the adoption of appropriate design solutions. Reaffirmation of local building know-how would thus become an objective to be pursued to achieve positive results from an economic and social perspective. Indeed, by promoting building using timber and freeing this material from its association with poverty, it would be possible to activate processes for enhancing community and social cohesion, with repercussions in various areas (Vannicola and Zignego, 2014).

Design interventions and anticipated results |

Specifically, it was decided to adopt low-tech solutions appropriate to the mechanisation level of local micro-enterprises. The guiding design principle was that of simplicity, both in construction of the components – whose design avoids the use of specific mouldings and focuses on ease of transport – and in the techniques for joining these, using only bolted joints and avoiding end-to-end joints in most cases (Fig. 10). These measures would not on-

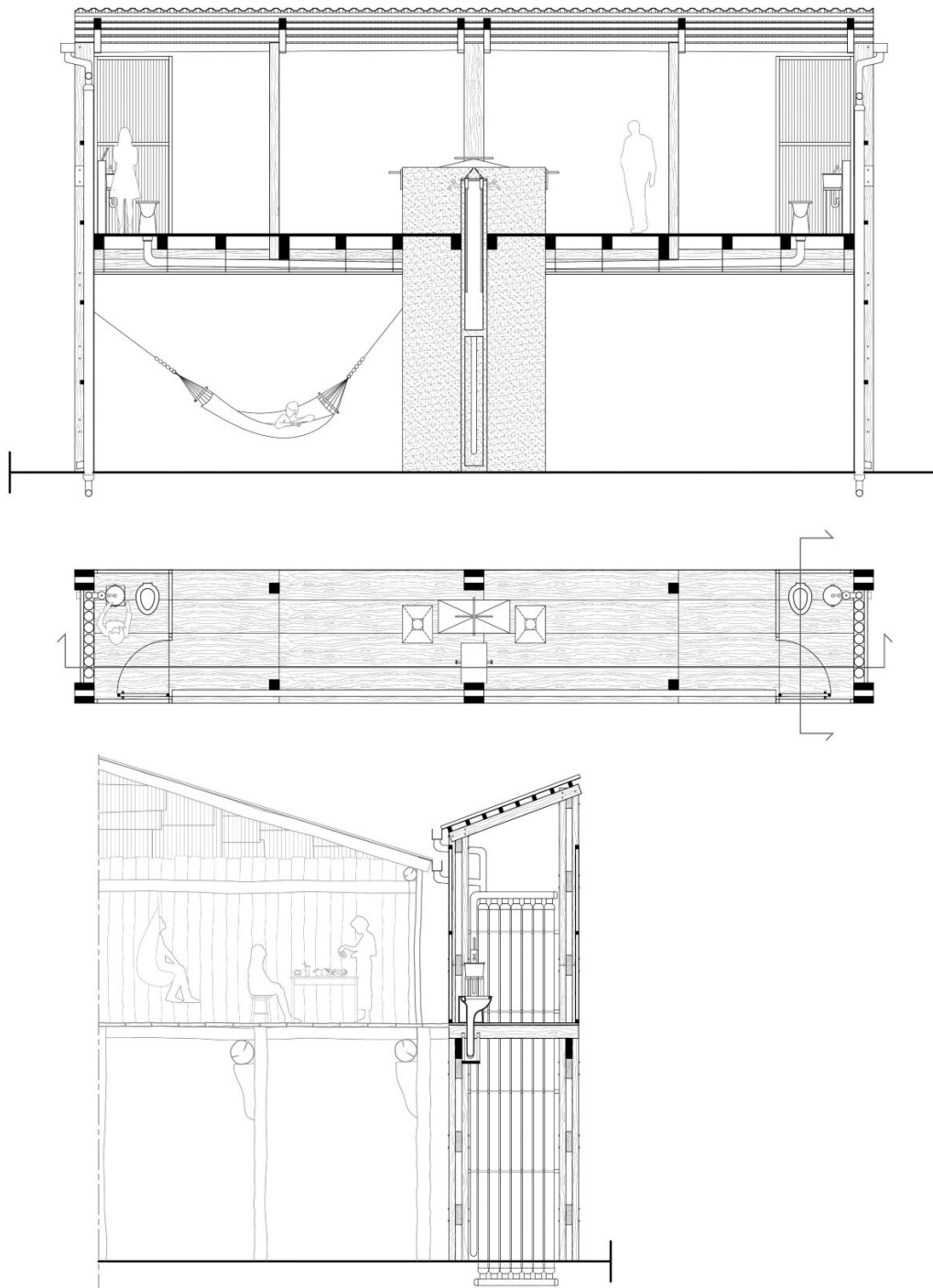


Fig. 15 | Module for home use: longitudinal section, plan, and cross-section.

ly facilitate the implementation of the action as a whole but also permit a possible subsequent self-construction phase based on replication, possibly with further simplifications, of the structures designed (Fig. 11).

The temporal phases into which the design's implementation is subdivided run parallel to the process of resident involvement; indeed, construction of each lot is conceived as preparatory to the subsequent phase. A gradual and strategic spatial distribution was therefore envisaged, together with consideration for the social and educational effects that architectural construction would have in each instance. Because of the educational needs identified, the first phase of action would involve the construction of a multi-purpose community centre (Fig. 12), used predominantly for teaching. The

walkway modules, equipped with services, would be positioned around this centre and at the contact point between the building and one of the main roads. Each module, featuring two community biodigesters, would be managed by a previously trained operator. This phase would include initial familiarisation of the population with the biodigesters' function and potential benefits, aided by the strategic positioning of the complex. The second phase would involve the construction of walkways with service modules in some streets. These would contain toilets, refuse collection points, washbasins connected to the rainwater collection system, several seats and the workstation of the operator managing the biodigester (Fig. 13, 14).

It was considered that a good level of famil-

arity with and understanding of the function of the biodigesters could be achieved following the phase at the macro-community level. Consequently, a 'micro' service module was designed, according to the same structural system but resized to domestic dimensions, for simultaneous construction of two dwellings (fig. 15). This structure would comprise an extension of the house into the public space – a practice already in use in Belén – and permit self-building of temporary walkways by the inhabitants during flooding season. It was calculated that, by constructing 16 'macro' service modules and 300 'micro' service models, it would be possible to achieve disposal of 100% of organic waste and 80% of human waste using biodigesters as well as 100% of residual waste.

Conclusions | The specific case study of Belén, presented here, demonstrates a possible design approach to be adopted for action on areas subject to systematic and significant changes in environmental conditions. Particularly in the absence of available funding, the solutions spontaneously adopted by the inhabitants of these areas often prove – as in the case study – surprisingly effective in terms of adaptability, precisely because these solutions spring from and are tailored to the day-to-day experience of those changes. To permit implementation of actions that interface successfully with the existing setting, it is therefore clearly necessary to safeguard such spontaneous resilience solutions as an essential resource, embracing rather than suppressing their spirit. Achievement of this objective requires in-depth knowledge of the physical, cultural and social context and, where possible, triggering of processes of active collaboration with the residents. While this observation would seem obvious, it is undermined by practices such as the fashion for international humanitarian design competitions with entries to be delivered in the space of a month for action on emergency sites and situations that the competitors have never even heard of.

Once close and fruitful contact has been established with the local setting, then, the tools for a mindful design approach may then be mastered through the planning of micro-actions on infrastructure and services, as a basis for activating harmonious processes of self-redevelopment accompanied by informative measures. This is considered a more respectful and viable approach than that of acting directly on people's homes. In this sense, the studies and design proposals presented here, while not yet translated into concrete achievements, have the potential not only to form the basis for local development policies in the specific area considered but also, and above all, constitute a resilient action model which may be reproduced in other contexts with similar (if less complex) environmental problems, which the effects of climate change may increasingly oblige us to tackle in many parts of the world.

Notes

1) The Centro Interuniversitario de Desarrollo Académico (CINDA) operates the Programa de Intercambio Universitario (PIU), an inter-university exchange programme whose participants currently include 35 Universities, mainly through courses taught in Spanish or Portuguese language. The University of Genoa is the only Italian participant (piucinda.cl/; unige.it/internazionale/programma-cinda). The PIU has enabled several students from Genoa to spend study periods in Latin America, and the opportunity to write this paper is the result of one such experience.

2) It is not considered appropriate to cite the well-known publications of these authors here but to refer, instead, to the fine essay by Bocco and Tovato (2017) which so intelligently outlines some of the key aspects of the issue in question.

References

- Abbott, J. (2002), “An analysis of informal settlement upgrading and critique of existing methodological approaches”, in *Habitat International*, vol. 26, pp. 303-315.
- Afolayan, A. A. (2012), “Amphibious Dwellings in Informal Settlements”, in *Boundaries | International Architectural Magazine*, vol. 3, pp. 114-115.
- al Jabri, J., Charif, R. and Hafeda, M. (2012), “Edge of Play”, in *Boundaries | International Architectural Magazine*, vol. 3, pp. 62-67.
- ANA – Autoridad Nacional del Agua (2013), *Plan Nacional de Recursos Hídricos*. [Online] Available at: www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursos-hidricos2013.pdf [Accessed 22 June 2019].
- Aravena, A. and Iacobelli, A. (2012), *Elemental – Incremental Housing and Participatory Design Manual*, Hatje Cantz Verlag, Hamburg.
- Belaunde, P., Vega-Centeno, P., Munari, S., Juarez, B., Augustin, R. and Escalante, C. (2005), *IV Ciudades – Territorio y Ecosistemas en el Perú. Iquitos*, CIAC, Lima.
- Bocco, A. and Trovato, L. (2017), “Un catalogo di tecnologia umanistica”, in Friedman, Y. (ed.), *Tetti*, Quodlibet, Macerata, pp. 383-436.
- Bologna, R. (2016), “La riqualificazione della città informale. La favela Serrinha a Florianópolis”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 11, pp. 194-200.
- De Carlo, G. (1978), “Editoriale”, in *Spazio e Società*, vol. 1, p. 6.
- Desmaison, B. (2016), *Home as a catalyst for resilience*, DPU Working paper No 184, Development Planning Unit – The Bartlett – University College London, London. [Online] Available at: www.ucl.ac.uk/bartlett/development/sites/bartlett/files/wp184.pdf [Accessed June 2019].
- Desmaison, B., Astolfo, G., Boano, C., Canziani, J., Castañeda, K., Espinoza, K., Gamio, P., Angus, L., Moschella, P., Mujica, L., Vásquez, U. and Vega-Centeno, P. (eds) (2019a), *CASA [Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas] | HOME [Self-Sustainable Amazonian Cities]*, Fondo Editorial PUCP, Lima. [Online] Available at: casapucp.com/publicaciones/libro/ [Accessed 29 July 2019].
- Desmaison, B., Espinoza, K., Castañeda, K. and Vásquez, U. (2019b), “Identidad del lugar y métodos de subsistencia con tecnologías apropiadas como componentes para la sostenibilidad de proyectos de reasentamiento poblacional preventivo”, in Desmaison, B. et alii (eds), *CASA [Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas] | HOME [Self-Sustainable Amazonian Cities]*, Fondo Editorial PUCP, Lima, pp. 120-147. [Online] Available at: casapucp.com/publicaciones/libro/ [Accessed 29 July 2019].
- Desmaison, B., Espinoza, K., Castañeda, K. and Vásquez, U. (2019c), “Nuevos centros urbanos en la Amazonía: tendencias y futuros desafíos”, in Desmaison, B. et alii (eds), *CASA [Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas] | HOME [Self-Sustainable Amazonian Cities]*, Fondo Editorial PUCP, Lima, pp. 148-229. [Online] Available at: casapucp.com/publicaciones/libro/ [Accessed 29 July 2019].
- Desmaison, B., Espinoza, K., Jaime, K., Gallardo, L., Peña, M. and Rivera, C. (2019d), *Convivir en la Amazonia en el Siglo XXI – Guía de planificación y diseño urbano para las ciudades en la selva baja peruana*, Fondo Editorial, Lima.
- Friedman, Y. (2017), *Tetti*, Quodlibet Habitat, Macerata, Italia.
- Gallo, P. and Romano, R. (2018), “Rethinking the edge: the built environment and resilience in the informal city | Ripensare il margine: ambiente costruito e resilienza nella città informale”, in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 15, pp. 279-290. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-22109 [Accessed 08 May 2019].
- Gamio, P. and Vásquez, U. (2019), “Hacia una transición energética renovable y una política de tratamiento de residuos para la acción climática en los distritos de Belén y San Juan Bautista, Iquitos, Loreto”, in Desmaison, B. et alii (eds), *CASA [Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas] | HOME [Self-Sustainable Amazonian Cities]*, Fondo Editorial PUCP, Lima, pp. 344-357. [Online] Available at: casapucp.com/publicaciones/libro/ [Accessed 08 May 2019].
- Hurtado Gómez, L. M. (2007), “Elementos para cuestionar la pobreza y marginalidad urbanas en las ciudades amazónicas”, in Nieto, V. and Palacio, G. (eds), *Amazonia desde dentro – Aportes a la investigación de la Amazonia colombiana*, Editora Guadalupe Ltda, Bogotá, pp. 127-152. [Online] Available at: www.bdigital.unal.edu.co/3384/13/9789587018547_Parte5.pdf [Accessed 10 June 2019].
- Martí-Herrero, J. (2008), *Biodigestores familiares – Guía de diseño y manual de instalación*, GTZ - Energía, Bolivia.
- Moschella, P. (2019), “El desafío del crecimiento urbano sostenible en la ciudad amazónica de Iquitos”, in Desmaison, B. et alii (eds) *CASA [Ciudades Auto-Sostenibles Amazónicas] | HOME [Self-Sustainable Amazonian Cities]*, Fondo Editorial PUCP, Lima, pp. 304-317. [Online] Available at: casapucp.com/publicaciones/libro/ [Accessed 15 August 2019].
- PDU Iquitos et alii, *Plan de desarrollo urbano-sostenible de Iquitos 2011-2021*. [Online] Available at: eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PDU_MUNICIPALIDADES/IQUITOS/PDU_IQUITOS_TOMO_1.pdf [Accessed 22 June 2019].
- Reátegui Bartra, M. (2015), “Belén, a People’s Rebelious Magic”, in Varón Gabai, R. and Maza, C. (eds), *Iquitos*, Telefónica del Perú S.A.A., Lima, pp. 164-169. [Online] Available at: www.telefonica.com.pe/documents/142094031/142190596/Iquitos_Eng.pdf/d7212633-0288-2c45-1d7d-cb9fd7d4d6e2 [Accessed 18 September 2019].
- Smith, C. E. (2011), *Design with the Other 90%: Cities*, Cooper-Hewitt-Smithsonian, New York.
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, Ph. and Zurbrügg, C. (2014), *Compendium of Sanitation Systems and Technologies – 2nd Revised Edition*, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf.
- TYIN tegnestue Architects (2012), “Klong Toey Community Lantern”, in *Boundaries. International Architectural Magazine*, vol. 4, pp. 24-29.
- van Lengen, J. (2013), *Manual del Arquitecto Descalzo – Cómo construir casas y otros edificios*, 2nd edition, Pax Mexico, Ciudad de México.
- Vannicola, C. and Zignego, M. I. (2014), *La filiera del legno per il design equosolidale*, Altralinea, Firenze.
- Varón Gabai, R. and Maza, C. (eds) (2015), *Iquitos*, Telefónica del Perú S.A.A., Lima. [Online] Available at: www.telefonica.com.pe/documents/142094031/142190596/Iquitos_Eng.pdf/d7212633-0288-2c45-1d7d-cb9fd7d4d6e2 [Accessed 18 September 2019].
- Vögeli, Y., Lohri, C. R., Gallardo, A., Diener, S. and Zurbrügg, C. (2014), *Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries – Practical Information and Case Studies*, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf.