

Tesi di Laurea Magistrale

Architettura per il Progetto Sostenibile

**Progetto per il quartiere El Pozòn
a Cartagena De Indias**

Una casa per il Solar Decathlon Latino America in Guadua



Relatori

Roberto Giordano

Luz Mery Rodelo Torres

Correlatore

Carlos Hernandez Correa

Candidato

Luca Macario Ban

A.A. 2017-2018

Candidato: Luca Macario Ban

Relatore: Roberto Giordano



pei
PROGRAMA
INTERNACIONAL
PONTECIA UNIVERSIDADE SAERTRANA

“...Pero, como ya se ha dicho, el mundo es complejo y heterogéneo y en un mismo entorno pueden coexistir distintos modos de habitar.”

A.S.R.

Motivazioni
Obiettivi
Introduzione

Parte 1

La prima parte della tesi viene sviluppata sulle linee guida del concorso “Solar Decathlon Latin America e Caribbean 2019”, attraverso la progettazione di un U.M.P. (Urban Masterplan), di un’architettura sostenibile ed una tecnologia ad essa collegata, all’interno dell’area in espansione nei pressi del quartiere “El Pozon” a Cartagena De Indias in Colombia.

| | |
|--|----|
| 1.1_ Colombia, generalità e attualità | 17 |
| 1.2_ Cartagena de Indias; società e storia | 19 |
| <i>F1_ Architettura e forma; l’abitazione di Cartagena de Indias</i> | 22 |
| 1.3_ Evoluzione storica e socio-culturale dell’area del quartiere El Pozon | 30 |
| 1.4_ Inquadramento territoriale | 37 |
| 1.5_ Sviluppo, emergenza abitativa e criticità ambientali | 44 |
| <i>F2_ Reportage fotografico</i> | 50 |
| 1.6_ Analisi urbana, servizi, infrastrutture e connessioni della città | 62 |
| <i>F3_ Esempi applicativi in Cartagena De Indias (Arch. Bermudez_ Area Boston)</i> | 74 |
| <i>F4_ Il concorso: Solar Decathlon Latin America e Caribbean Cali December 2019</i> | 78 |

| | |
|-----|--|
| 88 | 1.7_ Il progetto di U.M.P. |
| 112 | 1.8_ Il concept progettuale architettonico e ambientale |
| 120 | 1.9.1_ La “Vivienda social” |
| 138 | <i>F5_ Il disegno della “Vivienda” in scala 1:1; Workshop prof C. Hernandez Correa</i> |
| 144 | 1.9.2_ La tecnologia dell’architettura |
| 154 | 1.9.3_ I materiali urbani |
| 155 | 1.9.4_ I materiali architettonici |
| 156 | <i>F6_ La terra cruda</i> |
| 162 | 1.9.5_ Studio della luce naturale |
| 167 | 1.9.6_ Fasi di montaggio e cantierizzazione per auto-costruzione con guadua |
| 176 | 1.9.7_ Schema di impianto |

Parte 2 *La “Guadua”*

Nella seconda parte la tesi è focalizzata sull'utilizzo della “Guada” come materiale da costruzione sostenibile locale, descrivendo e raccontando le caratteristiche fisico-meccaniche, insieme all’ utilizzo nella storia e nella società. Viene descritta poi la Guada come materiale, nelle sue componenti e prestazioni, insieme alle sue potenzialità e le sue applicazioni tecnologiche in linea ai requisiti del concorso.

| | |
|---|-----|
| 2.1_ Caratteristiche sociali e abitative nella cultura Colombiana | 181 |
| 2.2_ Utilizzo di materiali nella cultura Colombiana nel periodo pre-coloniale | 183 |
| <i>F7_ Focus architettura in Bambù pre- coloniale</i> | 184 |
| 2.3_ Bambù introduzione e generalità | 189 |
| 2.4_ Struttura e distribuzione sul territorio | 190 |
| <i>F8_ Piantagioni, calcolo e stima degli esemplari</i> | 194 |
| 2.5_ Durabilità danni e trattamenti | 199 |
| 2.6_ Caratteristiche fisico-meccaniche del Bambù | 203 |
| 2.7_ Prodotti, componenti e lavorazione | 212 |
| 2.8_ Bambù come materiale da costruzione | 220 |
| <i>F9_ Architettura e forma; l'abitazione dell'Eje Cafetero</i> | 222 |
| 2.9_ Applicazioni in ambito architettonico | 226 |
| <i>F10_ "Sombrero y Zapatos"; finca Yarima, Pereira</i> | 235 |

Parte 3

Il terzo capitolo della tesi riguarda l'analisi e la valutazione del consumo energetico e dell'impatto ambientale del processo di produzione dei componenti e delle stratigrafie architettoniche tramite analisi L.C.A. (Life Cycle Assessment).

| | |
|--|-----|
| 3.1_ Introduzione | 243 |
| <i>F11_ L'impatto dei materiali e dell'atteggiamento</i> | 246 |
| 3.2_ Definizione di scopi e obiettivi | 252 |

| | |
|-----|--|
| 253 | 3.2.1_ Confini del sistema |
| 254 | 3.3_ Analisi dell'inventario |
| 256 | 3.4_ Analisi della produzione e del ciclo di lavorazione dei componenti. |
| 260 | 3.5_ Analisi dei componenti dell'abitazione |
| 263 | 3.6_ Matrice di analisi |
| 264 | 3.7_ Confronto e valutazione degli impatti |
| 266 | 3.8_ Certificazioni e dichiarazioni E.P.D. |
| 267 | 3.9_ Valutazione finale |
| 268 | <i>Conclusioni</i> |
| 272 | <i>Interviste</i> |
| 285 | <i>Ringraziamenti</i> |
| 288 | <i>Bibliografia</i> |

Motivazioni

Il percorso intrapreso in questi anni nella mia carriera da studente, è sempre stato interessante e coinvolgente. Gli ultimi anni di Architettura presso il Politecnico di Torino mi hanno dato modo di approfondire temi e concetti sempre più stimolanti nel campo dell'architettura sostenibile. I temi trattati sono stati per me motivo di ispirazione personale e oggetto di ricerca individuale, soprattutto nel campo di materiali sempre nuovi e nella tecnologia delle costruzioni. L'unione di queste due mansioni, sempre più a contatto l'una con l'altra, è stato per me il tema centrale attorno al quale si è sviluppata questa mia esperienza in Colombia. L'opportunità di declinare questa mia passione in un progetto come quello del Solar Decathlon Latino America e Caribbean è diventata per me l'occasione di concentrare il mio percorso di studi in un'applicazione reale di un progetto nuovo e innovativo. La scelta del luogo della tesi, al di là dell'occasione legata al concorso, deriva invece da una scelta più personale ed emotiva, legata al mio percorso individuale al di fuori dell'università. Per quanto mi riguarda amo viaggiare e fare esperienze sempre nuove in contesti differenti da quelli in cui sono cresciuto, con diverse sfumature e in condizioni talvolta difficili, sicuramente differenti rispetto al contesto europeo; contesti dal quale imparare sempre qualcosa di nuovo, con i quali crescere e vivere esperienze profonde. Per me architettura vuol dire questo, saper applicare la propria conoscenza in contesti diversi, declinare e modificare tale competenza a seconda del luogo e della cultura nei quali ci si trova, studiare, comprendere, vivere il posto dove si progetta. Il modo migliore per me per poter costruire questa tesi è stato andare in Colombia per alcuni mesi e lavorare a stretto contatto con i professori universitari e professionisti più informati del contesto. Queste sono state le motivazioni più forti che mi hanno portato ad affrontare un percorso internazionale come questo, in continua scoperta e in costante evoluzione durante tutto il periodo.

Obiettivi

Obiettivo di questa tesi è la progettazione dell'architettura oggetto di proposta al concorso "Solar Decathlon Latin America e Caribbean 2019", integrandola all'interno del quartiere "El Pozon" di Cartagena De Indias in Colombia, sviluppata insieme al Politecnico di Torino e all'università Javeriana di Bogotá.

La tesi, rispetto alle esigenze riscontrate dallo studio e dal sopralluogo, propone una soluzione in auto-costruzione lavorando con materiali locali sostenibili come Guadua e terra cruda, analizzando e raccontando i processi di produzione del progetto e le dinamiche di integrazione all'interno del contesto socio-culturale della comunità.

Obiettivo della tesi è quello di raccontare come le scelte generali di progetto ed in particolare quelle legate ai materiali, siano in linea con i principi di architettura sostenibile in rispetto del contesto, inteso come sistema ambiente, tanto quanto della tradizione come della società.

Inoltre, in relazione ad alcuni requisiti del concorso, la tesi si pone come obiettivo l'approfondimento delle tematiche legate all'analisi del ciclo di vita dei componenti e dei materiali realizzati prevalentemente in guadua, tipologia di bambù strutturale di origine locale.

Introduzione

Ogni progetto parte dall'analisi dello stato di fatto, dalla presa di coscienza dell'ambiente edificato ed edificabile, dalla capacità di immaginare uno scenario che leghi il passato, la tradizione e l'idea alla base del progetto. Il tessuto antropizzato e denso della città, il vuoto del quartiere periferico diventano così il foglio bianco da cui partire, la base contestualizzata dalla quale ottenere le informazioni. Il paesaggio considerato a larga scala, contenitore dei segni temporali e processi sociali che l'hanno modificato, trasmette al progettista le sensazioni che non possono essere distaccate dall'idea di progetto. Da queste l'architetto inizia a progettare, da un sopralluogo che non valuta solamente la qualità architettonica, la tipologia edilizia e i problemi di connessioni infrastrutturali e i servizi mancanti, ma va ben oltre, condensando nel progetto, per quanto possibile, quello di cui la società necessita. Per questo diventa importante acquisire consapevolezza del sito vivendolo e studiandolo dall'interno. Il tema del Solar Decathlon Latin America e Caribbean è stato per me un motivo di sfida sin dal primo momento, condensare le mie conoscenze acquisite, in un contesto totalmente diverso da quello in cui sono cresciuto, modificare l'idea di architettura per adattarla alla situazione socio-culturale nella sfida che mi sono posto. Con queste linee guida la tesi viene orientata alla progettazione di un U.M.P. (Urban Master Plan), un'architettura in linea con i requisiti del concorso ed una tecnologia aderente ai principi sostenibili ed ambientali. La seconda parte della tesi è orientata allo studio dei materiali da costruzione, in particolare la Guadua, specie di bambù a crescita spontanea in Colombia. Infine la proposta analizza il ciclo di vita dei componenti descrivendo tramite un'analisi L.C.A. l'impatto in termini ambientali ed energetici dei componenti dell'architettura.







El Pozon
Parte 1

1.1_ Colombia, generalità e attualità

[1] (SIB) *sistema de informacion sobre la biodiversidad de Colombia, Biodiversidad en cifras, 2016. in <http://www.sibColombia.nei/biodiversidad-en-cifras/>. CONSULTATO IL 15 MAGGIO 2018*

[2] [3] *<https://www.ifad.org/web/operations/country/id/Colombia>, CONSULTATO IL 14 MAGGIO 2018*

La Colombia è il secondo paese al mondo per la sua biodiversità ed è uno dei pochi a mantenere intatte le foreste originali ^[1]. Il territorio Colombiano è sempre stato luogo di confluenza di differenti gruppi sociali con migliaia di anni di interazione tra società, ambiente e cultura, stili di vita e cosmologie. Questa diversità etnica è stata riconosciuta e protetta solo dal 1991 dalla Costituzione Politica ma gli squilibri sociali sono ancora diffusi a causa dell'immaginario collettivo dove l'idea di superiorità di alcune razze genera violazione di diritti umani. La attuale scarsa collaborazione dello stato nelle situazioni delle minoranze etniche, nella risoluzione di problemi sociali e anche legati ai servizi di prima necessità, ha condotto ad uno stato di povertà e inadeguatezza di educazione.

“Nel 2015 in Colombia, la povertà ha colpito il 10,3 % della popolazione totale, aggravandosi in un 40,3 % nella popolazione rurale; gli indicatori di povertà sono significativamente più alti tra le popolazioni rurali, indigene e afro-discendenti. Oggi, nella Colombia rurale, oltre 7 milioni di cittadini sono poveri e 2 milioni vivono in condizioni di estrema povertà; molti di loro sono stati sfollati dalla loro terra e hanno perso i loro beni a causa della violenza ^[2]”. La stessa violenza è in fase risolutiva per quanto riguarda il processo delle F.A.R.C. Il processo di pace tra il governo della Colombia e le Forze armate si è concluso a novembre del 2016 con la firma degli accordi. I negoziati di pace hanno dato la priorità allo sviluppo rurale, alla riduzione della povertà e alla chiusura del divario tra aree urbane e zone periferiche con evidenti disuguaglianze sociali. Poiché circa 23,6% della sua popolazione vive nelle aree rurali ^[3], l'agricoltura è molto importante sul territorio colombiano. Nel 2016 ha generato il 6,9% del PIL totale e il 15,8% dell'occupazione. Nonostante ciò una gran parte dei Colombiani soffre di insicurezza alimentare e in diverse zone del paese vi sono ancora casi di malnutrizione e rischio di mortalità infantile; per questo le popolazioni interne al territorio sono sfollate e vivono in condizioni difficili, in particolare molte di esse sono colpite dalla malnutrizione cronica.

Ad aggravare questa condizione sociale si presenta il tema del cambiamento

climatico, il quale continua a colpire le popolazioni rurali su piccola scala. A questo discorso si possono collegare il tema delle temperature stagionali in costante aumento e quello delle precipitazioni, relativamente collegate ad esso. Tra il 1998 e il 2011, il 90% dei disastri naturali in Colombia sono stati legati al clima. Nei prossimi anni, le temperature medie annuali dovrebbero aumentare e si prevede che i tassi medi annuali di precipitazioni diminuiscano. Questa condizione climatica genera principalmente lunghi periodi di siccità, dove le zone principalmente tropicali e appartenenti alla fascia equatoriale, subiscono il fenomeno con maggiore intensità. La temperatura in costante aumento produce un incremento di calore che a livello climatico genera un aumento dell'energia contenuta nell'atmosfera; un'atmosfera che contiene più energia produce fenomeni più intensi. Inevitabilmente questo fenomeno si aggrava in prossimità di suoli poco permeabili conducendo al fenomeno dell' "estremizzazione" del clima; le fasce climatiche a cui appartengono determinate temperature tendono ad una modifica sostanziale che porta ad un incremento di calore nella stagione estiva riversando conseguenze anche a scala territoriale. Nel caso di Cartagena De Indias le intense precipitazioni incontrano un suolo arido e poco permeabile; questo porta ad un allagamento quasi istantaneo delle zone in cui la topografia crea avvallamenti. La città non presenta una grande pendenza sul suo territorio e quindi il fenomeno si estende colpendo molte zone con esiti sempre più gravi.

Uno studio sulle temperature medie del pianeta ipotizza un incremento di poco meno di 3°C entro il 2100 con un incremento delle precipitazioni intense del 30% entro il 2050. Con le stesse modalità il livello del mare aumenterà di circa 80 cm in 100 anni che per le condizioni attuali della città significherebbe, nella stagione di forte intensità, un allagamento di quasi il 40% del suolo attualmente calpestabile^[4]. Lo stesso quartiere oggetto di studio arriverebbe ad un'inondazione quasi totale almeno 2 volte all'anno.

La maggior parte delle abitazioni attuali non è in condizione di resistere alle inondazioni e non presenta alcuna tecnologia per potersi difendere

^[4] *Informazione tratta da un incontro con Diego Bermudez, Architetto presso Daniel Bermudez ARC.*

VIDEO: *adaptación al cambio climático del barrio boston.mp4*

^[5] Informazione tratta da un incontro con Jose Luis Buchelli, pianificatore presso Università Javeriana

e isolare da esse; le fondazioni in diversi casi sono inesistenti e i pavimenti non sono isolati dal terreno.

1.2_ Cartagena de Indias; società e storia

La storia della città di Cartagena de Indias è una storia particolare, che tange la sfera architettonica tanto più quella sociale. Il suo processo di nascita, crescita e sviluppo ha attraversato diverse epoche con eventi che hanno caratterizzato la sua forma e la sua cultura e l'hanno portata ad essere la città come oggi si presenta.

La Colombia ha una cultura mistificata che riflette le origini indigene, spagnole e africane della sua gente. Sebbene il paese sia ben dotato di abbondanti risorse naturali e stia facendo progressi nella riduzione della violenza, ha ancora uno dei maggiori livelli di disuguaglianza economica nel mondo. In alcune città della Colombia si percepisce maggiormente questa diversità culturale ed economica; una di queste è Cartagena De Indias ^[5]. Uno dei motivi principali che hanno portato questa città ad essere così sbilanciata è la sua posizione geografica ed il suo territorio. La baia di Cartagena De Indias è stata da sempre primo luogo di approdo degli spagnoli e di immigrati africani dall'inizio del periodo coloniale. Molti di essi si sono disposti nei dintorni della città formando villaggi e quartieri sempre più densi; questi stessi quartieri con il tempo si sono evoluti e sono diventati quella che oggi è la periferia cittadina. Questa zona periferica talvolta risulta essere mal connessa con il centro e sprovvista di servizi anche minimi come luce e acqua. "El pozon" appartiene a questa condizione e forse più di altri quartieri ingloba un alto tasso di mistificazione.

A partire dalla fine del 1400, la società indigena, che ha vissuto per migliaia di anni in armonia con il contesto e con il paesaggio, ha subito l'arrivo dei coloni, i quali sin da subito hanno conquistato e colonizzato il territorio. Con il loro arrivo però sbarcarono anche epidemie che si diffusero in tutto il paese. Queste nuove malattie, tra cui la "viruela", decimarono la popolazione Colombiana riducendo il numero degli

abitanti ^[6]. In questo modo, i coloni spagnoli, non ebbero più la possibilità di rendere schiavi i popoli e gli indigeni del territorio poiché con il passare del tempo furono uccisi delle epidemie alle quali non erano abituati. I primi indigeni a morire per questa causa, furono quelli più prossimi alla costa ed in seguito quelli nell'entroterra. Il percorso di colonizzazione principale degli spagnoli fu risalendo dalla costa lungo i principali corsi d'acqua, da un lato per mantenere la risorsa sempre vicino e poter sopravvivere e dall'altro perchè molti dei villaggi colombiani rurali si trovavano nei pressi dei fiumi. Per rimpiazzare tale mancanza di schiavi lavoratori, gli spagnoli ed in seguito altri coloni, iniziarono a portare schiavi neri di origine africana sul territorio sud-americano. Questi nuovi schiavi, all'inizio morirono per gli stessi motivi degli indigeni ma in seguito si adattarono a riuscirono a sopravvivere alle condizioni. Il motivo principale legato agli sbarchi intensivi nei pressi di Cartagena De Indias fu quello della vicinanza ai territori ricchi di oro e di risorse minerarie. Per questo motivo la città di Cartagena De Indias diventò sempre più un luogo di snodo portuale, commerciale e di sbarco sempre più intensivo di persone da tutte le parti del mondo. In questo modo le popolazioni iniziarono a mistificarsi e generare quartieri indipendenti nei pressi del centro cittadino. L'espansione, come ancora avviene oggi, fu totalmente di carattere informale e difficilmente prevedibile. Per questo motivo la periferia della città risulta essere ancora oggi disordinata e organizzata secondo uno sviluppo del tutto imprevedibile. La città venne fondata nel 1533 da Pedro de Heredia ^[1.0] con l'obbiettivo di formare una base colonia per la ricerca dell'oro "Zenù". Le prime spedizioni nelle montagne retrostanti la città portarono risultati eccellenti grazie alla tradizione Colombiana dei riti religiosi, nei quali si offrivano statuette, maschere e oggetti lavorati in oro. Questi ritrovamenti avvenivano nei villaggi rurali indipendenti ma anche nei luoghi di culto e di preghiera, quasi tutti luoghi naturali come laghi o fiumi, vicino ai quali costruivano architetture collettive. La conquista dell'attuale territorio della città di Cartagena De Indias portò alla sparizione della popolazione indigena e di gran parte della sua

^[6]MARCO FOREO P., " *Breve historia de cartagena* ", ARIEL, GRUPO PLANETA, 2016

cultura [7]. Anche le popolazioni ed i villaggi rurali alle spalle della città furono per la maggior parte depredati e le persone uccise o rese schiave. Cartagena De Indias però conservò alcuni elementi architettonici che le permisero di mantenere parte del suo carattere attuale. All'arrivo degli spagnoli, non tutto venne stravolto; le case presentavano elementi “ragionati” in funzione della fascia climatica che in diversi casi vennero mantenuti. L'introduzione più forte della cultura spagnola, si manifesta però nel contraddistinto tessuto cittadino che è oggi possibile vedere. Le abitazioni vennero modificate, inseriti elementi semplici e del tutto occidentali; il patio, i recinti, le celle e le stanze dedicate ai luoghi di culto. L'urbanistica e l'organizzazione degli isolati, le strade e il ruolo dei blocchi di edifici furono la manifestazione maggiore del segno lasciato dagli spagnoli in gran parte delle città Colombiane della costa [8].

Nell'inquadramento dello spazio urbano coloniale si distinguono due elementi base: il quadrato come elemento di partenza a scala urbana e le strade disposte a forma di griglia ordinata. Non tutte le città però hanno mantenuto nel tempo questa disposizione europea; per esempio la stessa Cartagena De Indias oggi presenta un tracciato irregolare guidato però dal passato ordinato delle direttrici base della griglia spagnola. Furono allestiti diversi luoghi comuni nel tessuto cittadino, come parchi, piazze, zone verdi e quartieri aperti da vie pedonali ampie. Soprattutto a Cartagena De Indias, per il suo carattere commerciale legato alla storia del porto, ancora oggi la baia mostra una forte presenza del commercio ed un legame profondo con questo elemento del territorio. Le piazze, utilizzate da sempre come punto di raccolta e smistamento degli schiavi, si mostrano oggi nella città in modo ricorrente e costituiscono il luogo di incontro sociale maggiormente vissuto.

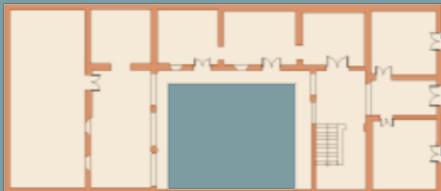
L'abitazione coloniale assunse poi caratteristiche tipiche della cultura spagnola ed iniziarono a formarsi abitazioni con un fronte strada ed un lato porticato interno a creare una corte protetta e nascosta. L'abitazione coloniale cerca così di generare una zona di privacy interna modificando i volumi dell'edificio per chiudersi alla strada e proteggere lo spazio di svago. Gli stessi materiali iniziarono a modificarsi poco

F1_ Architettura e forma; l'abitazione di Cartagena de Indias

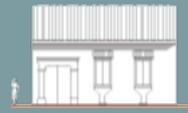
L

a casa di Cartagena De Indias è una tipologia di abitazione che è stata ampiamente studiata, grazie alla sua conformazione spaziale

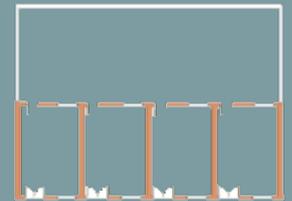
e alla sua geometria adattiva. Come anticipato nel capitolo precedente, la storia di Cartagena de Indias ha condotto anche l'architettura ad apportare dei cambiamenti; la società e la cultura sono state influenti, in questo cambiamento, tanto quanto la geografia e la topografia del territorio. Tale abitazione ha sviluppato nel tempo delle caratteristiche legate alla modernità che le hanno permesso di potersi differenziare in 4 principali categorie ^[1]: la casa "alta" ^[1.0], quella "alta con soppalco", la casa "bassa" ^[2.0] e la casa "accessoria" ^[3.0]. La prima tipologia si presenta a 3 piani fuori terra



^[1.0] La casa "Alta" Prospetto e pianta piano terra
fonte: HÁBITAT Y ARQUITECTURA IN Colombia



^[2.0] La casa "Bassa" Prospetto e pianta piano terra
fonte: HÁBITAT Y ARQUITECTURA IN Colombia



^[3.0] La casa "Accessoria" Prospetto e pianta piano terra
fonte: HÁBITAT Y ARQUITECTURA EN COLOMBIA

e corrisponde al tipo di abitazione tradizionale tra le più alte di Cartagena De Indias. Consente di realizzare talvolta un soppalco all'interno del volume più alto, come deposito o come zona notte dove di solito si possono trovare letti e amache per il riposo. La seconda tipologia risulta essere a 2 piani fuori terra, con maniche leggermente più strette e con un minor quantitativo di stanze

^[1] SILDARRIA ROA, ALBERTO, " *hábitat y arquitectura in colombia: MODOS DE HABITAR DESDE EL PREHISPÁNICO HASTA EL SIGLO XIX*, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016

^[2] MARIA DEL CARMEN BORREGO PLA, " *cartagena de indias*", LA ANDATURA DE UNA VIDA BAJO LA COLOMBIA, EL ANCORA EDITORE, 2010

interne. I due piani non consentono di realizzare sopralci interni perchè le altezze risultano essere troppo basse. La terza tipologia è quella accessoria; questo tipo di abitazione non è progettata per una vera e propria residenza ma lo può diventare per corti periodi come abitazione per gli ospiti. Solitamente non è rifornita di servizi come cucina e luoghi comuni poichè, nella maggior parte del tempo, viene utilizzata come deposito di attrezzi e locale per alcune lavorazioni manifatturiere. Queste abitazioni, talvolta temporanee, erano il luogo perfetto per organizzare una bottega con un punto di vendita direttamente sulla strada; diversamente dalle altre due precedenti, non presenta un patio o corridoi accessori. Le botteghe artigiane solitamente venivano gestite dai coloni ma il lavoro veniva svolto dagli indiani, dai meticci e dagli schiavi neri. Per quanto riguarda i prospetti si possono identificare caratteristiche comuni a tutte le tipologie: in molti casi viene prediletto l'utilizzo di laterizio e muratura in pietra direttamente intonacata e colorata; la presenza del balcone esterno si palesa solo nelle prime due tipologie dove la classe sociale ha interesse ad abbellire ed arricchire l'abitazione. L'architettura coloniale presenta ancora due componenti fondamentali: il primo è la presenza del convento ed il secondo è il tempio della chiesa interna all'abitazione. Il chiostro di solito veniva realizzato con tre corpi retrostanti all'abitazione disposti attorno al patio principale.

La "Hacienda" dei caraibi, così come si presenta oggi a Cartagena De Indias, iniziò a svilupparsi dopo la seconda metà del XVII secolo ^[4.0]. La stessa urbanistica della città si sviluppò nello stesso periodo dove iniziarono a formarsi le prime

piazze ed i luoghi di incontro centrali rispetto allo sviluppo della città. La gerarchia delle strade, nella struttura urbana del periodo coloniale, deriva dal suo rapporto con la piazza principale, dalla quale si svilupparono tutte le arterie con maggiore flusso di circolazione ^[3]. A Cartagena De Indias il suo carattere di porto commerciale e luogo di scambio di merci e prodotti insieme all'ingresso degli schiavi, ha portato alla creazione di ampi spazi disposti su tutto il territorio a servizio di questa attività urbana intensa. Gli stessi schiavi, una volta sbarcati sulla costa Colombiana, venivano condotti in questi ampi spazi per essere controllati e suddivisi, talvolta venduti e destinati alle coltivazioni sulle montagne alle spalle della città. Le piazze venivano anche utilizzate per le celebrazioni e per i riti religiosi di tutte le etnie,



[4.0] Abitazione tipica su Plaza della Hierba, Cartagena De Indias, Colombia

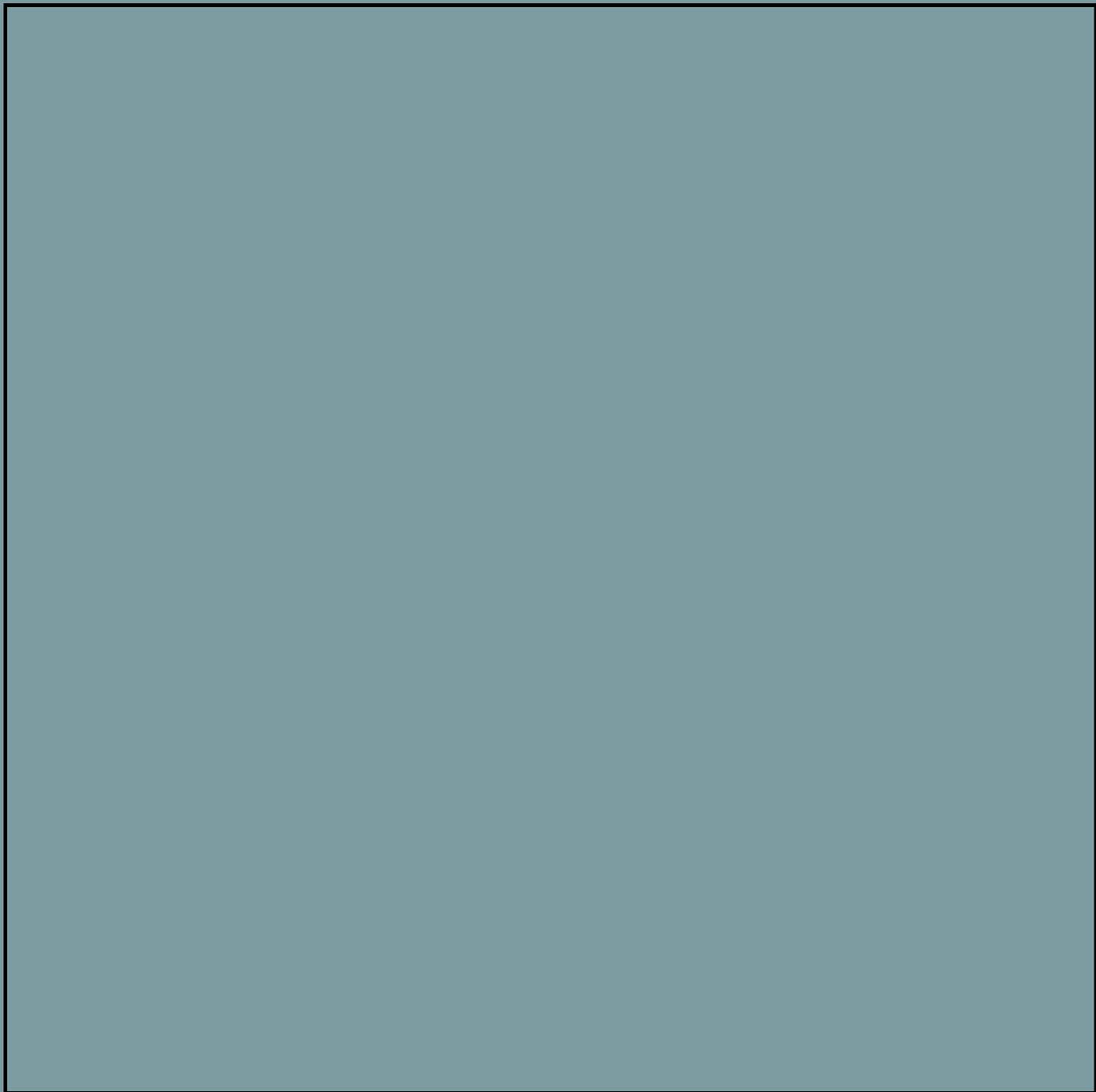
[3] MARIA DEL CARMEN BORREGO PLA, "cartagena de indias", la andatura de una vida bajo la colombia, EL ANCORA EDITORE, 2010

specialmente quella africana presente in quantità maggiore. La “Plaza del Rollo” e la “Plaza de la Hierba” ^[5.0], per esempio, vennero in seguito chiamate “Plaza de Esclavos” proprio per questa loro funzione centrale nell’attività celebrativa degli schiavi ^[4].

[4] SALDARRIA ROA, ALBERTO, “HÁBITAT Y ARQUITECTURA IN Colombia: MODOS DE HABITAR DESDE EL PREHISPÁNICO HASTA EL SIGLO XIX, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016



[5.0] Plaza de la Aduana, Cartagena De Indias, Colombia



dopo la fondazione della città; le case di fango e paglia furono sostituite da case di pietra, laterizio e ceramica. Uno dei principali motivi era legato alla facilità di incendio dei componenti della casa nonché alla sua bassa resistenza ed importante massività. Inoltre nel 1555 d.c., un'ordinanza della città raccomandava l'utilizzo di murature o "adobe" e la sostituzione di tutte le coperture di paglia e foglie secche con tetti di tegole in laterizio o fango ^[9].

Le abitazioni generalmente erano alte due piani; il piano terra era solitamente affittato a famiglie povere che potevano talvolta gestirlo come una bottega artigiana o come locale di vendita. Il primo piano invece costituiva l'appartamento del "Signore" che si sviluppava anche internamente e su maniche laterali. La casa coloniale è un termine che racchiude in sé in realtà molte opzioni spaziali e architettoniche il cui denominatore è "il patio". Questo modulo verde interno o esterno era il punto chiave da cui si snodava tutta l'architettura circostante; le stesse stanze privilegiate avevano un affaccio su di esso e più di ogni altro componente veniva curato ed abbellito. A Cartagena De Indias fu istituito il ruolo del mezzanino per le attività commerciali e per le residenze della servitù.

Altre abitazioni, ad un solo piano fuori terra, furono abitate dal ceto medio con attività generalmente individuali di famiglia. Queste case non erano isolate nel contesto cittadino, ma anzi ne facevano parte in modo del tutto casuale definendo una condizione quasi di uguaglianza sociale. Spostandosi invece nella periferia, iniziavano a comparire abitazioni di forma rettangolare allungata, costruite con materiali poveri e spesso di riciclo. La tecnologia era efficace e abbastanza rapida da realizzare; il "Bahareque" per esempio venne molto utilizzato nella campagna, dove terra e fango venivano colati all'interno di una parete rinforzata generalmente con elementi di bambù ^[10].

Fu nel XVII secolo però che si consolidò definitivamente l'insediamento spagnolo nel territorio Colombiano ed iniziò la fase denominata "Colonia". Le istituzioni governative e le forme di distribuzione istituzionali iniziarono a disporsi nella città e nel territorio; gli stessi

^[9] Saldarría Roa, Alberto, " *hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo xix*, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016

^[10] Saldarría Roa, Alberto, " *hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo xix*, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016

[11] MARIA DEL CARMEN BORREGO PLA, “cartagena de indias”, *la andatura de una vida bajo la colombia*, EL ANCORÀ EDITORE, 2010



[1.0] FONDAZIONE DELLA CITTÀ DI CARTAGENA DE INDIAS ANNO 1533, FONTE: REAL ACADEMIA DE HISTORIA, MADRID. REF. COLECCIÓN MUÑOZ, A-121, TOMO 96

territori agricoli vennero censiti e divisi per proprietari in modo del tutto organizzato. Ai coloni vennero assegnati schiavi per la lavorazione delle terre. La cittadina iniziò ad affermare il suo ruolo di riferimento nelle rotte di commercio e navigazione tra America e Europa, trasportando schiavi di origine africana e merci. Fu proprio in questo periodo che incrementò il processo di mistificazione delle razze ^[11]. Jaramillo Uribe, studioso e storico, osserva come nelle città di Cali e Cartagena De Indias, la popolazione di schiavi neri nei primi decenni del 1600, fosse uguale a quella di tutti gli altri gruppi etnici messi insieme ^[1.0]. Questo ha permesso all'elemento nero della popolazione di lasciare un segno più profondo nella società. Per motivazioni legate alle condizioni di schiavitù e al numero di popoli immigrati sul territorio, il secolo fu attraversato da frequenti rivolte e insurrezioni anche violente. Per quasi tutto il XIX secolo vi fu un'intensa agitazione politica associata al susseguirsi di lotte interne e guerre civili che proseguirono con durata variabile fino alla dichiarazione di pace. Dopo lo scioglimento della schiavitù avvenuta con diversi passaggi attorno al 1821, alcuni gruppi marginali della popolazione nera libera, occuparono alcune regioni della costa del Pacifico e si stabilirono con i propri insediamenti. In questa fase temporale si conservarono alcune delle tracce coloniali e furono introdotti nell'architettura alcuni miglioramenti, come l'uso di vetri alle finestre, marciapiedi lungo le strade realizzati con materiali sempre più resistenti. Nella fase successiva al periodo che va dal 1850 al 1880, alcune delle abitazioni iniziarono ad avere accesso al reti del servizio pubblico, introducendo acqua corrente ed elettricità con un primo allacciamento fognario. La stessa forma architettonica si modificò raggiungendo raramente i tre piani a causa del forte calore, presentando balconi come elemento esterno con relativa sporgenza contenuta. Le abitazioni in molti casi non presentavano un sistema di ventilazione; per questo motivo vi sono molti spazi esterni e diverse balconate e logge. Anche gli spazi interni, a causa del clima, subirono alcuni cambiamenti e iniziarono a essere costruiti lunghi corridoi senza alcun affaccio esterno, in modo da evitare alla luce di penetrare

e con essa il calore. Questo spazio, generalmente più fresco, lo si può ritrovare in molte delle abitazioni della città di Cartagena De Indias, alcune delle quali presentano un intonaco bianco esterno, diversamente dalla maggior parte molto colorata che dona alla città il suo aspetto caratteristico. Gli interni delle case coloniali venivano ricoperti di tappeti di origine Europa, in sostituzione alle stuoie indigene.

Una delle caratteristiche che si possono riscontrare camminando ancora oggi per la città è senza dubbio la sua compattezza, grazie anche alla sua parte chiusa nelle mura, costruite dai coloni spagnoli. Intorno al 1533 ca., poco dopo fondazione della città, per proteggere il luogo di approdo e di commercio dai pirati inglesi, olandesi e francesi.

La città si è sviluppata poi nel secolo successivo^[1.1] mantenendo però una palese segregazione tra le classi sociali; le stesse famiglie ricche si comportavano diversamente dalle famiglie del ceto medio e a loro volta dal ceto povero della società. Lo stesso accadeva nelle famiglie bianche ed in quelle nere, in quelle meticce e nelle famiglie di ex-schiavi o di indiani. Le famiglie con meno risorse non necessitano di imitare ciò che veniva fatto in altri territori; il loro modo di abitare è sempre stato di carattere più adattivo e spesso questa caratteristica si è tradotta in architettura con forme e geometrie molto più semplici ma talvolta più efficaci^[12]. Lo stesso concetto di privato è un elemento che si è consolidato maggiormente nel XX secolo e che nacque prevalentemente nella società capitalista e borghese con l'emergere dell'individuo come persona autonoma. La traduzione di questo concetto arriva in Colombia in un momento in cui il significato di vita privata non era chiaramente distinto; le porte di giorno erano aperte e la loro chiusura decretava solamente il termine della routine domestica e della vita mondana.

All'inizio del XX secolo, più precisamente nei dintorni del 1930, arrivò a Cartagena De Indias ed in generale in Colombia la modernità; questa linea temporale determina un ulteriore cambiamento nei modi di abitare^[1.2]. Iniziano a formarsi i primi quartieri nelle periferie cittadine con dinamiche sempre più rapide ed imprevedibili, legati alla classe operaia, portando alla formazione di quelli che oggi chiameremo

[12] SALDARRIA ROA, ALBERTO, “*hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispanico hasta el siglo xix*”, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016



[1.1] ILUSTRACIÓN 7 PLANO DE LA PLAZA DE CARTAGENA DE INDIAS, ELABORADO POR D. ANTONIO DE ARÉVALO EN 1744. FONTE: REAL ACADEMIA DE HISTORIA, MADRID. REF. COLECCIÓN MUÑOZ, A-121, TOMO 96



[1.2] PLANIMETRIA DELLA CITTA DI CARTAGENA DE INDIAS ANNO 1984 FONTE: Google Earth

^[13] *Informazione tratta da un incontro con Jose Luis Buchelli, pianificatore presso Università Javeriana*

“quartieri popolari”. El Pozon appartiene a questo tipo di formazione di quartiere e nasce con le condizioni di violenza e povertà rurale, motivato da uno sviluppo periferico di spostamento massivo dalla campagna alle spalle di Cartagena De Indias^[13].

1.3_ Evoluzione storica e socio-culturale dell'area del quartiere El Pozon

Il quartiere El Pozòn rappresenta attualmente una delle zone della città di Cartagena De Indias che manifesta situazioni più forti di difficoltà, disagio e disuguaglianza sociale. La stessa università della città, nella facoltà di scienze sociali ed educazione ha affrontato questo tema analizzando dall'interno la situazione. La società del quartiere appartiene alla famiglia dei "Despalzados", ovvero degli sfollati dalla campagne di etnie mistificate che oggi si sono stabiliti nei pressi della prima periferia cittadina alle spalle della città ^[14]. La popolazione appartiene a diversi ceti sociali e presenta situazioni individuali del tutto differenti. Il quartiere presenta però alcuni problemi e difficoltà comuni a tutti, secondo processi di emergenza legati al clima, alla topografia del territorio ed alla gestione delle risorse, prendendo in considerazione la mancanza a volte totale dei servizi di prima necessità. La ricerca affrontata dall'università descrive i processi di nascita e sviluppo del territorio in modo da comprendere attraverso quali dinamiche la progettazione può orientarsi. Partendo da una condizione di insediamento informale con forte sentimento di appropriazione legato all'abitazione, si cercano di definire le linee guida nel campo sociale per affrontare il cambiamento da situazione a rischio, in linea con l'integrazione legale del quartiere nel tessuto cittadino.

El Pozòn è situato nella zona sud-orientale della città di Cartagena De Indias; al giorno d'oggi è uno dei quartieri più vasti e densamente popolati della città ed arriva a superare le 40.000 persone. Ai suoi inizi si presentava come insediamento semi-rurale senza legame con il centro cittadino e talvolta senza connessioni di servizi con la rete pubblica ^[15]. La nascita di El Pozòn avvenne principalmente per motivi di sfollamento dalla città, purtroppo in condizioni di violenza e povertà rurale.

Verso la fine degli anni 60', circa 57 contadini di Bolívar, Córdoba e Sucre, presero alcune delle terre vicino alla "Ciénaga de la Virgen", baia

^[14]^[15] MARIA JOSE LLORENTE JIMENEZ
"informe de investigación el pozon, un acercamiento a los procesos de surgimiento y apropiación del territorio desde las voces de sus actores como estrategia de reconocimiento de las narrativas locales; estudio de caso: barrio el pozon, sector primero de mayo de la ciudad de cartagena de indias", FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN, AÑO 2014

naturale interna alla città per coltivare il riso, ed il 4 febbraio del 1969 venne ufficialmente fondato il quartiere.

Tra le molte ragioni principali dell'arrivo dei primi coloni nel quartiere, ci fu il fenomeno dello sfollamento legato alla violenza che il popolo Colombiano stava subendo nella seconda metà del XX secolo. Le cause principali di queste violenze sono state ritrovate in posizioni politiche che hanno portato alla mancanza di sostegno da parte del governo centrale verso i contadini e l'impotenza delle autorità locali, regionali e governative, nel gestire con sicurezza la situazione nella campagna Colombiana. Le guerre interne poi tra l'esercito e la guerriglia hanno costretto molti dei contadini a lasciare le loro terre native e spostarsi nella città, poiché il "campo" era diventato la scena principale di queste lotte. Una delle conseguenze della violenza e dello sfollamento degli indigeni è la perdita di terra per molte famiglie contadine ed il conseguente spostamento in ambienti totalmente estranei a loro per sopravvivere.

Un'altra causa legata a questa condizione risulta essere la corruzione amministrativa, la quale ostacola il progresso del paese in termini di occupazione, istruzione, alloggio, salute e ricreazione, ed ha costretto la popolazione dei dipartimenti della costa atlantica a trasferirsi nelle città come Cartagena De Indias, Barranquilla e Santa Marta.

Ma come hanno fatto questi contadini a raggiungere il Pozón?

Per rispondere a questa domanda dobbiamo prendere in considerazione la necessità di una casa ed un proprio lotto libero per coltivare, l'indipendenza della famiglia ed il bisogno di stabilità in un luogo fisso. La condizione di povertà in molti casi non permetteva un affitto e più in generale i problemi erano legati alla sofferenza dei contadini in mobilità, rispetto alle risposte che questi nuovi coloni stavano cercando vicino alla città. Questo fenomeno di migrazione massiva iniziò a generare zone come quella di El Pozon.

A Cartagena, il fenomeno della migrazione interna, chiamato "inter-vicinato", continua ancora oggi ed è un fenomeno che apre molte possibilità all'analisi ed allo studio di come i raggruppamenti

architettonici instaurino diversi meccanismi di sopravvivenza. Questi stessi meccanismi, sempre in evoluzione, generano mistificazione urbana e portano alle condizioni per instaurare insediamenti informali. Da un'altra prospettiva si può dire che il fenomeno della migrazione inter-vicinato è condizionato da diversi fattori legati al ruolo della famiglia nella tradizione e alla necessità di spazio sempre maggiore; queste condizioni, valutate in altri contesti nel mondo, spesso portano ad una gestione soggettiva e disordinata dello spazio con conseguente problema di sovraffollamento ^[16].

La topografia del territorio inoltre non ha migliorato le condizioni del quartiere; i terreni infatti sono bassi ed in molti casi pianeggianti e presentano un basso dislivello, sono impregnati d'acqua e fangosi; per questo motivo sono stati chiamati "Pozón". A causa delle frequenti alluvioni e al ristagno delle acque, i primi residenti si misero alla ricerca di una migliore qualità della vita, trasferendosi nel lembo di terra più vicino alla strada che porta alla città a quello che oggi viene chiamato il "Settore Centrale"; in questo territorio più staccato dalla baia, costruirono le prime case e formalmente iniziarono a gettare le basi del quartiere.

Tra il 1970 e il 1976, il territorio cominciò ad essere organizzato grazie al governo locale e alla amministrazione di Álvaro Escallón Villa, che per risoluzione dell'incorporazione N. 001571 dell'8 luglio 1977 del codice terreni, legalizzava la terra, riconoscendo così i primi residenti. Il 25 ottobre 1993, furono venduti parte dei terreni ancora illegali nel quartiere per un numero pari a 106 ettari, in favore di "Cor-vivienda", un'associazione ancora oggi attiva che censisce gli immobili ed i proprietari terrieri. Iniziava così il processo di legalizzazione dei terreni che oggi corrispondono a settori chiamati "Central", "Ciudadela", "La Paz", "1 ° Maggio", ecc., Ad oggi il processo di legalizzazione della terra ed il censimento della medesima è ancora una sfida in questo quartiere poiché quasi il 35% dei terreni non sono ancora legalizzati. Gli stessi assi di comunicazione interni, ed alcune volte esterni, presentano ancora condizioni di dissesto e non-cura ^[17]. Nel 2012 il quartiere conteneva

^[16] <https://barriosdelcaribe.wordpress.com/2012/12/04/el-pozon-entre-fango-y-pavimento/>

^[17] <https://barriosdelcaribe.wordpress.com/2012/12/04/el-pozon-entre-fango-y-pavimento/>

^[18] <http://barrioelpozon.blogspot.com.co/2008/07/fundamentos-historicos-de-el-pozn.html>

circa 41.068 abitanti, distribuiti in 33 settori che oggi compongono la sua divisione politica. Oggi si stima un incremento di circa 15-20% considerando alcune nascite attualmente non censite.

Il quartiere di El Pozón rimane oggi in continua espansione, da sud a nord lungo la strada principale, unica strada asfaltata. Dalla zona consolidata precedentemente sino a sud, gli effetti delle inondazioni dalla Ciénaga de la Virgen sono sempre più forti a causa della topografia del luogo. Il quartiere è caratterizzato da alti tassi di popolazione sfollata proveniente da molte parti del mondo e la criminalità è alta, così come i livelli di povertà legati ai bisogni primari; anche le istituzioni educative esistenti e le cooperazioni di quartiere sono presenti sul territorio ma non riscuotono grande successo a causa della necessità di lavoro anche nelle fasce più giovani; per esempio alcuni dei bambini incontrati durante il sopralluogo presentavano un'età approssimativa vicino ai 6 anni e stavano lavorando alla propria abitazione ^[18].

Gli abitanti stessi risentono di questa condizione attuale di bassa istruzione e condizioni di lavoro infantile. Alcuni progetti prevedono l'inserimento delle comunità a disagio nella partecipazione attiva per la riqualificazione socio-culturale e produttiva, dove, soprattutto nella fascia più giovane, si prevedono dei laboratori didattici pratici che mettano in comunicazione il lavoro e l'istruzione. Uno di questi progetti si chiama "World Vision", fondato nel 1986 in appoggio alle comunità in emergenza abitativa, applicato nei luoghi dove il tasso di istruzione è più basso. Questo progetto forniva aiuto nell'educazione, nel miglioramento della condizione abitativa e nella salute. In questo gruppo facevano parte anche famiglie intere con diverse madri lavoratrici in diversi ambiti capaci di insegnare e diffondere la loro competenza.

Nel 1981, con l'aiuto dell'ex governatore di Bolívar Alvaro Escallon Villa, il quartiere ricevette in parte l'allacciamento all'elettricità e all'acqua corrente, e nel 1986 Manuel Domingo Rojas portò la luce nella maggioranza delle case presenti nel quartiere. Il sistema di raccolta delle acque reflue invece ancora oggi non è diffuso in tutto il territorio

costruito e diverse abitazioni non ne sono fornite. Nel 2011 il quartiere ha subito una delle inondazioni più intense nella sua storia e dopo questo disastro è stata creata una cooperativa che ha svolto un ruolo di pressione nei confronti della città di Cartagena De Indias per un miglioramento delle condizioni legate a questo fenomeno che si verifica due volte l'anno. Grazie a queste continue sollecitazioni, qualche anno dopo è stato creato il canale "Chiamaria dos" che oggi impedisce a una parte del quartiere di essere inondata durante i periodi di piena. "Dopo l'inondazione, racconta un abitante del quartiere, quasi tutto era distrutto e le strade avevano acqua fino sopra alle porte di ingresso in alcuni punti. Credo che quello che non ti uccide ti renda più forte! Per questo oggi abito ancora qui, perchè è il posto in cui sono nato e sarà il posto in cui morirò; per quante alluvioni possano venire la casa l'ho costruita con le mie mani e potrei rifarla altre mille volte"^[19].

La costituzione politica della Colombia, nel suo articolo 51 afferma: "Tutti i Colombiani hanno il diritto ad un alloggio dignitoso. Lo stato stabilirà le condizioni necessarie per rendere questo diritto efficace e promuoverà piani di interesse sociale, sistemi adeguati di finanziamento a lungo termine e forme associative di esecuzione di questi programmi abitativi". Per tanto tutti i Colombiani hanno diritto ad accedere ad una casa in condizioni dignitose.

Il sentimento di impegno che identifica gli abitanti del Pozòn, rivela un carattere positivo e unito nell'insieme. Le persone del vicinato spesso sono disponibili ad aiutare e molti lavorano in modo costante per migliorare le condizioni generali, non solamente nella propria abitazione. Questo grande senso di appropriazione che lega le persone del quartiere alla terra in cui sono nate, fa sì che si sviluppino meccanismi per i quali molti costruiscano marciapiedi per la collettività, sistemino parchi e aree verdi ^[20].

Il senso di appropriazione legato ad una terra o a un'abitazione nasce da fattori e da condizioni non sempre dipendenti dall'acquisto o dalla proprietà, nel possesso o dall'acquisizione volontaria. Talvolta può svilupparsi nelle persone tramite una sensazione correlata alla

^[19] MARIA JOSE LLORENTE JIMENEZ "informe de investigación el pozon, un acercamiento a los procesos de surgimiento y apropiación del territorio desde las voces de sus actores como estrategia de reconocimiento de las narrativas locales; estudio de caso: barrio el pozon, sector primero de mayo de la ciudad de cartagena de indias", FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN, AÑO 2014

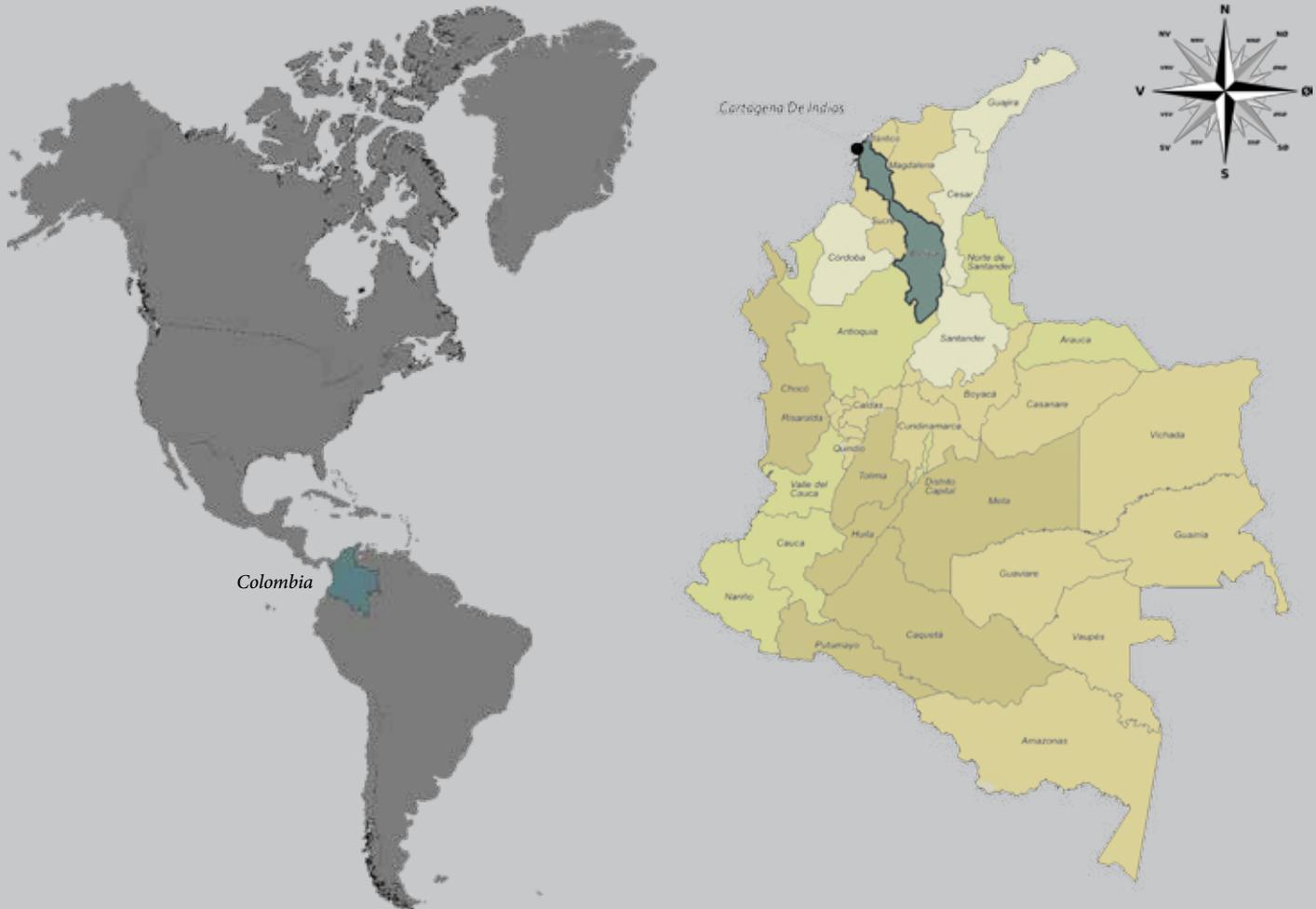
^[20] <http://barriodelpozon.blogspot.com.co/2008/07/fundamentos-historicos-de-el-pozn.html>

[21] MARIA JOSE LLORENTE JIMENEZ
“*informe de investigación el pozon, un acercamiento a los procesos de surgimiento y apropiación del territorio desde las voces de sus actores como estrategia de reconocimiento de las narrativas locales; estudio de caso: barrio el pozon, sector primero de mayo de la ciudad de cartagena de indias*”, FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN, AÑO 2014

costruzione stessa, alla materialità della casa. Guardando questa situazione e questa condizione sociale da un punto di vista più ampio, si potrebbe considerare anche un aspetto legato alla diversità intrinseca delle abitazioni, riconoscere perciò nell'unicità dell'elemento architettonico un senso di identificazione personale. Questo concetto, emerso durante un momento di riunione e confronto di un Workshop a Bogotá con il professor Carlos Hernandez Correa, viene correlato alla proprietà, ovvero al possesso materiale dell'oggetto. Da questa definizione sono stati considerati diversi aspetti: la capacità e la necessità di identificare inequivocabilmente il possesso di un bene ed attribuirlo al suo possessore che, nel caso specifico di un'abitazione, sta nell'identificare i confini entro i quali questa diventa di appartenenza privata ed i limiti oltre il quale diventa spazio comune e pubblico; un secondo ragionamento si collega invece al possesso dell'abitazione dal punto di vista del possessore, definendo quali siano le caratteristiche più influenti per poter rafforzare questo concetto abitazione-abitante. Come aspetto maggiormente significativo per il rafforzamento di tale rapporto, l'auto-costruzione o costruzione partecipata è stata definita come punto cruciale e motivo di sviluppo ed approfondimento. Questa metodologia di progettazione e costruzione in sito, diventa così il fulcro attorno al quale l'utente può creare e personalizzare la propria abitazione e interagire costruttivamente nella sua realizzazione. Tale metodo, nei paesi più poveri e nelle condizioni più sfavorevoli, abbassa ed in alcuni casi toglie, il costo della manodopera. Questa metodologia però presenta alcune problematiche, come la necessità di conoscenza e cultura nella costruzione, capacità legate a una figura professionale che, tramite la sua esperienza, possa fornire un contributo tecnico. Nello stesso anno dell'inondazione, il sindaco di Cartagena De Indias, aveva provveduto alla risistemazione parziale del quartiere con fondi pubblici e impiegato altre risorse per migliorare il sistema di censimento fino ad un risultato di 130 nuove abitazioni legali nel quartiere e altrettanti titoli per la coltivazione e l'uso del suolo [21]. La maggior parte delle persone incontrate e intervistate concordano

sul fatto che, nonostante tutti i problemi attuali del quartiere, ci sia un desiderio da parte degli abitanti a migliorare la condizione sociale e urbana ma mantenendo le abitazioni auto-costruite, poichè parte della loro vita. In una città come Cartagena De Indias, dove molti quartieri vivono in condizioni di povertà, si sono sviluppate memorie e legami che hanno condotto alla formazione di comunità quasi autonome secondo insediamenti informali. L'imprevedibilità dello sviluppo degli insediamenti deve essere punto di partenza, la chiave attraverso il quale ripensare all'architettura. Il ruolo della stessa, calato in queste condizioni, nasce da un'analisi sociale molto precisa, da uno studio dentro alla società che lo abita per capirne le condizioni ma soprattutto le radici; la consapevolezza sociale arriva poi a tradursi così in tecnica.

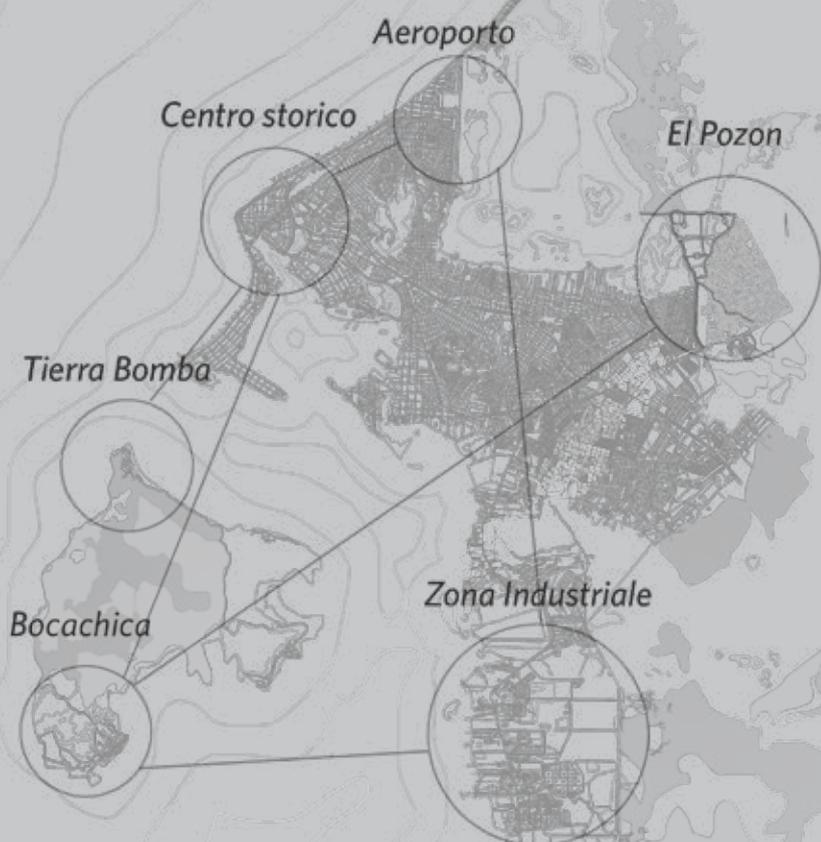
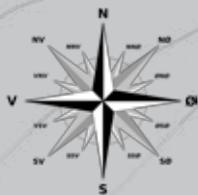
1.4_ Inquadramento territoriale



[1.3] INQUADRAMENTO DELLA COLOMBIA, DELLA REGIONE BOLIVAR E DI CARTAGENA DE INDIAS

“Cartagena de Indias ^[1.3] è una città della Colombia, situata sulla costa Nord del paese. È la capitale del dipartimento di Bolívar, regione posizionata a nord dello stato, e conta 895.400 abitanti (censimento 2005), sesta città Colombiana per popolazione.

Cartagena De Indias è una delle principali destinazioni turistiche della Colombia ed una delle più frequentate della regione caraibica, grazie





^[1.4] IMMAGINE AEREA DELLA CITTÀ DI CARTAGENA DE INDIAS, FONTE *Google Earth*



^[1.5] SISTEMA IDROGRAFICO DELLA COLOMBIA FONTE: <https://Colombiavive.wordpress.com>

^[22] https://it.wikipedia.org/wiki/Cartagena_de_Indias

alla sua favorevole posizione geografica in una baia contornata di isole e lagune, e alla sua ricca storia derivante dall'essere stata il principale porto del continente durante il periodo coloniale spagnolo^[22].

Nel suo territorio comunale vengono incluse anche alcune isole al largo della costa Colombiana, anche se geograficamente più vicine ad altri dipartimenti, come l'arcipelago di San Bernardo situato nel golfo di "Morrosquillo" al largo delle coste del dipartimento di Sucre, le isole caraibiche del Rosario e molte altre minori. La sua conformazione naturale accoglie un'insenatura e una baia molto ampia e consente la formazione di un porto esteso su gran parte del suo perimetro. Questa sua naturale topografia, come descritto nei precedenti capitoli, è stata sfruttata nel campo del commercio marittimo per gran parte dello scorso millennio ed ancora oggi svolge una funzione importante nell'economia della regione. Con 25.978 km², il distretto di Bolivar presenta un'estensione prevalentemente verticale, lungo l'asse immaginario nord/ovest-sud/est.

Il dipartimento è delimitato a nord dal Mar dei Caraibi e dall'oceano Atlantico, a nord-est dal dipartimento della Maddalena, ad est con i dipartimenti di Cesar e Santander, a sud da Antioquia, mentre a ovest confina con i dipartimenti di Sucre e Cordoba.

Il distretto fa parte del gruppo caraibico più turistico e culturale di tutto il territorio Colombiano; il capoluogo, Cartagena de Indias^[1.4] comprende inoltre le isole di Tierra Bomba, Corales del Rosario, Baru e San Bernardo.

La maggior parte della superficie bolivariana corrisponde alle pianure delle catene montuose di San Jacinto e Santa Rosa a nord. Al centro del dipartimento c'è la depressione di "Momposina", una zona di piena corrispondente alla parte bassa del fiume Magdalena, il quale confina con il dipartimento da sud a nord. Tra gli affluenti del rio, spiccano il fiume Cauca e il San Jorge^[1.5]; altri corsi d'acqua che raggiungono Magdalena, sono i fiumi Boque, Cimitarra, Santo Domingo e Tigüí.

La depressione momposina si trova alla confluenza del fiume Cauca e San Jorge, ed è la zona più a rischio di inondazione del paese, a causa

delle dinamiche fluviali che esistono nella regione ^[23]. Nel periodo delle piogge più intense, gli affluenti portano un quantitativo di acqua importante che si riversa nel fiume Magdalena molto velocemente.

Alcuni degli altri fiumi che si riversano sono i bracci minori di Loba, Morales, il Papayal, il quitasol ed il rio Simiti. Ci sono anche numerosi torrenti che portano le loro acque a questi fiumi principali e molti di essi generano paludi e zone inondate anche nei primi chilometri dalla partenza.

Per questo motivo, per la presenza di una fitta rete idrografica che insiste su tutto il paese, l'acqua è un elemento importante e di forte impatto nella topografia. La stessa acqua portata dai fiumi minori, termina nell'estuario del Rio Magdalena confluendo all'interno dell'area di influenza vicino a Cartagena De Indias, portando con se, per alcuni mesi l'anno il problema delle inondazioni derivanti dalla pioggia intensa. Lo stesso terreno nei pressi della città, cambia densità ed in alcuni posti filtra acqua in superficie provocando zone paludose e stagnanti che si protraggono anche per alcune settimane. Con l'aumento temporaneo e sporadico delle acque nel fiume, aumentano anche i detriti ed i rifiuti che tale acqua si porta dietro; nel periodo di pioggia intensa si possono vedere grandi depositi nei pressi dell'estuario del fiume, i quali in molti casi raggiungono il mare e le coste caraibiche.

Per questo motivo la qualità delle coste ne sta risentendo molto, soprattutto in questi ultimi anni dove anche la fauna ittica ha subito un importante decremento; anche a causa del clima e dell'aumento delle temperature, questa terra ha subito una riduzione della costa nei pressi delle spiagge.

Il clima del dipartimento è prevalentemente caldo, moderatamente umido a nord e più intenso a sud, con precipitazioni che possono raggiungere anche i 2000 mm all'anno ^[24].

Anche la componente vegetale risente di questo cambiamento climatico legato alle contaminazioni. In Colombia sono presenti differenti tipologie vegetali, le quali sono state classificate in circa 130.000 tipologie di piante diverse; lungo le coste del mare dei Caraibi crescono

^[23] https://it.wikipedia.org/wiki/Cartagena_de_Indias

^[24] https://it.wikipedia.org/wiki/Cartagena_de_Indias

^[25] <http://www.unimondo.org/Paesi/Americhe/America-meridionale/Colombia/Flora-e-fauna>

^[26] https://it.wikipedia.org/wiki/Cartagena_de_Indias

in quantità abbondante mangrovie ^[1.6] e palme da cocco; nell'area più interna della regione si possono trovare il mogano, la quercia, il cedro, il pino e numerose varietà di balsa. Per quanto riguarda la foresta tropicale localizzata più a sud, è comune trovare piante di caucciù, di chinchona, vaniglia, zenzero, e arbusti di bassa statura dai quali vengono ricavati materiali anche per l'edilizia.

“Nel novembre del 1936 l'orchidea *Cattleya trianae*, conosciuta anche come “Fiore di maggio”, è stata nominata fiore nazionale della Colombia”^[25]. Questo perché i colori del petalo centrale sono blu, giallo e rosso come la bandiera Colombiana, e dal fatto che nel XIX secolo fu scoperto da un botanico Colombiano. L'affaccio sul mare permette la crescita della mangrovia, come anticipato, la quale costituisce un patrimonio diffuso su tutta la costa di Cartagena De Indias. Questa vegetazione è importata per la regione e a causa degli stessi fattori contaminanti le acque, si sta degradando e molti esemplari stanno scomparendo ^[26]. La stessa fascia dove è stato costruito il quartiere oggetto del progetto, è stata ripulita dalla mangrovia e sono stati distrutti diverse centinaia di metri di vegetazione. Per questo motivo diventa importante prestare attenzione alla vegetazione nei dintorni del sito, al mantenimento di una pianta autoctona che cresce naturalmente nei pressi della città e che rappresenta parte del patrimonio ambientale. Questo stesso arbusto viene utilizzato per creare zone ombrose e come elemento dell'arredo come seduta, in quanto presenta differenti diramazioni che permettono la seduta comoda. Altre specie arboree diffuse sulla costa, in particolare a Cartagena De Indias sono il “*Conocarpus erectus*”, la “*Terminalia Catappa*” e la “*Tabebuia Rosea*”. Queste tipologie arboree sono più frequenti nel territorio e crescono naturalmente; nel progetto di arborizzazione a livello urbano è stata considerata questa componente, anche in funzione del re-impiantamento di specie arboree autoctone che siano in grado di resistere al clima tropicale della città.

I confini della città mostrano una costa frastagliata con presenza di diverse isole anche a ridosso della stessa. L'impianto viario e stradale presenta ordine rispetto all'articolazione delle vie di comunicazione in



[1.6] Idrografia e vegetazione della città di Cartagena De indias

- Viabilità
- Confini cittadini
- Urbanizzazione



[1.7] Viabilità, Confini e urbanizzazione generale della città di Cartagena De Indias

funzione delle arterie maggiori ^[1.7]; è riconoscibile infatti un tracciato di isolati a maglia quadrata, sviluppati poi a seconda della topografia in funzione dell'esposizione. La città inoltre si sviluppa partendo dalla città ammuragliata estendendo la sua periferia per circa 20 Km.

1.5_ Sviluppo, emergenza abitativa e criticità ambientali

Il Pozon nasce come insediamento informale a causa di una storica arretratezza rurale, nei primi anni del 1960^[27]. L'accampamento all'epoca ancora in fase di sviluppo, ha portato ad un' espansione costante in direzione della costa, ad opera dei cittadini indigeni movimentati dai campi coltivati alla periferia delle città; gran parte delle città Colombiane possiede ancora oggi una periferia con difficoltà sociali derivate da questo motivo. Nel caso di El Pozon, le abitazioni furono costruite fin da subito a ridosso della prima fascia costiera denominata "playòn", zona permeabile più bassa vicino alla costa, necessaria durante l'innalzamento del livello del mare e durante il periodo alluvionale come deposito temporaneo delle acque. Questa fascia, più bassa di circa un paio di metri rispetto al bordo naturale della "Ciénaga de Tesca o La Virgen" è lo spazio all'interno del quale ancora oggi si verificano inondazioni; questo fenomeno di costruzione in costante sviluppo è stato reso possibile recuperando spazio tramite il deposito di rifiuti solidi. La conformazione dell'estuario fluviale è uno spazio molto ampio, composto da terreno difficilmente costruibile e con forti problemi di acqua di risalita dalle falde sotterranee^[28]. El Pozon, chiamato così per la sua caratteristica di "grande pozzo" è una zona oggi densamente costruita con forti problemi derivanti dalla presenza dell'acqua. Per questo motivo negli anni passati è stato costruito un canale a Nord-est che consente di convogliare le acque e risolve parzialmente il problema delle inondazioni^[29].

Le stesse abitazioni sono state costruite su terreni "gratuiti" e in alcuni casi in modo illegale. Ad oggi il tasso di abitazioni informali non legalizzate è basso, ma si prevede un' espansione incontrollata nel territorio a nord-ovest, oggetto di progetto. Per questo motivo la progettazione mira ad essere in evoluzione controllata, ovvero progettata in modo che la "casa progressiva" venga gestita nella sua evoluzione. Le stesse abitazioni, nella proposta, sono progettate in modo che il nucleo familiare possa espandersi all'interno di un volume controllato^[30] ed evitare così la

^[27] *Informazione tratta da un incontro con Jose Luis Buchelli, pianificatore presso Università Javeriana*

^[28] *Informazione tratta da un incontro con Ricardo Sanchez, Cartagena De Indias, 17/05/2018*

^[29] *Incontro con Diego Bermudez, Bogotá, 23/04/2018*

^[30] *Incontro con Carlos Hernández Correa, Bogotá*



Coltivazioni 15%
9.448 Ha



Espansione 3%
1.889 Ha



Protezione 3,5%
2.500 Ha



Tessuto urbano 10%
6.300 Ha



Industriale 2%
1.259 Ha



Area in trattamento 6%
3.779 Ha



Acqua 16%
10.750 Ha



Area rurale 17%
10.708 Ha



Persone
ca. 900.000



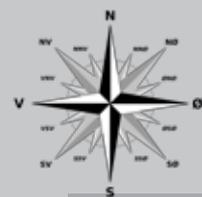
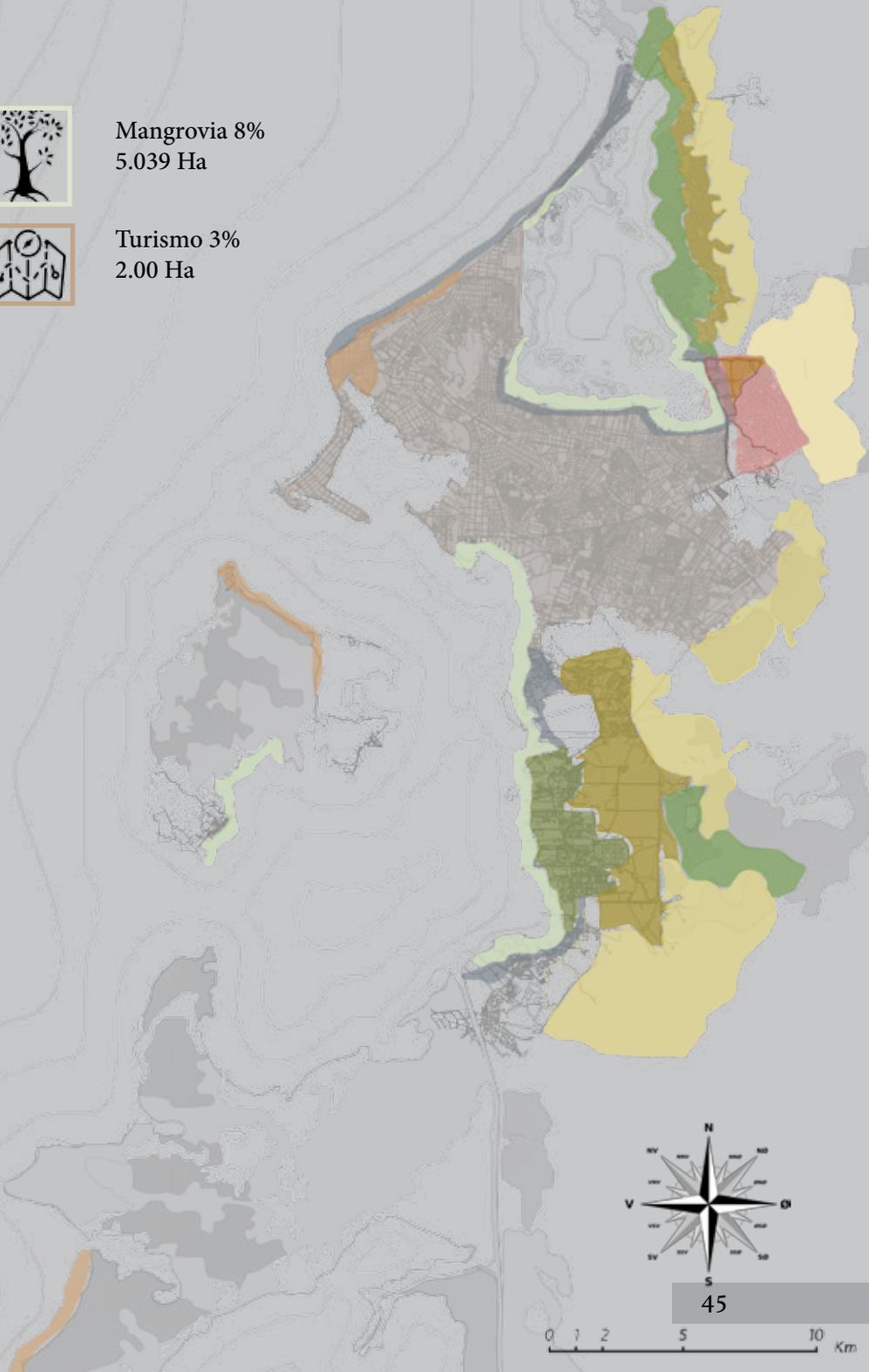
Persone
ca. 41.750



Mangrovia 8%
5.039 Ha

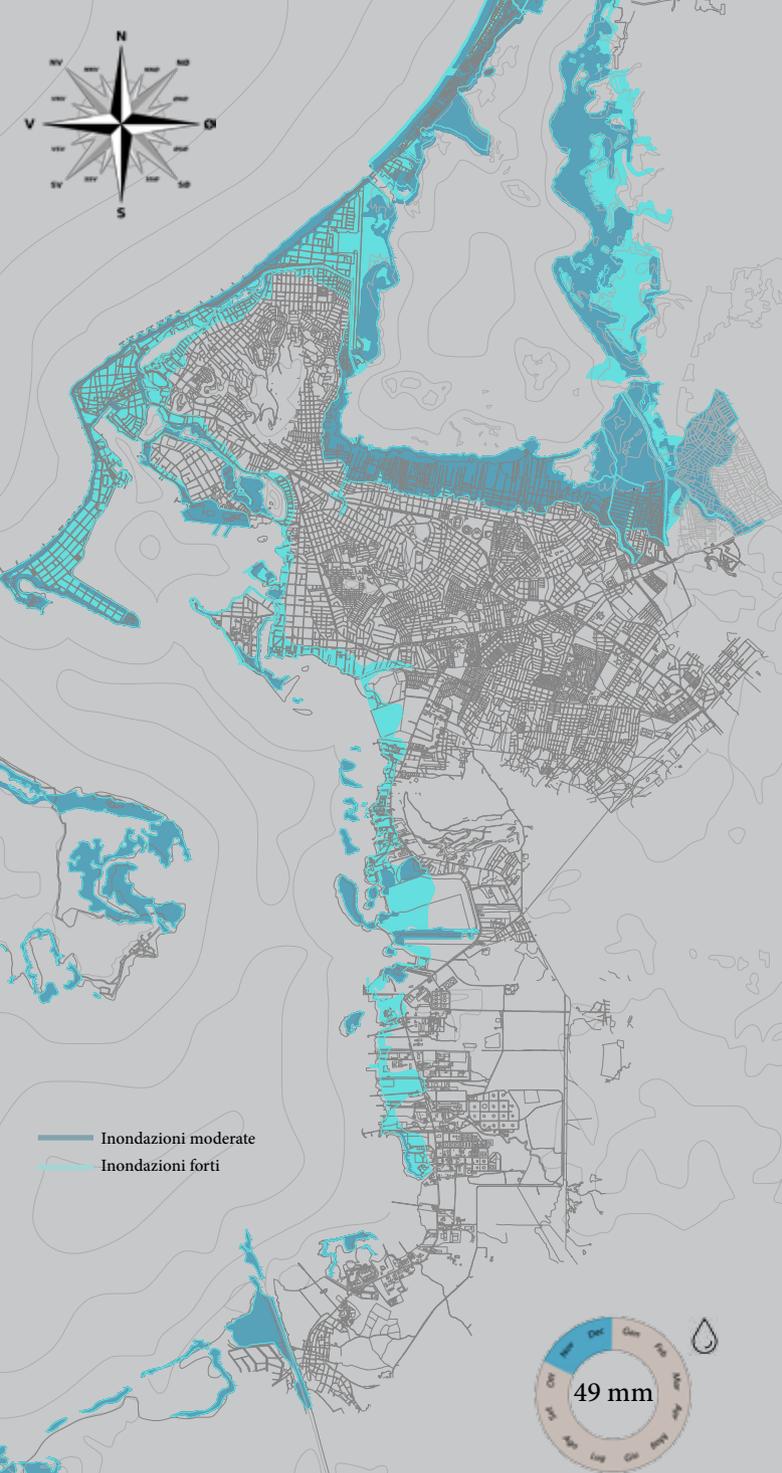


Turismo 3%
2.00 Ha

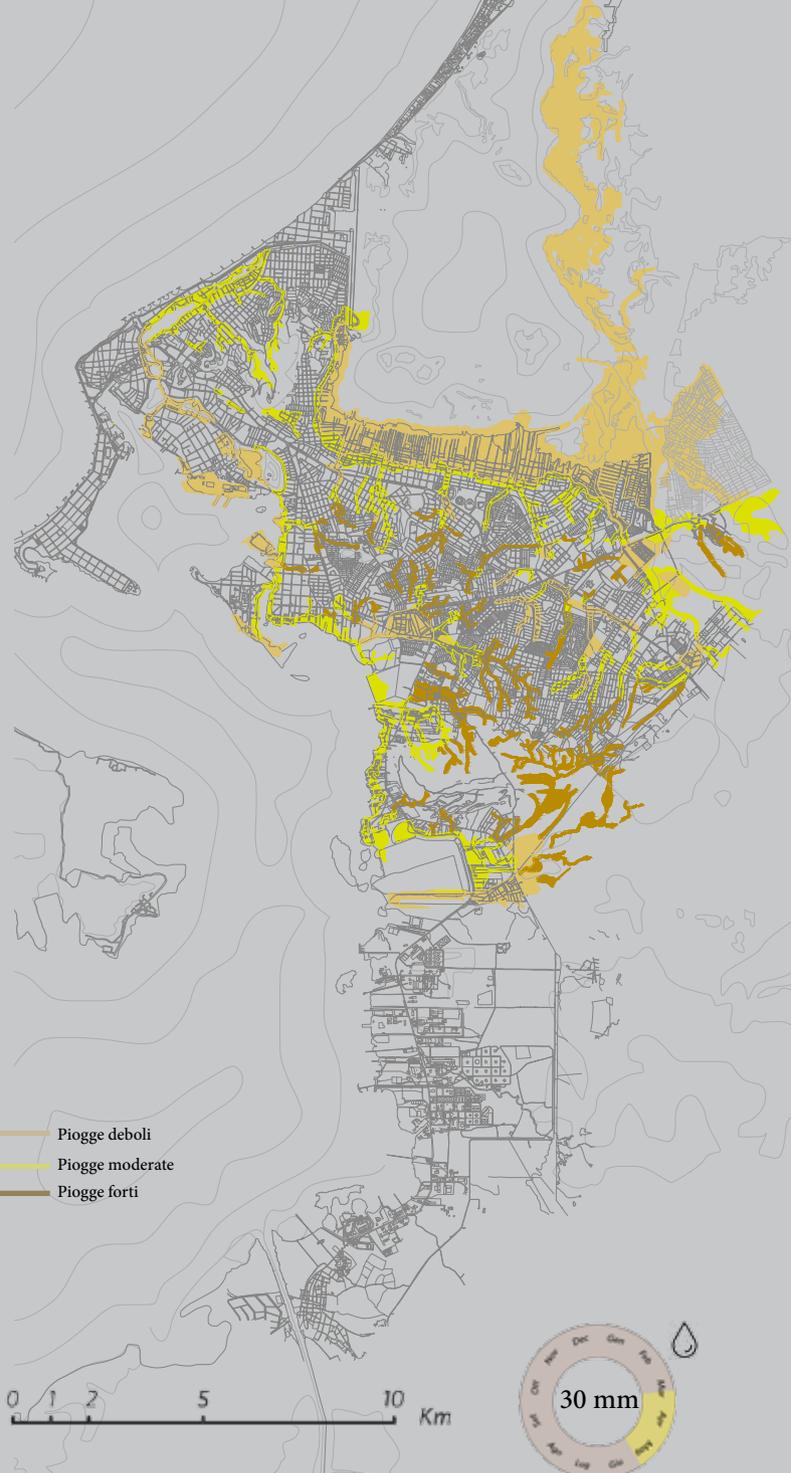


45

0 1 2 5 10 Km

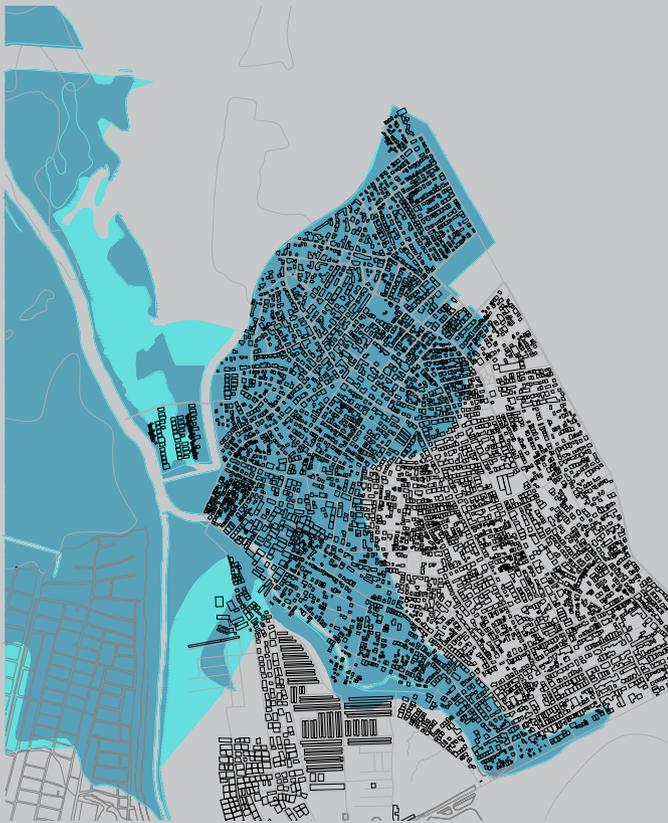


[1.8] Mappa delle inondazioni dovute all'innalzamento del livello del mare in Cartagena De Indias



[1.9] Mappa delle inondazioni dovute alla pioggia in Cartagena De Indias

— Inondazioni moderate
— Inondazioni forti



[2.0] Mappa delle inondazioni dovute all'innalzamento della Cienaga nel quartiere El Pozon

— Piogge deboli
— Piogge moderate
— Piogge forti



[2.1] Mappa delle inondazioni dovute all'innalzamento della Cienaga nel quartiere El Pozon

formazione di accampamenti.

Nella città vi sono altre zone che presentano situazioni simili; le zone industriali per esempio a sud della città storica, sono state costruite alle spalle di una zona paludosa bonificata, ma parte dell'estuario del fiume. Alle spalle di questa si trova una zona in espansione a carattere industriale e commerciale per le attività portuali. La stessa area delle coltivazioni ad est della Cienaga de La Virgen è posizionata sopra una zona paludosa, e vicino ad essa si estende la vegetazione delle mangrovie inserita oggi in un'area protetta. La sua estensione è abbastanza rilevante

nel tessuto della città e costituisce parte del patrimonio naturale della regione. In queste stesse aree si trovano però anche grandi quantità di rifiuti abbandonati e accumulati che distruggono parte di questa flora e uccidono anche la fauna ittica locale. La stessa Ciénaga de La Virgen ha risentito, negli ultimi anni, una forte diminuzione del pescato anche se ancora oggi quest'attività viene praticata da gran parte della popolazione locale. Il numero delle persone nella città di Cartagena De Indias è in aumento anche a causa dell'incremento del fenomeno di sfollamento della parte di popolazione che si stabilisce in maniera permanente nei quartieri periferici ^[31].

La condizione di povertà diffusa nel quartiere è causa anche di questa condizione ambientale difficile. Le inondazioni che si verificano per pioggia o per innalzamento del livello del mare, portano difficoltà in tutta la città ^{[1.8] [1.9]}, aggravando lo stato dei quartieri più disagiati.

Per questa ragione il governo ed il comune di Cartagena De Indias fornisce un sussidio per le famiglie e le abitazioni colpite da questa disgrazia; le stesse popolazioni a cui che per circa due volte l'anno viene allagata l'abitazione possono usufruire di servizi temporanei e agevolazioni per le ristrutturazioni delle unità abitative ^[32]. Alcune delle abitazioni più colpite da questo fenomeno spesso vengono abbandonate a causa dei gravi danni subiti, e ed in molti casi il nucleo familiare viene spostato in un altro pezzo di terra nei pressi del precedente. La condizione di "desplazamiento", ovvero spostamento costante rimane quindi un problema, che prima di tutto nasce dalla bassa qualità edilizia di alcune delle abitazioni permanenti.

Alcune tecnologie e accortezze, in paesi appena fuori la periferia di Cartagena De Indias, sono state adottate per risolvere questo problema, come l'innalzamento del piano ospite tramite palificate in legno su basamento in cemento.

Come si evince dalle mappe territoriali del quartiere ^{[2.0] [2.1]}, durante la stagione delle piogge, più del 50% delle abitazioni viene allagata e , la zona oggetto di espansione, subisce una condizione ancora più grave. Per questo risulta importante anticipare l'espansione verso la Ciénaga e progettare in modo efficiente risolvendo i problemi che oggi si presentano.

^[31] *Incontro con Carlos Hernández Correa, Bogotá*

^[32] *Informazione tratta da un incontro con Ricardo Sanchez, Cartagena De Indias, 17/05/2018*

| | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno | luglio | agosto | settembre | ottobre | novembre | dicembre |
|---------------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| temp. media (°c) | 11,0 | 12,0 | 14,2 | 16,3 | 19,3 | 23,0 | 25,8 | 26,0 | 23,6 | 19,3 | 15,2 | 12,3 |
| temp. minima (°c) | 6,0 | 6,8 | 8,9 | 11,2 | 14,0 | 17,5 | 20,0 | 20,3 | 18,1 | 14,1 | 10,1 | 7,5 |
| temp. massima (°c) | 16,1 | 17,2 | 19,6 | 21,4 | 24,6 | 28,6 | 31,6 | 31,8 | 29,2 | 24,6 | 20,3 | 17,2 |
| precipitazioni (mm) | 27,0 | 19,0 | 24,0 | 30,0 | 26,0 | 12,0 | 3,0 | 6,0 | 26,0 | 49,0 | 37,0 | 37,0 |

Tabella temperature e precipitazioni annuali in Cartagena De Indias

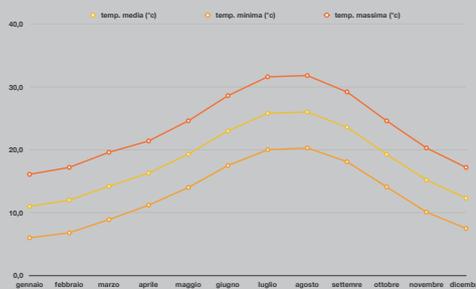


Grafico andamento delle temperature

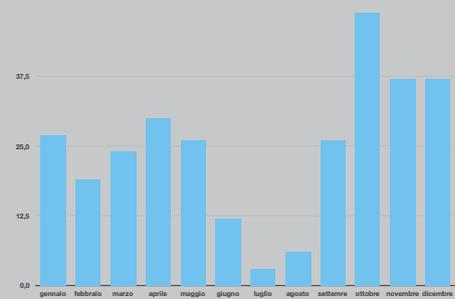


Grafico delle precipitazioni



Grafico confronto tra temperature massime, minime e precipitazioni annuali

F2_ Reportage fotografico























El Universal

*“Cartagena amanece bajo lluvia
Bayuca y El Pozon se inundaron”*
20 Noviembre 2016 7:48 am



1.6_ Analisi urbana, servizi, infrastrutture e connessioni della città

Ho studiato la città di Cartagena De Indias in diversi aspetti, per capire le motivazioni che hanno portato il tessuto urbano a conformarsi così come lo si incontra oggi; la stratificazione sociale, la divisione in aree, la topografia e gli elementi che legano o separano i quartieri periferici dal centro cittadino. Per fare questo ho analizzato le connessioni, gli assi di comunicazione, la viabilità, la densità dei quartieri, la destinazione d'uso, la presenza o meno di alcuni servizi di primaria necessità, i casi di violenza e il numero di abitanti per quartiere. Come suggerito da alcuni esperti tra i quali Ricardo Sanchez, architetto in Cartagena De Indias, questo tipo di analisi permette di localizzare i servizi e capire il perchè di molte situazioni difficili ^[33]. Il quartiere El Pozon, come verrà mostrato nelle successive mappe, presenta un'alta densità abitativa e un numero di abitanti per quartiere più alto rispetto alle zone del centro cittadino; le stesse condizioni abitative sono difficili ed, in alcuni casi, non vi è la presenza di servizi di prima necessità. Le statistiche e i numeri riferiti alle diverse situazioni sono stati oggetto di analisi tramite software online ^[34].

La prima delle analisi che sono state fatte è stata condotta sulla viabilità ^[2.2] e sulle principali arterie di comunicazione. Molte delle vie che collegano la periferia alla città presentano un traffico intenso e in molte fasce orarie è difficile percorrerle velocemente. Alcune di esse si interrompono in prossimità del quartiere, come nuova via pedonale vicino alla Cienaga de la Vergin. Il contorno stesso del quartiere non è sempre continuativo e spesso viene interrotto da deposito di detriti e rifiuti abbandonati. Le vie di comunicazione che connettono la periferia al centro cittadino sono in gran parte asfaltate e in buone condizioni; le strade interne al quartiere invece sono per la maggior parte sterrate ed in molti casi risulta difficile percorrerle a causa delle condizioni e delle frequenti pozze d'acqua pluviale stagnanti.

La dimensione delle strade è variabile ed in molti casi, all'interno del

^[33] *Informazione tratta da un incontro con Ricardo Sanchez, Cartagena De Indias, 17/05/2018*

^[34] <http://midas.cartagena.gov.co/>

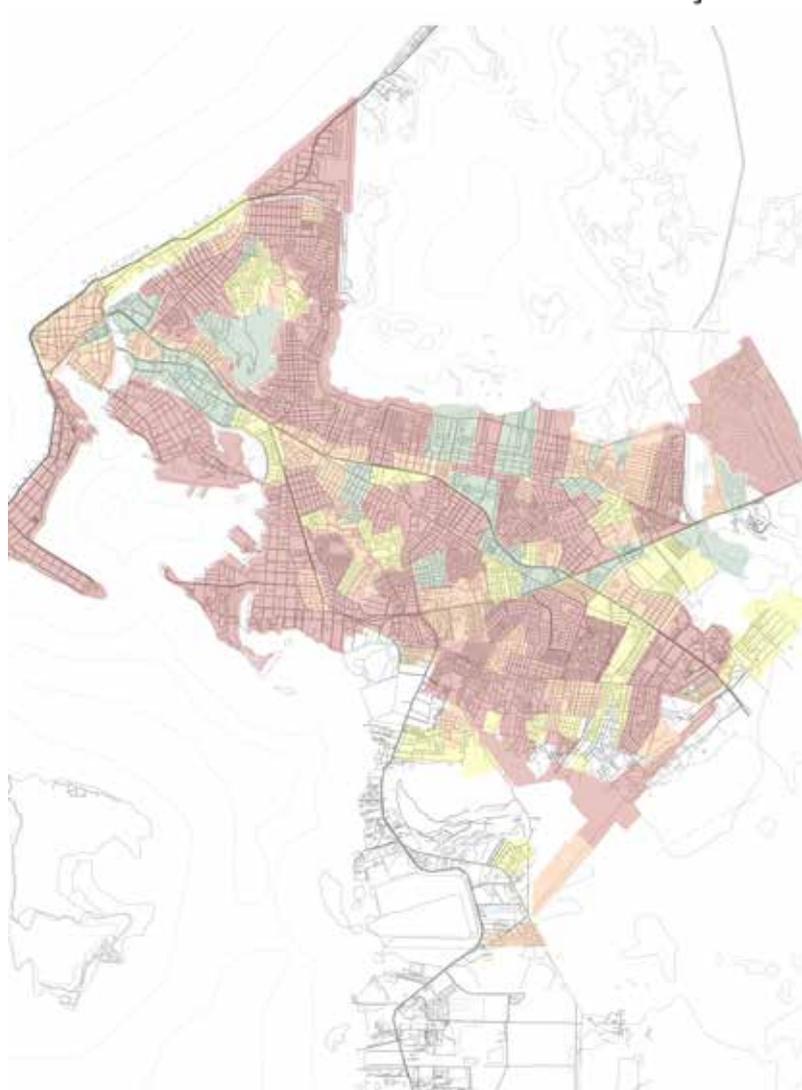
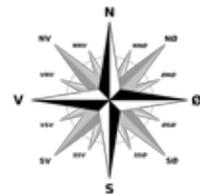
quartiere, non vi sono sensi di percorrenza stabiliti e ordinati. Nella parte a sud-est invece la presenza di un maggior numero di negozi e di aree commerciali ha portato ad una qualità stradale più alta, dove si possono trovare anche zone parcheggio, deposito biciclette e motoveicoli, insieme ad una gerarchia stradale consolidata.

La seconda situazione analizzata corrisponde al numero di abitanti per zona e al numero di abitazioni per quartiere ^[2.3]. La mappa mostra come questi due valori siano del tutto correlabili e che la città presenti un territorio mistificato. Le aree con un numero di abitazioni e abitanti maggiori, non sono localizzate in alcuni punti periferici della città, ma invece sono amalgamate nel tessuto. Il quartiere El Pozon presenta un numero di abitanti maggiore di 6121; il numero approssimativo risulta essere di un ordine di grandezza maggiore e supera di poco le 41000 persone dichiarate. Lo stesso numero di abitazioni interno all'area è di gran lunga superiore allo standard utilizzato per il calcolo. Lo stesso nucleo familiare risulta essere maggiore in queste zone e addirittura si arriva ad essere composto da 6-7 persone all'interno della stessa abitazione.

La terza situazione analizzata è stata condotta per conoscere il tasso di violenza legato ai casi di omicidio e/o casi di denuncia ^[2.4]. Questo è stato fatto per capire la situazione dal punto di vista della sicurezza del quartiere, insieme al livello di criminalità legata a questi luoghi. La mappa mostra come la città abbia per la maggior parte pochi casi di violenza dichiarati e sia, anche in questo caso, mistificata e non presenti zone maggiormente a rischio rispetto ad altre. Lo stesso centro storico cittadino presenta, il tasso di violenza più alto esattamente come il quartiere El Pozon, in quanto la tolleranza non esprima esattamente la differenza tra i due. La situazione di insicurezza percepita interna al quartiere, nonostante questo valore, risulta essere comunque maggiore rispetto ad altre zone più frequentate dai turisti e localizzate nei pressi del centro storico. Questo fenomeno, il quale verrà motivato meglio successivamente con ulteriori mappe, è parzialmente legato anche al basso numero di stazioni di polizia e centri di sicurezza nei pressi di

- Isolati
- Vie di comunicazione
- El Pozon

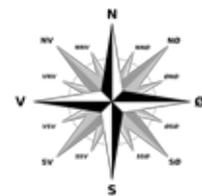
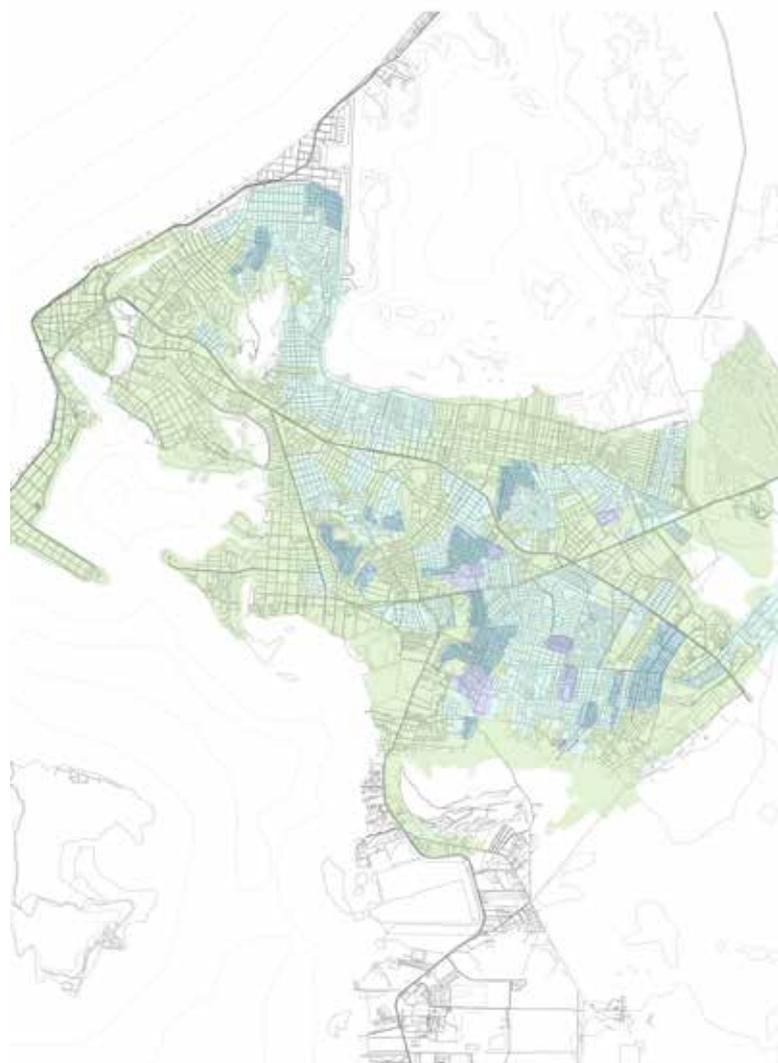
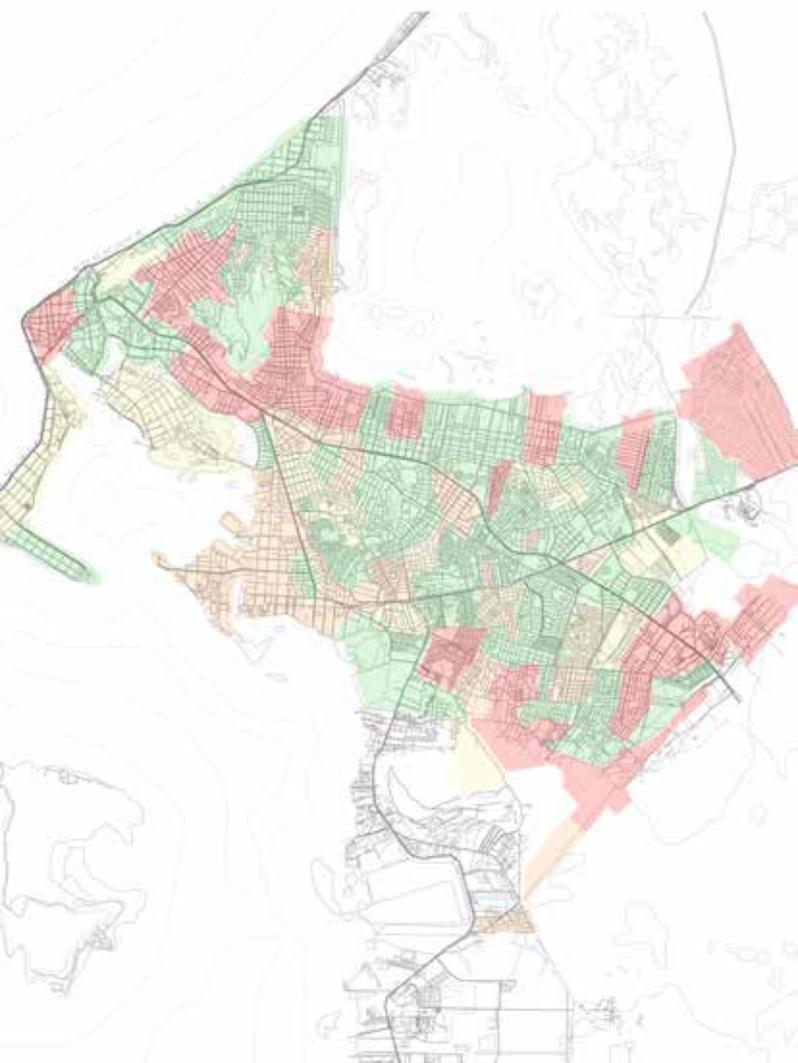
- Meno di 1230 persone e 296 case
- Tra 1230 e 2714 persone / 296 e 599 case
- Tra 2714 e 6121 persone / 599-1317 case
- Più di 6121 ab. e 1317 case



0 1 2 5 10 Km

[2.2] Mappa delle vie di comunicazione principali

[2.3] Mappa numero di abitazioni e abitanti



[2.4] Mappa del numero di omicidi e violenze

[2.5] Mappa della densità della popolazione per Km²

queste zone.

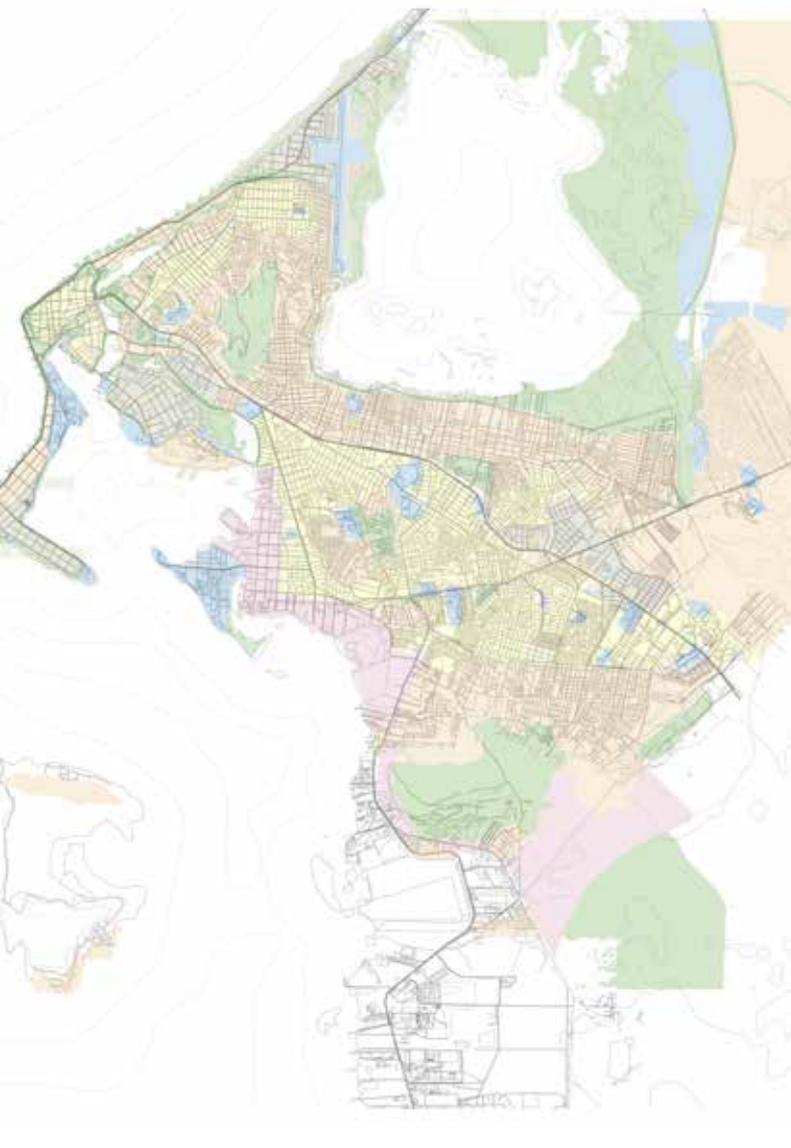
La quarta situazione analizzata a livello urbano è stata condotta su valori inerenti alla densità abitativa ^[2.5]. La Colombia, in generale, non è uno stato con densità abitativa molto alta; relazionandola al resto del mondo si posiziona in una fascia medio-bassa grazie anche alla parte di territorio coltivata e in parte piena di foreste. Le città come Cartagena De Indias rispecchiano questa condizione generale e non presentano un tasso di densità abitativa alta. Il quartiere in esame appartiene alla fascia con densità minore e presenta al suo interno fabbricati di bassa elevazione. L'abitazione di Cartagena De Indias generalmente non supera i 2/3 piani fuori terra e nel caso del quartiere, la maggior parte delle abitazioni risulta essere a un solo piano. La distanza dei fabbricati in alcuni casi è sufficiente a consentire uno spazio verde condiviso; in altri le abitazioni vengono costruite le une a ridosso delle altre.

La quinta situazione analizzata riguarda la destinazione d'uso del suolo ^[2.6]. La città presenta una mistificazione prevalentemente fra le destinazioni d'uso residenziale e "mista di tipologia 1". Il tessuto urbano è infatti costituito per la maggior parte da abitazioni residenziali, fabbriche e uffici. Le aree verdi sono presenti all'interno del suolo cittadino e ricoprono una parte fondamentale soprattutto nei pressi della costa e della Ciénaga de La Virgen. La vegetazione prevalente è costituita da arbusti di bassa statura e mangrovie di diverse specie. A sud della città, all'interno della baia naturale, la destinazione d'uso cambia inserendo anche la componente industriale legata al commercio, allo stoccaggio di petrolio e alle attività portuali di scambio nazionale e internazionale. Infine troviamo una tipologia definita "istituzionale" che riguarda le aree di proprietà statale, come l'aeroporto, ed altre definite zone protette dove non è possibile costruire, espandersi o coltivare. Alle spalle di questa mistificazione del suolo, troviamo delle coltivazioni rurali private, ad est della città proprio a ridosso del quartiere El Pozon. In queste aree non sono presenti costruzioni se non di servizio alle attività agricole e l'espansione della città non procede in questa direzione.

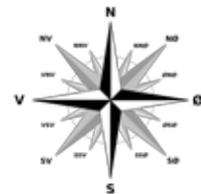
La sesta situazione analizzata riguarda la dislocazione puntuale di ospedali, cliniche pubbliche e private, centri di cura e farmacie ^[2.7]. Questo ha permesso di definire le zone cittadine che hanno più facilità di accesso alla sanità in generale e invece le fasce che sono mal connesse con questo servizio e necessitano spostamenti rilevanti per poterle raggiungere. Come mostra la mappa, i centri di sanità sono principalmente collocati lungo le arterie di traffico principali e nella zona della città storica ammuragliata. Sul confine sud del quartiere è presente un solo ospedale, che a causa dell'alto numero di persone della zona è costantemente sovraffollato. Non è presente nessuna farmacia dove poter reperire farmaci e la prima dista ad un paio di chilometri; anche per questo motivo la salute degli abitanti è a rischio.

La settima situazione analizzata è stata focalizzata nella ricerca e nel successivo collocamento in planimetria delle aree ricreative e dei centri commerciali principali^[2.8]. Come nel caso precedente di ospedali e farmacie, anche la disposizione delle aree ricreative e dei centri commerciali è localizzata lungo gli assi di comunicazione principali e va diminuendo in prossimità della periferia. In questo caso sono stati considerati solamente i centri commerciali maggiori di interesse collettivo; all'interno delle vie minori si presentano molti negozi al dettaglio soprattutto legati alla vendita di prodotti alimentari. Questa seconda situazione è quella che descrive meglio il quartiere El Pozon e molti simili ad esso come il quartiere Boston, posizionato a nord-ovest. La vendita di frutta e prodotti alimentari è senza dubbio l'attività produttiva più diffusa nel quartiere. Nelle vie principali a sud, più distanti dalla Cienega, si possono trovare anche altri tipi di attività commerciali, insieme ad alcuni punti vendita che provvedono quasi interamente al fabbisogno dell'intero quartiere stesso. La viabilità in queste zone più commerciali e più ordinata e organizzata, in funzione della mobilitazione di veicoli dedicati al commercio. Le aree ricreative invece non sono presenti in grandi quantità; in tutto il quartiere è presente soltanto un spazio attrezzato poichè le stesse vie di comunicazione vengono utilizzate dagli individui più giovani come

- Verde
- Residenziale
- Misto tipo 1
- Misto tipo 2
- Istituzionale
- Industriale, produttivo



[2.6] Mappa della destinazione del suolo



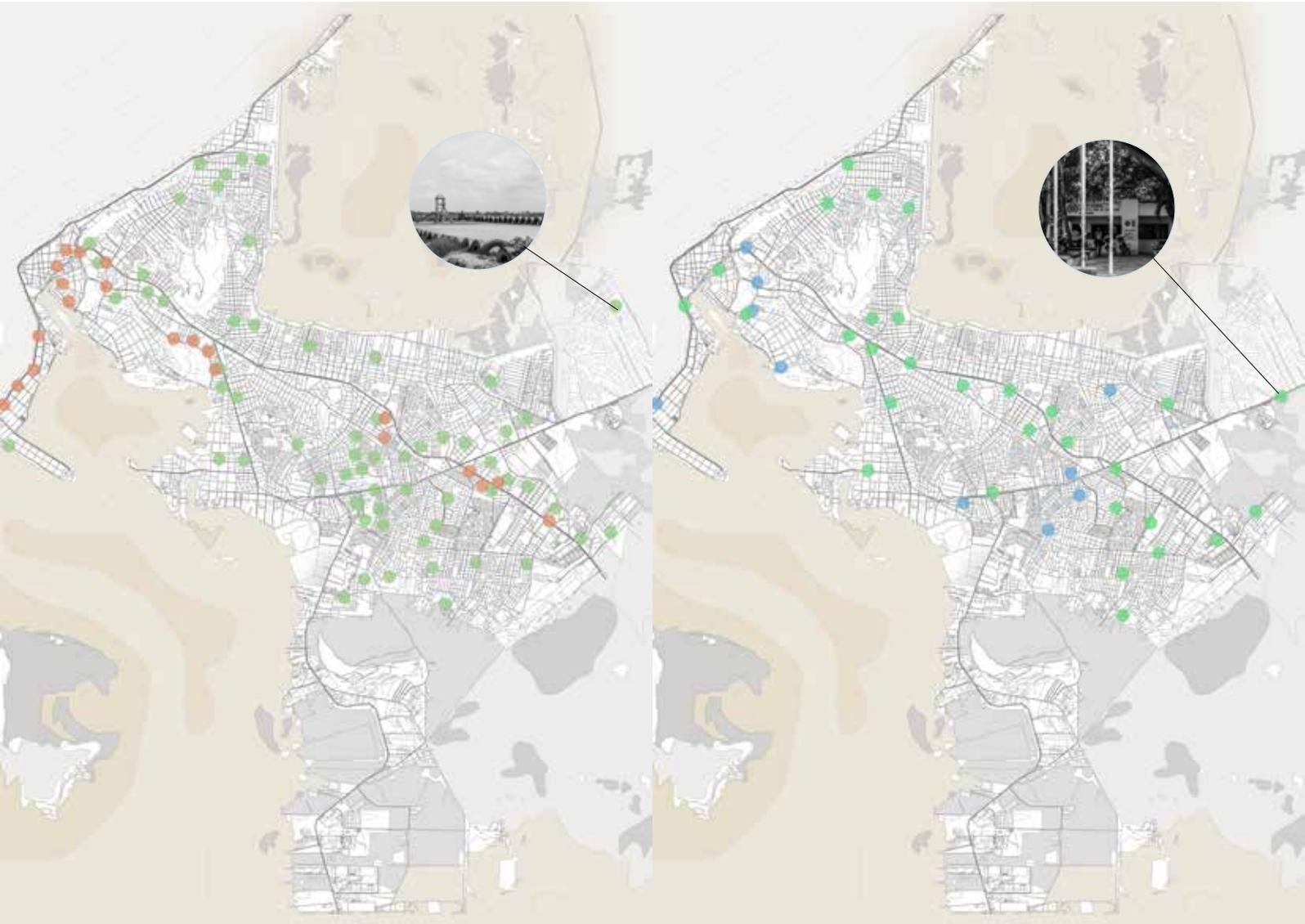
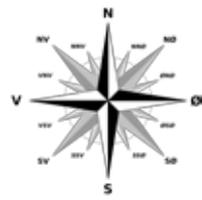
- Farmacie
- Ospedali



[2.7] Mappa posizione di ospedali e farmacie

- Aree ricreative
- Centri commerciali

- Stazioni di polizia
- Centri di sicurezza



[2.8] Mappa posizione aree ricreative e centri commerciali

[2.9] Mappa posizione stazioni di polizia e centri sicurezza

luogo di incontro e di svago. La posizione periferica di questo spazio ricreativo, posizionato nella parte nord-est, fa sì che non venga molto frequentato e utilizzato dai bambini.

L'ottava situazione analizzata riguarda la sicurezza, la presenza di stazioni di polizia e la loro distribuzione sul territorio cittadino^[2.9]. La quantità di centrali di polizia nella città risulta essere sufficiente rispetto all'estensione della stessa. La presenza di ufficiali di polizia all'interno della città è costante e consente un controllo generale; la distribuzione sul territorio è abbastanza omogenea e la quantità di uffici diminuisce nei pressi della periferia. La condizione del quartiere invece risulta essere diversa; è presente una sola stazione di controllo e sicurezza ed all'interno delle strade non è sempre costante la presenza degli ufficiali. La stessa gestione delle strade non è controllata e spesso si possono incontrare detriti e rifiuti sulla carreggiata.

La nona analisi riguarda i luoghi di istruzione a livello di quartiere e la distribuzione dei luoghi di culto a livello cittadino^[3.0]. La presenza di scuole nel quartiere è abbondante e le stesse sono ben distribuite nel contesto. I luoghi di culto allo stesso modo hanno una distribuzione uniforme nel tessuto ed in molti casi sono frequentati da un pubblico numeroso^[35]. La condizione sociale di El Pozon però ha portato ad un basso utilizzo dei locali scolastici sin dalla prima infanzia; questo problema è legato alla necessità di lavoro degli individui che dai primi anni dalla nascita non frequentano le scuole. Il tasso di istruzione del quartiere e tra i più bassi della città, diversamente dalla media Colombiana che appartiene ad una delle fasce più alte al mondo con un 94% di popolazione istruita^[36].

L'ultima analisi è stata condotta in merito alle connessioni tra la periferia ed il centro cittadino^[3.1]. I servizi pubblici, a livello urbano, non sono molto presenti sul territorio e non riforniscono tutto il perimetro urbano. Alcune delle stazioni di sosta non sono funzionanti e quelle segnalate in mappa corrispondono a quelle attualmente attive. Nei pressi del quartiere El Pozon è presente la stazione terminale della linea Bus ed il collegamento di questa parte della città con il centro è

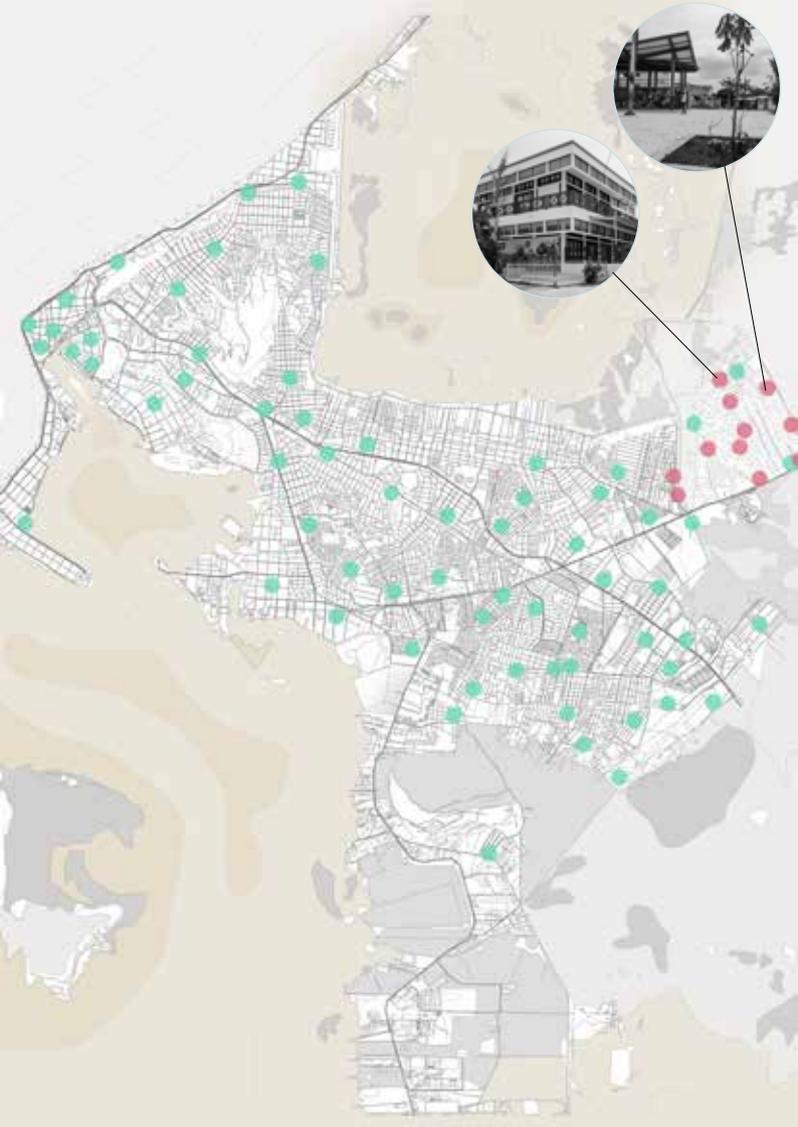
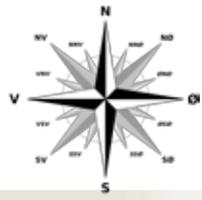
^[35] <http://midas.cartagena.gov.co/>

^[36] <https://www.indexmundi.com/map/?t=0&v=39&r=sa&l=it>

abbastanza buono, nonostante il trasporto pubblico risulti essere molto affollato e sia difficile la percorrenza del tratto a causa dell'alto traffico nelle ore di punta. Per tanto all'interno del progetto è stata proposta una possibilità di comunicazione e commercio tramite la percorrenza dei canali e della Ciénega de la Virgen, in modo da limitare il traffico ed utilizzare questa grande risorsa.

- Chiese e luoghi di culto
- Scuole e centri di istruzione nel quartiere

- Fermate Bus linea trasporto pubblico



[3.0] Mappa posizione scuole di quartiere e chiese



[3.1] Mappa posizione stazioni trasporto pubblico Bus

0 1 2 5 10 Km

F3_ Esempi applicativi in Cartagena De Indias (Arch. D.Bermudez_ Area Boston)

L'area Boston è un quartiere di Cartagena De Indias posizionato ad Ovest del quartiere El Pozon. La situazione socio- culturale deriva, come nel caso del quartiere in progetto, da accampamenti in costante espansione di origine indigena provenienti dalle campagne. I “desplazados”, così come vengono chiamati, hanno costruito gran parte delle abitazioni utilizzate ancora oggi a ridosso della Cienaga de la Virgen, la quale per alcuni mesi l'anno, sale di livello idrico e inonda gran parte del quartiere. Questa condizione è portata dal fatto che molte delle



^[1.0] Immagine della Cienaga e del “Playon” nel 1950 , fonte: El Universal

abitazioni sono costruite su deposito di rifiuti da cantiere e detriti i quali vengo gettati sempre più avanti rispetto alla costa ^[1]. Un' immagine risalente al 1950 ^[1.0], mostra lo stato di avanzamento delle



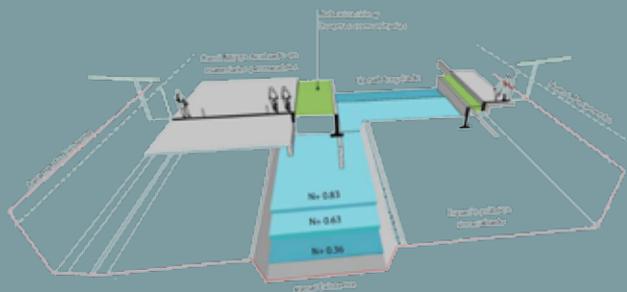
^[2.0] Immagine satellitare della Cienaga e delle costruzioni, 2018 fonte: Google Earth Pro

costruzioni rispetto al limite massimo dettato naturalmente dalla costa. Questa immagine oggi può essere confrontata con lo stato attuale di avanzamento tramite una fotografia aerea presa dal satellite ^[2.0], e si può vedere la dimensione dell'insediamento costruito in poco più di 60 anni. Questo suolo antropizzato, gerarchicamente frammentato da una forte direzione di costruzione verticale senza sufficienti connessioni orizzontali, ha portato nel tempo ad una segregazione sociale

^[1] [http://www.plan4c.com/docs/20170314154118_Presentaci%C3%B3n_Proyecto_Barrio_Adaptado-Boston%20\(24-02-2017\).pdf](http://www.plan4c.com/docs/20170314154118_Presentaci%C3%B3n_Proyecto_Barrio_Adaptado-Boston%20(24-02-2017).pdf)

^[2] *Incontro con Diego Bermudez, Bogotá, 23/04/2018*

con conseguenti tensioni interne al quartiere. Il progetto proposto dallo studio Daniel Bermudez Arc. mira a fermare il fenomeno della costruzione abusiva all'interno dello spazio di estuario naturale, interponendo questa sequenza, tramite una strada carrabile e pedonale. Allo stesso modo propone un canale perimetrale che gestisca le acque ^[3.0] nella fase acuta di risalita e crei spazi permeabili interni facilitando le connessioni orizzontali aprendo

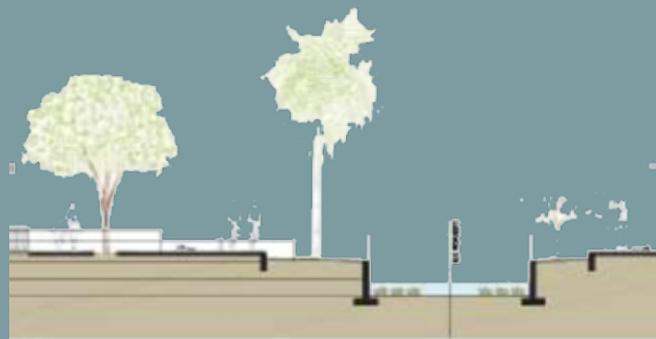


^[3.0] Progetto di gestione delle acque e delle strade fonte: [HTTP://WWW.PLAN4C.COM/](http://www.plan4c.com/)



^[4.0] Progetto di gestione del suolo e degli spazi comuni, fonte: [HTTP://WWW.PLAN4C.COM/](http://www.plan4c.com/)

nuove vie e nuovi ponti di collegamento^[2]. Il progetto architettonico e urbano, considera anche il discorso sociale, legato al modo di abitare tipico



^[5.0] Sezione stradale, fonte: [HTTP://WWW.PLAN4C.COM/DOCS/20170314154118_PRESENTACI%C3%B3N_PROYECTO_BARRIO_ADAPTADO-BOSTON%20\(24-02-2017\).PDF](http://www.plan4c.com/docs/20170314154118_PRESENTACI%C3%B3N_PROYECTO_BARRIO_ADAPTADO-BOSTON%20(24-02-2017).PDF)

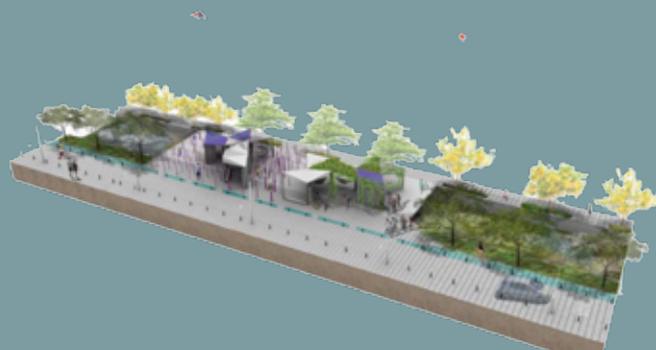
degli insediamenti informali; tramite la creazione di spazi comuni ^[4.0] e sistemi integrati di istruzione e auto-produzione di prodotti, cerca di restituire al quartiere locali adibiti all'insegnamento e spazi esterni per la coltivazione di prodotti alimentari ^[3]. Gli stessi assi di comunicazione vengono ripensati in modo da gestire la percorrenza ed il senso di marcia e allo stesso modo spazi collettivi e di svago ^[5.0]. Il progetto mira a risolvere anche il problema dell'abbandono di rifiuti inserendo punti di raccolta ^[8.0] insieme ad un sistema organizzato per lo smaltimento. Il ruolo delle pavimentazioni viene considerato esaminando anche le temperature ed il tipo di risposta che i materiali presentano rispetto al calore e all'umidità; per questo motivo

^[3] [http://www.plan4c.com/docs/20170314154118_presentaci%C3%B3n_proyecto_barrio_adaptado-boston%20\(24-02-2017\).pdf](http://www.plan4c.com/docs/20170314154118_presentaci%C3%B3n_proyecto_barrio_adaptado-boston%20(24-02-2017).pdf)

^[4] *Incontro con Diego Bermudez, Bogotá, 23/04/2018*

^[5] DAVID GOUVERNEUR, "planning and design for future informal settlement: shaping the self-constructed city", 8 AGO 2014

molte pavimentazioni sono state ripensate in terra battuta sostenuta da un sistema di permeazione e filtraggio delle acque piovane^[4]. Così la tecnologia “Silva Cells” permette un indurimento del manto carrabile e pedonale e allo stesso tempo un filtraggio dell’acqua in modo da non creare pozze e ristagni una volta che il terreno saturi. Allo stesso modo, sempre per il problema dell’acqua,



^[6.0]Render spazi comuni e patio produttivo, fonte: [HTTP://WWW.PLAN4C.COM/DOCS/20170314154118_PRESENTACI%C3%B3N_PROYECTO_BARRIO_ADAPTADO-BOSTON%20\(24-02-2017\).PDF](http://www.plan4c.com/docs/20170314154118_PRESENTACI%C3%B3N_PROYECTO_BARRIO_ADAPTADO-BOSTON%20(24-02-2017).PDF)



^[7.0] Fascia commerciale e misto perimetrale , fonte: [HTTP://WWW.PLAN4C.COM/DOCS/20170314154118_PRESENTACI%C3%B3N_PROYECTO_BARRIO_ADAPTADO-BOSTON%20\(24-02-2017\).PDF](http://www.plan4c.com/docs/20170314154118_PRESENTACI%C3%B3N_PROYECTO_BARRIO_ADAPTADO-BOSTON%20(24-02-2017).PDF)

le piattaforme che accolgono le alberature sono progettate in funzione di contenere le dispersioni di acqua nelle strade, tramite una tecnologia chiamate “Alcorque Inondable” che trattiene l’acqua all’interno di una vasca. Per quanto riguarda la vegetazione, il progetto prevede il mantenimento della foresta protetta di mangrovie e pensa ad un sistema vegetativo integrato con piante autoctone di facile reperimento, le quali presentano una crescita naturale in questo tipo di fascia climatica. L’accostamento di queste zone ombrate vegetate e la tecnologia del “Patio Produttivo”^[6.0] per l’auto-produzione dei prodotti alimentari, garantisce spazi verdi comuni e organizzati^[5]. Infine il progetto ripensa alla fascia più prossima alla Ciénaga, ipotizzando di inserire delle funzioni commerciali e miste^[7.0] proponendo una fascia architettonica più densa. L’idea è quella di utilizzare il canale costruito per l’acqua anche tramite imbarcazioni in modo da implementare la comunicazione e il commercio via marittima e fluviale; in questo modo aumentare la possibilità di lavoro e fornire un luogo di appoggio e di vendita dei prodotti coltivati autonomamente. Il progetto termina con l’inserimento di zone dedicate allo sport comuni e ampi spazi collettivi affacciati direttamente sul bacino idrico^[6].

^[6] *Incontro con Diego Bermudez, Bogotá, 23/04/2018*



[8.0] *Progetto di gestione della raccolta rifiuti, fonte: [HTTP://WWW.PLAN4C.COM/](http://www.plan4c.com/)*

F4_ Il concorso: Solar Decathlon Latin America e Caribbean Cali December 2019



Il concorso Solar Decathlon Latin America e Caribbean 2019 (SDLAC), presenta un modulo generale contenente le linee guida ed il regolamento a cui attenersi per sviluppare la proposta di progetto insieme a tutta la procedura e le modalità di svolgimento della gara. Queste regole generali sono ordinate in diversi punti che legano l'urbanistica, all'architettura sino alle componenti impiantistiche, la tecnologia e temi di sostenibilità del progetto. Il focus, riassunto interamente riferito al manuale ed al regolamento ufficiale ^[1], cerca di raccontare in ordine gli obiettivi che sono stati presi in considerazione, rispettati ed integrati nel progetto, al fine di rendere il più calzante possibile la soluzione e presentare un'architettura il più vicino alla soluzione completa. Secondo questo criterio sono stati individuati dalla scala urbana, sino a quella tecnologica, gli aspetti più rilevanti nonché i più interessanti da sviluppare, in accordo con le richieste alle diverse scale di progetto. Di seguito vengono riportati alcuni dei punti tradotti e analizzati dal manuale del concorso, utilizzati e integrati nel progetto proposto, insieme ad una visione generale ottenuta dallo studio del regolamento completo.

Involucro solare e masterplan urbano

1.31 Requisiti del U.M.P.

Per la proposta di UMP per il SDLAC 2019, i gruppi devono collocare i progetti in un'area geografica

reale e torrida. La proposta UMP deve essere presentata in diverse scale, dalla macro scala di un contesto globale, alla micro scala con arredi urbani e indicazione dei punti di illuminazione. Il design urbano e l'accessibilità al contesto, saranno valutati considerando anche la loro integrazione. I gruppi, nel momento in cui presentano i disegni in una specifica scala, devono evidenziare il luogo della proposta UMP. Tutti i progetti devono includere testi narrativi che spieghino l'intento della proposta e sono consigliati diagrammi, schizzi, rappresentazioni e immagini per raccontarla nel migliore dei modi.

Il prodotto finale deve essere inviato in tre documenti:

- 1) Regional UMP- nome del gruppo
- 2) Urban UMP - nome del gruppo
- 3) Site UMP- nome dl gruppo

1.31.1 Queste informazioni accompagneranno il modello urbano durante il periodo di esposizione come parte della competizione.

Ogni documento deve essere registrato per essere stampato in formato 500X700cm e l'organizzazione SDLAC si occuperà delle stampe.

Le Analisi globale, regionale e metropolitana, devono essere presentate in un documento pdf chiamato "Regional Ump -nome gruppo"

Lo scopo di questo capitolo è di dimostrare

^[1] Solar Decathlon 2019 "Draft Rules" Latin America e Caribbean, Cali December 2019, Version 1

che la proposta di UMP è collocata in coerenza con le regole di rilevanza regionale del Solar Decathlon LAC 2019. Saranno valutate molto bene l'innovazione, la sensibilità e la proiezione per una soluzione sociale di un'area urbana della zona tropicale che manifesta difficoltà e non beneficia di grosse entrate.

Le seguenti informazioni devono essere spiegate:

a. Analisi globale (scala aperta)

- 1) Collocazione geografica del contesto generale.
- 2) Koppen climate classification mappa e dati
- 3) Latitudine
- 4) Popolazioni

b. Analisi regionale (scala suggerita tra 1:1.000.000 e 1:200.000)

- 1) Collegamento regionale: sistema naturale e antropico
- 2) Scenari positivi e negativi per la condizione sociale, culturale economica e ambientale della regione
- 3) Articolazione tra la proposta UMP e la sua realtà regionale

c. Analisi metropolitana (scala suggerita tra 1:200.000 e 1:20.000)

- 1) Sistemi naturali: integrazione con i principali sistemi naturali incluso il sistema del bacino idrico e i principali sistemi verdi delle aree urbane.
- 2) Sistemi di trasporto
- 3) Spazi pubblici e sistemi di vita pubblica

1.31.2 Proposta urbana: Deve essere inviata in un documento pdf rinominato "Urban UMP-nome gruppo"

Lo scopo di questo capitolo è quello di dimostrare che una soluzione urbana ben progettata può generare sufficiente energia termica ed elettrica per incontrare tutte le necessità esistenti di un vicinato mentre si mantengono accessibili i costi per le comunità con un basso reddito.

Importante è l'uso di risorse energetiche convenzionali e rinnovabili, necessarie per uno sviluppo economico sostenibile, garantendo rifornimento energetico e riduzione dell'impronta ecologica che dovrà essere presa in considerazione in quanto generatrice di case sostenibili.

La principale sfida della competizione Solar Decathlon LAC 2019 è di raggiungere una proposta nella quale il costo diretto dell'abitazione sia meno di 50,000\$

Le proposte urbane devono raggiungere un minimo di densità pari a 120 ab/ha e sono permesse un numero di unità abitative superiori al target; la forma del lotto di ettaro di terreno (ha) è a discrezione del gruppo.

Le seguenti informazioni devono essere spiegate:

a. Proposta urbana (scala suggerita tra 1:20.000, 1: 2.000)

- 1) Strutture di spazio urbano
- 2) Uso sostenibile delle risorse naturali: strategie di gestione delle risorse e riduzione del consumo dell'acqua, energia, sprechi, residui, etc...
- 3) Zonizzazione della terra sostenibile, utilizzo dello spazio e strutture urbane
- 4) Accessibilità urbana sostenibile.
- 5) Trasporti sostenibili: strategie di

integrazione di un sistema multifunzionale di trasporto

6) Spazi pubblici verdi sostenibili

1.31.3 Proposta di progetto del sito: deve essere inviata in un documento .pdf rinominato “Site UMP-nome gruppo”.

Lo scopo di questo capitolo è quello di dimostrare che da una visione micro, la proposta di Urban Design sostenibile viene dettagliata con tecniche di disegno.

Le seguenti informazioni devono essere spiegate:

a. Proposta urbana (scala suggerita tra 1:2.000, 1: 500)

1) I disegni del “Site plan”- ventilazione naturale e incidenza solare: mostrare le simulazioni dei flussi di ventilazione, la traiettoria solare su almeno 3 giorni critici dell’anno per il primo ettaro di sito scelto.

1.1 I gruppi devono dimostrare che ogni unità abitativa dell’UMP può raggiungere una ventilazione naturale soddisfacente.

1.2 I gruppi devono dimostrare che ogni unità abitativa dell’UMP può raggiungere con successo strategie di efficienza solare. Questo include simulazioni di performance solari o almeno 4 unità abitative diverse dell’UMP (specialmente quelle orientate a est-ovest)

2) Proposta di arredi urbani sostenibili per il “Site plan”.

3) Proposta di illuminazione urbana

b. Elevazione urbana (scala suggerita tra 1:2.000, 1: 500)

1) Elevazione urbana: mostrare l’integrazione dei concetti bioclimatici con la proposta dell’UMP

2) Sezioni urbane: mostrare l’integrazione dell’involucro urbano proposto nell’ progetto urbano ambientale.

Note: Altezza massima delle costruzioni: 8 piani
Ci si aspetta un alto standard di accessibilità.

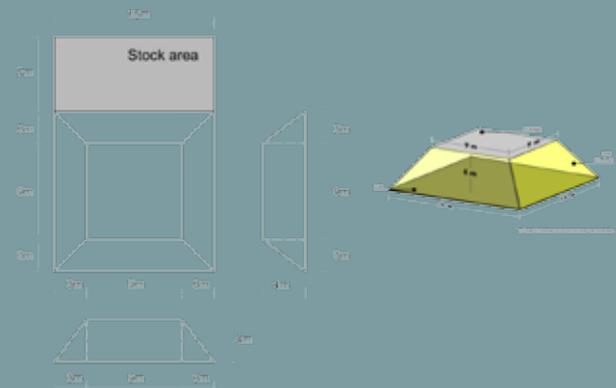
1.31.4 Selezione e prestazioni dei materiali

a. Prestazioni dei materiali: i gruppi devono dimostrare come la proposta mitighi l’effetto isola di calore nel progetto urbano (tetti, facciate, balconi, aree pedonali e strade)

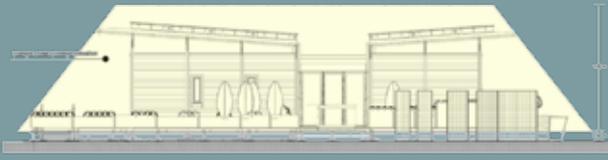
b. Selezione del materiale: i gruppi devono mostrare il calcolo Footprint (impronta ecologica) associato all’analisi LCA di tutti i materiali usati nel progetto

1.32

Per proteggere il quartiere dal sole diretto, le case e tutti i componenti del sito del lotto del gruppo, devono stare all’interno dell’involucro solare mostrato in figura^{[1.0][2.0]}. L’area di stock disponibile durante le fasi di assemblaggio e dis- assemblaggio



^[1.0]Dimensione dell’area di progetto e del volume edificabile



^[2.0]Impronta e dimensione massima dell'involucro edilizio

viene indicata sempre in figura ^[1.0].

a. Altezza ufficiale di un singolo componente del sito o un set di componenti di siti contigui è la distanza verticale dall'inizio delle fondazioni della casa (il punto più basso di qualsiasi sostegno di pavimento) lungo il perimetro esterno dell'impronta architettonica, al punto più alto dei componenti del sito.

b. Piccole stazioni del meteo, antenne, captatori di vento e altri componenti simili, possono essere accettate in specifico dall'adattamento all'involucro solare se si seguono determinate condizioni.

c. Case trasportabili o convertibili o componenti del sito movibili, non devono estendersi oltre all'involucro solare.

d. Il non attenersi a queste regole sarà considerato come un'offesa seria e può causare la squalifica dalla competizione.

Il progetto

1.33 Approvazione del progetto: approvazione della struttura del progetto.

Ogni team deve presentare i progetti strutturali e avere i calcoli per la casa prototipo in competizione che devono essere firmati e timbrati da un professionista con licenza e qualifica. Per il progetto strutturale firmato e stampato non è

richiesto di mostrare i calcoli del progetto legato all'UMP.

Approvazione dell'impianto elettrico e fotovoltaico del progetto: ogni team deve presentare i progetti elettrici ed i calcoli per la casa prototipo in competizione che devono essere firmati e timbrati da un professionista con licenza e qualifica. Questo include l'installazione elettrica convenzionale così come l'installazione fotovoltaica.

1.34 La massima impronta architettonale

L'impronta architettonale definita qui sotto non può superare 120.0 m².

a. "L'impronta" è definita come un'intera area di terra all'interno del sito di progetto del gruppo (impronta totale 225 mq)

b. L'intera impronta include l'intera area entro il perimetro di costruzione definito (incluso la casa e i componenti del sito)

c. L'impronta architettonale è definita come l'intera area di terra coperta dalla struttura architettonica

d. La piattaforma non è tenuta in conto nell'impronta architettonica.

e. Le "aperture" collocate dentro l'impronta: se ci sono elementi delle aperture che continuano visivamente le estetiche della casa, il totale delle aree di queste aperture sarà incluso nell'impronta architettonica (con "aperture" sono considerati anche i patii collocati nel perimetro dell'impronta).

1.35 Minimo e massimo delle aree misurabili

L'area misurabile, come definito sotto, deve essere almeno 60.0 m², ma non deve superare 80,0 m².

(Superficie realizzata nel progetto 72 m²)

Area misurabile:

a. Le superficie esterne dei muri definiscono la volumetria della copertura termica della costruzione dell'edificio considerando il perimetro dell'area misurabile

b. Tutte le aree di "vita primarie" devono essere collocate all'interno dell'area misurabile.

c. Se la costruzione ha componenti convertibili o mobili, il massimo e il minimo delle aree misurabili durante presentazioni dal vivo, dimostrazioni, materiale mediatico stampato, presentato dal team durante le visite della giuria, mostre pubbliche o gare, vengono calcolati rispettivamente il massimo e minimo delle aree misurabili indicati nel documento.

1.39 Codice di costruzione

Il codice di costruzione del Solar Decathlon LAC, include una selezione estratta dei più significanti aspetti sulla sicurezza che la regolamentazione della costruzione applica in Colombia. Le seguenti regole sono state adottate come riferimento per il codice di costruzione del SDLAC ed hanno la stessa forza ed effetto espresse nelle regole del SD2019.

Regolamento di costruzione antisismico colombiano 2010 (NSR-10) , (Nel caso della proposta presentata nel progetto si fa riferimento al Cap. G12 Estructura en Guadua y estructura en Madera)

1.4 Risorse energetiche

Le radiazioni solari globali che colpiscono il lotto e l'energia contenuta in piccole batterie primarie, sono l'unica risorsa energetica che può essere utilizzata nel funzionamento della casa senza la

richiesta di successive compensazioni, una volta che la settimana del contest sia iniziata.

1.42 Limitazioni tecnologiche del Fotovoltaico

a. Le celle fotovoltaiche scoperte devono essere raggiungibili da tutti i gruppi dall'inizio della fase di assemblaggio nel competizione SDLAC. Le personalizzazioni dei moduli fotovoltaici saranno permesse, dimostrando che, le manufatture fotovoltaiche sono realizzate in accordo con gli standard di applicabilità.

b. Le celle dei moduli fotovoltaici devono essere a disposizione di tutti i gruppi dall'inizio della fase di assemblaggio dell'area del SDLAC 2019.

c. Le modifiche sostanziali della struttura, giunti o componenti metallici di nuove celle, non sono permessi.

1.52 Uso dell'acqua

Tutta l'acqua utilizzata dal team sarà misurata. Nella sotto-competizione "Consumo minore di acqua" e verrà premiato con 10 pt il prototipo che avrà utilizzato meno acqua in tutta la competizione. I gruppi devono considerare la conservazione dell'acqua nei loro progetti ed usarla in modo efficiente in tutta la gara.

Le acque che vengono portate, possono essere usate anche per scopi evaporativi.

1.55 Raccolta di acqua piovana

Il gruppo può raccogliere l'acqua piovana che cade nella sua area e usarla all'interno del progetto o come di seguito descritto:

a. Risorsa di irrigazione all'esterno del prototipo avendo precedentemente avuto autorizzazione dell'organizzane SDLAC2019.

b. Caratteristiche dell'acqua

c. Dissipatori di calore

d. Risorsa di calore integrato nel progetto architettonico (la pioggia deve essere capace di essere esposta alla luce del sole diretta o collocata nell'area misurabile della casa o entrambe)

e. Non è permessa l'evaporazione delle acque grigie o delle acque piovane.

f. Gli scarichi del bagno in accordo con "La gestione delle acque" e per la richiesta di sicurezza, devono tenere conto delle restrizioni del riuso delle acqua grigie.

1.60 Energia elettrica

Responsabile per controllo della gara 3: efficienza energetica e contest 4: Bilanciamento dell'energia elettrica, valutazione della fornitura dell' auto sufficienza di energia elettrica fornita alla casa da parte di tecnologia solare attiva e della loro intensità.

2.8 Contest 1

Architettura

punti disponibili: 100

L'obbiettivo principale è valutare l'efficienza dello spazio, dei materiali appropriati in relazione con le strategie bioclimatiche per il futuro della Social Housing nel contesto dell'America Latina e Caraibi.

Questo verrà valutato rispetto al risultato del

Questo contest sarà valutato da una giuria multidisciplinare composta da 3 membri che include un professionista in Architettura

Rinnovabile, uno in Architettura Bioclimatica e uno in Pianificazione Urbana.

Il progetto architettonico deve essere adeguato a incontrare le esigenze di 5 utenti (min. 3 adulti e 2 bambini)

Nella proposta sono stati realizzati 7 posti letto, in adiacenza con il tasso di densificazione previsto negli insediamenti informali, in un'ottica di previsione futura.

2.9 Contest 2, Ingegneria e costruzione

Punti disponibili 100

L'obbiettivo è quello di valutare la costruzione ed il sistema di ingegneria insieme all'implementazione dell'area della competizione. I gruppi dovranno dimostrare la viabilità, le adeguate integrazioni e l'elevato livello di funzionalità del progetto della realizzazione per quanto riguarda la struttura, l'involucro, l'elettricità, gli scarichi e il sistema solare, la loro sicurezza e la loro adeguata integrazione nel progetto.

I criteri di valutazione riguardano il sistema costruttivo, la metodologie di assemblaggio, la materialità e le finiture insieme alle partizioni interne e agli allacciamenti elettrici e fognari.

2.12 Contest 5, Condizioni di confort

Sub contest 5 punto 3: Illuminazione naturale

Punti disponibili 20

Rilevatori fotometrici saranno collocati nel soggiorno: L'intensità della luce dell'area sarà misurata secondo il livello spettrale definito dall'organizzazione. Il punto da cui effettuare la misurazione è predisposto a 0,9m di altezza da terra e la minima distanza dalle finestre è di 2m. I dispositivi di emissione e/o la radiazione

solare non possono incidere direttamente sul sensore. Tutti i punti disponibili sono guadagnati considerando il Fattore medio di luce diurna (FLDm), proporzione tra livello di luce esterna (diretta e indiretta), maggiore del 4% durante tutto il periodo di misurazione. Un punteggio minore viene guadagnato se la relazione si pone tra 2,5% e 4%. La valutazione di questi punti viene scalata linearmente.

3.31 Discorso sulla Sostenibilità

L'obiettivo del report di sostenibilità è quello di far riportare nel documento da tutti i gruppi, un racconto sistematico e organizzato; questi elementi sono relazionati alla sostenibilità della proposta, in modo tale che essi possano essere visualizzati come un insieme e rendere possibile una visione olistica su come sia stata integrata questa variabile all'interno del lavoro sviluppato.

Il resoconto della struttura deve corrispondere al seguente indice, includendo tutti gli elementi che fanno riferimento alla proposta di sostenibilità. Nel caso in cui la documentazione richiesta sia già stata citata in altre sezioni del documento consegnato non sarà necessaria ripeterlo nuovamente. Comunque i gruppi devono indicarlo nella sezione corrispondente del risultato.

1) Introduzione: Concetto di sostenibilità applicato. La sostenibilità è un concetto complesso e multidimensionale, che i gruppi dovranno avere analizzato all'interno della formulazione della proposta, riflettendoci su e trasferendolo nella loro strategia di approccio, ottenendo sia un risultato quantitativo che qualitativo valutabile dai giudici. Verrà richiesta la sostenibilità della proposta in termini di concetto

architettonico

2) Strategie bio-climatiche: Le strategie passive di progetto. Questa sezione deve includere una piccola descrizione delle strategie bio-climatiche (strategie passive di progetto) integrate nella proposta, rappresentando schematicamente questa funzione. Alcuni aspetti da considerare sono:

a. L'involucro del progetto, tenendo conto del livello di isolamento, resistenza dell'aria, finiture e costruzione

b. Orientamento degli elementi trasparenti, tipologia e dimensione. Protezione solare per minimizzare il surriscaldamento interno. Controllo del FLDm per fornire la luce naturale uniformemente distribuita e sufficiente.

c. Sistemazione degli spazi interni, accordando i requisiti di riscaldamento e raffreddamento, e l'uso di spazi buffer termici.

d. Strategie passive di riscaldamento, ottenendo calore dall'apporto solare, così come l'utilizzo di depositi di energia termica.

e. Strategie passive di raffreddamento, in altre parole ventilazione naturale, massa termica con ventilazione notturna, raffreddamento per evaporazione e radiazione notturna.

f. Uso di sistemi semi passivi per massimizzare l'effetto delle strategie passive con un consumo molto basso di energia.

g. Miglioramento del micro-clima nei pressi della costruzione attraverso il progetto bio-climatico di spazi esterni e l'applicazione di strategie per ridurre l'effetto isola di calore urbana.

3) Acque: Le strategie relative alla gestione delle acque verrà descritta in accordo con la seguente classificazione, evidenziando quali alternative

sono state valutate nello sviluppo del progetto e giustificando la scelta che è stata alla fine effettuata.

- a. Strategie di riduzione del consumo
- b. Riciclaggio e riuso
- c. Acqua piovana
- d. Sistema di acqua grigie
- e. Trattamento delle acque di scarico

I gruppi devono dimostrare la prestazione delle acque gestendo strategie di spazi pubblici e UMP includendo riduzione dell'irrigazione e riuso di parchi e aree verdi pubbliche.

4) Rifiuti solidi: la gestione di rifiuti solidi verrà descritte nelle seguenti sezioni:

a. Piano di sistemazione: un documento descrittivo della destinazione finale dei differenti tipi di materiali coinvolti nel processo di costruzione, evidenziando le percentuali (in peso) della loro destinazione finale, (per esempio il sistema di incenerimento, riciclaggio). La destinazione finale dei residui generati dal lavoro saranno specificati, così come i rifiuti una volta che la casa sia giunta la termine del suo ciclo di vita.

b. Gestione degli sprechi domestici: descrizione di soluzioni contemplate per la gestione dei residui domestici dalla casa.

5)Materiali: la descrizione dei materiali verrà fatta evidenziando le seguenti sezioni:

1) Scelta dei materiali: descrivere i materiali da costruzione selezionati, facendo specifico riferimento alla presenza o all'assenza di materiali rinnovabili, riciclabili, riutilizzabili e possibili sostanze tossiche identificandole. Ciò include il calcolo dell'impronta ecologica (Carbon Footprint) associato al ciclo di vita di materiali utilizzati sul prototipo, secondo un 'analisi "Cradle to Cradle" (dalla culla alla culla), compresa la fase di utilizzo

della casa in una prospettiva a lungo termine.

In questa sezione, la scelta e dei materiali ha condotto a valutare la durata complessiva del sistema architettonico intorno ai 25-30 anni in condizioni ordinarie, secondo un processo di manutenzione e revisione puntuale dei singoli elementi.

2) Descrizione dell'involucro: Descrizione del caratteristiche legate all'involucro: design e composizione in modo da ridurre le richieste di energia.

3) Piano di manutenzione: descrizione dei componenti e frequenza in cui risulta necessaria la manutenzione della casa.

4) Energia incorporata: calcolo dell'energia incorporata nei materiali utilizzati nel progetto, in modo da stabilire un valore di energia rapportato al m².

5) CO2 incorporata: calcolo della CO2 equivalente incorporata nei materiali del progetto, che consenta di stabilire un valore di CO2 rapportato al m².

6) Strutture solari: per quanto riguarda le strutture solari la documentazione dovrà rispettare i seguenti elementi:

a. Descrizione del calcolo di tempo del recupero di energia, in altre parole il tempo necessario per la struttura a generare l'energia utile a fabbricare i componenti, sotto la radiazione solare in condizioni di temperatura considerata su una media annuale.

b. Calcolo del risparmio di emissione di CO2 in riferimento ad un anno di funzionamento così come il risparmio di emissioni di CO2 rispetto alla produzione di pannelli fotovoltaici.

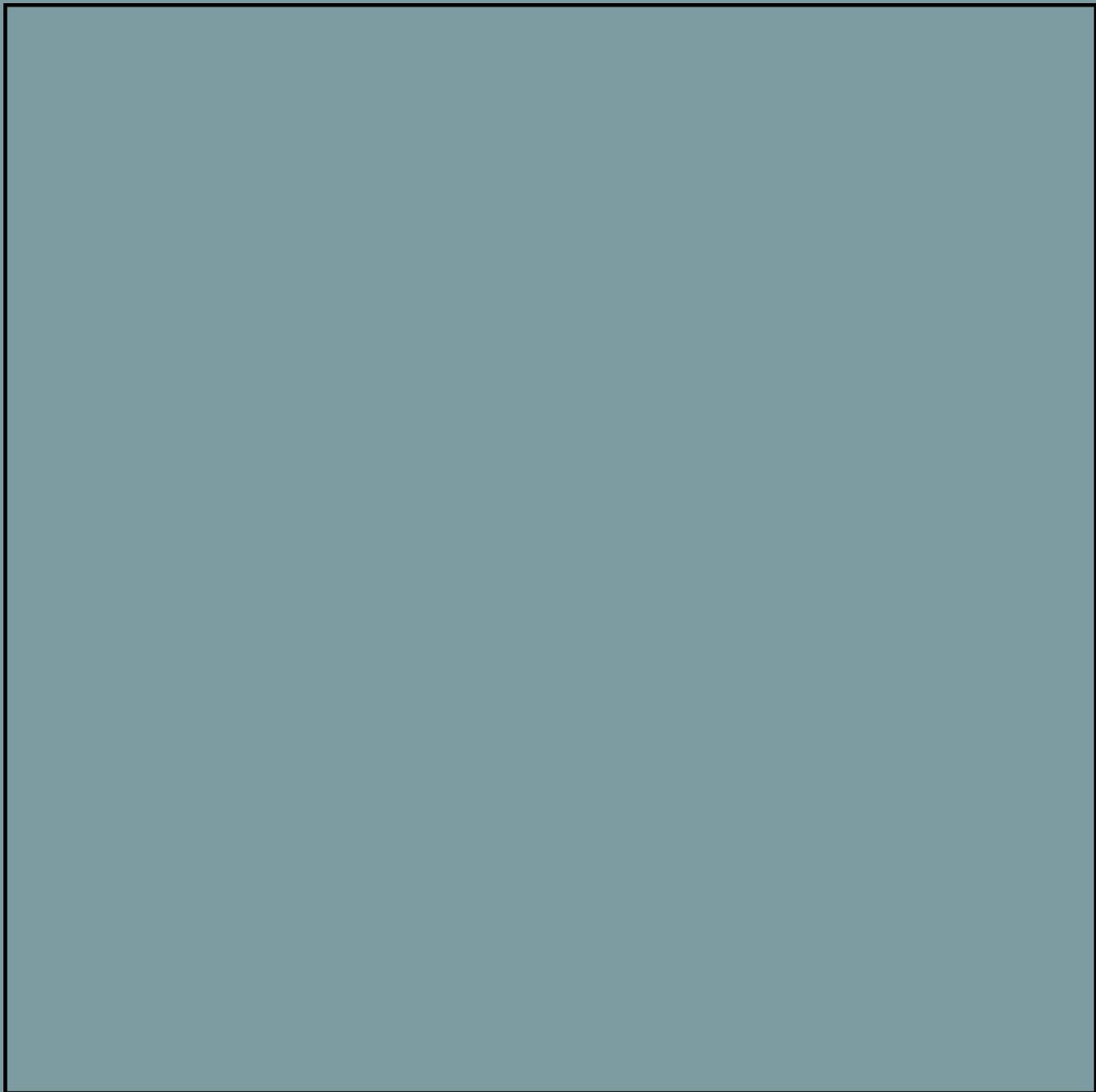
c. Descrizione dell'accessibilità per la manutenzione della struttura

7) Equipaggiamento: questo includerà una descrizione delle caratteristiche dell'equipaggiamento del progetto (applicazioni, illuminazione, HVAC solo se è incluso nel prototipo e equipaggiamenti per l'acqua calda), facendo riferimento al loro contributo di sostenibilità del progetto.

8) Trasporti: i gruppi devono spiegare le loro strategie dei trasporti e la loro relazione con l'abitare e l'efficienza energetica. I gruppi devono includere e fornire nel UMP informazioni sull'efficienza delle unità di parcheggio e dei sistemi pendolari.

3.38 BIM, Building information model

Il BIM è una consegna che si deve fare come conclusione della fase di sviluppo del progetto, come conclusione della fase di documentazione della costruzione, e appena prima della competizione. Ogni interazione del BIM deve includere un crescente livello di dettaglio e rifinitura sullo stato di avanzamento. Ogni BIM verrà usato dagli organizzatori per differenti scopi; non sarà revisionato da nessun giurato e in nessun modo reso pubblicamente disponibile nelle diverse consegne. Tutti i disegni devono essere creati in Autodesk Autocad (.DWG) BIM o formati compatibili. Se un Team decide di usare un software differente da Autodesk Autocad, il file dovrà essere convertito in un'estensione e sarà necessario l'invio di entrambi.

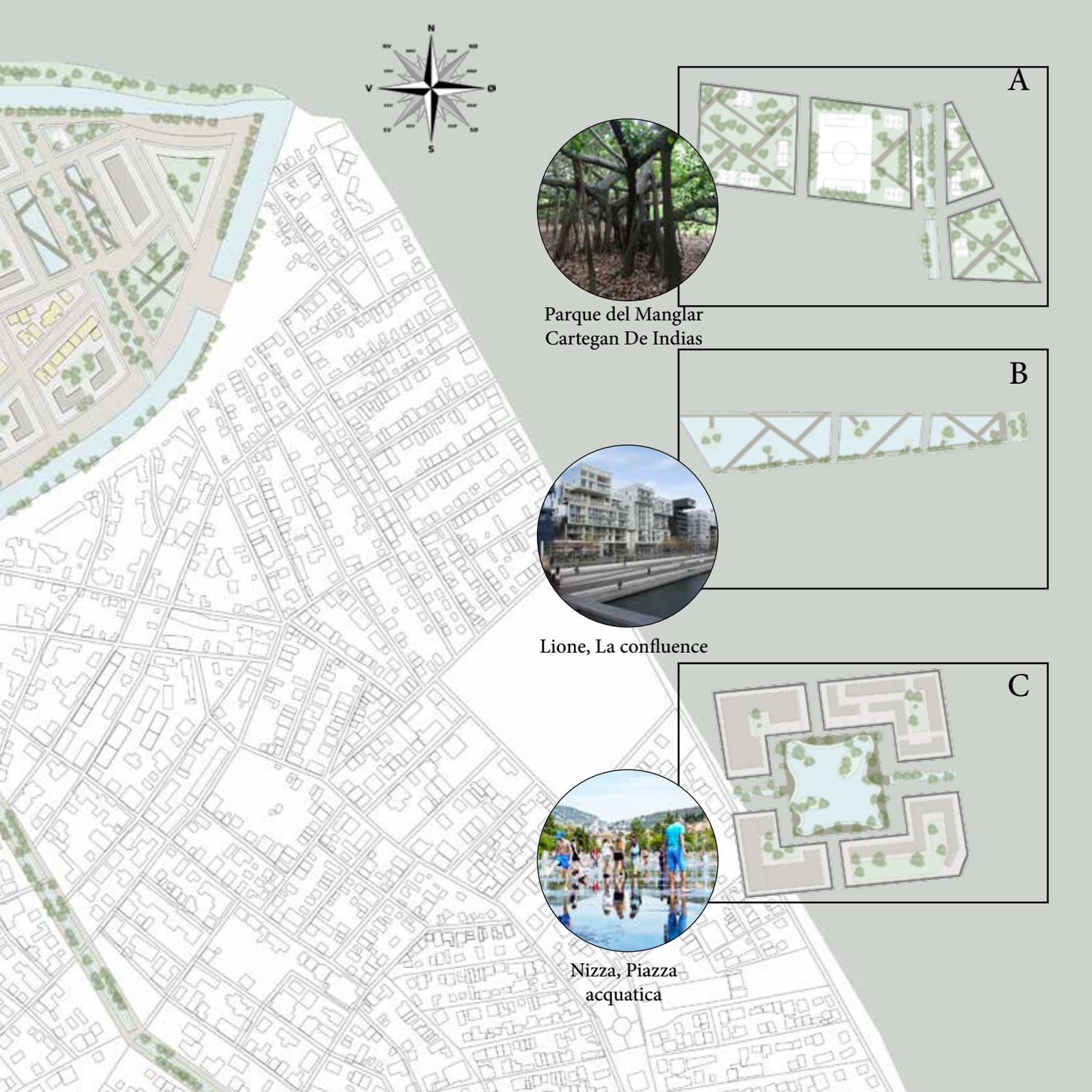


1.7 Il progetto di U.M.P.

- Residenze
- Acqua
- Isolati
- Aree verdi

Masterplan scala 1:5.000



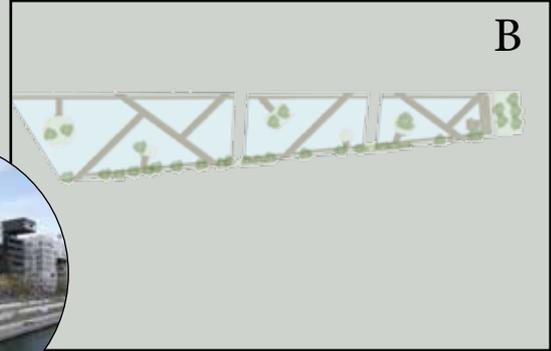


A



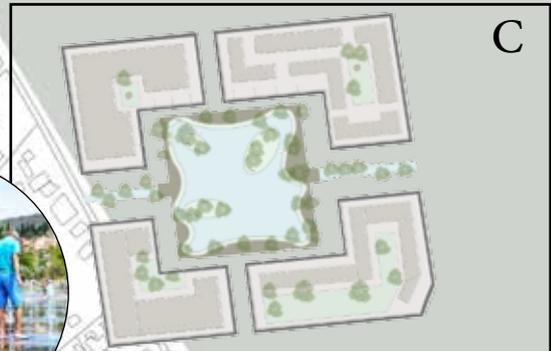
Parque del Manglar
Cartegan De Indias

B



Lione, La confluence

C



Nizza, Piazza
acquatica

Il progetto urbano nasce dall'analisi del territorio, prendendo in considerazione gli aspetti legati alla preesistenza, alle necessità ed ai bisogni intrinseci del quartiere esistente e di tutta la parte in via di sviluppo. Primi fra tutti sono stati analizzati gli allineamenti^[3.2] e gli assi di comunicazione principali, cercando per quanto possibile di connettere il quartiere a tutti i punti focali e di interesse del nuovo insediamento; in questo modo si cerca di facilitare e agevolare il collegamento con alcuni dei servizi oggetto di studio inseriti nel masterplan. I principali allineamenti poi hanno dettato la successiva disposizione degli assi che si è mantenuta al fine di creare vie di comunicazione più ordinate e che permettano la visuale per distanze sempre maggiori; in questo modo risulta più facile l'orientamento e la distribuzione degli isolati^[3.3]. Questa



[3.2] MAPPA ALLINEAMENTI E PREESISTENZE



[3.3] MAPPA DISTRIBUZIONE STRADE E ISOLATI



[3.6] DISEGNO DI RICARDO SANCHEZ,
CARTAGENA DE INDIAS, 20/05/2018

disposizione permette di creare spazi comuni ricavando monumenti e architetture facilmente individuabili, ampi spazi verdi attrezzati e sistemi per la gestione delle acque efficienti. Le stesse strade principali e secondarie, sono state disegnate secondo uno studio relativo alla ventilazione ed alla risoluzione del problema del ristagno delle acque. La parte progettata più a Nord-ovest, nel periodo delle piogge ed in quello dell'innalzamento della Cienega de la Virgen, si inonda e mantiene questa condizione per alcune settimane l'anno, periodo nel quale molte delle case vengono abbandonate e molti abitanti costretti ad evacuare. Lo studio dei venti nazionali, in diversi periodi l'anno ha permesso di identificare le due correnti principali chiamate "Brisa" e "Viento", rispettivamente provenienti da Nord-ovest e Sud. La Brisa



[3.4] MAPPA DIREZIONE DELLE STRADE
CON "BRISA"



[3.5] MAPPA DIREZIONE DELLE STRADE
CON "VIENTO"

deriva da una corrente calda proveniente dal mare dei Caraibi e arriva a Cartagena De Indias in condizioni di umidità abbastanza alta nei mesi estivi ^[3.4]. Il Viento derivante da una corrente più fredda proveniente dal Brasile, invece raggiunge la città nei mesi invernali ^[3.5]. Queste due correnti di ventilazione, se gestite correttamente all'interno delle strade urbane, permettono una più veloce evacuazione delle acque ed un'attenuazione del calore nella fase più acuta ^[3.6]. In questo modo parte dei parallelismi trovano ragion d'essere, intersecando questo concetto legato alla ventilazione con quello legato alla preesistenza e agli allineamenti. In questo modo, il problema delle inondazioni e del calore che colpisce maggiormente la fascia di terra più a nord-ovest verso la baia, viene attenuata anche grazie alla disposizione delle vie di comunicazione. La distribuzione di servizi e punti di interesse viene pensata in modo da essere di facile accesso anche alla parte esistente del quartiere.

La condizione di forte calore nella fase estiva risulta essere uno dei problemi maggiori che causano l'effetto di aridità del suolo; questo fenomeno durante la stagione delle piogge intensa e concentrata, porta ad una bassa permeabilità del medesimo che non permette il passaggio dell'acqua nella falde sotterranee; così la massa d'acqua stagna e non permea, provocando un allagamento sempre più diffuso nel quartiere. La materialità degli assi di comunicazione a base di terra cruda, consente però un basso indice di riflessione e mantiene la temperatura delle strade più bassa rispetto alla parte pavimentata ed asfaltata del quartiere; in questo modo il calore proveniente dalle strade è minore e mantiene l'ambiente più confortevole.

Nel tessuto attuale, si possono notare alcuni elementi legati alla bassa presenza di aree verdi ombrate e spazi comuni attrezzati, l'assenza di punti di raccolta di rifiuti, la mancanza di una suddivisione gerarchica delle carreggiate insieme a quella di sensi di percorrenza e la quasi totale assenza di cartellonistica che identifichi zone di transito, pedonali e sensi unici. Nonostante la bassa presenza di autovetture in alcune zone del quartiere, non vi sono punti di parcheggio. La condizione di

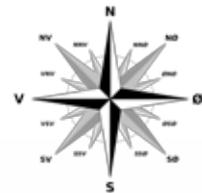
povertà generale, portata principalmente dall'assenza di lavoro, causa un concatenarsi di eventi che hanno portato il quartiere alle attuali condizioni, così come si presenta oggi. Dal punto di vista urbano si possono identificare alcuni punti deboli, legati ai servizi, alla scarsa connessione con la città, alla presenza di barriere architettoniche ed alla scarsa illuminazione.

Lo stesso livello di criminalità e insicurezza diffuso evidenzia lo stato di difficoltà presente oggi; la mancanza di luoghi e spazi comuni, di aree attrezzate e luoghi di relax anche per le fasce minori, insieme alla mancanza di scuole d'infanzia, si manifesta nella costante e sempre maggiore presenza di bambini per le strade, spesso in gruppi disposti sui confini del quartiere a chiedere denaro come pedaggio.

Dall'esperienza vissuta all'interno del quartiere, durante i sopralluoghi e i giorni passati a contatto con questa realtà, mi è parso evidente come nonostante questi problemi siano di rilevante importanza, il problema maggiore sia legato ad uno stato di denutrizione generale, dove in molti casi sia difficile reperire un pasto giornaliero. L'esperienza raccontata da alcuni ragazzi del quartiere mi è stata utile al fine di comprendere la situazione generale legata agli aspetti sociali, al legame che questa parte della città ha nei confronti del centro di Cartagena De Indias ed in quali condizioni esso si presenti. L'aspetto architettonico, in diverse situazioni, arriva in secondo piano, cedendo il primo posto alle problematiche sociali e Urbane, ponendo l'accento principalmente ad aspetti legati alla sfera giornaliera, includendo il lavoro, l'alimentazione e la sicurezza.

La casa, elemento essenziale dell'abitare, si mostra in quasi tutto il tessuto molto eterogenea e predisposta per un'evoluzione progressiva. L'adattamento a queste condizioni ha portato negli ultimi anni alla formazione di micro-quartieri interni, formati da nuclei famigliari in evoluzione costante. Camminando per le vie si può notare come anche all'interno di questi quartieri minori, la qualità edilizia sia molto differente insieme alla materialità ed alla consistenza degli elementi urbani. La condizione talvolta effimera di alcune delle abitazioni in fase

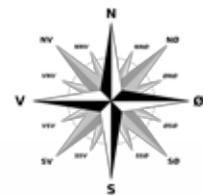
Residenziale
Terziario



Mappa Terziario e Residenze

Masterplan scala 1:10.000

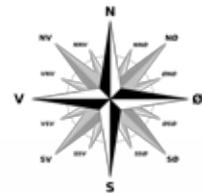
— Spazi verdi e
spazi comuni



Mappa Verde e spazi comuni

Masterplan scala 1:10.000

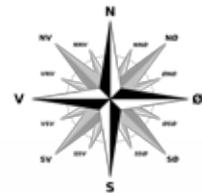
— Isolati
— Percorsi pedonali



Mappa Isolati

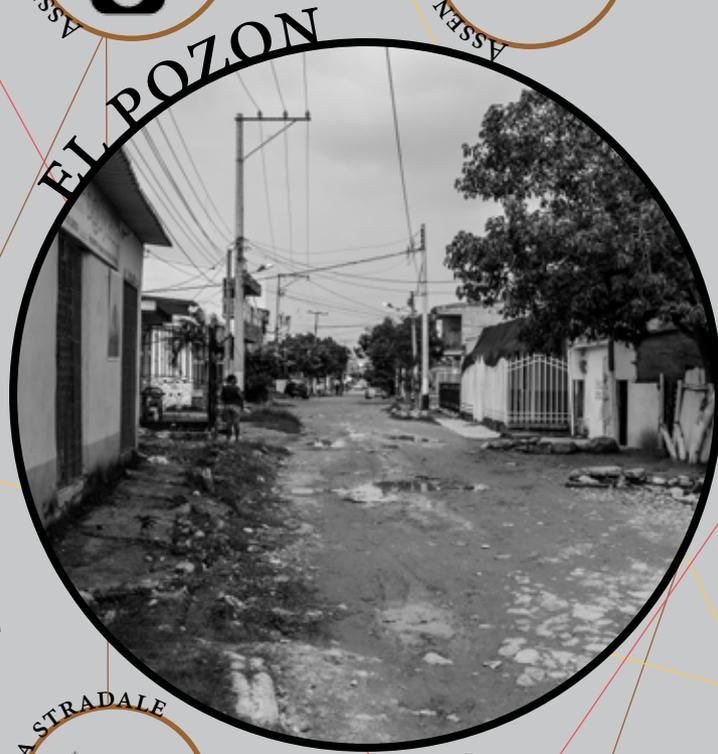
Masterplan scala 1:10.000

— Acqua e canali



Mapa distribuzione acqua nei canali
e nelle piazze comuni

Masterplan scala 1:10.000



EL POZON

POVERTÀ

MANCANZA DI RACCOLTA RIFIUTI

ASSENZA DI AREE PARCHEGGIO

CRIMINALITÀ

ASSENZA DI SEGNALI STRADALI

ASSENZA DI SERVIZI PUBBLICI

PRESENZA DI BARRIERE

DISTANZA DAI CENTRI DI INTERESSE

ASSENZA DI SCUOLE D'INEANZA

MANCANZA DI SERVIZI

MANCANZA DI LAVORO

SCARSA ILLUMINAZIONE

IMPERMEABILITÀ DEL SUOLO

DENUTRIZIONE GENERALE

GERARCHIA STRADALE

MANCANZA DI SPAZI COMUNI

MANCANZA DI AREE RICREATIVE

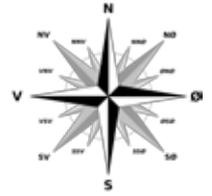
BIODIVERSITÀ

^[37] *Informazioni tratte da un incontro con Ricardo Sanchez, Cartagena De Indias, 17/05/2018*

di sviluppo presenta materiali reperiti nel sito medesimo di costruzione, talvolta scarti di altre abitazioni abbandonate. L'idea principale legata alla consistenza dell'abitazione si traduce nell'acquisizione nel tempo di materiali sempre migliori con i quali integrare l'involucro principale; per tanto si passa da condizioni di abitazioni in legno riciclato e terra, sino ad arrivare ad alcune realizzate in cemento e mattoni.

La disposizione generale dei nuovi insediamenti non segue regole legate all'isolato ma tendenzialmente ricorre il fenomeno della vicinanza con il proprio nucleo familiare e l'insediamento prosegue lungo le vie a ridosso della baia; questo fenomeno può essere interrotto grazie ad un perimetro stradale che interrompa l'evoluzione incontrollata ^[37].

Studio Solare



20 Marzo h 6.02



20 Marzo h 18.50



20 Settembre h 6.12



20 Settembre h 19.00



21 Giugno h 5.39



21 Giugno h 19.12



21 Dicembre h 6.30



21 Dicembre h 18.18



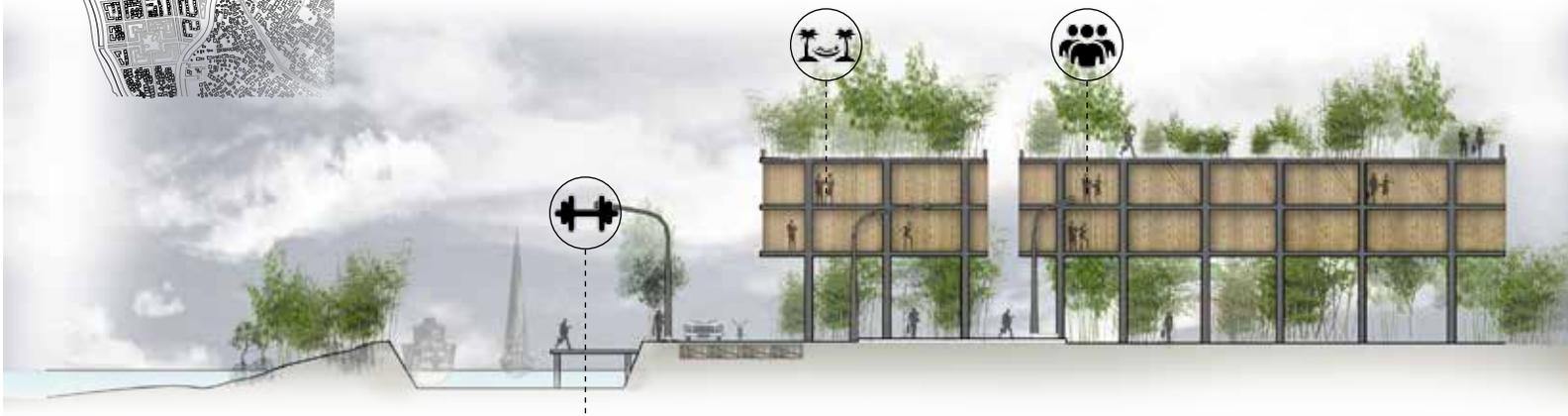
- Strade
- Verde e spazi comuni
- Acqua e canali
- Isolati

-  **COMPOSTAGGIO**
-  **COLTIVAZIONI**
-  **SICUREZZA**
-  **AREE COMUNI**
-  **RICICLAGGIO**
-  **RACCOLTA RIFIUTI**
-  **AREE RICREATIVE**
-  **ZONE RELAX**
-  **PUNTI ECOLOGICI**
-  **SCUOLE D'INFANZIA**
-  **AREE ATTREZZATE**
-  **CAMPI DA GIOCO**

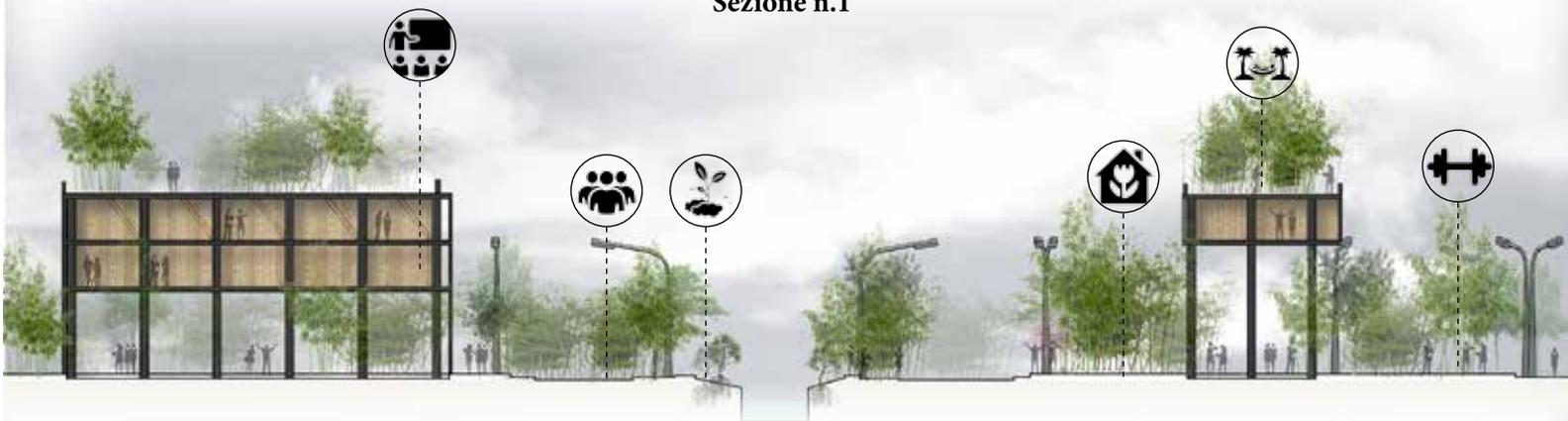
Masterplan scala 1:10.000



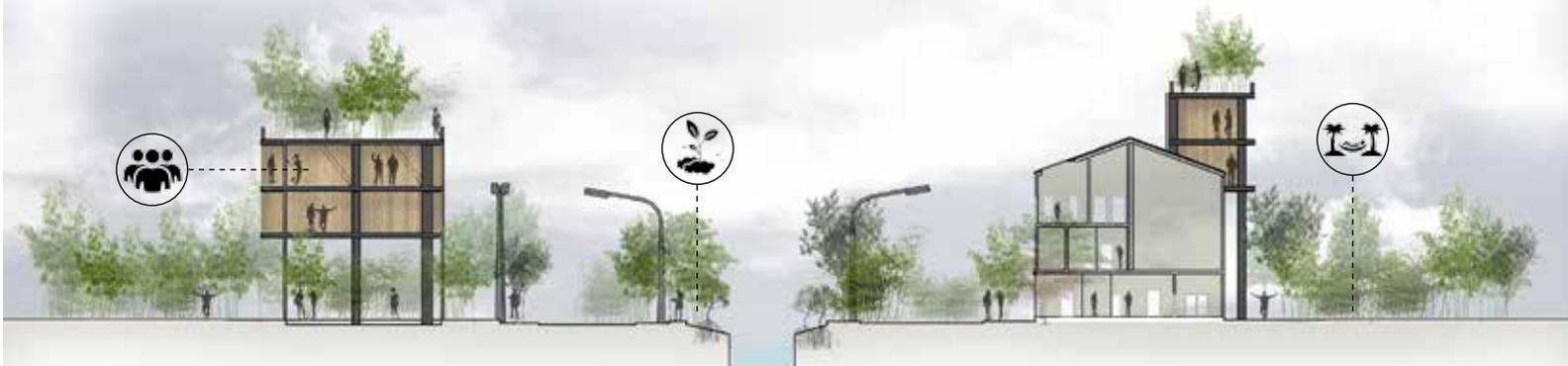
 **ZONE RELAX**  **AREE COMUNI**  **COLTIVAZIONI**  **SCUOLE**  **PUNTI ECOLOGICI**  **AREE ATTREZZATE D'INFANZIA**



Sezione n.1



Sezione n.2



Sezione n.3



Conocarpus erectus

Terminalia Catappa

Mangrovia

Tipologie arboree più diffuse



Sezione territoriale N.4 scala 1:100

RENDER SEZIONE ZONA SERVIZI



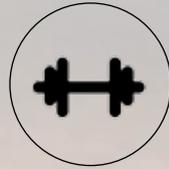
COLTIVAZIONI



AREE
COMUNI



ZONE RELAX



AREE
ATTREZZATE



PUNTI
ECOLOGICI



SCUOLE
D'INFANZIA





Servizi e zona commerciale



Servizi e zona commerciale



Piazza e spazio comune



Patio produttivo

Isolato tipo



Caso studio Villa Verde Housing, Cile, ELEMENTAL, 2010



L'isolato "tipo", racconta un'ipotesi di aggregazione spaziale di architetture progressive. Questo tipo di isolato viene immaginato a macro-scala con caratteristiche simili a quelle del quartiere El Pozon, limitrofo al luogo di progetto; l'ipotesi di casa progressiva in costruzione, la proposta di auto-sufficienza a livello di quartiere e lo spazio comune condiviso interno all'isolato.

Con queste caratteristiche la proposta vuole raccontare come l'abitazione in generale si possa integrare nel contesto e come possa essere gestito il tema energetico e livello comune e privato.

Il caso studio ^[3.7] riguarda un esempio molto vicino in termini di condizioni sociali e architettoniche; Villa verde in Cile realizzata dallo studio ELEMENTAL nel 2010, si rivolge alla fascia di cittadini con difficoltà economiche, cercando di realizzare architetture progressive a basso costo. Uno dei punti rilevanti di questo progetto è il pubblico a cui si rivolge, compreso tra le 10.000 e le 20.000 persone. In progetti di tale entità, l'edilizia abitativa, nel bene e nel male, ha un impatto importante, ed è in questa tipologia di città che si trova la maggioranza dei casi di edilizia con lo standard urbano di qualità inferiore ^[38]. Grazie al contributo dell'ente "Arauco" i fondi sono stati messi a disposizione in modo da poter creare moduli abitativi uguali e uniformare così anche la condizione di uguaglianza sociale. In questo meccanismo, la componente di progetto, cerca di offrire una soluzione alla disuguaglianza architettonica ed in questo caso anche economica delle persone; anche la casa in questo modo non diventa più uno "status simbol" che identifica una fascia di appartenenza ma bensì lo standard comune a tutti.

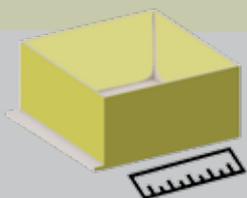
L'isolato "tipo" si ispira a questo concetto, proponendo una casa progressiva personalizzabile ma derivante dalla stessa matrice architettonica.

^[3.7] Villa Verde Housing,
fonte: <https://www.archdaily.com>

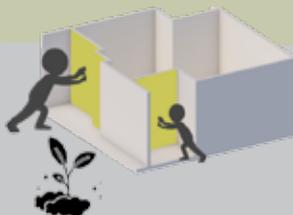
^[38] <https://www.archdaily.com/447381/villa-verde-housing-elemental>

La “Vivienda”

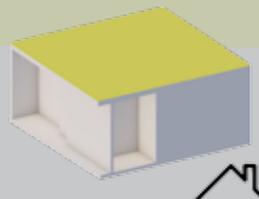
1.8_ Il concept progettuale architettonico e ambientale



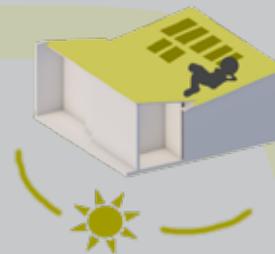
L'involucro è stato dimensionato nel rispetto delle dimensioni imposte dal concorso Solar Decathlon, partendo da un isolato di base 15 x 15m ed un impronta a terra per un massimo di 9x9m.



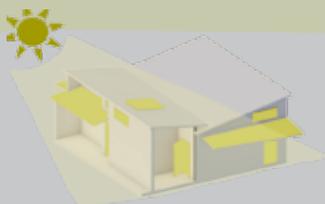
Sono state progettate delle rientranze nel volume al fine di realizzare spazi semi ombra per l'auto coltivazione e la creazione di patii all'aperto, nel rispetto della tradizione abitativa colombiana.



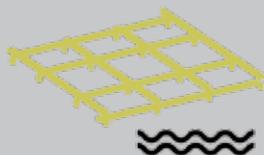
Il progetto della copertura è stato pensato secondo la stessa regola del concorso nella quale si impone di mantenere l'edificio all'interno di un involucro trapezoidale isoscele con angoli alla base di 45° di inclinazione.



Seguendo lo stesso criterio si è cercato di modellare la superficie di copertura per renderla più efficiente dal punto di vista della captazione solare ed in modo da creare un piano mezzanino sottostante.



Tramite lo stesso principio si propone di realizzare falde e aperture in modo da ricevere la maggior luce naturale e creare allo stesso tempo zone d'ombra esterne e mitigare il calore tramite falde e schermature orizzontali.



Con la necessità di limitare l'inondazione al piano di calpestio si propone di realizzare una struttura portante rialzata che consenta all'acqua di fluire senza entrare all'interno rialzando il piano utile di 50 cm da terra.



Infine realizzare il tutto con materiali sostenibili reperibili a corto raggio come guadua e terra cruda, in modo da aumentare l'inerzia termica.



Vivienda Social per il concorso Solar Decathlon 2019

Introduzione

La “Vivienda Social” nasce dall’idea di rispettare i requisiti del concorso Solar Decathlon Latin America e Caribbean 2019, cercando per quanto più possibile di aderire agli standard della progettazione sostenibile richiesta. Lo studio e l’analisi a scala urbana e paesaggistica hanno permesso di identificare il micro-clima della città e valutare le soluzioni più corrette da applicare nell’architettura; le proposte progettuali energetico-abitative, necessarie quindi all’autonomia, sono state pensate integrate al sistema edificio e a complemento delle prestazioni dell’involucro. Come meglio spiegato nei paragrafi precedenti, le inondazioni, la bassa permeabilità del terreno dovuta al caldo, l’alta temperatura e la condizione socio-culturale del quartiere risultano essere problemi importanti; l’architettura proposta cerca di portare soluzione a gran parte di essi proponendo uno spazio in linea con le richieste del concorso. La volumetria cerca di massimizzare lo spazio interno, rimanendo all’interno della superficie massima e minima di calpestio specificata; solleva il piano principale di 50 cm dal suolo e dispone le abitazioni interne attorno ad uno spazio comune che collega i patii esterni, in risposta alla tradizione caraibica. Le stanze sono progettate per ottenere spazi per un massimo di 7 posti letto; nonostante la densità degli spazi risulti elevata, le stanze ed il piano mezzanino vengono pensati flessibili a cambiamenti, tipici delle famiglie numerose in costante evoluzione.

La copertura è frutto dell’unione dei requisiti del concorso e della necessità di reperimento, raccolta e deposito delle acque meteoriche; infatti dispone due falde a compluvio interno inclinate per captare l’irraggiamento solare e permettere tramite un sistema, la raccolta ed il deposito delle acque pluviali.

La volumetria si completa poi tramite l’aggiunta di patii esterni coperti da falde accessorie inclinate, tramite la stessa tecnologia delle due principali; la soluzione tecnologica proposta descrive una copertura verde leggera con “sedum”, verde naturale autonomo a celle indipendenti.

Questo sistema fornisce una massa maggiore alla copertura e attenua il fenomeno dell'isola di calore. In aiuto alla risoluzione di questo problema, viene introdotto il sistema micro-urbano del "Flood Pathway", capace di raccogliere e mantenere in apposite vasche sotterranee impermeabili le acque pluviali, alleggerendo il carico incidente a terra e quello che si riversa nel sistema fognario. Inoltre il sistema permette la piantumazione di specie arboree locali, aumentando le zone ombrose, garantendo il mantenimento in quanto l'acqua staziona a lungo depositata nella vasca. La proposta della "Vivienda social" continua poi spostandosi dalla parte più compositiva a quella tecnologica; in questa sezione viene posto l'accento sulla scelta dei materiali sostenibili ed alla loro metodologia di costruzione. Anche in questo caso la proposta fa riferimento alla tradizione locale ed ai metodi costruttivi strettamente connessi alla disponibilità di risorse, correlata alla facilità di costruzione. La gradua, successivamente ad uno studio approfondito, è risultata essere il materiale più adeguato alla realizzazione della maggior parte delle componenti dell'abitazione.

In questo caso il concorso non specifica i materiali da assumere nell'architettura, lasciando spazio allo sviluppo del progetto secondo l'idea del progettista; chiede però l'integrazione tra la tecnologia, la composizione e l'impiantistica alla base delle scelte. È stato così realizzato uno schema di impianto generico, che consideri tutti gli apporti possibili e preveda l'utilizzo di sistemi che consentano all'abitazione di essere indipendente, capace di resistere alle problematiche tipiche del luogo di inserimento e efficiente dal punto di vista energetico e ambientale. Infine, sempre da regolamento del concorso, è stata studiata l'illuminazione naturale incidente nei singoli ambienti ed è stato calcolato nei medesimi, il fattore medio di luce diurna insieme alle risposte di illuminamento e luminanza.

La progettazione si conclude poi tramite la rappresentazione del manuale di cantierizzazione, dove sono indicati i passaggi per realizzare i singoli componenti della Vivienda, descrivendoli e spiegando come essi possano essere montati in auto-costuzione.

Il primo passo svolto è stato rivolto al concept di progetto, partendo dalla progettazione delle dimensioni minime e massime del lotto, disegnando un perimetro di 9 metri per 9 su di una base di 15 metri per 15. Questo per rispondere al requisito di forma e dimensione che chiede a tale struttura di essere inserita dentro ad un trapezio isoscele con angoli alla base di 45°. L'architettura si sviluppa poi secondo un'idea di realizzazione di nicchie e patii esterni, utili come spazi comuni e pensati per l'auto-produzione e la coltivazione di prodotti alimentari; gli stessi spazi ricavati dalla sottrazione volumetrica diventano luogo esterno di riposo e svago. La forma architettonica si sviluppa poi nella copertura, delineando due falde rivolte all'interno con compluvio centrale per la raccolta e l'utilizzo delle acqua pluviali; la stessa inclinazione è pensata per essere il più efficiente possibile in termini di captazione solare in quanto dotata di pannelli fotovoltaici. Nello stesso "cono" volumetrico, è stato possibile inserire falde secondarie ad altezze diverse per poter garantire zone d'ombra esterne e spazi ventilati.

L'intera impronta della struttura viene sollevata da terra, in quanto tale architettura si inserisce in un panorama nel quale sono possibili le inondazioni; in questo modo il primo piano calpestabile viene protetto e non rischia di essere inondato.

La realizzazione dell'architettura rialzata, viene ipotizzata quasi interamente in guada e terra cruda, ad eccezione della copertura e dei nodi nei quali si ipotizza l'utilizzo parziale di giunti metallici.

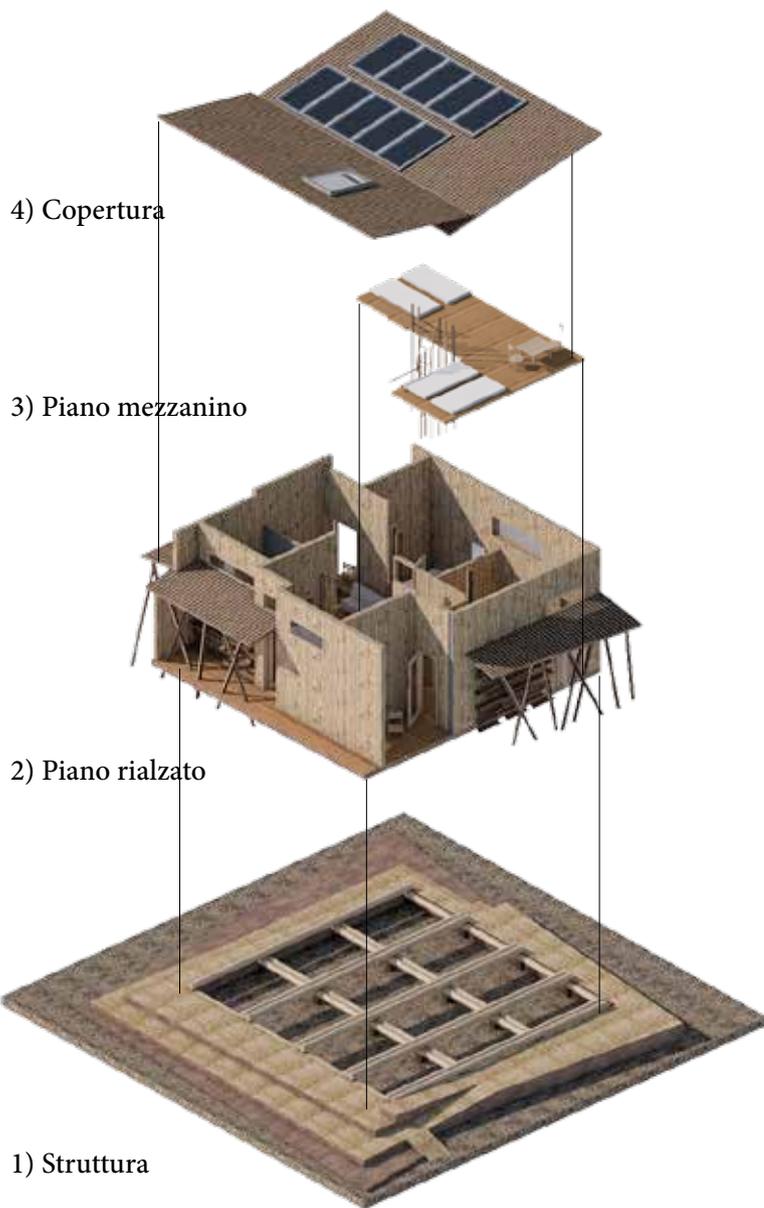
Le scalinate di accesso proposte nel progetto, vengono pensate per accogliere la pavimentazione del patio e inglobare vegetazione ed elementi di coltivo; in questo modo hanno una molteplice utilità e la profondità può essere sfruttata nel migliore dei modi.

Un tema fondamentale è quello della ventilazione naturale di tutto l'edificio e la creazione di correnti interne di allontanamento del calore tramite sistemi passivi; il piano rialzato consente ciò e la disposizione interna delle pareti aiuta la creazione di flussi di ventilazione naturali. Nonostante l'abitazione sia pensata per diverse collocazioni, l'esposizione solare è stata considerata inserendo tale abitazione all'interno del

progetto di U.M.P. (Mappa terziario e residenze p. 94).

Grazie a questa considerazione è stato possibile predisporre gli ambienti interni considerando latitudine e longitudine di Cartagena De Indias; la zona notte è stata quindi posta a Sud rispetto all'equatore e la zona giorno a Nord.

L'altezza dell'abitazione, anch'essa fissata a 4,5 m dal concorso, permette la creazione di un piano mezzanino, pensato come zona di riposo con spazio condiviso per bambini, dove sono stati predisposti materassi e sedie. La distribuzione del piano principale invece si snoda attorno ad uno spazio comune ampio disposto in direzione Est-Ovest aperto, per favorire il bilanciamento termico nella fase acuta di calore. Tale spazio collega principalmente i patii esterni ricavati dalla sottrazione volumetrica. La cucina viene proposta open-space in adiacenza con la sala da pranzo. La zona notte invece presenta due camere indipendenti, una singola e l'altra matrimoniale, nel rispetto delle superfici minime. In tutti gli spazi è stata presa in considerazione la dimensione minima per l'accesso e il movimento di disabili.



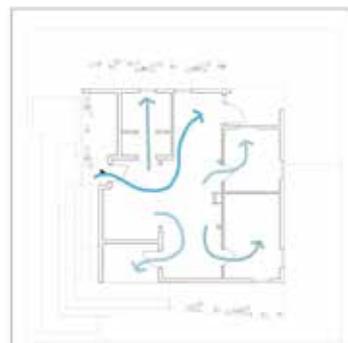
4) Copertura

3) Piano mezzanino

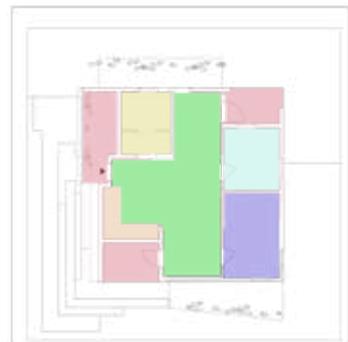
2) Piano rialzato

1) Struttura

Esploso assometrico



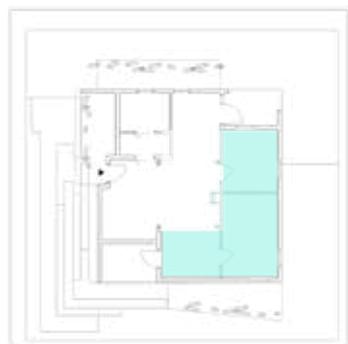
Concept movimenti masse d'aria e ventilazione



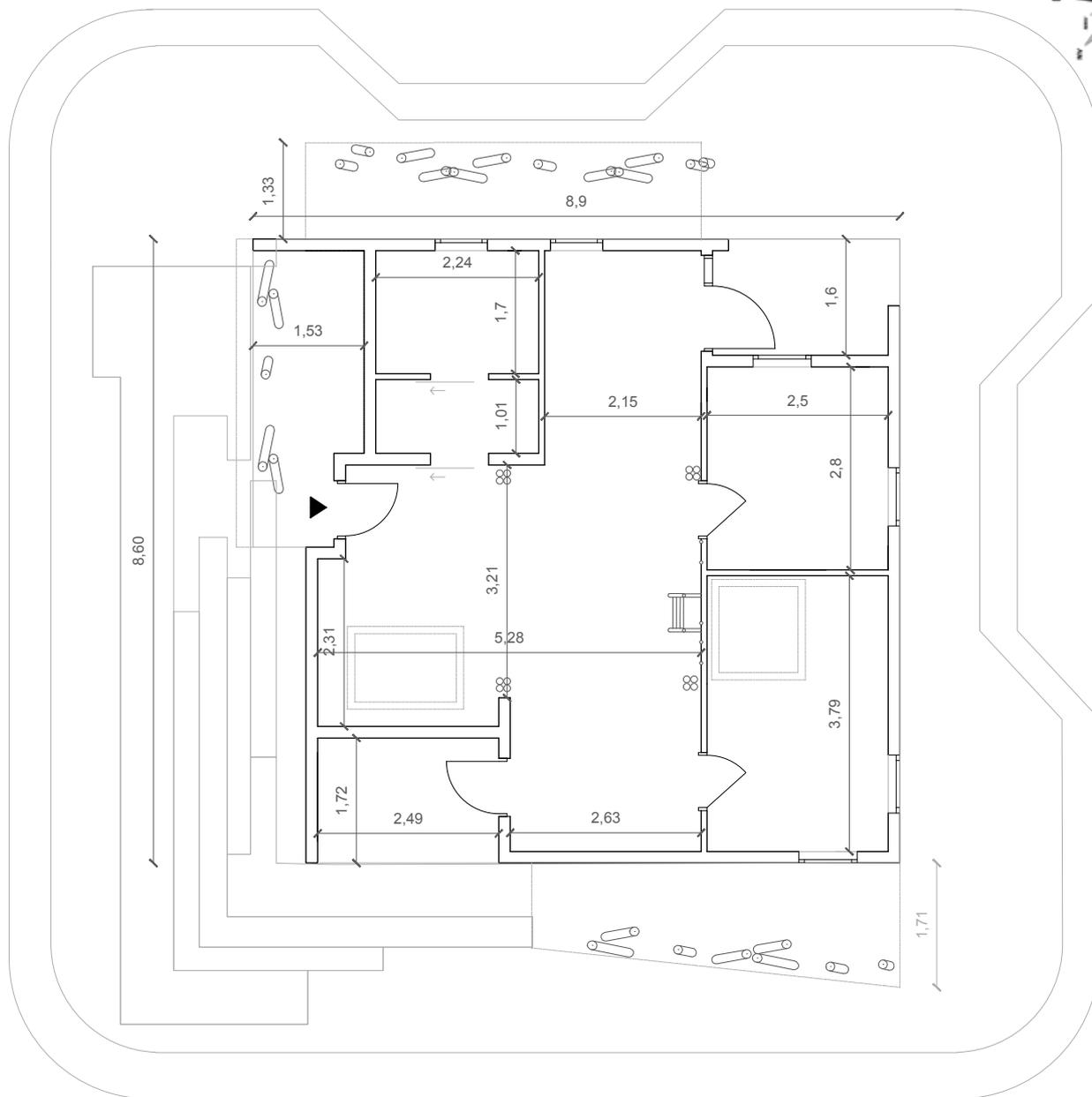
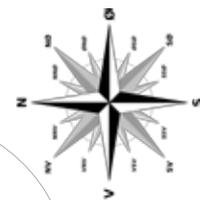
Pianta distribuzione ambienti piano terra

- Patio esterno
- Bagno
- Spazio comune
- Stanza tipologia 1
- Stanza matrimoniale
- Cucina

- Stanza tipologia 1



Pianta distribuzione ambienti mezzanino



Pianta scala 1:100

1.9.1_ La "Vivienda social"



Pianta struttura piano rialzato scala 1:100

La struttura rialzata della “Vivienda” si propone di realizzarla in guadua con diametro tale da permettere il carico strutturale, fissata con un giunto speciale in alluminio e acciaio; il tutto poggiato su una fondazione puntuale in Cls. I fusti principali vengono orientati in direzione est-ovest e su di essi vengono fissati i secondari in direzione nord-sud. Lo speciale giunto in acciaio, progettato appositamente per questa tipologia di struttura, mantiene i culmi in posizione ed evita lo scorrimento dei medesimi. Ad esso vengono aggiunte delle piastre imbullonate e avvitate in corrispondenza del prolungamento dei culmi. La disposizione di guadua lavorata nelle orditure con diametro di circa 15 cm, considerando la parete esterna, permette il fissaggio della pavimentazione anch'essa realizzata in pannelli di guadua pressata, inchiodata e avvitata alle estremità su appositi supporti. La luce definitiva dell'interasse di tali culmi non supera i 2,5 metri e viene irrigidita tramite la sovrapposizione di culmi di guadua di diametro inferiore, il cui fissaggio viene realizzato con le medesime modalità dei pannelli pressati per il pavimento. Il piano rialzato inoltre accoglie le tubazioni di carico e scarico delle acque reflue e potabili, insieme al sistema di vasche per la raccolta ed il trattamento dell'acqua pluviale.



Pianta piano terra scala 1:100

Il piano rialzato principale proposto, viene sviluppato attorno al concetto di spazio comune. Lo stesso concetto si traduce nella centralità del medesimo, nella sua forma e nella sua dimensione. Così come il ruolo dell'elemento centrale comune appartiene alla tradizione della casa Colombiana sin dalle prime forme di insediamento, anche in questa proposta si è voluta mantenere questa caratteristica, collegando i patii esterni formalmente e realizzando aperture mirate alla circolazione dell'aria e all'evacuazione del calore. La stessa materialità comune nella pavimentazione e nelle pareti esterne, si mantiene anche negli elementi divisorii interni; la guadua con diametri e trattamenti differenti può essere impiegata per questa funzione, non più contenitiva di terra cruda ma autoportante e resistente per partizioni. Gli arredi inseriti in scala 1:100 permettono la fruizione di tutti gli spazi in modo immediato e permettono la circolazione di persone. L'abitazione di circa 75-80 m², viene realizzata in funzione della densità media molto alta delle abitazioni del quartiere EL Pozon; per questo sono stati predisposti letti atti ad accogliere 7 persone tra adulti e bambini, in funzione della previsione possibile di densificazione.



Pianta piano mezzanino scala 1:100

Il piano mezzanino viene ricavato grazie all'inclinazione verso l'interno della falda e permette la distribuzione di 4 posti letto e uno spazio comune aperto. Le aperture consentono al calore di non stazionare nella zona e quindi un abbassamento della temperatura interna.

Questo piano viene pensato per bambini, in quanto l'accesso avviene tramite una scala a pioli mobile poggiata al piano inferiore e che permette l'accesso al mezzanino in corrispondenza dello spazio comune. Anche in questo caso, per uniformità, si propone di realizzare il piano di calpestio in gradua a listelli pressata o pannelli prefabbricati di bambù.

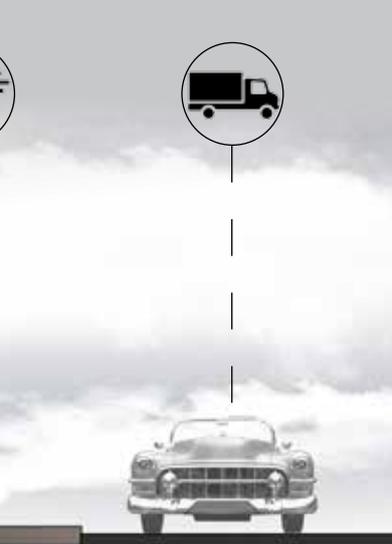


Pianta copertura scala 1:100

La copertura dell'abitazione viene realizzata seguendo i principi guida legati alla sostenibilità con particolare attenzione all'esposizione solare del tropico; presenta quindi un lucernario in corrispondenza della cucina che consente un'illuminazione più uniforme dello spazio sottostante, e una botola per la copertura ispezionabile sopra allo spazio comune al piano rialzato principale. Si presenta con due falde opposte inclinate, realizzate anch'esse in bambù strutturale disposto a tavolato, uno strato impermeabilizzante e una tecnologia verde (sedum) capace di resistere anche ad un clima tropicale. Accoglie, come descritto nel concept, pannelli fotovoltaici per la produzione autonoma di energia elettrica e tramite il compluvio, consente di recuperare e conservare in un serbatoio interno le acque pluviali e poterle utilizzare per sanitari e irrigazione delle facciate vegetate. L'inclinazione delle falde è inoltre pensata per ottimizzare la captazione solare ed evitare l'installazione di sistemi di correzione angolare alla base della struttura dei pannelli fotovoltaici. Le falde sottostanti fungono da elementi ombreggianti e non sono pensate per la raccolta delle acque, nè la captazione solare; anch'esse accolgono il sistema verde per ridurre i fenomeni dell'isola di calore, aumentare la resistenza termica e ottenere quindi un confort maggiore nell'abitazione. Questa tecnologia può essere installata in modo semplice in quanto leggera e di facile posa; infatti ogni singola cella è indipendente e facile da mantenere. La possibilità tramite la botola interna di ispezionare la copertura verde ed i pannelli fotovoltaici, rende anche la manutenzione ordinaria più semplice e veloce. Inoltre la botola funge da elemento aerante per l'allontanamento del calore ed è inoltre pensata per aumentare l'altezza interna del piano mezzanino qualora sia necessaria.



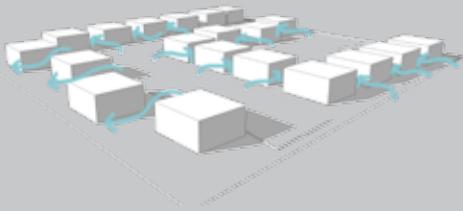
Sezione e pianta micro-urbano scala 1:100



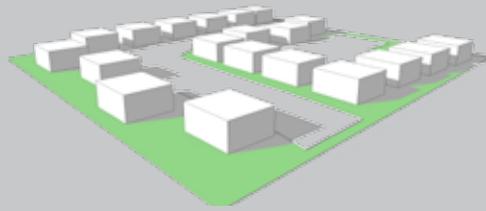
I “Flood pathways” sono giardini pluviali progettati per limitare la massa d’acqua, generalmente trattenuta dai terreni non costruiti, in modo da ridurre il volume di acqua piovana che si riversa nelle fognature.

Questi “giardini” possono essere installati su tetti, pareti e pavimentazioni, progettati specificamente per catturare e assorbire il deflusso delle acque superficiali, filtrarle e re-immetterle nuovamente nel terreno una volta raggiunta la capacità massima; sono provviste infatti di un sistema di evacuazione oltre la portata massima.

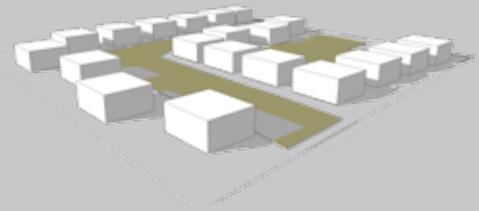
Oltre a contribuire alla gestione delle inondazioni di superficie, filtrano l’inquinamento e innescano un meccanismo di biodiversità; inoltre l’integrazione di questo sistema in un impianto micro urbano permette la piantumazione di specie arboree nei pressi degli edifici, ricavando zone d’ombra e spazi più confortevoli.



Ventilazione micro-urbana

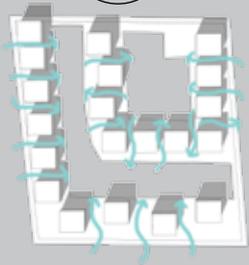


Aree comuni verdi

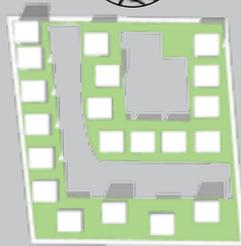


Spazi coltivabili

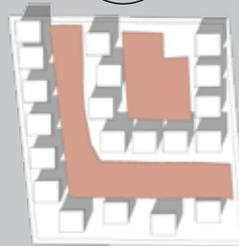




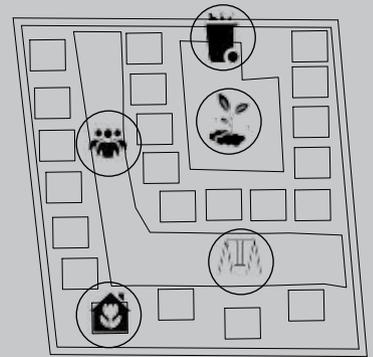
Ventilazione micro-urbana



Aree comuni verdi



Spazi coltivabili



Distribuzione delle funzioni





Prospetto nord



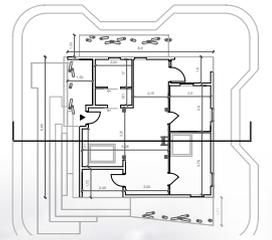
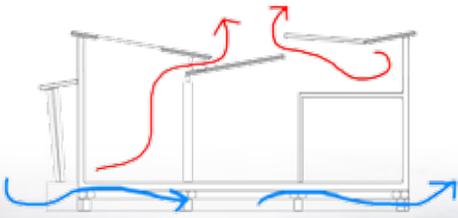
Prospetto ovest



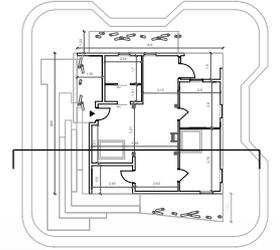
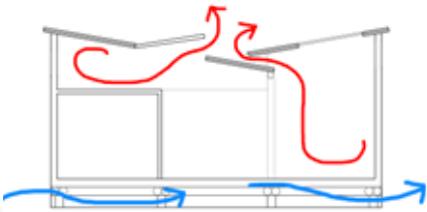
Prospetto sud



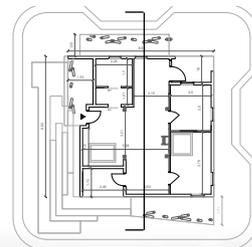
Prospetto est



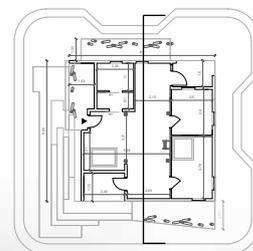
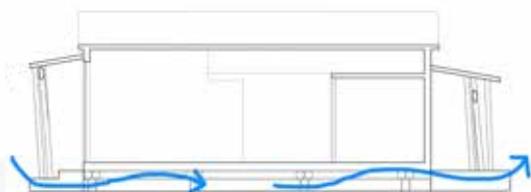
Sezione A-A' scala 1:100



Sezione B-B' scala 1:100



Sezione C-C' scala 1:100



Sezione D-D' scala 1:100





F5_ Il disegno della “Vivienda” in scala 1:1; Workshop prof. C. Hernandez Correa

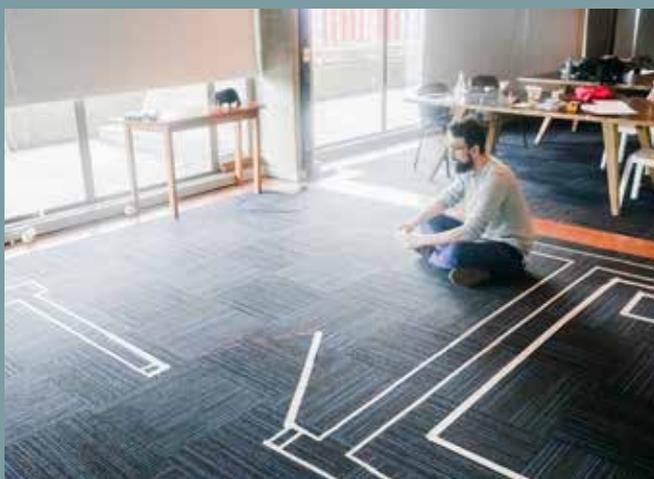
9e

Workshop svolto nel mese di aprile e di maggio con il professore dell'università Javeriana di Bogotá C.

Hernandez Correa, riguardava le tematiche riferite al Solar Decathlon con produzione di elaborati per il concorso. Una delle consegne riguardava il disegno della propria abitazione, realizzando il modello in scala 1:1. Il disegno in scala reale della propria idea progettuale è stato utile per capire e “provare” la reale dimensione degli spazi interni e la grandezza degli oggetti insieme alla loro occupazione negli ambienti. Il disegno della “vivienda” è stato realizzato in collaborazione con il gruppo di studenti dell'università e con alcuni







docenti, revisionando il lavoro e la progettazione in tutto il suo sviluppo.

Le stanze e gli ambienti sono stati disegnati tracciando il loro perimetro e inserendo le pareti interne con il loro effettivo spessore e con le reali caratteristiche dimensionali. Gli stessi arredi presentano dimensioni reali, tali da permettere di concepire il reale ingombro e l'effettiva comodità delle dimensioni progettate.

In alcuni casi alcuni, le dimensioni e la forma degli arredi, sono state riviste e modificate per essere più adatte e meno ingombranti. La stessa posizione all'interno dell'abitazione e degli stessi ambienti è stata oggetto di discussione costruttiva all'interno del gruppo del workshop, dove molti hanno espresso le proprie idee e valutato gli aspetti favorevoli e sfavorevoli delle scelte compiute.

A seguito del confronto con gli studenti, grazie anche alle osservazioni dei docenti e dei professionisti è stato possibile confrontare e correggere alcune delle componenti riferite al progetto della mia abitazione tipo.

Le modifiche sono state apportate all'elaborato il giorno stesso e immediatamente è stata sperimentata l'effettiva variazione ed il relativo miglioramento.

In questo modo è stato possibile confrontare direttamente le scelte e capire nell'immediato il cambiamento. Il materiale fotografico prodotto è stato realizzato successivamente all'approvazione generale delle modifiche per dimostrare l'occupazione definitiva delle persone all'interno degli ambienti, le modalità di utilizzo degli stessi e l'ingombro dei diversi "modi di abitare".

Anche grazie a questa personalizzazione dei modi di vivere negli spazi è stato possibile capire

nelle condizioni di sovraffollamento come questa tipologia di abitazione possa modificarsi e adattarsi nelle diverse situazioni. La caratteristica principale alla base del progetto, ovvero la realizzazione di abitazioni progressive, mira alla flessibilità di tali ambienti ed alla loro conversione tramite il minor numero di azioni possibili. Il piano mezzanino all'interno del volume vuole essere per esempio



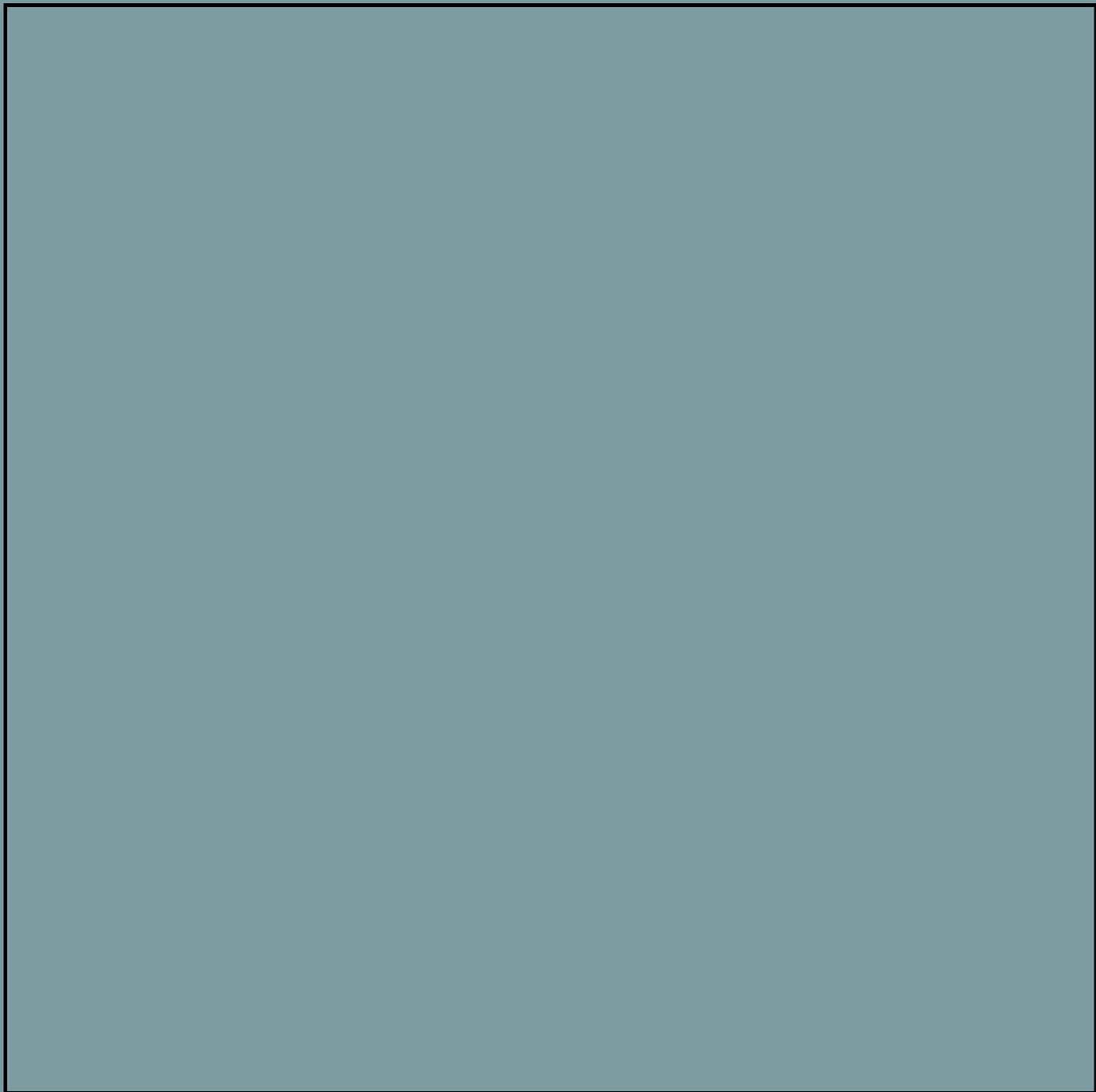
Pianta arredata dell'abitazione Piano terra rialzato



Sezione dell'abitazione

il più versatile possibile, in modo da poter essere utilizzato per diverse funzioni. Per motivi di ottimizzazione degli spazi, in riferimento ai dati di densificazione ordinaria del quartiere, il progetto propone come destinazione d'uso di quest'ambiente una stanza aperta con letti singoli (4) e uno spazio comune centrale; l'altezza dello spazio risulta essere moderata ed è consigliata a ragazzi di giovane età.





1.9.2_ La tecnologia dell'architettura

L'architettura sviluppata viene progettata sino al dettaglio tecnologico in diversi nodi. La progettazione è focalizzata sui giunti strutturali tra gli elementi in bambù e cerca di raccontare ed esprimere le possibilità di fissaggio dei medesimi tra di essi, in relazione alle pareti perimetrali di partizione interna.

La stratigrafia principale della parete perimetrale di chiusura si configura con materiali semplici e reperibili nei pressi del luogo di progetto; l'idea alla base della tecnologia corrisponde ad una costruzione semplice e a basso costo, per far fronte alla situazione economico-culturale del quartiere. Ragion per cui, la tecnologia non mira ad ottenere standard prestazionali elevati ma a fornire un comfort adeguato al clima ad alla città tramite accorgimenti, dettagli e applicazioni dei materiali.

La stratigrafia si compone quindi di pannelli di guadua tagliati e sagomati capaci di contenere il peso e la massa della terra cruda; gli stessi non necessitano di particolari accorgimenti se non una buona protezione diretta dall'acqua e dal sole diretto. La loro forma può essere decisa a seconda del disegno alla base del progetto ed in questo caso viene proposto un culmo sezionato per la sua lunghezza sovrapposto speculare alla metà complementare; questo tipo di disegno permette all'involucro esterno della guadua di rimanere a protezione dell'interno ed allontanare l'acqua nel caso di forte pioggia trasversale.

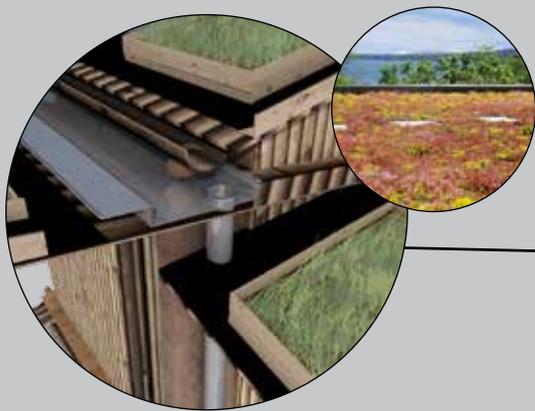
Il secondo strato corrisponde alla terra cruda, posizionata a copertura della struttura portante verticale in modo da aumentare la massa termica della parete e isolare maggiormente dal calore tipico della fascia climatica. Lo strato più interno torna ad essere nuovamente composto da pannelli di guadua lavorata, appiattiti tramite asportazione del nodo e schiacciamento dell'internodo.

La stratigrafia della copertura presenta invece una tecnologia diversa in quanto, per lo stesso motivo legato alle pareti perimetrali, la guadua non può essere utilizzata come materiale dell'estradosso; in questa proposta essa viene utilizzata come materiale di chiusura nell'intradosso. Lo

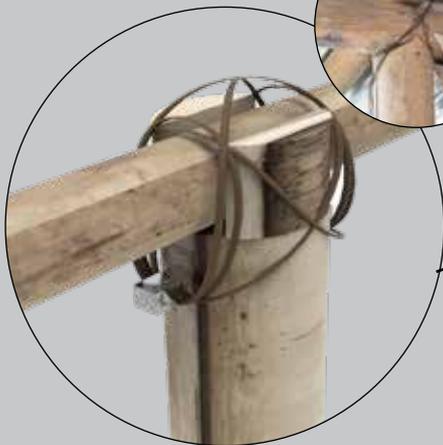
strato più esterno invece viene proposto in una prima soluzione in alluminio verniciato ed in quella definitiva in una soluzione che accoglie uno strato impermeabile posto sotto ad alcune celle verdi indipendenti composte da strati filtranti, drenanti e dal manto di coltivo. Questa scelta deriva dalla leggerezza del prototipo rispetto ad una copertura realizzata in coppo laterizio tradizionale e permette una facile e semplice installazione.

Il solaio si poggia su pilastri e fondazioni in calcestruzzo non armato e si eleva grazie a pali di guadua, travi principali e travi secondarie fissate tramite uno speciale giunto; questo permette al piano di calpestio di elevarsi ad una quota tale da evitare l'infiltrazione delle acque in caso di inondazione e permette una corretta ventilazione naturale passiva che consente l'evacuazione del calore. Il solaio viene inoltre irrigidito con correnti di guadua di diametro inferiore, pari a 8-10 cm, sopra cui si poggia il pavimento realizzato anch'esso in guadua.

Quest'ultimo può essere realizzato direttamente in stabilimento senza trattamenti particolari e si ottiene dall'appiattimento della circonferenza della guadua dopo la rimozione del nodo interno. Infine i serramenti si poggiano a pannelli di legno tradizionale fissati direttamente ai correnti orizzontali in guadua, in modo tale da permettere al telaio fisso di potersi agganciare in posizione piana e facilitarne la posa.



Nodo grondaia
racconta acqua



Nodo giunto copertura

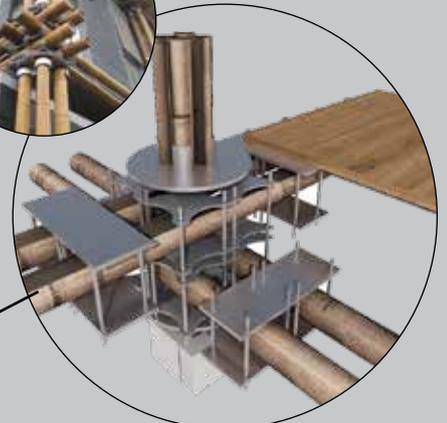


Nodo giunto attacco a terra





Nodo serramento



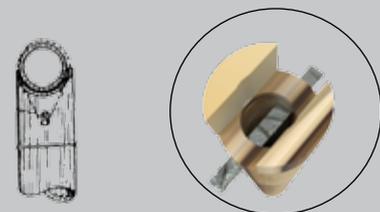
Nodo attacco a terra



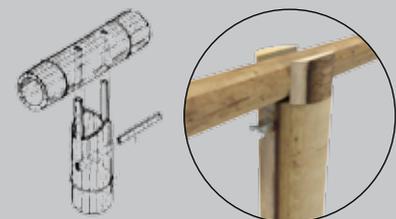
Vista interna

Il metodo di fissaggio più comune nei nodi strutturali realizzati in guadua è quello tramite legatura di culmi tagliati e incastrati a “bocca di pesce”. Il primo passaggio per realizzare tale giunto è tagliare e predisporre la sezione del culmo verticale in modo da poter accogliere il culmo orizzontale, generalmente di diametro inferiore; questo metodo permette un ancoraggio stabile e duraturo poichè le pareti esterne del culmo verticale garantiscono la staticità del sistema. In questa tecnologia è talvolta possibile realizzare due fori verticali per accogliere due perni ottenuti dallo stesso culmo e migliorare quindi la stabilità; questo richiede un'attenzione particolare al taglio e quindi un'abilità maggiore.

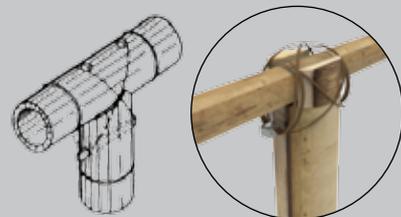
Il secondo passaggio viene eseguito forando a pochi centimetri di distanza dalla sommità il culmo verticale, creando un piccolo foro passante che permetta l'inserimento di un elemento metallico più lungo del diametro che sporga di alcuni centimetri al di fuori del perimetro. Il terzo ed ultimo passaggio consiste nel predisporre una legatura che può essere di diverso genere e tramite diversi passaggi; l'essenziale consiste nel fissare il culmo orizzontale a quello verticale tramite l'ausilio del perno metallico in modo da generare un legame stabile ma flessibile. Questo tipo di giunto, in quanto non rigido, permette di resistere a sollecitazioni intense generate da un possibile terremoto, in quanto non vincola il sistema irrigidendolo ma permettendo lievi spostamenti. Tale nodo può essere caricato di punta o linearmente dalla copertura, la quale può essere fissata direttamente al corrente orizzontale o semplicemente poggiata.



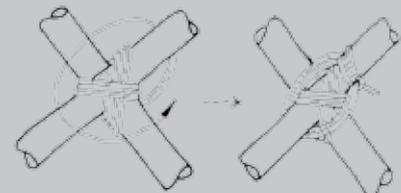
PASSAGGIO N. 1 SAGOMATURA DEL
MULMO E OPSIZIONAMENTO DEL
CORRENTE ORIZZONTALE



PASSAGGIO N. 2 FORATURA DEL
CULMO VERTICALE E INSERIMENTO
DEL PERNO METALLICO



PASSAGGIO N. 3 LEGATURA DEL
NODO

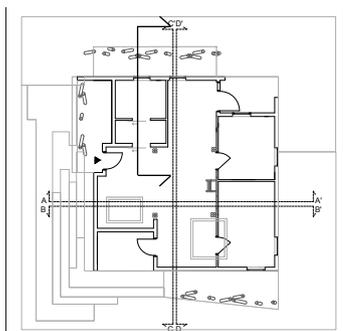


METODO E TIPOLOGIA DI LEGATURA
DEI CULMI

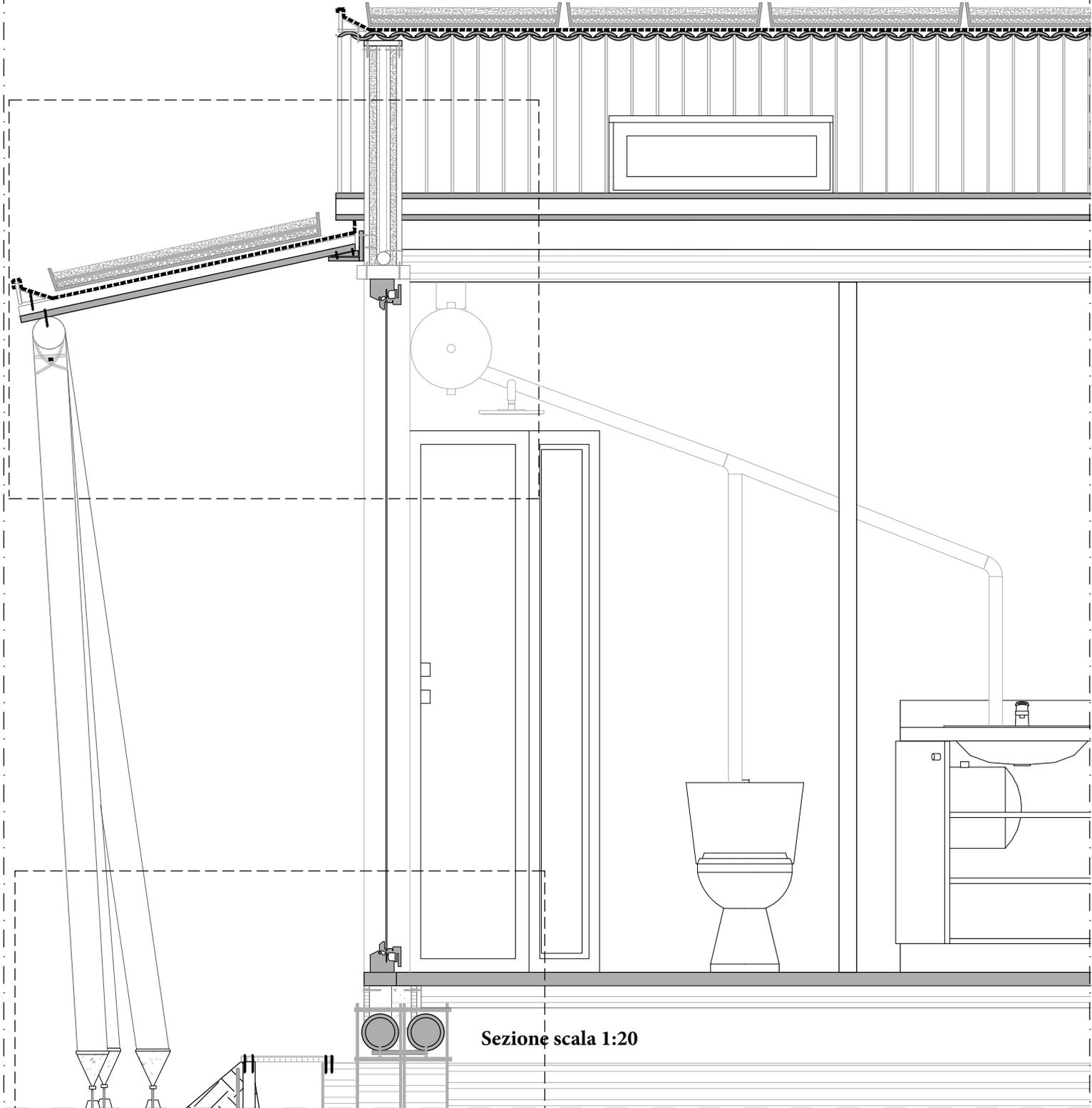




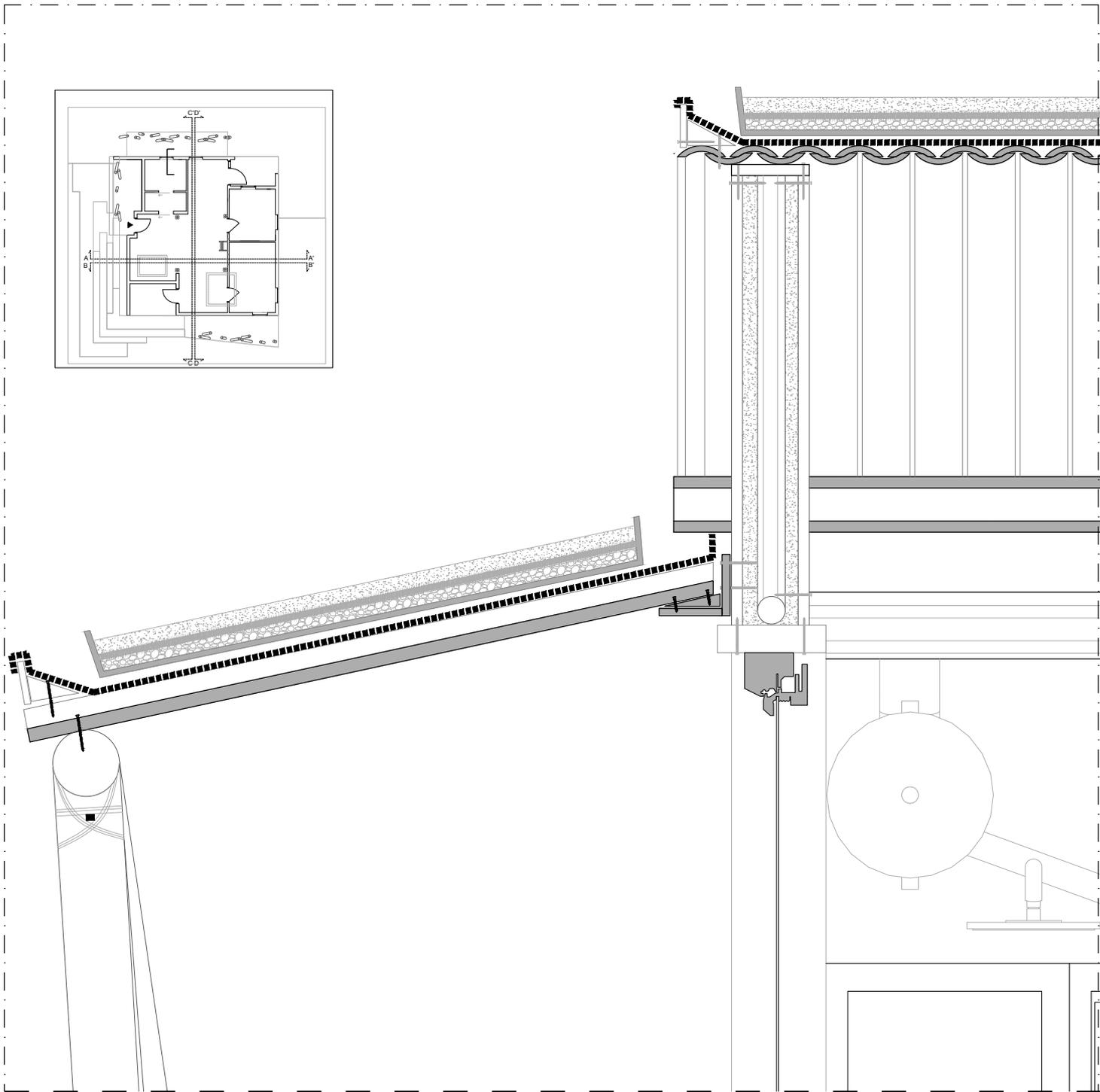
Sezione renderizzata abitazione



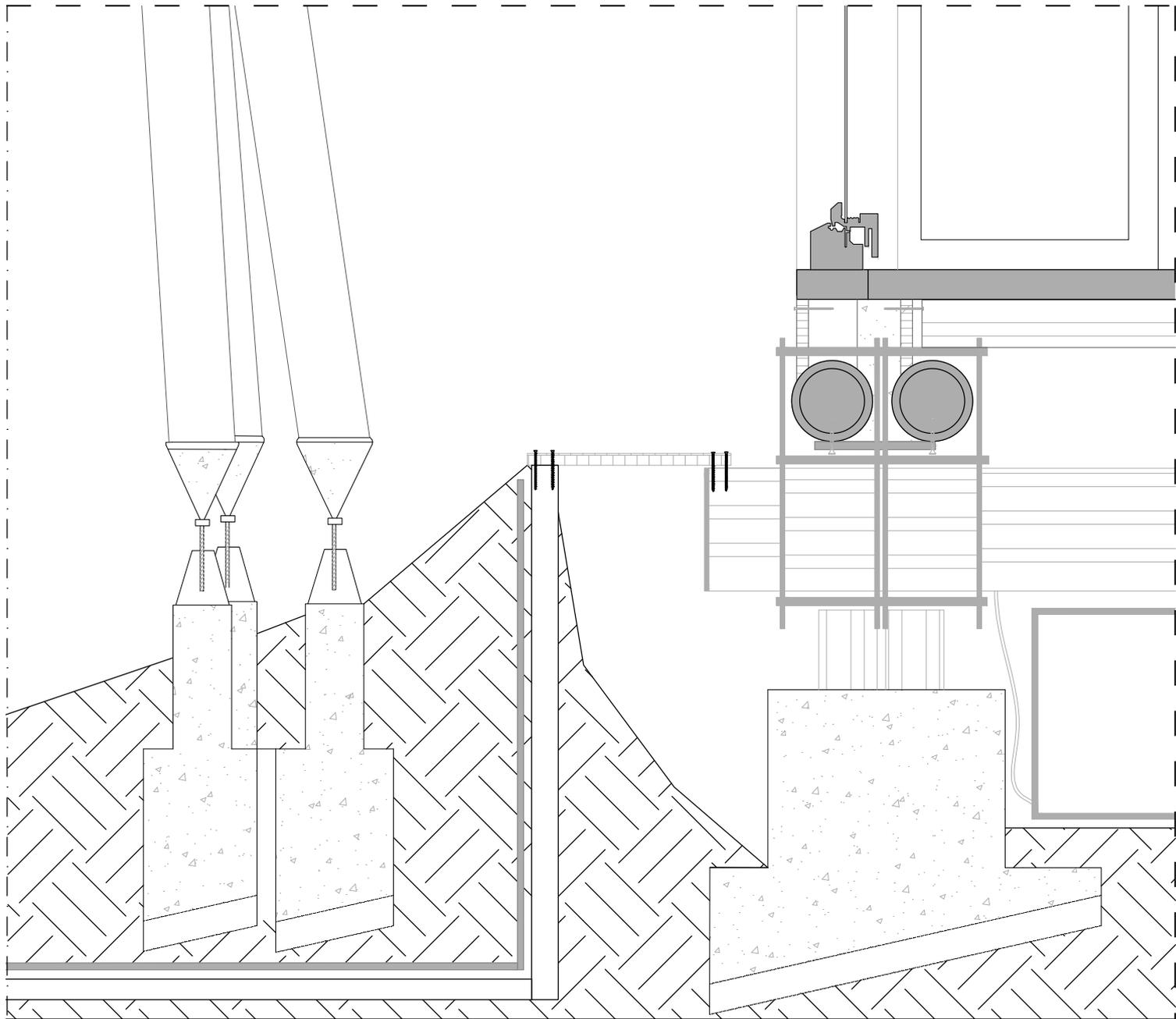
- Parete di finitura in guadua
- Intercapedine in terra cruda
- Parete di contenimento in guadua



Sezione scala 1:20



Sezione nodo copertura scala 1:10

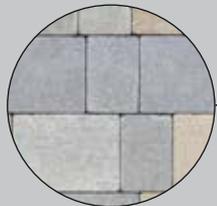


Sezione nodo a terra scala 1:10

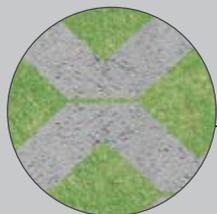
1.9.3_ I materiali urbani



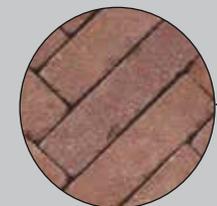
Il manto erboso ricopre le zone verdi e molti degli spazi comuni disposti in tutto il Masterplan. I parchi, i luoghi comuni e le zone attrezzate, sono in maggioranza ricoperte da tessitura verde in alcuni casi utilizzata essa stessa come materiale calpestabile; vicino ai servizi si propone l'utilizzo di sistemi di irrigazione automatizzati.



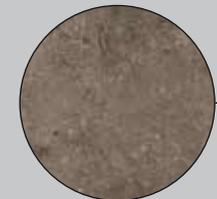
La pavimentazione autobloccante in pietra viene proposta per i passaggi pedonali e per le pavimentazioni dei marciapiedi. La stessa viene inoltre posizionata per identificare materialmente e visivamente la diversità dalla pista ciclabile che le corre a fianco in molti casi, senza posizionare una barriera o uno scalino.



La pietra autobloccante alternata con il verde si propone di utilizzarla in prossimità degli spazi verdi per delimitare la zona calpestabile da quella adibita a parco; grazie alla permeabilità della stessa si evita la formazione di fango nella stagione piovosa in modo da rendere il passaggio pedonale sempre calpestabile.



L'autobloccante in laterizio viene proposto per le piste ciclabili e per i percorsi adibiti al passaggio di veicoli leggeri. La colorazione del materiale permette la distinzione visiva dallo spazio pedonale e dai marciapiedi.



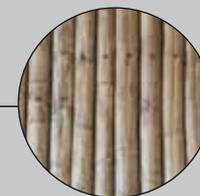
La terra battuta viene proposta per le carreggiate in quanto poggiata sul sistema "Silva Cells" che non consente all'acqua di stagnare e generare pozze ed allo stesso tempo di non formare buche. La scelta deriva dalla decisione di abbassare la temperatura generale delle strade lavorando sulla riflessione del materiale.



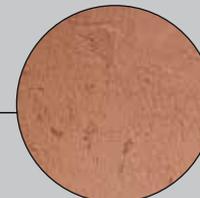
La pietra grossolanamente lavorata si propone di utilizzarla nel letto dei fiumi come base di appoggio della struttura dei canali, in quanto resistente e a basso rilascio di detriti; gli stessi spesso si accumulano in prossimità dei ponti, limitando e bloccando lo scorrimento delle acque e generando fuoriuscite ed allagamenti.

1.9.4_ I materiali architettonici

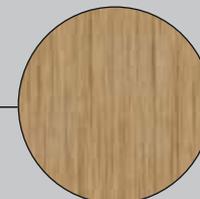
Il bambù, più in particolare la guadua, costituisce il materiale principale nella costruzione dell'abitazione. Le componenti strutturali sono realizzate in guadua intera e naturale, mentre le partizioni, le pareti di contenimento della terra cruda e le finiture, presentano un diametro inferiore e derivano da lavorazioni semplici del materiale.



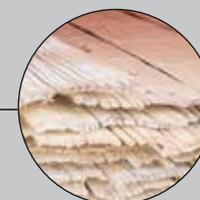
La terra cruda viene utilizzata come riempimento delle pareti perimetrali realizzate in guadua. La sua funzione principale rappresenta l'aumento della massa termica per l'attenuazione dello sfasamento e lo smorzamento della temperatura interna.



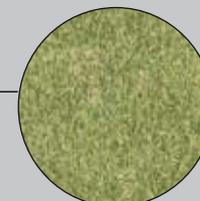
I pannelli di legno, vengono proposti in diversi nodi della struttura; la loro funzione principale è di contenimento e chiusura orizzontale delle pareti in guadua e terra cruda. Possono essere fissati direttamente al bambù tramite staffe o piastre avvitare; inoltre vengono posizionate come telaio dei serramenti.



La guadua tagliata può essere utilizzata come pavimentazione o come finitura delle pareti interne, sorretta da correnti e pali di bambù di diametro contenuto. La lavorazione è semplice e veloce ed il culmo viene tagliato e lavorato in modo da rendere possibile una superficie orizzontale.



La copertura leggera verde viene proposta per migliorare le prestazioni dell'involucro aumentando la massa e attenuare il fenomeno dell'isola di calore insieme al micro-urbano. Le celle indipendenti permettono una facile posa insieme ad una rapida manutenzione.



Perchè la terra cruda?

La terra cruda rappresenta il secondo materiale più consistente all'interno del progetto per l'abitazione di El Pozon. La terra cruda è un composto di quattro componenti principali; ghiaia, sabbia, limo e argilla. La ghiaia e la sabbia sono materiali facilmente reperibili in prossimità dei fiumi, specialmente nell'alveo, mentre nelle zone di corrente lenta, si possono trovare anche limo e argilla. Le quattro componenti presentano sostanzialmente dimensioni e prestazioni differenti ed ognuna di esse è responsabile di un aspetto legato alla durezza, alla flessibilità, alla compattezza ed alla resistenza. La ghiaia è costituita da frammenti di roccia di dimensioni comprese tra i 5 e i 100 mm ed è un componente che non subisce variazioni di volume rispetto alle variazioni di umidità. La sabbia è un componente costituito da grani di dimensioni comprese tra gli 0,08 ed i 5 mm, privo di coesione allo stato secco ma con una forte resistenza allo sfregamento. In presenza di umidità acquista coesione grazie alla tensione superficiale dell'acqua presente nei vuoti fra le particelle. Il terzo componente è il limo costituito da particelle di dimensioni comprese tra gli 0,002 e 0,08 mm. Allo stato secco, come la sabbia, non presenta coesione, ma in presenza di umidità varia di volume e acquista buona coesione fra le particelle. L'ultimo componente è rappresentato

dall'argilla, la frazione più fine della terra. I suoi grani hanno dimensioni inferiori agli 0,002mm (2 microns) e presentano caratteristiche diverse da quelle degli altri composti ^[1]. I grani di argilla sono circondati da particelle di acqua assorbita ed in presenza di umidità presenta notevole coesione e tendenza al rigonfiamento. Inserendo acqua nel composto, il vero legante della terra, si generano dei ponti capillari fra le particelle di argilla, la quale aderisce con i grani della sabbia.

La giusta miscela dei quattro componenti fa sì che si possa creare un materiale adatto per le costruzioni; invece una scorretta miscela genera prodotti inconsistenti con differenti difetti. Una eccessiva dose di argilla all'interno del prodotto può generare fessure durante l'essiccamento e causa instabilità di volume. L'eccessivo utilizzo di sabbia invece genera poca coesione fra le particelle ed il legame debole porterà alla disgregazione del prodotto. L'inserimento anche involontario invece di materia organica, a causa della sua decomposizione, produrrà una porosità interna e quindi una scarsa durabilità ^[2].

La terra cruda, una volta composta di questi materiali in giusta dose, viene essiccata al sole e, anche per questo, presenta un'energia incorporata

^{[1][2][3]} PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 14, *La terra cruda*, DEL CORSO DI "SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA- REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"

molto bassa.

I vantaggi principali dell'utilizzo della terra cruda sono legati all'abbondanza della materia prima su quasi tutta la terra, alla salubrità del materiale e del suo utilizzo, alla sue caratteristiche termogrometriche, alla sua semplicità di lavorazione e alla sua riciclabilità e riutilizzo dopo la demolizione.



^[1.0] Mattone adobe, fonte: <https://www.architonic.com>

Inoltre la terra risponde bene anche alle proprietà di fonoassorbimento e fonoisolamento ^[3].

Le tecniche costruttive attualmente in uso si suddividono principalmente rispetto alla tecnologia. La prima tecnica si chiama "Adobe" ^[1.0] e consiste nella formazione di un mattone a mano, ottenuto tramite la modellazione dell'impasto di argilla e acqua. Tale modellazione continua poi in diversi passaggi all'interno di casseforme di legno per conferire al mattone la sua forma ideale; in alcuni casi si può aggiungere della paglia per conferire una maggiore resistenza a trazione. Successivamente alla formatura avviene il passaggio dell'essiccazione all'aria aperta e a diretto irraggiamento del sole. Questo passaggio consente all'Adobe di consolidare le sue caratteristiche meccaniche senza l'utilizzo di macchine, forni o



^[2.0] Tecnica Pisè, fonte: <https://www.reteimprese.it>

altri strumenti a consumo di energia. L'essiccazione esterna dura tra le due e le quattro settimane a seconda della dimensione e dello spessore del mattone. La miscela viene eseguita con 14-18% di argilla, 10-35% di limo, 55-75% di sabbia e 0-3% di inerti vegetali. Con questa composizione l'Adobe raggiunge un peso specifico di circa 1400-1900 kg/m³ ^[4]. Le caratteristiche fisico-meccaniche del prodotto sono ideali per un utilizzo come pareti di tamponamento interne e per pareti portanti, in quanto presentano un basso potere isolante ma una buona capacità di accumulo di calore ^[5].

La seconda tecnica costruttiva viene chiamata "Pisè" ^[2.0] e consiste nel riempire delle casseforme preparate in legno in modo da realizzare un getto continuo

^{[4][5]} PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 14, *La terra cruda*, DEL CORSO DI "SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA - REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"

^[6] ING. GIAMPAOLO MUNAFÒ, SLIDE DELLA CONFERENZA ORGANIZZATA DA INGEGNERIA SENZA FRONTIERE, *Costruire con la terra cruda. la terra cruda nelle costruzioni: sistemi costruttivi antichi e moderni e tipologie costruttive*, PISA

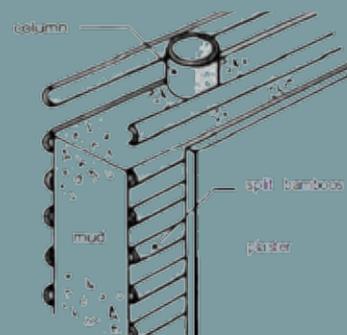
evitando la segregazione delle componenti. La terra ed i granuli di dimensioni maggiori fungono da inerti, ed ogni 15-20 cm di getto, l'impasto viene compattato a mano con pestelli o meccanicamente [2.0]. Il peso specifico finale risulta maggiore dell'Adobe poichè più compatto, e raggiunge i 1800-2100 kg/m³. Questo metodo garantisce una buona resistenza a compressione e un'ottima capacità di resistenza al fuoco.

La successiva tecnica di costruzione viene chiamata "terra impilata" o "Bauge". Essa permette di realizzare forme architettoniche senza bisogno di



[3.0] Tecnica Bauge, fonte: APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 14_ "LA TERRA CRUDA"

casseri particolari grazie all'utilizzo di terra umida [3.0]. Le architetture realizzate con questa tecnica presentano forme particolari ed è molto comune ritrovare curve e sagome caratteristiche [6]. Tali costruzioni vengono realizzate con tecniche molto simili a quelle per modellare il vasellame e la plasticità della terra risulta essere la caratteristica essenziale per la realizzazione. La consistenza muraria, perchè si possa definire portante, viene garantita solo con l'utilizzo di terra non troppo secca, spesso additivata con paglia per aumentare la coesione interna. L'utilizzo di paglia come



[4.0] Tecnologia Torchis, Fonte: APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 14_ "LA TERRA CRUDA"



[5.0] Riempimento della muratura, Torchis, Fonte: [HTTP://WWW.LIVEINSLUMS.ORG](http://WWW.LIVEINSLUMS.ORG)

[7][8] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 14, *La terra cruda*, DEL CORSO DI "SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA- REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"

[9] ING. GIAMPAOLO MUNAFÒ, SLIDE DELLA CONFERENZA ORGANIZZATA DA INGEGNERIA SENZA FRONTIERE, *Costruire con la terra cruda. la terra cruda nelle costruzioni: sistemi costruttivi antichi e moderni e tipologie costruttive*, PISA

additivo è molto comune ed alcuni casi studio hanno rilevato una miglioramento della coesione dove essa sia stata additivata in condizioni di umidità ^[7].

Dopo aver impilato la terra cruda, vengono modellate le forme più difficili da realizzare, spesso a mano, e tramite l'utilizzo di strumenti di taglio, vengono rimossi e levigati gli elementi più esterni. La dimensione minima per poter realizzare pareti portanti con questa tecnica è di circa 30-50 cm di spessore a seconda della consistenza e della densità della terra. L'altezza massima consigliata per un singolo elemento si aggira intorno ai 3,5 metri senza l'ausilio di una struttura di sostegno. La distanza tra le aperture interne alla muratura, viene consigliata non inferiore ai 75 cm; gli architravi sopra tali aperture inoltre devono essere armati con una struttura lignea di listelli con diametro compreso tra i 40 ed i 50 mm, collocati ad una distanza non maggiore ai 10 cm l'uno dall'altro ^[9]. La successiva tecnologia analizzata viene chiamata " Torchis" e consiste nella costruzione di una parete, tendenzialmente perimetrale, in terra cruda con un supporto di una struttura portante interna



^[7.0] The Villas at Miraval fonte: www.architecturaldigest.com



^[8.0] Centro de Ecología Aplicada, Santiago de Chile (Chile)
Fonte: <http://www.marcelocortes.cl/proyectos/portada/>



^[6.0] Bam, Città di terra cruda in Iran Meridionale, Fonte: <https://www.architetturaecosostenibile.it>



^[9.0] Hand-made School Dinajpur, Bangladesh; fonte: www.archdaily.com

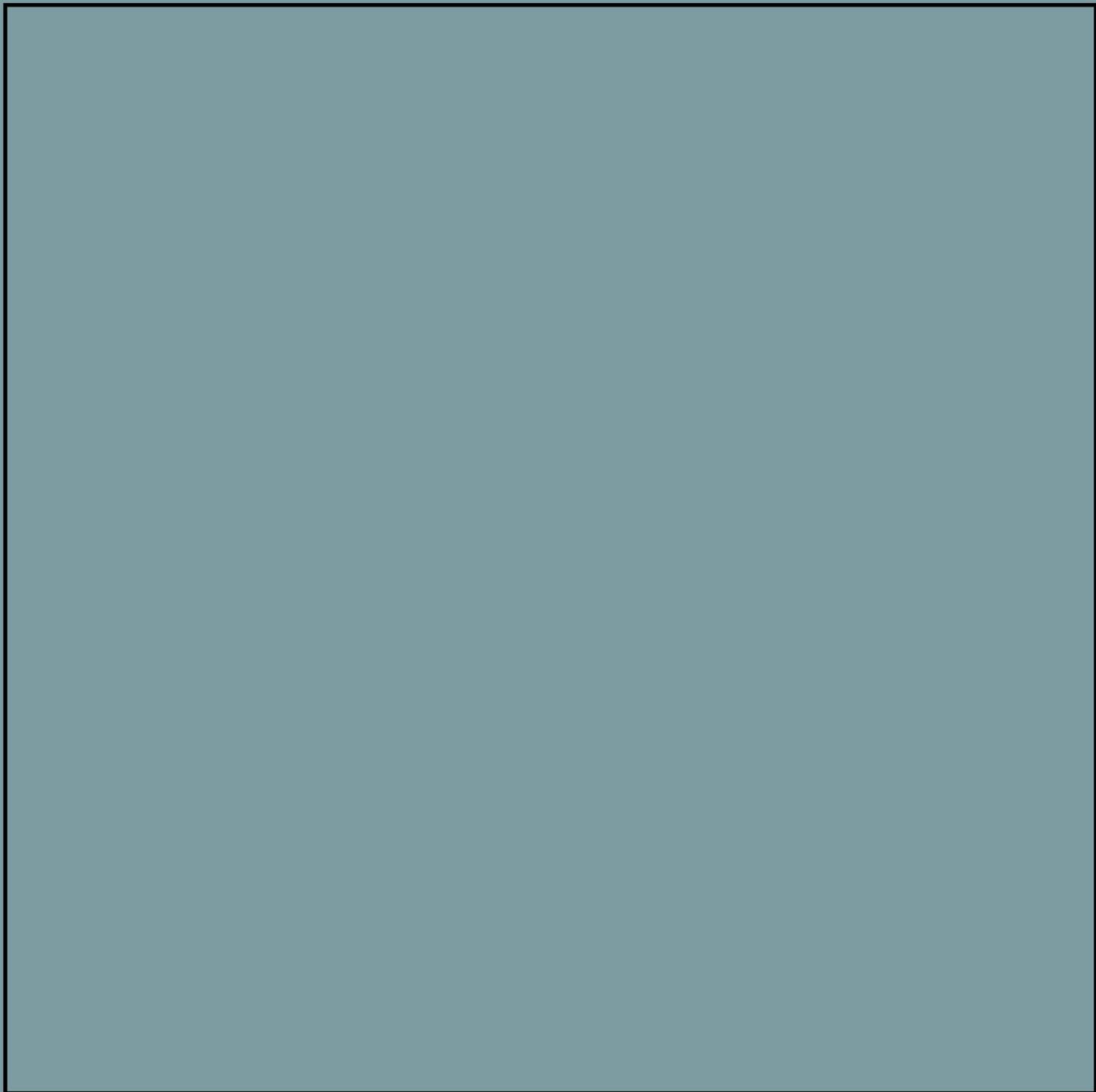
[4.0]. Questo metodo richiede una stratigrafia più articolata rispetto alle tecnologie precedentemente descritte; in questo caso si richiede una struttura in bambù, legno o rami come telaio portante, una superficie composta da pannelli sulle due facce interna ed esterna in modo da contenere la terra cruda internamente versata e gettata [5.0] come materiale riempitivo [8]. L'impasto di terra è abbastanza pesante e raggiunge un peso specifico compreso tra i 1000 ed i 1600 kg/m³. Alla miscela di terra e sabbia, spesso si aggiunge della paglia umida ed è consigliato il riposo dell'intera miscela da un minimo di 6 ore ad un massimo di 2 settimane adagiandolo sopra e sotto un telo di plastica [10]. Dopo il montaggio del telaio resistente bisogna spennellare gli elementi di legno o di bambù con terra umida e successivamente è possibile applicare il Torchis. Al termine dell'operazione di riempimento del cassero di legno e consigliabile lisciare la superficie e chiuderla per evitarne la fuoriuscita [11]. Questa tecnologia presenta vantaggi rispetto alla regolazione dell'umidità interna agli ambienti, alla tenuta termica, alla capacità di isolare acusticamente e soprattutto il vantaggio economico di reperimento del materiale e lavorazione; per questo motivo è stata selezionata come più vicina alle necessità del luogo di inserimento del progetto a Cartagena De Indias. La presenza del delta fluviale garantisce la presenza a km 0 del prodotto e di tutte le sue componenti e la facilità di lavorazione permette anche a mani meno esperte di poter auto-costruire il piccolo fabbricato.

Alcuni casi studio [6.0] hanno permesso di comprendere meglio le potenzialità di questo materiale e valutare l'effettiva resa che questo ha sul

contesto, insieme al risvolto sociale; Canada^[7.0], America latina^[8.0] e sud-est asiatico ^[9.0] sono stati i luoghi analizzati e considerati per la loro applicazione del materiale.

[10] ING. GIAMPAOLO MUNAFÒ, SLIDE DELLA CONFERENZA ORGANIZZATA DA INGEGNERIA SENZA FRONTIERE, *Costruire con la terra cruda. la terra cruda nelle costruzioni: sistemi costruttivi antichi e moderni e tipologie costruttive*, PISA

[11] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 14, *La terra cruda*, DEL CORSO DI "SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA - REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"



1.9.5_ Studio della luce naturale

Una buona luce naturale interna all'abitazione è stata sin dal principio uno degli obiettivi principali che hanno condotto l'evoluzione dell'architettura. La forma, le dimensioni degli spazi e la relazione tra architettura e luce, hanno guidato e modificato continuamente il progetto, adattandolo ai requisiti minimi del concorso.

Partendo dalla destinazione d'uso legata agli ambienti, si è cercato di restituire valori prossimi al comfort ambientale rispetto a luminanza e illuminamento. Nello spazio comune centrale all'abitazione è stato possibile disporre gli arredi anche in funzione dell'orientamento e della provenienza della luce; per esempio viene proposto uno spazio di riposo e relax vicino alle aperture e ai serramenti esposti verso sud e viceversa la cucina e il soggiorno presso i serramenti esposti a nord.

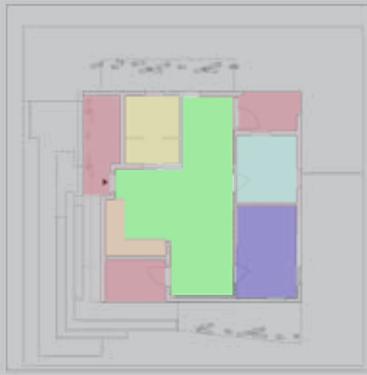
Le aperture poste più in alto tra le falde, sono rivolte a sud e forniscono, insieme al lucernario, una luce verticale aumentando l'uniformità generale; in questo modo lo spazio comune risulta essere più confortevole ed i piani di lavoro ben illuminati senza creare disturbo visivo.

La zona notte viene rivolta verso sud e le aperture aumentano di dimensione; gli stessi serramenti cercano di avere un telaio minimo e poco invasivo. In questo caso non sono presenti sistemi di oscuramento esterni per alcune ragioni: difficoltà di installazione autonoma, costo del sistema e la costante manutenzione necessaria. Inoltre l'idea alla base del progetto, rimane sempre quella di realizzare un manufatto che possa essere auto-costruito con l'ausilio di un manuale direttamente dagli utenti che la utilizzeranno, quindi essere di facile montaggio e veloce cantierizzazione. Rispetto al tema di irraggiamento solare sono state poste a est e a ovest delle falde che limitino tale fenomeno garantendo, per quanto possibile, una riduzione del calore internamente. Le falde accessorie mantengono la medesima tecnologia della falda di copertura e quindi non necessitano di ulteriore competenza e diversi nodi di costruzione; in questo modo l'utente può realizzare tutte le falde di

copertura nello stesso modo senza complicazioni.

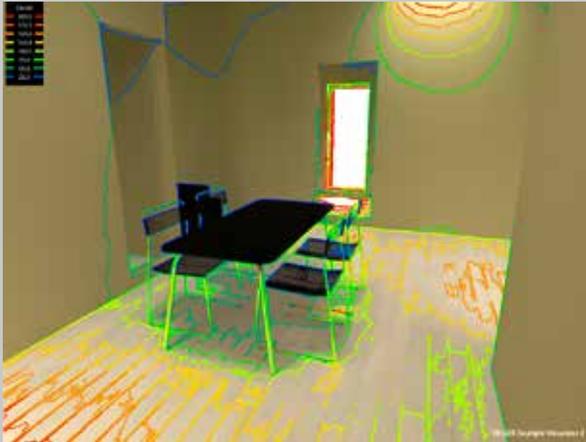
Il bagno infine presenta un'apertura ampia apribile a Wasistass che consente di arieggiare l'ambiente, evacuare il calore e non occupare spazio di apertura. I calcoli illuminotecnici eseguiti sono stati fatti tramite l'ausilio del software Velux visualizer, capace di restituire i valori talvolta puntuali delle curve di luminanza e illuminamento sulle superfici orizzontali e verticali. Le condizioni di calcolo sono state eseguite alle h. 12.00 del 21 Maggio in condizioni di cielo coperto (overcast) in tutti gli spazi dell'abitazione con diverse viste per valutare meglio l'impatto della luce naturale all'interno dell'ambiente.

- Patio esterno
- Bagno
- Spazio comune
- Stanza tipologia 1
- Stanza matrimoniale
- Cucina



Navigatore pianta distributiva

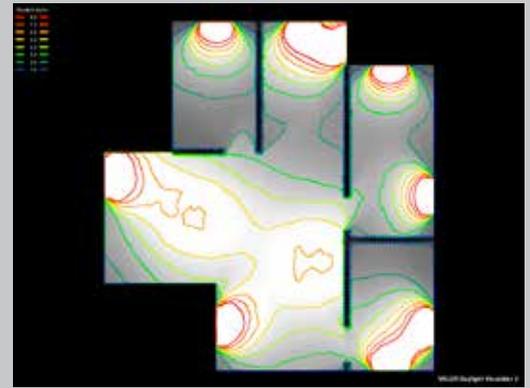
Luminanza [Cd/m^2]



Spazio comune_ zona relax

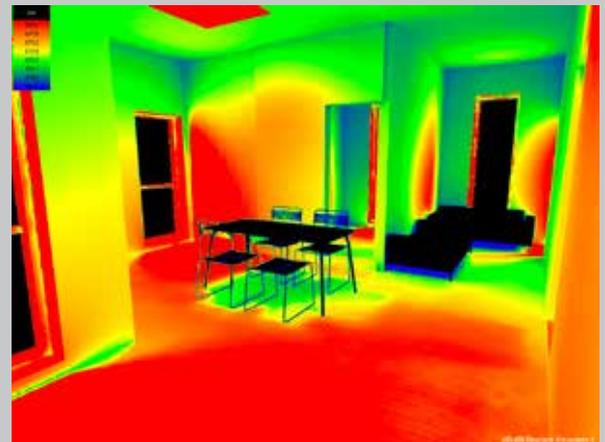
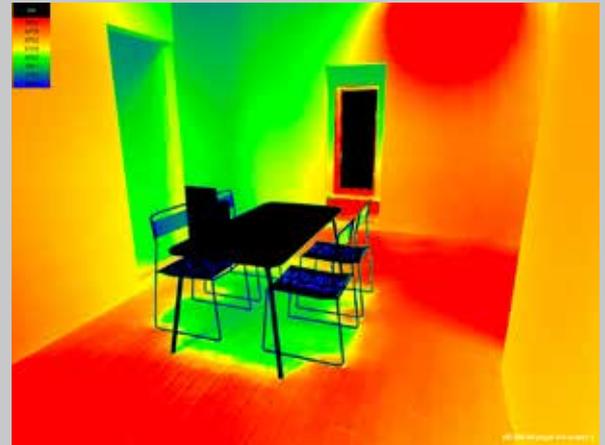


Spazio comune_ zona cucina



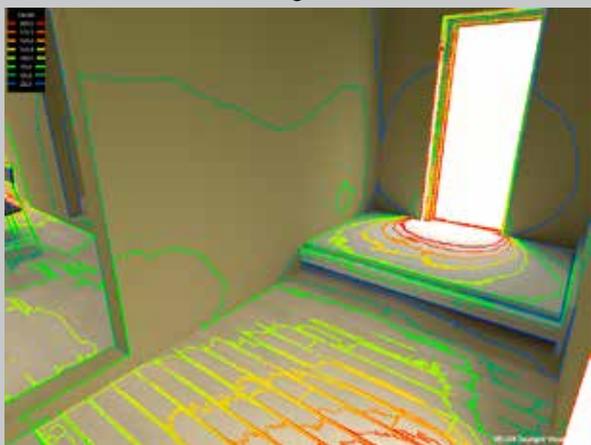
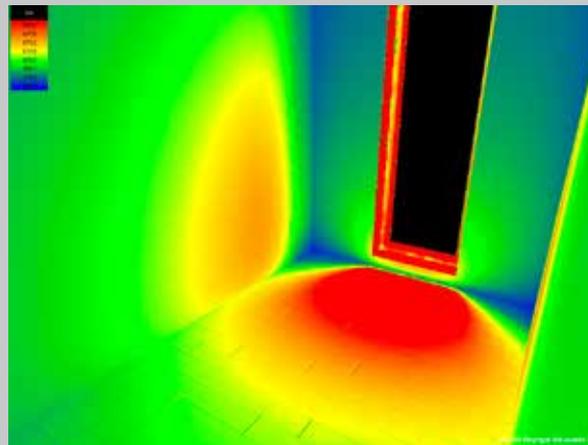
Fattore medio di luce diurno (FMLD)

Illuminamento [Lux]

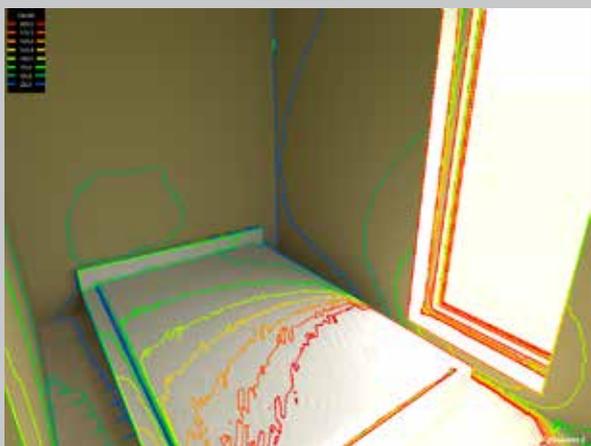
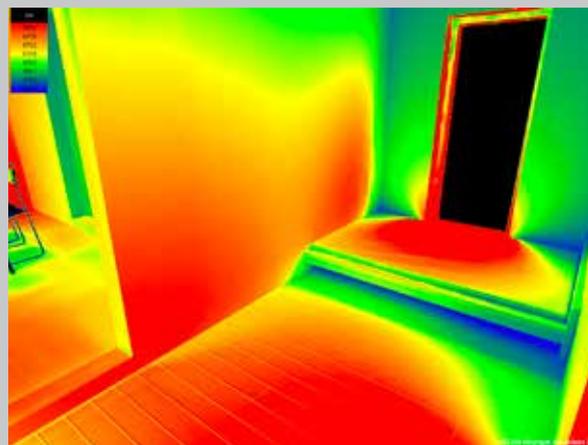




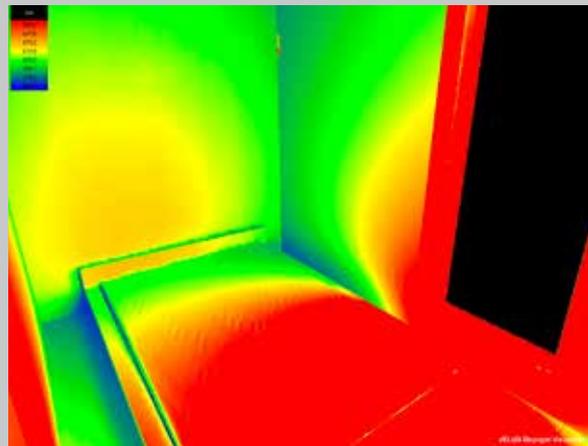
Bagno



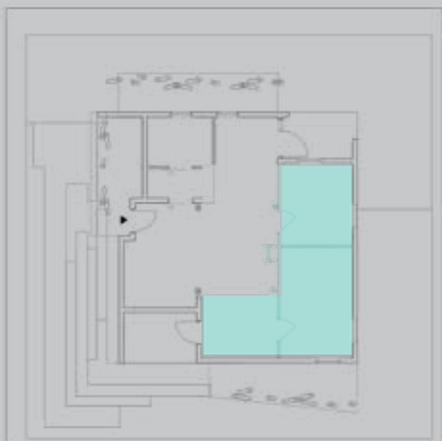
Zona notte_ Camera singola



Zona notte_ Camera matrimoniale

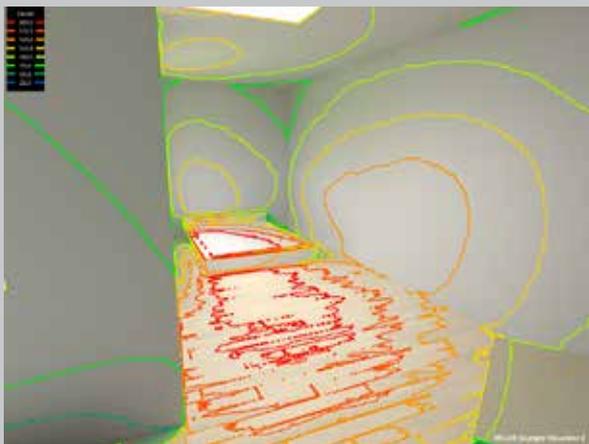


- Spazio comune
- Stanza tipologia 1

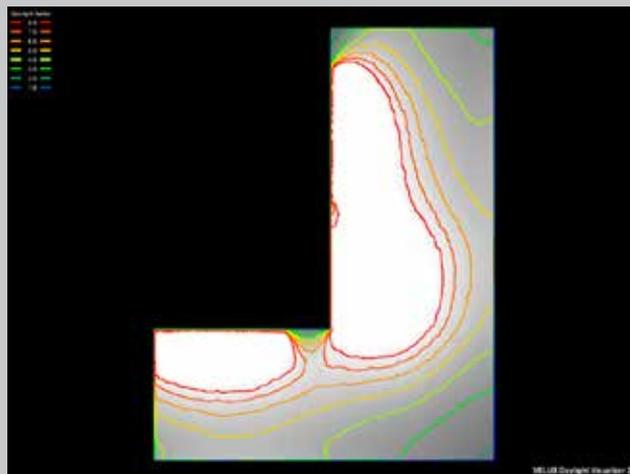


Navigatore pianta distributiva

Luminanza [Cd/m²]

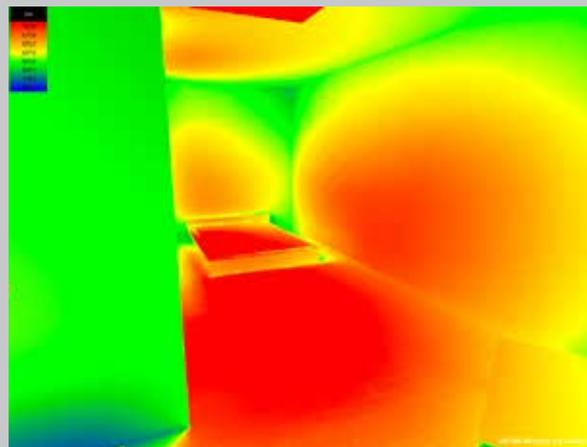


Mezzanino



Fattore medio di luce diurno (FMLD)

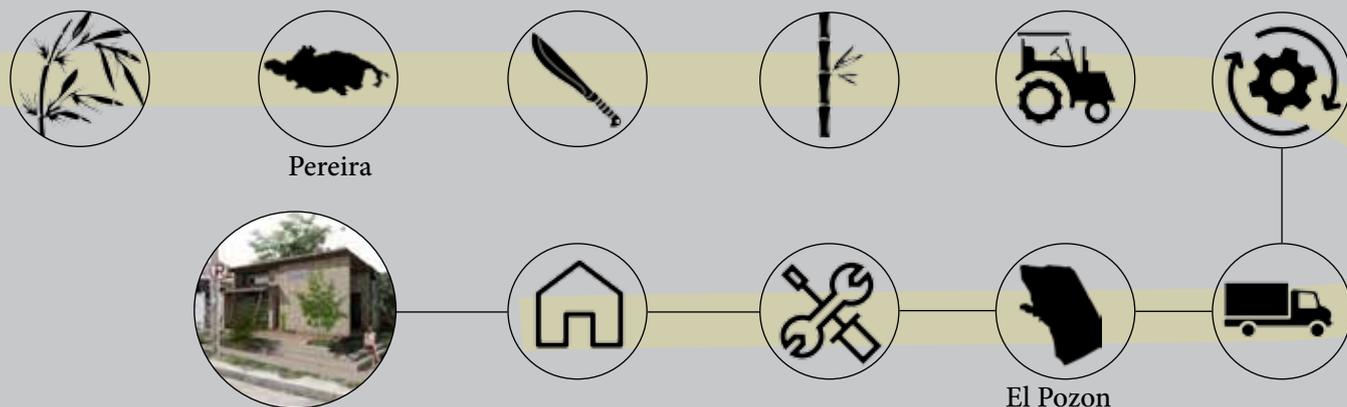
Illuminamento [Lux]



1.9.6_ Fasi di montaggio e cantierizzazione per auto-costruzione con guadua

Il processo di cantierizzazione corrisponde all'ultima fase del progetto architettonico, in cui vengono studiate e proposte le fasi legate al montaggio in sito delle componenti che andranno a costituire gli elementi architettonici. Lo studio dei nodi e dei giunti rappresenta la tecnologia di installazione, che insieme ai materiali ed alla loro applicazione fanno di questo capitolo il manuale di auto-costruzione o costruzione partecipata. La guadua, utilizzata sin dalle prime abitazioni rurali nel periodo pre-ispánico, facilita questo processo grazie alla sua facile lavorabilità; tale materiale velocizza il cantiere e rende più semplice il montaggio della struttura grazie alla sua leggerezza.

Per poter fare ciò è necessario capire come funzionano i giunti singolarmente e come essi possano essere montati passo-passo; gli elementi sono stati quindi analizzati singolarmente ed è stata rappresentata la proposta di processo di montaggio. Il primo nodo analizzato è stato quello di fondazione, sopra il quale si poggia tutta la struttura; tale nodo si poggia su una fondazione indipendente in CLS non armato funzionale per isolare la guadua dal piano di calpestio umido. Sopra di essa vengono posati 4 elementi verticali di guadua con diametro di circa 8-10 cm, stabilizzati da pareti metalliche di forma semi circolare saldate alla piastra metallica. In successione vengono posizionati i culmi principali e secondari responsabili della tenuta strutturale dell'abitazione; su di essi poggia una prima pavimentazione realizzata con culmi di guadua di sezione minore. Il nodo viene irrigidito e stabilizzato tramite il giunto metallico rappresentato in figura a lato, dove alcuni correnti verticali, insieme alle piastre forate, garantiscono l'irrigidimento della struttura. Infine vengono posti ulteriori culmi verticali, anch'essi irrigiditi dalle pareti metalliche, così da permettere la crescita della struttura in altezza sino ad un massimo di 2/3 piani fuori terra, come indicato nella normativa Colombiana "NSR 10 Cap.G-12 Estructuras de madera y estructuras de Guadua" rispetto alla normativa



anti-sismica.

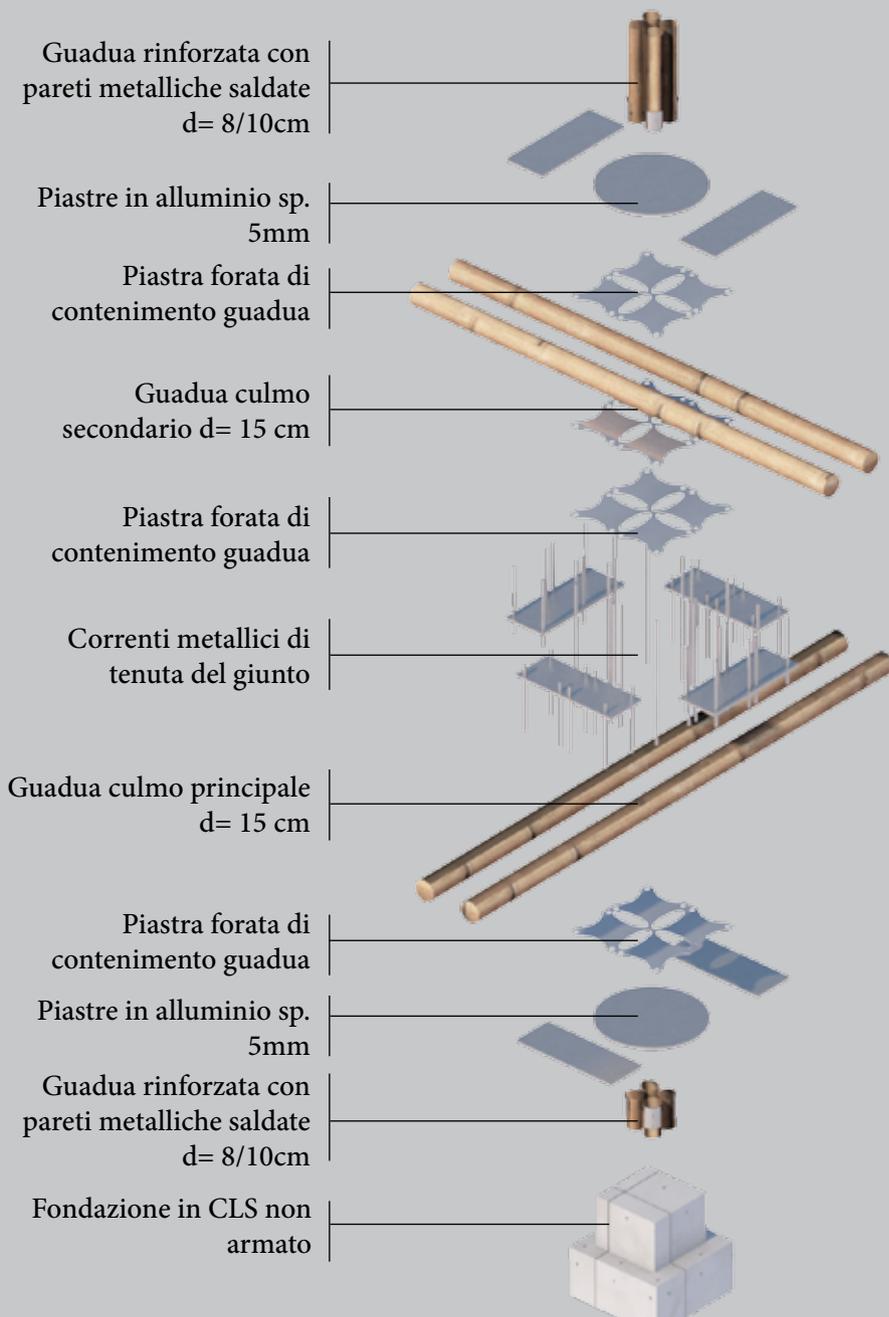
Il secondo elemento analizzato è stata la parete esterna con struttura portante interna realizzata in guadua. Tale componente si poggia sui culmi correnti orizzontali secondari e la struttura interna viene fissata tramite giunti a bocca di pesce staffati e legati. Il componente viene poi chiuso da pannelli di legno che descrivono le linee principali della cassetta contenente la terra. Tali pannelli vengono fissati tramite viti auto-perforanti da legno la cui funzione è di tenere inoltre uniti i pannelli di guadua; questi ultimi vengono bloccati internamente da bulloni resistenti anti-ritorno in acciaio.

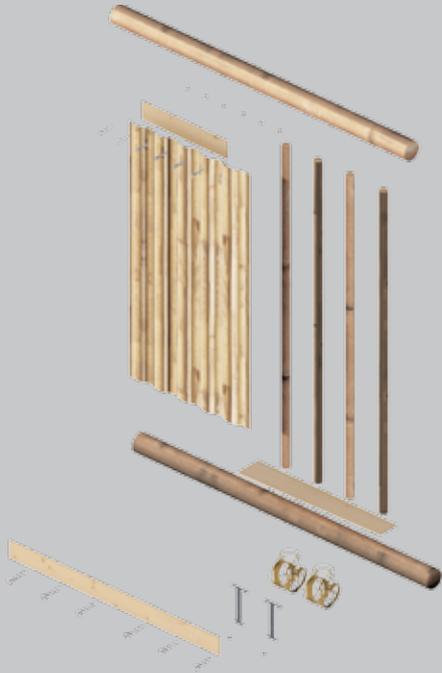
Lo stesso principio è stato applicato anche nel caso dei telai dei serramenti orizzontali e verticali, dove i culmi di guadua resistenti sono ancorati tramite viti da legno ai pannelli di legno; ad essi si propone l'aggancio del telaio fisso. Quest'ultimo, realizzato in legno, mantiene il vetro in posizione verticale. La scelta del vetro non è casuale; il vetro singolo viene proposto in relazione alle caratteristiche generali dell'involucro e per tanto avvicinandosi alle condizioni di trasmittanza termica delle pareti perimetrali. Le prestazioni dell'involucro per tanto sono pensate in funzione delle condizioni climatiche e di quelle socio-culturali dove il progetto si inserisce.

Il successivo elemento analizzato per la cantierizzazione è il pavimento. Tale elemento si compone di due solai continui ed una struttura portante di irrigidimento; il tutto viene realizzato in prodotti derivanti



Dettaglio elementi coltivo





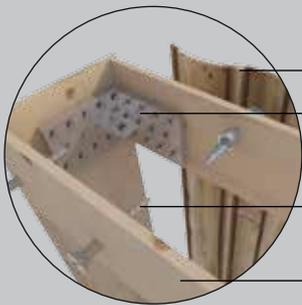
Parete Perimetrale fase 1



Parete Perimetrale fase 2

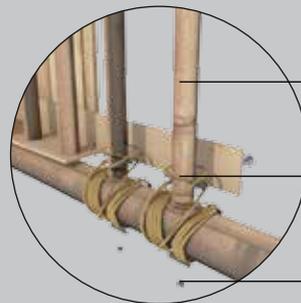


Parete Perimetrale fase 3



Angolare Fissaggio

- Pannelli di guadua di finitura interna
- Angolare tipo Rothoblass per fissaggio elementi lignei
- Vite da legno auto-perforante filettata
- Pannello di legno di chiusura sp. 2/3cm



Dettaglio legatura

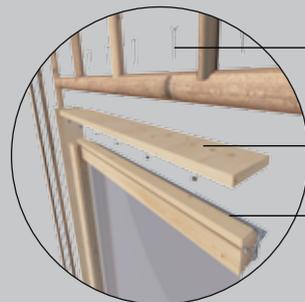
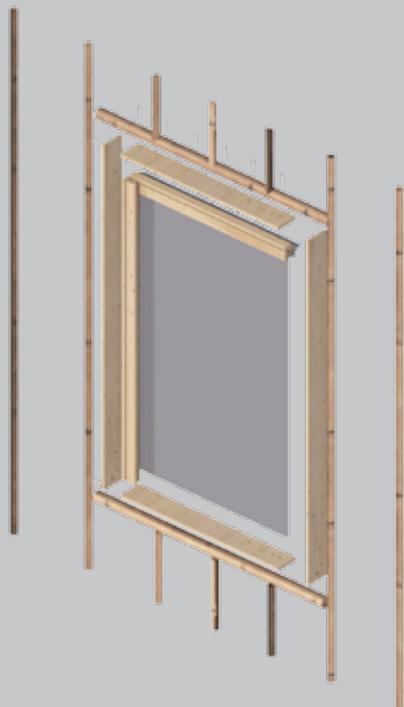
- Culmi in guadua per struttura portante d=8/10 cm
- Legatura per giunti a bocca di pesce
- Bullone di fissaggio per ancoraggio metallico

dalla guadua. Le travi principali e secondarie vengono fissate ogni 6 metri lineari tramite un giunto metallico; tale dimensione è vincolata dal taglio e dalla lavorazione della guadua in fase di produzione. Nel caso proposto, successivamente al sopralluogo a Pereira, è stata individuata la dimensione più opportuna per il taglio, la lavorazione in vasca ed il trasporto. Lo stesso vale per i culmi di diametro minore posti sopra le travi secondarie per irrigidire il solaio. L'interasse tra le travi non supera i 2,5 metri e grazie a questo consente di realizzare pannelli di finitura di dimensioni ridotte, più facili da trasportare. Questi ultimi pannelli in guadua, realizzati tramite apertura del culmo in lunghezza, vengono fissati tramite viti auto-perforanti da legno direttamente sui culmi. L'ultimo strato invece viene proposto come finitura superficiale ma non è necessario ai fini di tenuta di arredi e calpestio in quanto la stratigrafia proposta è sufficientemente resistente.

Il successivo elemento analizzato per la cantierizzazione e l'auto-costruzione è la falda di copertura. Essa si compone di differenti materiali in quanto, come spiegato precedentemente, la guadua non può essere esposta direttamente alla pioggia. Lo strato più esterno viene proposto in una soluzione verde leggera a celle indipendenti, poggiata su uno strato impermeabile; il fissaggio di questi elementi avviene con semplice apposizione sulla falda inclinata a bassa pendenza. I profili correnti perimetrali inclinati per evitare la lesione dello strato impermeabile, vengono fissati in profondità sull'intradosso in guadua tramite viti auto-perforanti.

Lo strato più interno viene realizzato con lo stesso principio delle pareti perimetrali, in guadua tagliata e piegata per la sua lunghezza. Ad essa vengono fissate, tramite viti e bulloni, delle staffe in alluminio predisposte per sorreggere il canale di gronda. Lo stesso canale viene utilizzato per la raccolta delle acque pluviali in un sistema di cisterne posizionate alla base dell'abitazione. Questo permette l'irrigazione dei prodotti posti sulle pareti coltivate e l'utilizzo della medesima come acqua sanitaria non potabile.

L'ultimo dettaglio analizzato è stato il culmo esterno inclinato,



Vite auto-perforante da legno
per fissaggio del pannello sul
culmo di guadua

Pannello di legno per
fissaggio telaio

Serramento legno/alluminio

Dettaglio fissaggio

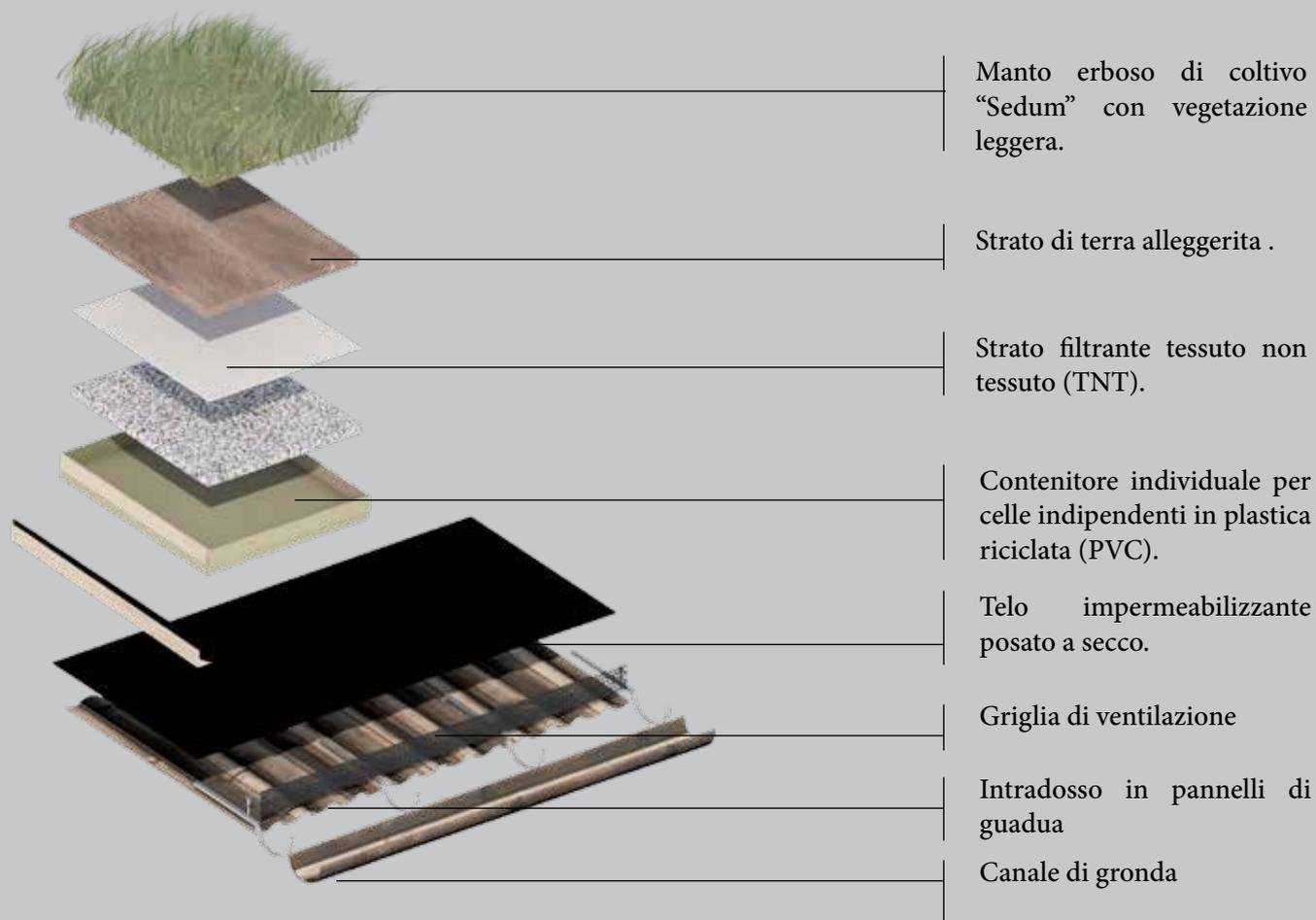
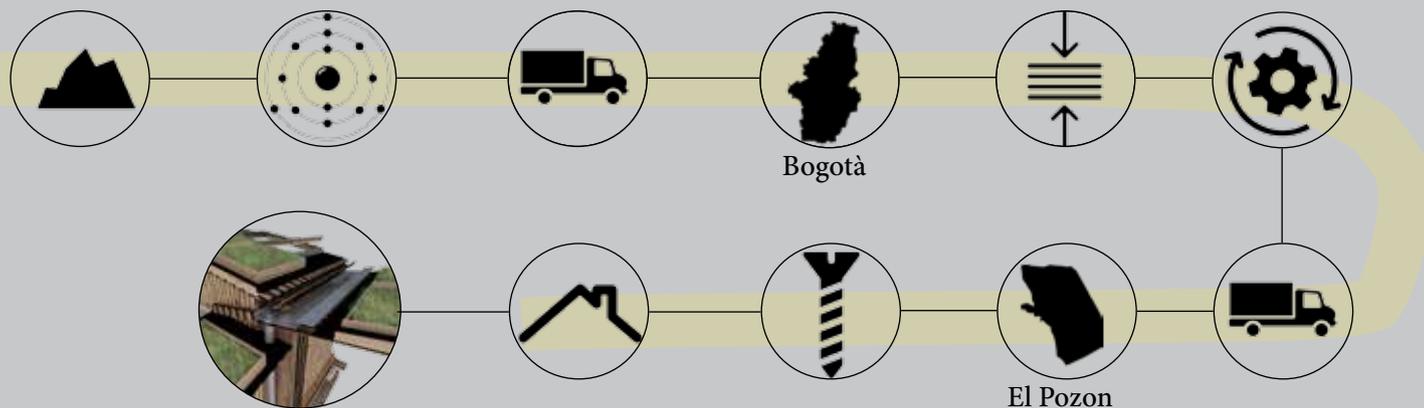
Giunto del serramento



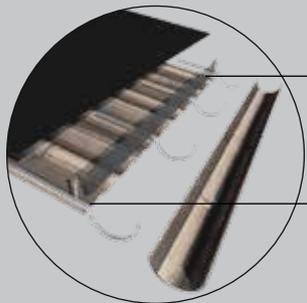
Pavimento del piano rialzato

responsabile di sorreggere la falda di copertura del patio. Questo elemento portante caricato di punta, viene proposto per accogliere e sorreggere la falda che copre lo spazio esterno delle logge ricavate dalla riduzione del volume. Il culmo di guada viene rialzato dal piano di calpestio per essere protetto dall'umidità e dall'acqua potenzialmente presente a terra. Per realizzare tale giunto è necessario introdurre un piccolo pilastro in cls non armato di forma cilindrica, al cui interno è ricavato lo spazio per un ferro tondo posto in posizione verticale. Tramite questa tecnologia, viene proposto un giunto conico che accoglie la guada, dentro il quale viene inserito del materiale impermeabile che la protegge; il cono metallico viene poi fissato con viti auto-perforanti in modo da evitare gli spostamenti alla base. Lo stesso culmo, nella parte più alta, viene trattato nello stesso modo degli altri giunti, ovvero tramite un ancoraggio a bocca di pesce, rinforzato poi da una legatura realizzata a mano.

La procedura di cantierizzazione viene poi organizzata secondo un ordine di costruzione delle componenti, generalmente dal basso verso l'alto. Le pareti esterne vengono realizzate successivamente alla parte strutturale e alle fondazioni. La copertura infine, in quanto indipendente, viene realizzata per ultima e viene poggiata e fissata direttamente sui culmi centrali in guada e sulle pareti portanti. L'installazione dei pannelli fotovoltaici e degli impianti infine chiude la scansione del cantiere di auto-costruzione.



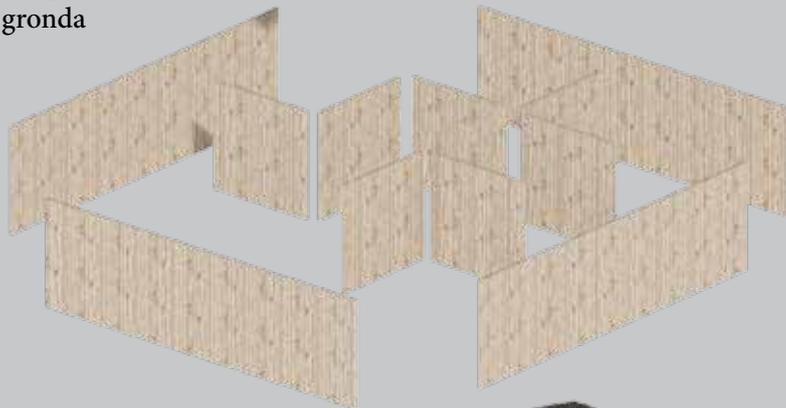
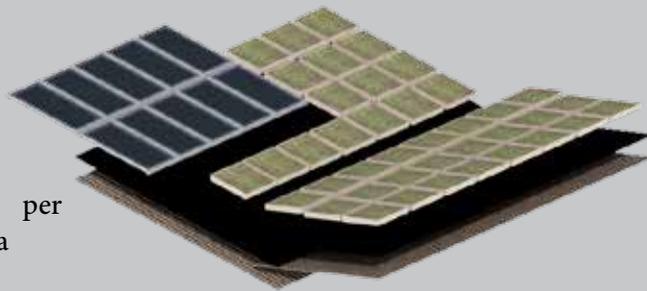
Falda di copertura



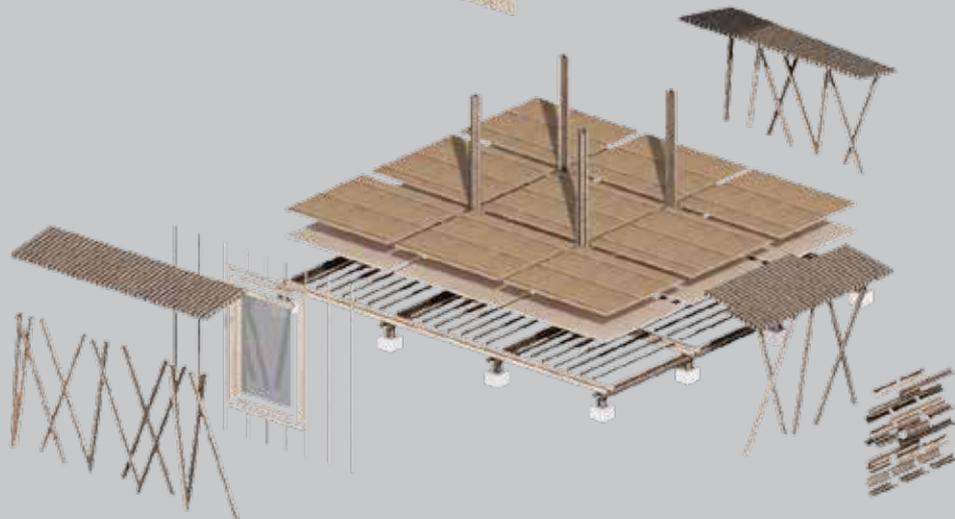
Dettaglio gronda

Vite auto-perforante per fissaggio della copertura

Staffa in alluminio per fissaggio del canale di gronda



Dettaglio patio esterno

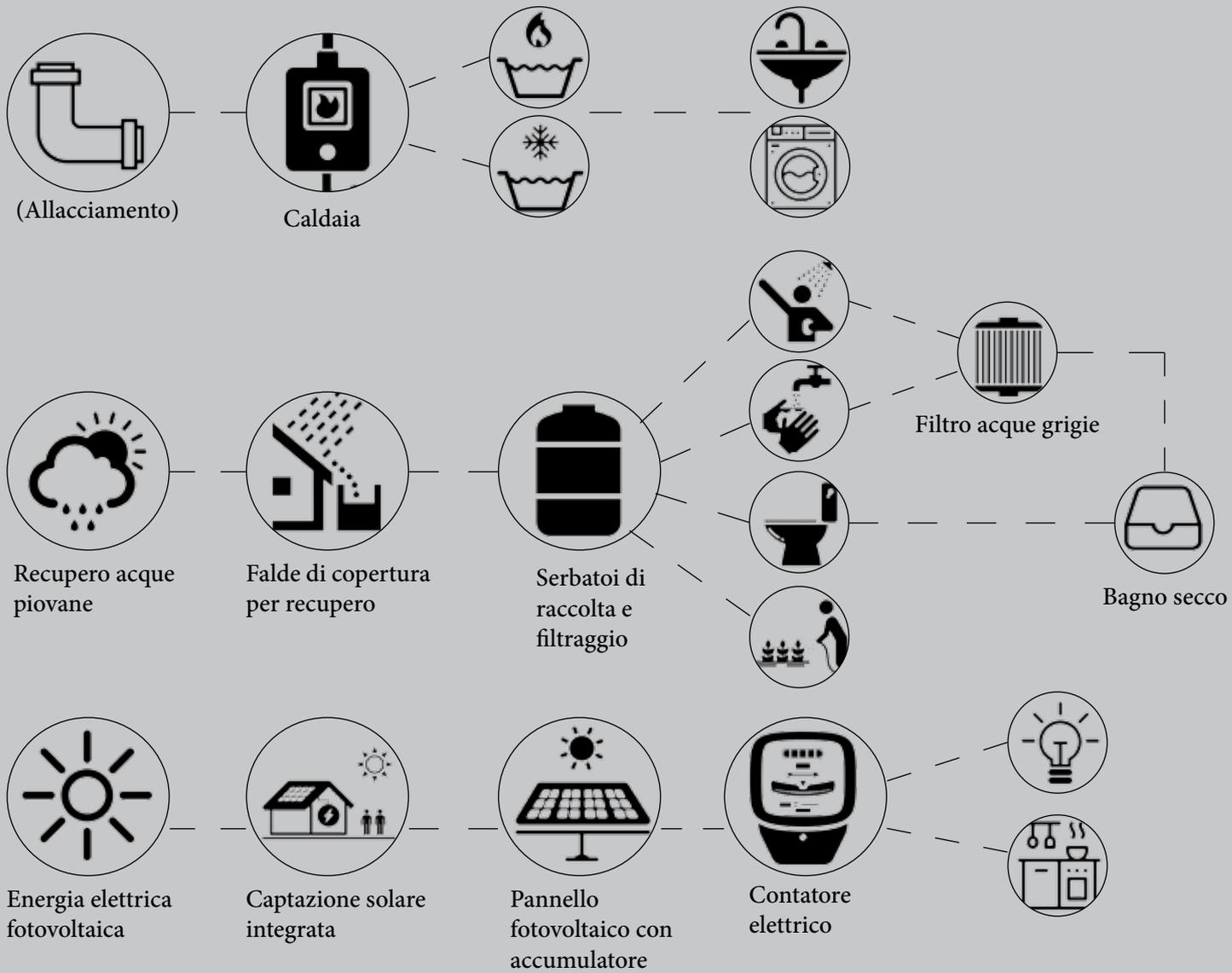


Esploso dei componenti dell'abitazione

1.9.7_ Schema di impianto

La progettazione dell'abitazione sociale propone una schema di impianto complementare alle funzioni integrate. L'idea alla base della "casa passiva" contiene concetti legati all'integrazione dell'abitazione stessa all'interno del sistema ambiente in cui si inserisce. In questo modo, lo studio delle circostanze ambientali legate a Cartagena De Indias, ha permesso di identificare i fenomeni climatici in grado di fornire energia e risorse utilizzabili nel sistema casa. In ausilio all'impianto integrato è stato comunque predisposto un allacciamento idrico diretto all'acquedotto.

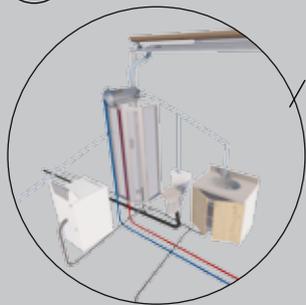
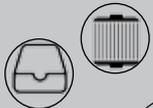
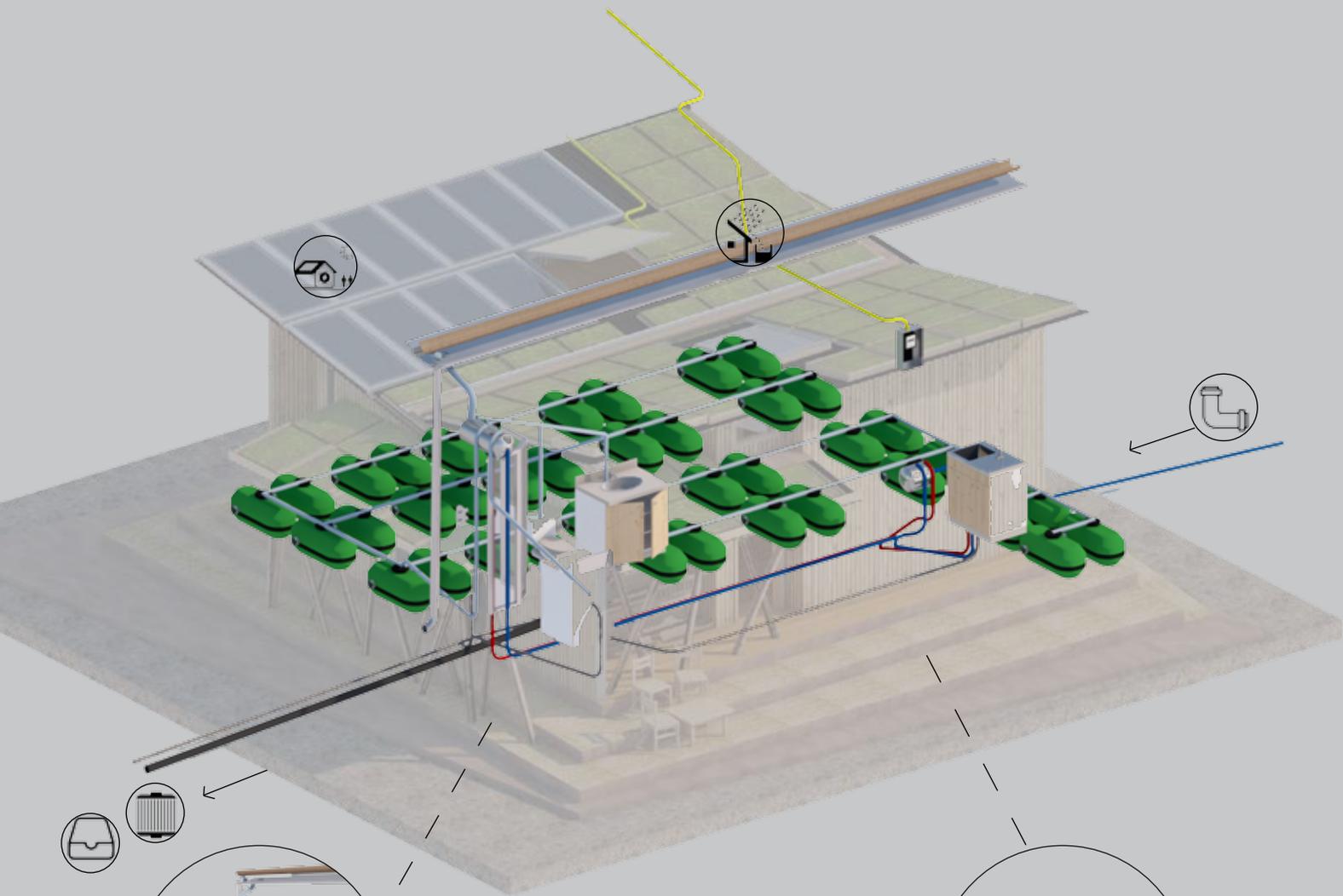
Lo schema di impianto considera l'apporto solare come risorsa naturale capace di fornire energia sufficiente all'alimentazione della rete elettrica e dei dispositivi di prima necessità come gli elettrodomestici. Per poter fare ciò, viene proposta una predisposizione di batteria e accumulatore, legati al convertitore cc/ca e connessi al contatore terminale in grado di collegarsi a tutta la rete. I pannelli predisposti sono stati quantificati in 10 esemplari con un rendimento medio singolare pari a 0,3 Kw/h per un totale di 3 Kw/h, quantità energetica sufficiente ad alimentare un'abitazione di queste dimensioni in utilizzo ordinario. A supporto di ciò, l'accumulatore e la batteria garantiscono la continuità dell'erogazione nel tempo, immagazzinando l'energia sufficiente nei periodi di basso rendimento; la fascia climatica e l'irraggiamento tipico della città, permettono di fornire un buon apporto per la maggior parte dell'anno. Il sole però non è l'unica risorsa disponibile nel sito; la pioggia e più in generale l'acqua presente sono ad oggi un problema e non una soluzione. La proposta mira a considerare questa risorsa in modo da conservare l'acqua pluviale nella stagione di bassa piovosità e utilizzarla per diverse funzioni. Tale acqua non potabile può essere utilizzata come fonte per lo scarico del wc, come risorsa per la doccia e per il lavandino del bagno. La stessa può inoltre servire come fonte di irrigazione per la pareti di coltivo, in modo da non utilizzare l'acqua potabile. Il sistema permette inoltre, una volta raggiunta la capacità massima di accumulo di acqua,



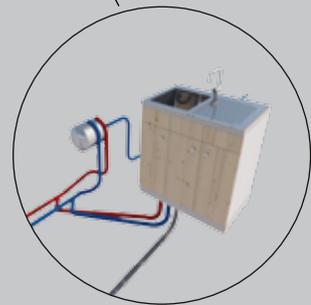
Schema generale di impianto

di evacuare le cisterne e scaricare l'acqua a terra tramite un canale pluviale ordinario. La connessione con l'acquedotto viene parzialmente condotta alla caldaia, la quale, alimentandosi elettricamente, produce la quantità di acqua calda sanitaria necessaria a rifornire i dispositivi della casa.

Il sistema di scarico e raccolta acque reflue viene suddiviso secondo le due tipologie principali, convogliando gli scarichi di lavandino, doccia, lavatrice e lavabo all'interno di un filtro per acque grigie; queste una volta depurate e filtrate a causa dei saponi contenuti, vengono condotte direttamente al bagno secco estraibile. Le acque nere invece hanno una connessione diretta al bagno secco e lo scarico di questo si può effettuare manualmente o meccanicamente alla rete di raccolta. Questo sistema basato sull'idea di casa passiva, viene così proposto in relazione alle condizioni degli allacciamenti generali, mirato a risolvere i problemi del sito, integrandolo nello schema d'impianto.



Dettaglio bagno secco



Dettaglio cucina



La Guadua
Parte 2

2.1_ *Caratteristiche sociali e abitative nella cultura Colombiana*

^[1] SالدARRIA ROA, ALBERTO, “*hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo xix*”, UTADAO, BOGOTÀ, APRIL 2016

Ogni specie delimita lo spazio in cui vive. Lo osserva e lo modifica, da esso ricava ciò di cui ha bisogno, dagli alimenti della terra agli elementi materiali con i quali costruisce. L'umanità modella il suo habitat, trasformando e modificando con adeguata attenzione il paesaggio che la circonda. L'insediamento parte da questo, dalla gestione del territorio uniformata alla disponibilità di risorse che esso offre. Le tipologie di insediamento, le forme architettoniche e urbane, le distanze e le dimensioni, nascono e si sviluppano così tramite processi di insediamento dettati dalla natura e dal territorio. Gli stessi materiali sono capaci di predisporre regole nell'architettura, modalità naturali con le quali il costruito si relaziona all'ambiente, sviluppando forme urbane con cui confrontarsi. Queste stesse “regole materiali” si traducono in tecnologia e composizione dell'edificio costruito, delimitato e ordinato, pianificato per il lavoro o per il riposo, per il culto o per lo svago. ^[1] Così anche nella cultura dell'abitare Colombiana, come in diverse culture, il ruolo dell'abitazione acquista il suo significato e diventa oggetto di modifica e sviluppo. L'emergere del ruolo dell'architettura nell'esistenza umana, come elemento legato all'ambiente, ha sviluppato modi di abitare che si sono evoluti nel tempo; dalla caverna dell'uomo preistorico, alla tenda beduina nel deserto, dalla palafitta lagunare alla solida abitazione di pietra costruita senza legante. Questo legame che insiste tra ambiente e architettura, diventa così tradizione dell'abitare. L'esperienza del nomadismo si tramuta in permanenza laddove il territorio lo permette. La zona dei caraibi, grazie anche ad alcuni studi realizzati dall'antropologo Augusto Oyuela-Caycedo, descrive una popolazione sempre in movimento con una base nomade, poco sedentaria a causa delle difficili condizioni ambientali, geografiche e climatiche della fascia Caraibica.

La zona di Cartagena De Indias ed i suoi dintorni, circondati da zone montuose, sono stati abitati in condizioni temporanee, dove

la popolazione, è stata datata intorno a 6000 a.c. tramite alcuni ritrovamenti ceramici . Questo ha permesso di definire la prima fascia di terra a ridosso del mare come zona difficile per gli insediamenti .^[2]

A poca distanza , sulle prime cime montuose alle spalle di Cartagena De Indias, l'altura e la vegetazione a soli settecento metri di dislivello, ha offerto condizioni più favorevoli per i primi insediamenti semi-permanenti. In essi si palesavano le prime tipologie di casa abitata, dove una famiglia nucleata si disponeva in linea , affiancata ad altre. In questa condizione , prima della conquista spagnola ed il conseguente periodo coloniale, l'architettura iniziava ad assumere un ruolo chiave; da un lato necessitava di qualità architettonica che permettesse un insediamento solido, dall'altra il bisogno di creare una società le cui condizioni di sopravvivenza fossero relazionate alle risorse.

Il risultato di questo primo insediamento è forse quello più vicino all'idea di sostenibilità, perchè attento al reperimento del materiale da costruzione a chilometro zero, al basso consumo di risorse, al riciclo costante per limitare gli sprechi e le dispersioni, alla ricerca di un sistema costruttivo e di una tecnologia sempre in evoluzione ed in costante cambiamento rispetto alle condizioni morfologiche del territorio e a quelle climatiche in costante mutamento.

La prima comparsa della Guadua avviene proprio secondo queste modalità, come risultato di un processo di cambiamento tra nomadismo, sedentarietà e ambiente ospitante. Il proverbiale isolamento delle comunità che hanno abitato i paesaggi della Colombia nel periodo pre-coloniale, ha permesso , nel corso dei secoli, il mantenimento di modi di abitare diversi ed una tradizione in ciò che li costituisce. Questa originalità eterogenea nell'architettura e nella gestione del paesaggio in generale, ha definito delle ere, dei periodi sempre più legati alla modernità. "Un modo di vivere ha un tempo specifico, correlato alla sua durata".^[3] Questa frase esprime da un lato il concetto di modernità e di flessibilità , dall'altro un livello transcalare di tradizione nel tempo, di un metodo utilizzato sin dai primi momenti alla base delle costruzioni Colombiane. La stessa urbanistica, ad una scala maggiore, trova ordine

^[2] MARCO FOREO P., "Breve historia de cartagena ", ARIEL, GRUPO PLANETA, 2016

^[3] SALDARRIA ROA, ALBERTO, " hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispanico hasta el siglo xix, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016 (P. 20)

anche nella storia della cultura dell'abitare in Colombia; gli stessi insediamenti primordiali sino all'arrivo dei "conquistadores spagnoli", suggeriscono una "griglia" come modello urbano di sviluppo cittadino. Prima del 1500 ca., periodo di arrivo dei primi spagnoli, alcune delle tribù indipendenti presenti nelle montagne retrostanti Cartegena De Indias, fondata poco dopo il 1531, presentavano un modello urbano a blocchi quadrati a bassa densità ma nel quale risiedevano numerose persone nucleate nella stessa abitazione. Come già affermato, il ruolo dell'architettura tange la sfera materiale tanto quanto quella sociale. Allo stesso tempo questo concetto descrive la differenza tra abitazione e casa, dove quest'ultima rimane più astratta, inglobando in se significati più profondi legati alla condizione della sfera emotiva di ogni abitante. Una casa non è solo il luogo dove si riposa e dove si mangia, una casa diventa il luogo di sicurezza personale, il riparo protetto che sostiene il nucleo familiare.

Per questo è un diritto di tutte le persone avere un condizione tale per cui la casa non sia un luogo di incontro né uno di riposo, ma diventi anche il posto dove sentirsi sicuri. Questo in diverse zone della Colombia, come in molte altre in tutto il mondo, non sempre è garantito; molte volte le condizioni dell'abitare sono insufficienti o assenti. Per questo il ruolo dell'architettura rimane fra i più importanti nella sfera sociale e cerca, tramite il contributo che può fornire, di garantire le condizioni minime dell'abitare. La qualità dell'elemento architettonico mira così ad essere integrata nella tradizione, tecnologicamente moderna e capace di soddisfare le necessità degli utenti.

2.2_ Utilizzo di materiali nella cultura Colombiana nel periodo pre-coloniale

La società Colombiana ha popolato il territorio nelle diverse ere temporali in modi diversi, abitando in modo diverso. Alcuni studi hanno classificato queste metodologie di insediamento suddividendole per epoche temporali, caratterizzate da differenti metodi costruttivi.

F7_ Architettura in Bambù nel periodo pre- coloniale

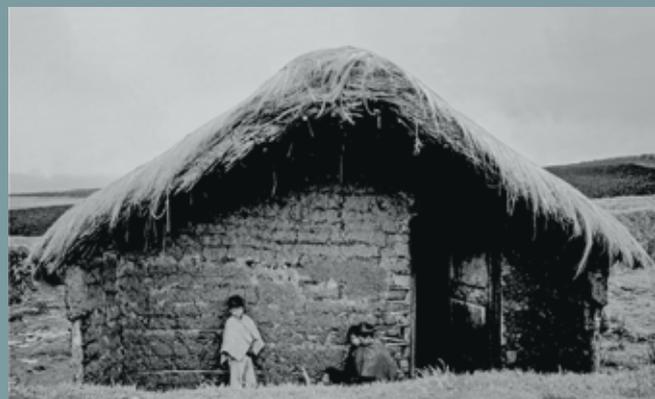
Perchè il Bambù?

La progettazione con il Bambù, nella sua specie *Guadua Angustifolia*, viene dalla necessità di progettare con un materiale sostenibile,

reperibile e con una lavorazione mediamente facile, simile ai prodotti a base legnosa. Il mio interesse nell'utilizzo e nello studio di questo materiale viene dalla tipologia di percorso di studi in Architettura Sostenibile e per lo sviluppo di un interesse personale alla conoscenza di un materiale nuovo e poco utilizzato, rispetto alle grandi potenzialità che nasconde. La reperibilità di questo materiale in un contesto come quello Colombiano è maggiore rispetto ad altri paesi a differente latitudine. Le condizioni geografiche e climatiche favoriscono la crescita spontanea di questa tipologia arborea che in altri casi viene coltivata per una produzione più intensiva e costante nel tempo. La scelta materica nel progetto del Solar Decathlon Latin America e Caribbean nasce anche da un precedente studio di questo materiale e della sua applicazione nel periodo pre-coloniale. Nei secoli precedenti l'arrivo dei "Conquistadores spagnoli", i villaggi nucleati nelle montagne alle spalle di Cartagena de Indias, basavano il loro approvvigionamento su caccia e raccolto, coltivando i terreni vicini ai villaggi. Spesso le abitazioni erano costruite con materiali locali come terra, fango rocce e soprattutto Bambù,

nella sua specie *Guadua Angustifolia*, reperibile in gran parte della regione. Questa tipologia di materiale permetteva l'edificazione veloce e facile di pareti e solai, realizzando anche abitazioni a due piani. La pavimentazione veniva realizzata tramite la giustapposizione di guadua più sottile, tagliata e posata per livellare il terreno; le pareti realizzate con palizzate più massive, reggevano il tetto e la copertura talvolta di paglia e foglie di banana compattate. Le fondazioni delle abitazioni spesso venivano realizzate per livellare il terreno consentendo di realizzare il piano di appoggio orizzontale; spesso queste erano realizzate riponendo materiale roccioso e refrattario in un buca scavata alla base della casa. Le pareti venivano tamponate poi con rocce e materiale reperibile in sito ^[1.0].

Un'ulteriore tecnologia chiamata "Bahareque" consisteva nel posizionare muri sollevati dal



[1.0] "*Hábitat y arquitectura in colombia*", Immagine di un'abitazione tradizionale del periodo pre-coloniale (p. 27)

terreno appoggiandoli su di una piattaforma in legno rialzata, sovrapponendo brandelli di guadua ad elementi lignei. La guadua veniva posta in ambedue i lati, sia all'interno che all'esterno. Queste murature a volte venivano riempite di un impasto costituito da paglia e terra cruda per conferire maggiore inerzia termica, . Questa tecnologia basilare ma molto efficace, consentiva alle abitazioni di essere più solide e l'impasto garantiva una migliore tenuta all'aria e alle infiltrazioni. Le aperture erano piccole e le porte basse, la luce naturale di conseguenza era scarsa e l'interno delle abitazioni era molte volte buoi e umido. ^[2]

La forma delle abitazioni rurali era principalmente rettangolare, ma sono stati trovati elementi che indicano la presenza di abitazioni di tipo conico. La forma rettangolare, con le caratteristiche precedentemente descritte, si distingueva da quella conica, non solo per la forma ma anche per il diverso utilizzo della Guadua. Nella seconda infatti il fusto completo veniva appoggiato su un palo verticale che reggeva l'intera abitazione ed i culmi non venivano tagliati ma legati in prossimità della sommità. Questa tipologia di abitazione si riconduce ad uno stadio primordiale rispetto a quelle rettangolari realizzate con la tecnica Bahareque tendenzialmente collegate a popoli più sedentari; il principale motivo deriva dalla velocità di realizzazione di questi villaggi poichè non vi era nessun elemento che richiedesse una particolare elaborazione.

Un utilizzo sporadico della guadua, si può ritrovare nella cultura "Muisca", dove tale materiale, tagliato e lavorato, poteva essere utilizzato come elemento raccoglitore di acqua e canale per il trasporto della

stessa secondo un percorso. L'acqua nella cultura Muisca era un elemento essenziale, attorno alla quale si muoveva tutto il villaggio e l'organizzazione dello stesso.

Diversi elementi in diversi popoli hanno condotto alla modifica della forma delle abitazioni adattandole alla necessità. Questa analisi sulle abitazioni semi-permanenti del periodo pre-coloniale ha permesso di identificare la Guadua come materiale tradizionale legato al contesto della Colombia. Allo stesso tempo di poterlo identificare e caratterizzare come materiale flessibile e dalla facile lavorazione, tanto da essere utilizzato da elemento strutturale nelle abitazioni permanenti della campagna, al rivestimento interno ed esterno delle pareti sino al dettaglio costruttivo. Il materiale si adatta bene all'utilizzo nell'architettura, soprattutto in un contesto di auto-costruzione o costruzione partecipata, dove la reperibilità, il costo della manodopera e la scarsa disponibilità di risorse lo identifica come applicabile in contesti più difficili.

^[2] Saldarria Roa, Alberto, " *Hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo xix*, Utadeo, Bogotá, April 2016 (p. 85)

Le stesse popolazioni, disposte nel territorio in diversi luoghi, hanno sviluppato tecnologie abitative diverse, insieme all'utilizzo di materiali. "Gerardo Reichel Dolmato, storico e antropologo, propone tre principali suddivisioni temporali: la prima viene chiamata "Paleoindia" e arriva sino al 5000 a.c. inizio del popolamento del territorio prima del quale si hanno pochi materiali o reperti che ne datino l'effettiva corrispondenza; il secondo chiamato " la Formativa", il quale si estende tra il 5000 a.c. e il 1000 a.c.; la terza ed ultima era viene chiamata "Cacigazgos" e comprende un periodo fra il 1000 a.c. e il 1600 d.c. circa. Quest'ultima è composta maggiormente dalle così dette "confederazioni di villaggi".^[4]

I primi insediamenti reali, collegati ad una forma architettonica, si iniziarono a formare nella zona di Cartagena De Indias, vicino alle prime piantagioni permanenti di mais, nella zona retrostante le montagne. Lì, grazie anche alle condizioni ambientali, si svilupparono forme di vita sparse nella vegetazione boschiva, tramite piccoli nuclei autosufficienti e fortemente territoriali, che lasciarono i segni del loro passaggio. Queste stesse popolazioni autoctone, basate su agricoltura e caccia, hanno sviluppato nel tempo una capacità architettonica strettamente legata alla necessità ed al miglioramento, passando dal riparo e dal rifugio nella roccia e nella caverna ad una prima idea di abitazione nel campo aperto, vicina al raccolto ed all'allevamento. La localizzazione, spesso vicino alle fonti d'acqua, veniva studiata per fornire protezione e riparo da nemici.

La stessa forma urbana di questi primi villaggi rurali alle spalle di Cartagena De Indias, deriva da questo bisogno di raggruppamento e difesa che ha modificato la casa sino ad assumere caratteristiche come la recinzione e la posizione sull'altura. Queste prime abitazioni venivano realizzate in Guadua, dall'elemento strutturale a quello di finitura e delimitazione. Il materiale era facilmente reperibile e lavorabile, resistente e funzionale per diversi utilizzi. Le case erano spaziose, tendenzialmente circolari e molto alte, tali da permettere la vita e l'abitazione di 10-15 persone. L'interno era rivestito di stuoie, coperte e pelli di animali per attenuare il vento e diminuire l'umidità. Alla parte

^[4] SALDARRIA ROA, ALBERTO, *"Hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo xix"*, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016 (P. 54)B

[5] SALDARRIA ROA, ALBERTO, *“Hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispanico hasta el siglo xix, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016 (P. 62)*

esterna della casa, si prestava meno attenzione rispetto che all'interno. L'unico aspetto tenuto in considerazione era la delimitazione tramite palizzate di guadua dove venivano riposte alcuni elementi orizzontali per mantenere la posizione verticale dell'intera struttura [5]. Questo utilizzo del bambù come materiale da costruzione, denota la facilità di reperimento in alcune delle regioni della Colombia, e di come esso veniva utilizzato sia come elemento strutturale che per la pavimentazione già nei primi anni del 1500. La stessa terra veniva utilizzata per le costruzioni e per la formatura a mano di alcune componenti interne all'abitazione; veniva modellata, spalmata e utilizzata come materiale riempitivo per fornire maggiore densità e garantire una migliore inerzia termica. Le case, così costruite, formavano questi nuclei abitativi sviluppati attorno ad alcuni luoghi comuni come piazze o costruzioni collettive. In questi posti, in alcune delle popolazioni collocate nelle montagne retrostanti a Cartagena De Indias, sono stati trovati sistemi di guadua per produrre dei suoni tramite il passaggio del vento. Questi pali verticali tagliati e forati venivano inchiodati a terra o al pavimento della costruzione, fissati con spago e corde e ricoperti di fango o colorati con terra. Parallelamente a queste abitazioni vicine alla campagna, se ne formarono altre sulla costa caraibica chiamate “Concheros”; il nome deriva dall'accumulo di conchiglie che ha portato ad un innalzamento del piano di calpestio. La forma privilegiata per queste abitazioni era quella circolare, data dall'unione involontaria per effetto della salsedine delle conchiglie che creava un piano di appoggio rotondo. Queste abitazioni più vicine al mare, utilizzavano materiali differenti poiché il bambù non era così facilmente reperibile. Questi nuclei abitativi recintati utilizzavano spesso pareti di roccia, tetti di paglia e foglie di banano. I pavimenti interni erano realizzati con assi di legno e le pareti adornate di ceramiche e pelli di animali. La stessa costruzione era rialzata di alcune decine di centimetri e le fondamenta ricoperte di terra. Questo metodo permetteva un isolamento all'umidità migliore di quello in pietra e grazie al distacco dal suolo non consentiva l'allagamento nella stagione delle piogge e delle alluvioni. Il meccanismo con il quale queste

case venivano sollevate da terra corrisponde ad una delle soluzioni tecnologiche applicabili nei contesti dove la presenza di acqua è ancora oggi un problema. Per quanto riguarda il tema dell'acqua, elemento che detiene un ruolo importante nelle zone circostanti Cartagena De Indias, si possono ancora fare alcune osservazioni legate all'utilizzo di materiali e legami con la cultura. Gli stessi corsi d'acqua, in diversi casi, venivano oltrepassati tramite dei ponti realizzati in guadua, legati o fissati con viti. E' stato ipotizzato e studiato che il gruppo indigeno dei "Quimbaya", sia stato uno dei più antichi, ed abbia permesso, tramite il suo modo di costruire, di avere una tradizione materiale che ancora oggi si conserva nella regione. ^[6]

Altri popoli, localizzati sui pendii ripidi delle montagne, hanno iniziato a creare delle terrazze di pietra disposte orizzontalmente e riponendo sopra terra fertile per le coltivazioni. L'utilizzo della pietra, anche se non strettamente legata all'abitazione, ha permesso a diverse popolazioni di realizzare villaggi disposti in tutta la regione, luoghi abitabili in condizioni difficili. Alcuni di essi hanno portato alla formazione di centri di interesse collettivo che successivamente sono diventate città. Diverse popolazioni sparse per tutto il territorio Colombiano, in tutto il periodo pre-coloniale, hanno sviluppato tecnologie differenti rispetto a diversi problemi legati al territorio ed alla sua morfologia, alla presenza di acqua ed alle costanti inondazioni, alle abitudini vincolate dalla sopravvivenza tramite caccia, agricoltura e pesca.

^[6] SALDARRIA ROA, ALBERTO, *"Hábitat y arquitectura in colombia: modos de habitar desde el prehispanico hasta el siglo xix"*, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016 (P. 73)

2.3_ Bambù introduzione e generalità

Il Bambù è una pianta perenne appartenente alla famiglia delle Poaceae e alla sottofamiglia Bambusoideae. Appartiene alle graminacee, non più di quanto non lo siano il riso e il mais. Diversamente da loro però ha sviluppato caratteristiche fisico meccaniche che gli consentono di ricevere l'appellativo di "acciaio vegetale". E' una pianta sempre verde molto vigorosa e può sviluppare un diametro che raggiunge anche i 30 centimetri ed un'altezza di più di 40 metri. Per gli stessi motivi che legano il materiale a tale famiglia, il bambù presenta problemi di carattere biologico e di conseguenza una bassa applicazione europea a causa della mancanza di normativa e di supporto. Parallelamente agli aspetti burocratici e tecnici si affianca un aspetto culturale, dove il Bambù non cresce spontaneamente nel territorio europeo e quindi non appartiene alla tradizione materiale; diversamente accade in America Latina, in particolare in Colombia dove tale pianta cresce naturalmente in territori e condizioni anche difficili. Questo stesso materiale, grazie alle sue proprietà, viene spesso utilizzato in terreni non produttivi, talvolta con problemi di dissesto per reiniziare il processo di arricchimento del suolo medesimo.

Esistono più di 100 generi diversi presenti sul pianeta e quasi 1400 specie distribuite tendenzialmente nelle zone tropicali e temperate del pianeta. L'Asia detiene il primato di diversificazione con quasi 45 generi diversi e 750 specie, seguita dall'America centro-meridionale e dall'Africa. Il bambù presenta una costruzione anatomica semplice, infatti la sua crescita è molto rapida (alcune specie raggiungono una crescita di più di 100 cm al giorno). Le differenze che si presentano fra le diverse tipologie di bambù sono abbastanza insignificanti se paragonate alle diversità che insistono fra le tipologie di piante a base legnosa esistenti. La progettazione con il bambù è sicuramente un tema interessante poiché permette una scala di applicazione molto ampia e varia, la sua flessibilità consente di poterlo utilizzare in diverse situazioni e con diverse funzioni.

2.4_ Struttura e distribuzione sul territorio

La pianta del bambù è composta da diversi elementi che presentano risposte alle sollecitazioni differenti. La parte sotterranea del bambù prende il nome di “Rizoma”; esso è un tipo di culmo, elemento centrale della pianta, che ha un ruolo fondamentale nell’assorbimento delle sostanze utili, responsabile dello sviluppo e della crescita. Tale elemento viene suddiviso in tre parti: il “collo” che può essere lungo o corto; il “rizoma” vero e proprio caratterizzato per la presenza di gemme sui lati del tessuto e radici chiamate “avvertizie”; le radici “avvertizie” che assorbono le sostanze nutritive per la pianta ^[7]. Queste ultime sono tendenzialmente fibrose e sottili con una forma allungata e cilindrica. Il Rizoma si può suddividere principalmente in due tipologie: Il “Rizoma Leptomorfo” che si riconosce per la sua forma sub-cilindrica e si presenta in posizione verticale rispetto allo sviluppo della pianta; il “Rizoma Pachimorfo”, riconoscibile per la sua caratteristica curvatura e per il suo diametro superiore a quello del culmo.

La parte esterna della pianta si suddivide in diversi elementi. Primo di tutti è il “Culmo”, elemento che cresce dal rizoma e si sviluppa in altezza. Tale elemento è formato da “collo”, “nodi” e “internodi”. Il collo svolge la funzione di collegamento fra il rizoma ed il culmo; i nodi sono la componente di giunzione degli internodi e svolgono la funzione di resistenza allo sviluppo longitudinale; infine ci sono gli internodi, parte compresa fra due nodi. Questi ultimi si possono trovare cavi o pieni a seconda delle specie di bambù e possono presentare un contenuto acquoso o denso. Il culmo, nella sua interezza, è l’elemento chiave di tutta la pianta, il mezzo con il quale essa cresce in altezza e sviluppa le caratteristiche fisico- meccaniche ^[8].

La crescita del bambù è simile al modello di crescita delle erbe o delle piante con foglie. Le caratteristiche che la distinguono sono principalmente la longevità dei culmi e le proprietà di lignificazione, dove la pianta, in tutto il suo processo di crescita, sviluppa delle fibre ricche di lignina e zuccheri. I culmi emergono dal terreno dopo alcuni

^[7] CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, “*il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*”, LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (P. 8)

^[8] CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, “*il bambù come materiale da costruzione*”.

mesi con il diametro vicino a quello con cui si svilupperà l'intera pianta. La circonferenza e la lunghezza del culmo aumentano più rapidamente nei primi 6 anni, fino ad uno sviluppo più rallentato dai 10 anni in avanti. Nel momento in cui il culmo spunta dal terreno contiene già tutti i nodi e gli internodi in modo compatto. Il numero di componenti internodali della pianta varia a seconda della specie ma anche a seconda della pianta; le specie più piccole sviluppano non più di 20 segmenti e le specie più grandi raggiungono i 60. La lunghezza media dell'internodo varia a seconda del momento del taglio e si aggira intorno ai 35 centimetri.

La lunghezza ed il suo andamento diminuisce verso la parte sommitale della pianta, insieme al restringimento della sezione circolare. Con l'aumentare dell'altezza si riduce lo spessore della parete del culmo e questo provoca una riduzione delle proprietà meccaniche; per questo la parte centrale del fusto è tendenzialmente più resistente agli sforzi ed alle sollecitazioni ed è quindi maggiormente impiegata nell'edilizia. Rispettivamente alla guadua *Angustifolia* di origine Colombiana, il culmo presenta un indurimento maggiore dopo i primi 3 anni di crescita poichè, tramite il processo di lignificazione, viene prodotta silice. Questo fenomeno chimico, si manifesta con un parziale cambiamento di colore delle pareti più esterne del culmo, dove si inizia a percepire una striatura verticale ed una colorazione tendente al giallo chiaro. Nello stesso periodo di tempo, l'interculmo acquista per lo stesso fenomeno, le sue proprietà di resistenza meccanica. Alcune specie mantengono per tutta la crescita una colorazione omogenea, altre la cambiano nel tempo manifestando allo stesso tempo segni di lacerazione o difetti che contraddistinguono la tessitura eterogenea del materiale. e la sua particolare striatura.

A seconda del livello di maturità acquisito nel tempo il culmo della pianta di bambù presenta caratteristiche differenti. I germogli della guadua vengono principalmente utilizzati come alimento, specialmente nei paesi asiatici, trattandoli con processi di affumicazione, consumati freschi o utilizzati come foglie secche per le tisane. Questo processo

avviene su culmi e germogli che arrivano ad un massimo di 7 mesi di età, tempo oltre il quale vengono definiti culmi “giovani”. Questi ultimi sviluppano proprietà differenti grazie al tempo di maturazione maggiore e vengono impiegati, soprattutto nel caso della Guadua Angustifolia in Colombia, per la produzione di arredo e utensileria, insieme a strumenti contenitivi come cesti intrecciati. La raccolta ed il taglio di questi culmi avviene fra i 12 mesi e i 2 anni di crescita. Successivamente a questo periodo di tempo, si ottengono culmi “maturi”, impiegati principalmente nel settore dell’edilizia per la costruzione di abitazioni e ponti. Il periodo migliore per ottenere culmi impiegabili in questo settore intercorre tra i 3 e gli 5 anni di età. La fase successiva a questo taglio riguarda i culmi “secchi”, ormai con prestazioni fisico-meccaniche moderate, utilizzati perciò come combustibile nella fase di lavorazione e trattamento dei culmi maturi o in altri settori.

All’interno della pianta di bambù, nella parte terminale dello sviluppo ripetitivo dei culmi, si trovano i rami. La disposizione e la quantità dei rami può variare a seconda delle specie; l’elemento comune a tutte però resta la presenza di un ramo dominante tendenzialmente posizionato nella parte centrale della sommità. I rami sono molto importanti nella pianta perchè sostengono la chioma e le foglie. I principali utilizzi dei rami sono nel campo dell’agricoltura, impiegati come elemento di supporto per alcune coltivazioni; i rami apicali invece vengono utilizzati nella produzione di agglomerati grazie alla fibrosità che presentano. Infine i rami più secchi vengono utilizzati anch’essi nella combustione per le lavorazioni del bambù o in genere lasciati decomporre alla base del culmo tagliato per favorire l’auto coltivazione.

Un ulteriore elemento del bambù sono le foglie “caulinari”, modificate dalla specie per proteggere il culmo della pianta fino ai 7 mesi di crescita. La foglia è formata da due parti principali: La “guaina” e la “lamina”, rispettivamente la parte basale e sommitale. La Guadua Angustifolia presenta un fogliame a base triangolare di colore marrone ed è, nel territorio Colombiano, una delle specie più diffuse.

Nel periodo antecedente il taglio del culmo, la pianta del bambù,

^[9] CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, “*il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*”, LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (P.15)

presenta una inflorescenza dovuta ad un rapido e massivo sviluppo di foglie, rami e gemme. La fioritura della guadua viene poi classificata in due principali tipologie: una fioritura “gregaria”, dove tutti i culmi di una specie fioriscono pressochè nello stesso momento, oppure una fioritura “sporadica” dove gli individui della popolazione fioriscono in momenti differenti e casuali anche all’interno della stessa area di coltivazione. Nel periodo della fioritura la crescita del bambù rallenta e lascia spazio alla prima formazione del frutto. I frutti, a seconda della cultura e della specie di bambù, vengono utilizzati principalmente come alimento crudo. In America Latina, per esempio, si utilizza il frutto della “Guadua Sarcocarpa” come alimento nella comunità Machiguengas ^[9]. La distribuzione degli esemplari sul pianeta è direttamente correlata al tipo di utilizzo che se ne è fatto nel tempo ed ai prodotti derivati. Tale disposizione ha portato, a seconda delle zone climatiche, alla formazione di specie differenti come prima enunciato, ed al conseguente sviluppo di proprietà fisico-meccaniche. La cultura dei diversi popoli poi, ha trasformato queste caratteristiche in potenzialità su tutti i fronti, dall’alimentazione all’utilizzo nel settore edilizio sin dalle prime tribù. Così la cultura del bambù è stata un elemento chiave per lo sviluppo delle prime forme di architettura ed allo stesso tempo elemento della tradizione. La distribuzione sul nostro pianeta riguarda la fascia tropicale e temperata. Si presenta con una macchia di quasi 20 milioni di ettari tra Asia, America latina e Africa, pari a più del 1% del tutto il sistema boschivo mondiale. Proprio per questa sua dislocazione sulla superficie terrestre, il bambù non può crescere in tutti i terreni ed in tutte le nazioni, poichè richiede un ambiente con temperature ed umidità favorevoli, strettamente legate al consumo di acqua e calore. Alcune specie crescono ad una latitudine più a nord del 46° parallelo e a sud rispetto al 47°. L’altitudine favorevole per la crescita è compresa tra i 400 ed i 1100 m.s.l.m. Nell’emisfero ovest la distribuzione naturale si estende tra i 39°25’ degli Stati Uniti orientali ed i 47° sud dell’Argentina. La sua distribuzione perciò può essere ricondotta alle linee dei tropici ^[1.0]. La temperatura ideale per lo sviluppo e la crescita naturale di questa pianta

F8_ Piantagioni, calcolo e stima degli esemplari

Dove cresce?

9 boschi di Bambù occupano 20 milioni di ettari solo fra Asia, America latina e Africa, corrispondente a quasi 1% della superficie boschiva mondiale. La rapida crescita dell'industria del bambù manifesta da un lato l'interesse che si sviluppa nell'utilizzo e nell'impiego di questo materiale, dall'altro la grande versatilità che esso offre. La Cina per prima, seguita dall'America Latina, vantano nel settore edilizio, un impiego maggiore rispetto agli altri stati, appoggiati da un lato dalle politiche sensibili all'utilizzo del materiale. La tipologia delle specie di Bambù dipende oltre che dal clima anche dalla selvicoltura, ovvero dalla qualità e dallo spazio nel quale il bambù cresce. Per una corretta coltivazione del bambù si deve definire in anticipo il quantitativo di esemplari necessari, in modo da poter calcolare lo spazio minimo in ettari. Come detto, la qualità del materiale finale dipende anche dalla qualità della coltivazione, dallo spazio di crescita, dall'umidità e dalle condizioni di ricchezza del suolo. Per una coltivazione omogenea e regolare si intraprende una semina che va dai 5000 ai 6000 culmi per ettaro nelle coltivazioni naturali. Le coltivazioni più intensive arrivano ad un massimo di 7000 culmi con il conseguente rischio di perdita di alcuni esemplari. Dopo aver intrapreso la coltivazione e lasciato il tempo della crescita, il periodo migliore per la raccolta si

verifica nella fase di luna calante ogni mese, per garantire al materiale un corretto bilanciamento igrometrico interno ^[1].

La riproduzione del bambù nelle coltivazioni naturali può avvenire in due principali modi: la riproduzione sessuale e la riproduzione asessuale o vegetativa. La prima avviene tramite il seme ma non è molto efficace poiché il ciclo può durare diversi anni e la reperibilità del seme non è sempre comune in tutte le specie. La seconda invece avviene tramite le parti vegetative della pianta come rami, gemme o pollini. Per quasi tutti questi metodi si raccomanda il prelievo del campione



^[1.0] Immagine aerea di coltivazioni Vicino Pereira (Coffee Region) fonte: Google Earth Pro

^[1] Càrdenas Laverde, Mauricio, “*il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*”, Laverna, Napoli, Sistemi Editoriali, 2008. (p.19)

entro il primo anno di età, nel momento della massima resa riproduttiva.

Una ricerca condotta da Christoph Kleinn e David Morales-Hidalgo, mostra come calcolare tramite rilievo aereo la quantità di esemplari di *Guadua Angustifolia* nella Coffee Region in Colombia ^[1,0]. In questo metodo di calcolo sono state utilizzate immagini aeree comprese tra il 1990 e il 1995 per motivi di reperibilità, ma alcuni esperti hanno dimostrato come questa macchia possa ancora oggi essere abbastanza affidabile dal

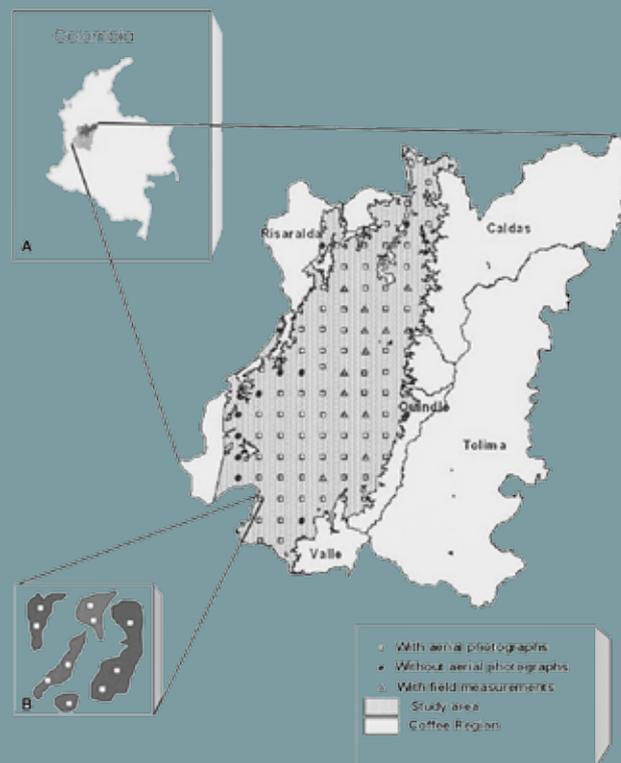
$$V_a = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_c}{100} \right)^2 l_c$$

V_a= volume

d_c= diametro del culmo

l_c= lunghezza del culmo

punto di vista quantitativo. Alcune delle fotografie aeree dimostrano come alcune delle zone prese in considerazione debbano essere eliminate a causa della contaminazione di altre specie, che in alcuni casi, soffocano e diminuiscono la presenza di bambù nella macchia selezionata. Delle zone invece prese in esame, sono state valutate grandezze di ordine commerciale, partendo da una quantità di prodotto finito in base al numero di esemplari necessari per ottenerlo. In questo approccio quantitativo è stato valutato 1,3 m³ di materiale finito ogni dieci esemplari maturi considerando il volume apparente^[1,1]. Questo metodo approssima ad una lunghezza media le piante nella stessa zona esaminata, in quanto nelle coltivazioni di origine naturale, le piantagioni avvengono tendenzialmente nello stesso periodo di tempo e



^[1,1] Mappa delle piantagioni di *Guadua* analizzate nella Coffee Region in Colombia, fonte: ScienceDirect (Elsevier B.V.)

nelle stesse condizioni termo-igrometriche. Un secondo metodo di calcolo permette di stimare il volume reale in un singolo esemplare, tramite una formula. Per il volume della massa legnosa è stata considerata una media di spessore del culmo pari a 1,58 cm, dato dall'analisi di alcune differenti tipologie di culmi nella stessa area^[2].

^[2] ScienceDirect (Elsevier B.V.) “ *experimental evaluation of physical and mechanical properties of glued laminated guadua angustifolia kunth: an inventory of guadua, bambú in the coffee region of colombia*” 30 Dec. 2014

I risultati di questa analisi sono stati ridotti, tramite un calcolo dell'errore relativo, a un 0,96% a causa della verifica della chioma della Guadua che in diversi esemplari si presenta con diverse caratteristiche e dimensioni. Il numero definitivo di culmi per ettaro è stato stimato essere 6940 con un diametro medio analizzato nel 88,7% degli esemplari, compreso tra 8 e 16 cm nelle specie pronte alla raccolta, con un età compresa tra i 3 e gli 5 anni di età. L'osservazione degli stessi esemplari ha condotto alla valutazione media anche dell'altezza, rilevata essere mediamente di 19,1 m dal suolo, al netto delle fronde e dei rami. Inoltre è stato rilevato essere minore il diametro degli esemplari nelle coltivazioni più intensive, che presentano un numero di esemplari maggiore di 7500 per ettaro. Il volume commerciale apparente è quindi stato calcolato come 479 m³ per ettaro di materiale grezzo, al netto di fronde e rami. In conclusione si è visto come in più del 55% degli esemplari presenti sullo stesso ettaro, il diametro effettivo sia compreso tra gli 8 e i 12 cm e vada diminuendo sino ad un 15% nelle piantagioni più intensive.

Per un calcolo più preciso della quantità di esemplari per ettaro si sarebbero dovuti considerare fattori intrinseci della medesima area ^[1,2]. L'allevamento, per esempio ^[3], causa una perdita di alcuni esemplari dovuta al calpestio dei germogli e alla nutrizione del bestiame di alcune specie di Guadua; le stesse coltivazioni di altri prodotti, in alcuni casi danneggiano il terreno^[4]. Il taglio prematuro per scopi differenti da quelli edilizi o collegati all'edilizia diminuisce inevitabilmente la quantità di esemplari che potrebbero crescere nella stessa area.

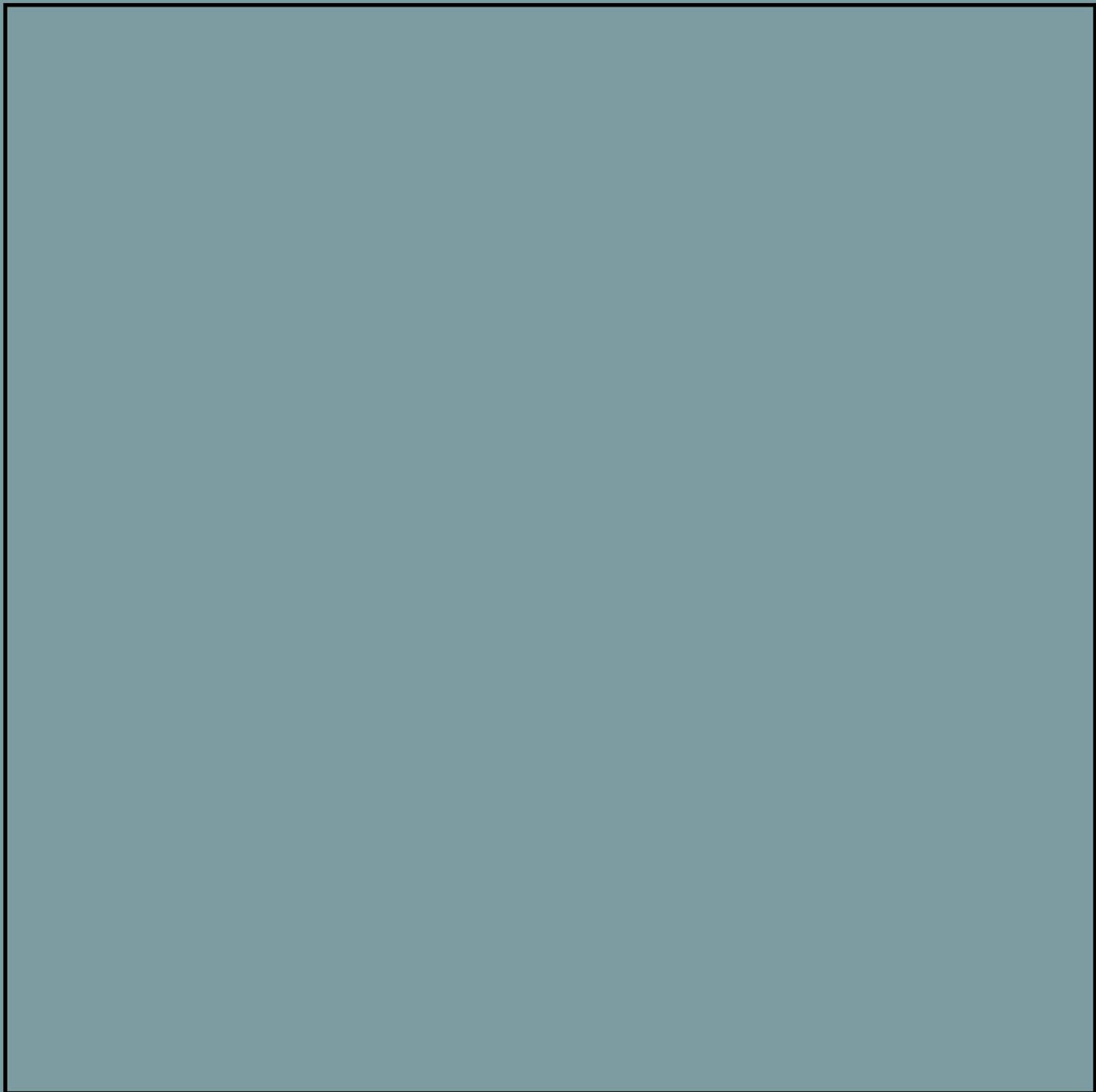


^[1,2] Foresta di Bambù a Pereira, Colombia

Diversamente da altre specie, la guadua, soprattutto nella Coffee Region in Colombia, non presenta particolari difficoltà alla crescita su pendii o terreni parzialmente montagnosi; in questo modo la sua presenza sul territorio coltivato è quasi sempre costante e garantisce una continuità anche nella riproduzione degli esemplari stessi.

^[3] ScienceDirect (Elsevier B.V.) “ *experimental evaluation of physical and mechanical properties of glued laminated guadua angustifolia kunth: an inventory of guadua, bambú in the coffee region of colombia*” 30 Dec. 2014

^[4] www.edizioniambiente.it/eda/catalogo/libri/187. Consultato il 4 maggio 2018





^[1.0]Distribuzione approssimata del Bambù nel mondo.

[10] CAPURSO FULVIO, “*il bambù, un materiale da costruzione alternativo: il caso di guadua*”, REL. CROSET, PERRE ALAIN E BISTAGNINO LUIGI, POLITECNICO DI TORINO, 1 FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA (COSTRUZIONE), 2006. (P.15)

[11] PIZZIMENTI CLAUDIA, “*il progetto tecnologico del bambù: utilizzo di pannelli di bambù in moduli abitativi di emergenza e caratteristiche ambientali*” REL. ORIO DE PAOLI; CORREL. IRENE CALTABIANO, ROBERTO GIORDANO, POLITECNICO DI TORINO, FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA 2011

va dai 7°C ai 40°C, sviluppando una particolare resistenza nella zona la cui temperatura non scende al di sotto dei 20°C. Le precipitazioni ideali alla crescita, sottolineano poi l'importanza della presenza dell'acqua, poichè necessita un minimo di pioggia non inferiore ai 1000mm l'anno con un pH del terreno compreso tra i 5 e i 6,5. Elementi come argilla, potassio, calcio e silice aiutano poi la pianta a sviluppare meglio e più rapidamente le caratteristiche che la contraddistinguono [10].

2.5_ Durabilità danni e trattamenti

Il bambù, come già detto precedentemente, appartiene in tutto e per tutto alla famiglia della graminacee, da cui derivano alcune delle caratteristiche tipiche dell'appartenenza. Diversamente da esse, però, soprattutto in America Latina e in Africa, contrae malattie ed epidemie di carattere biologico. Sono stati però identificati gli insetti responsabili degli attacchi più gravi a questa specie, i quali si nutrono spontaneamente del tessuto esterno della guadua portato dal nutrimento spontaneo. Questo fenomeno avviene specialmente durante la fase di crescita e sviluppo della pianta, incentrata nei primi 3 anni della sua vita. I deterioramento per causa animale avviene in realtà in tutto l'arco temporale della vita della guadua, anche dopo il suo taglio e la sua messa in opera; infatti questo tipo di danno fisico, corrisponde al rischio principale per il bambù e si presenta sotto forma di lacune materiali anche negli elementi non trattati già in fase di montaggio. Gli animali maggiormente responsabili sono i roditori, ma esistono episodi di danneggiamento derivanti da capre, scoiattoli e insetti [11]. Da questo dipendono la durabilità e la conservazione del materiale esposto alle condizioni fisico- ambientali e biologiche del contesto in cui si inserisce. Attualmente questo problema è il principale responsabile dei limiti di utilizzo in diversi ambiti, dall'edilizia ad articoli di dettaglio. Il bambù, rispetto alle piante legnose, presenta una quantità di zuccheri molto più alta ed una presenza di sostanze chimiche interne ai tessuti più bassa; gli insetti si nutrono della parte esterna causando la perdita di spessore di

oltre 2 mm. In particolare i culmo della *Guadua Angustifolia*, rispetto ai culmi di bambù di specie differente, presenta una resistenza maggiore agli attacchi da parte di insetti ma è maggiormente biodegradabile se esposta all'acqua.

Per questo motivo, nel campo di applicazione del bambù come materiale per l'edilizia, è buona norma isolarlo dal contatto con il terreno e talvolta proteggerlo tramite diversi accorgimenti di carattere fisico e chimico ^[12] laddove la condizione lo richieda. Normalmente il bambù tagliato ha una resistenza temporale propria senza bisogno di trattamenti, pari ad un massimo di 3 anni a contatto con il suolo, 6 -7 anni al riparo sotto una copertura e senza il contatto con il suolo ed un massimo di 15 anni al riparo e in ottime condizioni di utilizzo ^[13]. Per aumentare la durabilità del bambù sono necessarie alcune accortezze e pratiche tradizionali, soprattutto per quanto riguarda la raccolta, come il taglio dei culmi nella prima fase della giornata quando l'attività linfatica è più lenta ed è presente meno zucchero; raccogliere i culmi nella stagione estiva, tendenzialmente nei mesi caldi e se possibile dopo la fioritura. Altro atteggiamento importante è lo stoccaggio, dove diventa importante il deposito in luoghi asciutti e senza il contatto con il suolo, possibilmente evitando di chiudere la pianta all'interno di contenitori. La ventilazione, sia nello stoccaggio che in fase di messa in opera, acquista un ruolo chiave nel mantenimento e nella durabilità del materiale.

Per la preservazione del bambù esistono diversi metodi di carattere chimico e naturale poiché, come ogni pianta, quando esposta alla luce del sole e all'acqua, tende a deteriorarsi. I principali metodi a carattere naturale sono abbastanza comuni e vengono utilizzati soprattutto nelle zone più rurali, dove normalmente non vi è una disponibilità di macchinari a pressione.

Le lavorazioni si suddividono in:

- *stagionatura in cespuglio*; il bambù viene lasciato riposare termometricamente nel luogo del taglio per alcuni giorni, direttamente a contatto con le foglie e le chiome residue potate in precedenza.

^[12] ^[13] CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, "il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive", LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (P.29-30)

- *stagionatura per immersione in acqua* ; la stagionatura avviene per immersione in acqua dolce o salata per alcuni giorni e in alcuni casi anche per alcune settimane, a seconda del diametro e della consistenza della parete.

- *stagionatura al calore*; questo tipo di stagionatura avviene poggiando i margini del bambù su supporti a breve distanza da carboni ardenti prestando attenzione a non bruciarli. Diversamente dai trattamenti precedentemente descritti, in questo caso la colorazione superficiale della corteccia tende a cambiare colore per effetto della temperatura, avvicinandosi ad una colorazione tendente al giallo ed al marrone chiaro.

- *affumicamento e trattamento con il fumo*; la stagionatura espone i culmi del bambù al fumo costante per alcune decine di minuti. Durante questo processo, effettuato in camere chiuse, le cataste di guadua cambiano colore e si scuriscono. Allo stesso tempo, per effetto del calore, l'amido contenuto nella corteccia tende a liberarsi, diminuendo così l'attacco degli insetti nelle fasi di applicazione.

- *incalcinatura*; Il trattamento prevede la stesura di uno strato di calce sulla superficie più esterna del culmo.

Vengono anche utilizzati trattamenti di tipo chimico per la preservazione del materiale; questi avvengono in impianti specializzati e generalmente hanno un'efficacia maggiore di quelli naturali anche se un costo di applicazione maggiore ed una minore sostenibilità.

Si suddividono in:

- *immersione*; è un trattamento generalmente economico, dove il culmo viene immerso nella sua lunghezza in vasche predisposte con una soluzione di acido boricico per una durata di circa 8 giorni.

- *diffusione*; consiste nel disporre i culmi interi di bambù in posizione verticale, forando tutti i nodi interni ai culmi e immergendo per circa 15-20 giorni la pianta nella soluzione di acido boricico. In questa tipologia di trattamento si deve prestare attenzione al fatto che i culmi siano sempre pieni di soluzione e non vi siano danneggiamenti che ne causino la fuoriuscita della soluzione.

- *bollitura*; in questo trattamento i culmi di bambù vengono lasciati bollire in acqua calda a circa 95°C in un bagno di soda caustica additivata con altre sostanze. La durata complessiva del trattamento non supera i 40 minuti.

- *pressione in autoclave*; viene considerato il metodo che ottiene i risultati migliori, in quanto la penetrazione delle sostanze avviene per pressione a circa 1 N/mm². Le caratteristiche fisico-meccaniche vengono rinforzate e migliorate, insieme ad un aumento delle capacità di resistenza agli insetti ed ai batteri. Il trattamento però è tanto efficace quanto costoso ed avviene in impianti specializzati poco diffusi sul territorio.

- *riempimento*; viene realizzato nella maggior parte dei casi con bambù tagliato di recente; si realizza riempiendo la parte centrale con una soluzione di pentaborato. L'efficacia del trattamento è comunque abbastanza alta ma dipende principalmente dalla tipologia di specie del bambù^[14]. Nel caso della Guadua Angustifolia è un metodo utilizzato, ma non il più comune poiché la maggior parte dei culmi di questa specie viene destinata all'edilizia o a componenti strutturali ed è preferibile un trattamento a pressione per assicurarsi un risultato migliore.

^[14] CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, "il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive", LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (P.24-25)

2.6_ *Caratteristiche fisico-meccaniche del Bambù*

^[15] JJA.JANSEN, “*mechenical properties of bamboo (forestry sciences)*” KLUWER ACADEMY PUBLISHERS, BOSTON,1991 (P.23) IN: CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, “*il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*”, LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (P.39)

Una delle caratteristiche più importanti della pianta di bambù è senza alcun dubbio il rapporto tra la densità del materiale e la densità in ugual volume di acqua, espressa come massa volumica. Tale proprietà varia in un intervallo compreso tra 400 e 900 kg/m³ a seconda delle specie; il legno invece presenta la stessa tra i 300 ed i 1000 kg/m³. Nel caso della Guadua, come in molte altre specie di bambù, la massa volumica tende ad aumentare dall'interno verso l'esterno del culmo, producendo così un aumento della resistenza a flessione maggiore sulla parete esterna. Questa ottima proprietà del bambù, viene influenzata dalla sezione del culmo esaminato e dall'età dello stesso. La presenza di un numero maggiore di fibre nella parte alta del culmo, fa sì che questa abbia una resistenza flessione e compressione maggiore rispetto che alla parte bassa, dove le fibre sono presenti ma in numero e dimensione minore. Normalmente, per definire un materiale maggiormente resistenti e con capacità meccaniche elevate, lo si pensa e lo si collega ad una massa volumica e ad una quantità di materiale elevata. I test effettuati sul bambù dimostrano come questa relazione tra massa volumica e prestazione meccanica non si verifichi per tutte le sollecitazioni; per esempio si mantiene costante nel rapporto con la trazione, dove a maggiore densità corrisponde una resistenza più alta ^[15]. Diversamente, nella sollecitazione a taglio, si verifica una risposta più efficace nei campioni con densità inferiore rispetto ai culmi esaminati a densità maggiore.

Inoltre, lo stesso contenuto di umidità rimane un elemento ed una caratteristica da valutare e di fondamentale importanza nelle proprietà del bambù. Per il calcolo dell'umidità si utilizza il metodo gravimetrico, dove si calcola il peso del campione umido meno il peso del campione secco, rapportandolo allo stesso peso del campione secco. In questo modo si riesce a stabilire con esattezza la quantità di acqua contenuta in un culmo. Determinare la reale quantità di acqua contenuta nel culmo è fondamentale nel bambù come in tutte le specie legnose poiché è uno

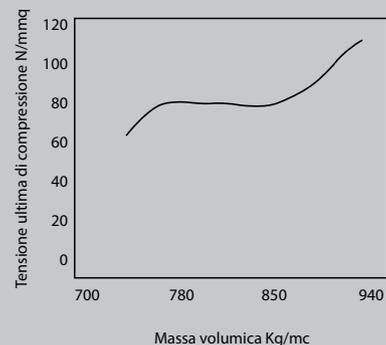
dei principali aspetti che influenzano la durabilità e la preservazione nel tempo delle caratteristiche tecniche e meccaniche.

Il quantitativo di umidità nella pianta può variare anche più volte l'anno ed in relazione a diversi fattori climatici ed ambientali, al periodo di raccolta ed all'ora del giorno. La percentuale è altrettanto flessibile e intercorre tra un 30-35% ed un 130% circa. Generalmente gli internodi hanno un quantitativo di acqua interna molto più alta che le altre parti del culmo e presentano una concentrazione maggiore verso l'interno. Come detto precedentemente, il controllo dell'umidità all'interno del culmo è significativo, tanto da diminuirne, in alcuni casi, la resistenza meccanica. L'acqua all'interno del materiale però non limita sempre le sue potenzialità; talvolta lo rende più tenero e flessibile e predisposto ad un utilizzo differente.

Grazie a questa sua capacità igroscopica, intrinseca nel bambù ed in tutte le specie legnose, questo materiale risponde al ritiro ed alla diminuzione di acqua nei culmi, in modo molto rapido, passando da un 75% ad un 35-40% sin dalla stagionatura. Per il contatto con l'aria e per la sua densità, le fibre più esterne tendono a ritirarsi più velocemente e con una perdita di acqua di carattere esponenziale.

Il bambù diventa quindi un materiale con prestazioni esemplari e potenzialità di applicazioni tra le più flessibili fra tutti i materiali. Le caratteristiche fisico- meccaniche sono quindi l'elemento chiave delle sue potenzialità e si traducono in numeri e caratteristiche talvolta maggiori rispetto ad alcune tipologie legnose utilizzate nel campo dell'edilizia in diverse parti del mondo.

La prima che ho analizzato è la trazione; fra tutte forse la più sorprendente. Il test viene realizzato ponendo due forze uguali e contrarie, applicate agli estremi, con inclinazione normale alle sezioni del culmo e aventi come risultante delle forze un sistema passante per il baricentro della sezione. I risultati di questo test portano valori differenti a seconda della sezione esaminata; al nodo una risultante di $107,5 \text{ N/mm}^2$, e nell'internodo una risultante di $106,5 \text{ N/mm}^2$. Essendo le specie di bambù fra loro differenti, presentano allo stesso modo risposte alle



[1.1] GRAFICO RELAZIONE TRA COMPRESSIONE (N/MMQ) E MASSA VOLUMICA (KG/MC)

| Strati della parete | MC | p= [Kg/mc] | | | Fc= [N/mm ²] | | |
|---------------------|------------|------------|-------|---------|--------------------------|-------|---------|
| | | minimo | medio | massimo | minimo | medio | massimo |
| Strato esterno | 10,0-13,5% | 837 | 918 | 1014 | 92,9 | 112,2 | 130,8 |
| Strato intermedio | 10,0-13,0% | 718 | 775 | 813 | 62,9 | 79,7 | 95,1 |
| Strato interno | 10,5-13,6% | 629 | 748 | 833 | 52,3 | 67,2 | 81,6 |
| Strato intero | 10,4-12,9% | 756 | 866 | 944 | 78,2 | 83,1 | 96,0 |

^[1.2] VALORI DI RESISTENZA A
COMPRESSIONE (Fc)

| Età | P= [Kg/mc] | Fc= [N/mm ²] |
|-----|------------|--------------------------|
| 1 | 646 | 51,8 |
| 2 | 703 | 55,3 |
| 3 | 718 | 54,4 |
| 4 | 706 | 58,3 |
| 5 | 672 | 58,2 |
| 6 | 608 | 46,3 |

^[1.3] RELAZIONE TRA ETÀ DEL CULMO
E VALORI DI COMPRESSIONE (Fc)

^[16] JJA.JANSEN, “*mechanical properties of bamboo (forestry sciences)*” KLUWER ACADEMY PUBLISHERS, BOSTON,1991, IN: CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, “*il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*”, LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (p.50)

sollecitazioni diverse. Per questo nei test condotti sono stati calcolati dei fattori approssimativi per inglobare il maggior numero di specie diverse. In questo modo, eseguendo il test su campioni di età e specie diverse è stato possibile definire un parametro generalizzato che consideri in modo più razionale possibile questa diversità intraspecifica. Il test ha dimostrato come all'interno del terzo anno di età, ci sia un miglioramento sostanziale delle prestazioni e di come queste vadano decrescendo dopo i 5 anni in modo più rapido ^[16].

La seconda proprietà meccanica che ho studiato è la compressione. Per realizzare questo test vengono applicate forze esterne uguali e contrarie, normali alla sezione e con baricentro perpendicolare alla medesima. La risultante con direzione opposta genera una compressione delle fibre in senso longitudinale. In questo test^[1.1], i fattori che influenzano maggiormente l'esito, oltre che l'età ed il contenuto di acqua, sono la lunghezza dell'interculmo e lo spessore della parete esterna. Essendo

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

[1.4] RELAZIONE TRA DIAMETRO (MM)
E RESISTENZA A FLESSIONE (N/MMQ)

| Età | P= Massa Volumica [Kg/mc] | | F= [N/mm ²] | | E= [N/mm ²] | |
|-----|---------------------------|------------|-------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | Verde | Stagionato | Verde | Stagionato | Verde | Stagionato |
| 0,5 | 487 | 696 | 52,4 | 88,9 | 11090 | 14540 |
| 1 | 515 | 678 | 54,4 | 100,6 | 9230 | 14740 |
| 2 | 635 | 800 | 72,3 | 110,2 | 1261000 | 15160 |
| 2,5 | 661 | 757 | 93,7 | 128,2 | 15300 | 17640 |

[1.5] VALORI DI RESISTENZA A
TENSIONE ULTIMA A FLESSIONE (F)
E MODULO ELASTICO (E) IN
RELAZIONE ALLA NATURA DEL
CULMO

diversa la densità del bambù nelle diverse sezioni del culmo e all'interno dello stesso internodo, anche sullo spessore delle pareti, la risposta alla sollecitazione presenta risultati differenti. Relazionando perciò la tensione di compressione (Fc), i diversi spessori degli strati del culmo in funzione della massa volumica (p) e del contenuto di umidità (MC), si ottiene un grafico ed un diagramma di risposta alla sollecitazione^[1.2]. Effettuando questo test su diversi campioni di età differente, è stato possibile identificare delle classi di resistenza^[17]. La classi procedono in ordine crescente da 1 a 5 in relazione alla crescita temporale, (dove 1 è un bambù di età compresa tra 5 mesi e 2 anni e 5 corrisponde a circa 10 anni di vita)^[1.3].

Un aspetto relativamente importante nella scelta dell'elemento destinato a ricevere le forze di compressione è la quantità di nodi presenti. Negli elementi con uno nodo centrale si e arrivati ad una forza di resistenza pari a 9,30 KN, valore maggiore rispetto al campione compreso tra due nodi con valore di resistenza pari a 6,35 KN e il campione senza nodi con una resistenza di 5,25 KN^[18].

Anche i valori di resistenza ultima presentano a grandi linee una risposta alla sollecitazione simile, dimostrando che in un campione di culmo di età compresa tra i 3 e i 4 anni, la risposta alla sollecitazione è migliore e diventa sempre maggiore nei campioni stagionati e trattati. La sollecitazione meccanica studiata successivamente è stata la flessione. Questo tipo di prova meccanica ha dimostrato che il bambù presenta

[17] JJA.JANSEN, "mechanical properties of bamboo (forestry sciences)" KLUWER ACADEMY PUBLISHERS, BOSTON,1991, IN: CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, "il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive", LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (P.50)

[18] JJA.JANSEN, "mechanical properties of bamboo (forestry sciences)" IN: C. L., M., "il bambù come materiale da costruzione"(P.52)

[1.6] VALORI DI FLESSIONE ULTIMA (F) E MODULO ELASTICO (E) IN FUNZIONE DELLA POSIZIONE DEL NODO

| | F= [N/mm ²] | | | E= [N/mm ²] | | |
|---------------|-------------------------|-------|-----------|-------------------------|-------|-----------|
| | Inferiore | Medio | Superiore | Inferiore | Medio | Superiore |
| Nodo centrale | 73,0 | 70,3 | 71,7 | 9850 | 11230 | 13370 |
| Internodo | 73,0 | 61,3 | 60,6 | 11580 | 12470 | 14330 |

[1.7] VALORI DI RESISTENZA A TAGLIO (N/MMQ) RISPETTO ALLA POSIZIONE

| | Resistenza a taglio minima | Resistenza a taglio massima |
|----------|----------------------------|-----------------------------|
| Striscia | 16,9 [N/mm ²] | 23,1 [N/mm ²] |
| Culmo | 14,7 [N/mm ²] | 22,2 [N/mm ²] |

[19] JJA.JANSEN, “*mechanical properties of bamboo (forestry sciences)*” KLUWER ACADEMY PUBLISHERS, BOSTON,1991, IN: CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, “*il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*”, LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (P.58)

una notevole capacità di reazione e resistenza a questo tipo di carico e tale risultato è comparabile con le specie legnose utilizzate come elementi strutturali per le costruzioni edili. Questo risultato è la prova che il materiale presenta delle buone attitudini alle strutture e si presta in modo esemplare come elemento meccanico.

Da una prima analisi sui campioni selezionati, si è visto come la resistenza a flessione (N/mm²) abbia un andamento decrescente all'aumentare del diametro (mm) [1.4].

Come nelle altre prove meccaniche anche quella a flessione risente dell'età del culmo e della sua massa volumica. Per eseguire questo test sono state eseguite delle prove su campioni verdi e su campioni stagionati, ciascuno con età compresa tra gli 0,5 e i 2,5 anni.

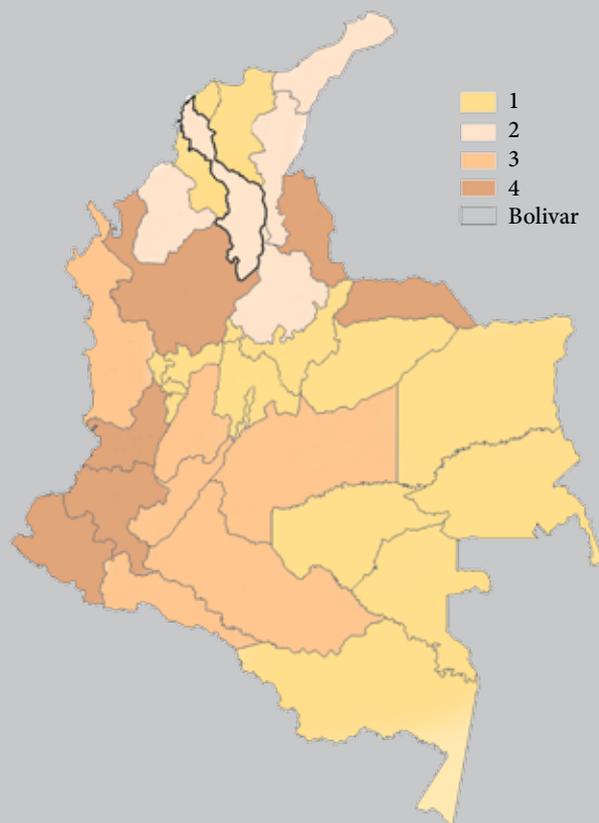
Al termine di questo test flessionale a tensione ultima si è dimostrato come i parametri di resistenza migliorino nei provini che hanno subito il trattamento di stagionatura [1.5]. Questi esemplari vanno specificato che non hanno ancora subito alcun tipo di trattamento di protezione antibatterica che in molti casi ne fa aumentare anche la resistenza meccanica, in particolare della resistenza a flessione [19].

I provini asciutti e stagionati sono stati indicati con umidità interna non superiore al 12%. La tensione di rottura in realtà non rimane costante e non aumenta su provini con un'età maggiore; questi due parametri non sono correlati per quanto riguarda questo tipo di tensione. Inoltre i valori più alti di modulo elastico si raggiungono nei campioni che

| Tipo | Modulo [N/mm ²] | Compressione [N/mm ²] | Flessione [N/mm ²] | Taglio [N/mm ²] |
|-------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Abete | 15000 | 38 | 73 | 3,0 |
| Bambù | 17800 | 56 | 74 | 4,3 |

[1.8] CONFRONTO TRA ABETE E
BAMBÙ

[1.9] ZONE SISMICHE COLOMBIA



presentano un nodo centrale alla forza applicata ^[1.6]. Per questo motivo diventa fondamentale il taglio del culmo ed essenziale la qualità della stagionatura secondo le accortezze precedentemente descritte. Questo test ha inoltre dimostrato come i provini che hanno subito il percorso di stagionatura presentino una resistenza nettamente maggiore e uniforme nel tempo; si consiglia quindi, per un uso strutturale nel campo edilizio, di seguire queste indicazioni nella selezione del materiale e di adoperare

[20][21] CÀRDENAS LAVERDE,
MAURICIO, “*il bambù come materiale
da costruzione: caratteristiche fisiche
e meccaniche, tecnologie costruttive*”,
LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI
EDITORIALI, 2008. (p.58-60)

culmi di età vicino ai tre anni [20].

Lo sforzo analizzato successivamente è stato il taglio. Come nella maggior parte dei materiali, la resistenza che oppone il culmo del bambù a tale sollecitazione decresce all'aumentare della luce. Questo accade per un motivo fisico dove la luce più ampia necessita di più appoggi per resistere meglio al carico che grava su di esso. La resistenza al taglio nel caso del bambù arriva ad un massimo di 8-10% rispetto a quella di trazione indipendentemente dalla specie. Il problema principale che porta ad avere un valore di resistenza al taglio non particolarmente alto è dato dalla bassa co-adesione fra le fibre che compongono il culmo della pianta. Questa mancanza è di carattere biologico, dove questa pianta, rispetto alle piante di origine legnosa, contiene un basso quantitativo di lignina che corrisponde al reale collante nelle piante. Rispetto al taglio, come nei precedenti test di sollecitazione, è essenziale la presenza o meno di nodi all'interno del provino [1,7]. I valori di taglio sui provini in esame, in questa prova più di qualsiasi altra, vengono influenzati dalla percentuale di acqua e di umidità presenti nel materiale; l'età della pianta e la sua stagionatura hanno comunque un ruolo chiave nella valenza del test ma ricoprono un ruolo meno fondamentale.

L'ultima delle prove meccaniche eseguite sui provini di bambù è stata quella di torsione. Con torsione si identifica la caratteristica del materiale esprimendola come il rapporto tra la tensione torsionale applicata ed il suo allungamento. Eseguito su strisce di culmi con spessore pari a 10 mm circa, il test è stato ripetuto su diversi provini con massa volumica leggermente differente. Il modulo di rigidezza (G) [21], è stato identificato in un intervallo compreso tra i 1000 ed i 1130 N/mm². Sottoponendo allo sforzo un modulo di bambù si vede come la frattura si verifichi in modo sostanzialmente diverso da quello del legno generico; infatti la sua rottura avviene in modo improvviso; la frattura si verifica in prossimità delle fibre e si formano dei “cracks”, lesioni disposte in ordine longitudinale, parallelamente alle fibre. Non si verifica una vera e propria rottura del culmo poichè le dislocazioni rimangono confinate in prossimità degli internodi e la rottura completa

viene impedita dai nodi disposti ortogonalmente rispetto alle lesioni [22].

Grazie a queste proprietà, il materiale può essere paragonato ad un materiale ligneo come l'abete, tipo di legno molto utilizzato nei pannelli ingegnerizzati o come materiale strutturale^[1,8]. In questa tabella vengono messi a confronto i valori di modulo elastico, resistenza alla forza di compressione, flessione e taglio. Si vede come nei valori confrontati il bambù abbia dei valori più alti e una resistenza alle sollecitazioni migliore.

Il bambù è un materiale con caratteristiche intrinseche eterogenee; questo vuol dire che prima di identificare un culmo come possibile elemento strutturale, deve essere predisposto un controllo singolare sugli elementi che lo compongono e devono essere valutate le prestazioni del singolo elemento. Questo allunga notevolmente la produzione rispetto ad un legno tradizionale. Il materiale risponde bene alle sollecitazioni fisiche dell'ambiente in cui si inserisce nel momento in cui riceve i trattamenti descritti in precedenza. In modo particolare, per quanto riguarda le sollecitazioni di ordine meccanico, diventa un ottimo materiale antisismico. In Colombia la progettazione edile deve prestare una particolare attenzione poiché la maggior parte delle zone antropizzate presenta un rischio medio alto^[1,9]. Le stesse zone rappresentate nella mappa presentano indici crescenti da 1 a 4^[23]; rispettivamente la zona 1 presenta un minimo indice di rischio sismico, la 2 un indice di rischio moderato, la 3 un rischio alto e la 4 un indice di rischio molto alto. La leggerezza e la flessibilità del bambù lo pongono ai primi posti nella scelta di materiale sostenibile, resistente e sismicamente efficace. La leggerezza implica una bassa inerzia della struttura durante l'azione sismica; nei nodi si sviluppano cerniere plastiche che permettono la dissipazione dell'energia, la quale viene trasmessa direttamente al suolo mediante i pilastri verticali. Minore è la forza d'inerzia alla base della sollecitazione, minore sarà lo spostamento subito dall'intera struttura. Le legature, utilizzate come giunti ad incastro, permettono leggeri spostamenti e non irrigidiscono

[22] CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, "il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive", LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008. (p.58-60)

[23] http://gruposims.com/03_nivel_riesgo_Colombia.html

il giunto vincolando tutti i gradi di libertà; questo sistema permette alla struttura di muoversi minimamente e resistere alla forza senza subire particolari danni. Lo stesso ragionamento può essere applicato agli elementi di tamponamento come pareti e solai se anch'essi realizzati in bambù. Le fondazioni su cui poggia la struttura, rimangono più massive e rigide, diversamente dal tetto verde che aiuta l'intero sistema e non lo sovraccarica in caso di sisma.

2.7_ Prodotti, componenti e lavorazione

Il bambù viene utilizzato in quasi tutte le parti del mondo con diverse funzioni; da elemento strutturale a dettaglio interno alle abitazioni. La sua caratteristica di versatilità lo rende del tutto applicabile in diversi contesti. Per questo motivo la sua diversa lavorazione, permette la creazione di prodotti e componenti per utenze e destinazioni di svariato genere. In diverse culture, attraverso cicli di lavorazione differenti, il bambù è stato da tempo impiegato come alimento; la sua radice ed il suo germoglio vengono mangiati e cucinati oppure utilizzati in infusione. Il bambù in cucina è un piatto di specialità nuova e innovativa, però sana e per alcuni palati anche molto gustosa.

Il suo consumo è prevalentemente di origine orientale, Cina e Giappone in testa, seguite dalle culture africane e sud-americane. Delle oltre 1200 specie di bambù esistenti sulla terra, solo un centinaio sono commestibili e non presentano un rischio nel consumo e solo alcune di esse diventano innocue senza richiedere una preparazione complessa. Generalmente vengono consumati i germogli del bambù, molto utilizzati nei piatti di cucina cinese, thailandese, giapponese o coreana, ma anche parte del culmo può essere consumata o utilizzata come decorazione nei piatti [2.0].

Assieme alla parte commestibile però c'è da sapere che, come in tutti i germogli che mangiamo, c'è una piccola parte anche di tossine e di sostanze potenzialmente tossiche che si concentrano nella fase di crescita della pianta; per tanto è bene non abusare di certi ingredienti e prestare attenzione alla preparazione svolgendo con rigore i passaggi indicati. In particolare, nel caso del bambù, si rileva una quantità moderata del così detto "cianuro" che si trova anche, per esempio, nelle albicocche e nelle pesche.

La dose per quanto moderata non è letale, ma il ciclo di preparazione libera questa sostanza e lo rende totalmente innocuo. Per questo passaggio della preparazione sono sufficienti circa 20 minuti di immersione del germoglio in acqua a circa 90-100°C [24]. Ma quali sono



[2.0] PIATTO A BASE DI GERMOGLI DI BAMBÙ, FONTE: <http://www.cure-naturali.it>

[24] <http://www.cure-naturali.it/dieta-alimenti/1943/bambu-usi-in-cucina/7345/a>



[2.1] FIBRA DI BAMBÙ DESTINATA AD UN TESSUTO, FONTE: <https://vestirebio.it>



[2.2] ABITO REALIZZATO IN FIBRA DI BAMBÙ, FONTE: <http://www.lize-shop.it>

[25] <http://www.lize-shop.it/it/fibre-naturali/bamboo>

[26] https://vestirebio.it/blog-articoli-biologici-prodotti-naturali/blog-reader/items/benefici_ed_usi_del_bamboo.html

i benefici ottenuti dal consumo dei germogli di bambù?

Grazie alle sue caratteristiche è un cibo con un basso contenuto di calorie, povero di zuccheri e con pochi grassi. Possiede un quantitativo abbastanza alto di potassio, ed ha un buon effetto nell'abbassare la pressione sanguigna.

Il bambù presenta numerosi fito-elementi, tra quali l'acido folico, presente in quantità, con proprietà antinfiammatorie, numerosi antiossidanti e proprietà per combattere microbi, batteri e funghi. Inoltre è un alimento ricco di fibre, perfetto nel prevenire e combattere il colesterolo. Questo alimento viene inoltre utilizzato, in recenti diete dimagranti poiché dona una sensazione di sazietà non appesantendo l'organismo.

Parallelamente al mondo della cucina, attraverso la selezione di una parte differente della pianta e un ciclo di lavorazione laborioso, può diventare anche fibra tessile utilizzata nel campo della manifattura [2.1]. Non ha bisogno di grandi quantitativi di pesticidi o fertilizzanti successivamente al processo di sfibratura e trattamento.

Nel suo ciclo di crescita la pianta assorbe elevate quantità di biossido di carbonio, trasformandolo in ossigeno e questo processo continua anche in parte nelle fibre contenute nei tessuti [25]. Inoltre grazie alla sua velocità di crescita rimane una dei materiali più sostenibili ed il suo impiego nel campo tessile e della manifattura sta diventando sempre più parte della cultura. I prodotti tessili realizzati in fibra di bambù, sono naturalmente ipo-allergenici e hanno delle proprietà antimicrobiche, grazie allo speciale agente antibatterico auto-prodotto chiamato "bambù kun" che blocca la proliferazione di batteri. Grazie a questo i capi [2.2] in bambù mantengono a lungo naturale freschezza e igiene.

La specie di bambù più utilizzata per il tessile è il "Phyllostachys Heterocyclus Pubescens" [26], tipologia genericamente mangiata dai panda nelle regioni asiatiche in cui cresce naturalmente. "Il processo di lavorazione del bambù consiste nella trasformazione in fibra tessile tramite frantumazione delle parti legnose. Generalmente può svolgersi

in due modi; il primo avviene per mezzo di enzimi naturali, un metodo ecologico come quello che si attua per la lavorazione del lino e della canapa ma che presenta un costo più elevato e che produce un tessuto più rigido, con una trama più evidente, simile ad una tela. Con questo processo di realizzavano soprattutto lenzuola ma anche camicie e pantaloni le quali però rimanevano non molto vestibili e per le quali oggi si usa più che altro canapa e lino. Il secondo invece avviene tramite sostanze quali N-metilmorfolina-N-Ossido-monoidrato, non tossiche, che frantumano la cellulosa mediante un processo a “circuitto chiuso”^[2.3], in modo tale che il 99,5% delle sostanze possa essere riutilizzato per altri processi”^[27]. Quest’ultimo metodo viene considerato ecologico ed eco-sostenibile nonostante l’utilizzo di alcune sostanze chimiche non pericolose. Attraverso questa lavorazione, si ottiene un prodotto di bambù con una consistenza setosa e morbida adattaper i capi più prestigiosi.

Sempre nel campo della tessitura, l’applicazione del bambù più rustica, si può trovare nella creazione di stuoie^[2.4] o elementi divisori da giardinaggio. Questi per ragioni di peso e maneggevolezza possono essere realizzati con culmi più sottili e tagliati con dimensioni non superiori ai 2,5 m circa. Con una lavorazione simile si ottengono i cesti^[2.5] ed i raccoglitori in bambù, successivamente al processo di taglio e stagionatura che, in alcuni casi, avviene secondo un processo di pressatura e incollatura. In altri casi in pannelli di bambù vengono fissati con un filo passante che lega ogni singolo elemento a quello successivo, conferendogli una minima rigidezza.

Le applicazioni di tale materiale vertono poi ad arredi di design e per interni, dove a questa scala, una delle caratteristiche essenziali diventa l’estetica, il colore e la tipologia di tessitura che presenta in superficie il bambù.

Per questa tipologia di applicazione, non vi sono particolari specie preferite ad altre, ovvero vengono utilizzate gran parte delle specie reperibili a seconda della dimensione e dell’età della pianta. La “texture” richiede un processo di selezione dei campioni migliori prima della



[2.3] LAVORAZIONE A “CIRCUITO CHIUSO” FINCA YARIMA, PEREIRA



[2.4] STUOIE COLORATE IN BAMBÙ CON FILO PASSANTE, FONTE: <https://www.pavibamboo.com>

[27] https://vestirebio.it/blog-articoli-biologici-prodotti-naturali/blog-reader/items/benefici_ed_usi_del_bamboo.html

[28] <http://www.bambudesign.it/>

[29] <https://www.pavibamboo.com/parquet-pavibamboo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-classico>



[2.5] CESTI E RACCOGLITORI IN BAMBÙ PRESSATO, FONTE: <https://www.pavibamboo.com>



[2.6] DIVANO CON BASE D'APPOGGIO IN BAMBÙ, FONTE: <http://www.bambudesign.it>



[2.7] CONSOLE DI APPOGGIO IN BAMBÙ, DESIGN DI UN TAVOLO, FONTE: <http://www.bambudesign.it>

colorazione. L'elemento da individuare non deve presentare, oltre che danni di carattere meccanico, anche troppa eterogeneità nella colorazione e nella forma. Alcuni elementi di design, dedicati all'arredo o all'utenileria da appartamento, possono arrivare a costare alcune centinaia di euro e richiedono una lavorazione sempre più delicata e scrupolosa. Il bambù può essere trattato "grezzo" come ad esempio base di appoggio di letti e rivestimenti esterni o interni di lavabi, divani [2.6], mobili o consolle di appoggio [2.7], base di tavoli, appendi abiti o, con un processo di esfoliazione molto sottile; un secondo metodo consiste in una lavorazione molto più precisa ed attenta dove si possono ottenere fibre di bambù (anche stagionato) per essere utilizzate da rivestimento esterno delle lampade o delle appliques a muro [28].

Un ulteriore nobile impiego del bambù come materiale è nel campo dei rivestimenti. La diversità intraspecifica del bambù permette di poter scegliere la tipologia di pavimento, rivestimento, laminato e simili utilizzando il colore naturale, talvolta senza aggiunta di colorante o prodotto chimico di fabbrica. La selezione dei campioni, come avviene per gli elementi di design di interni, è più precisa e ricerca elementi che non presentino danni o imperfezioni. A seconda della dimensione del pannello che si intende installare, il taglio e la lunghezza del culmo devono essere regolati; non tutte le età vanno bene per i pannelli laminati o per i rivestimenti interni. Per questo tipo di utilizzo non è necessaria una stagionatura particolare né un taglio in una fascia contenuta di tempo. Nella produzione è comunque comune utilizzare esemplari che abbiamo superato i 5 anni, in quanto la tessitura del culmo è più strutturata e la colorazione si avvicina di più a quella del legno.

Dal fusto di bambù al pannello pronto per l'installazione, sono necessarie, a seconda dell'uso, dalle 20 alle 30 fasi di lavorazione. Il processo inizia dalla segatura del fusto del bambù e dalla Piantagione. Vengono selezionati esemplari con età e caratteristiche idonee ed un'altezza vicina ai 15-20 metri e diametro approssimativamente di 25-30 cm; questo viene poi tagliato in "ceppi" tendenzialmente di misura uguale, cercando di evitare gli sprechi. In presenza dei difetti si isola

l'elemento che verrà utilizzato nella combustione e nel trattamento, oppure lo si destina ad un utilizzo differente, generalmente nella minuteria e nell'arredo. I ceppi tagliati uguali, vengono poi tagliati sul lato lungo (splittaggio dei culmi), ottenendo dei listelli e dei lembi di bambù singoli a forma di mezzaluna liscia ^[29].

La parte del culmo generalmente utilizzata per creare listelli laminati per pavimenti, è quella più bassa, vicino alla base, poichè presenta pareti più spesse e idonee a questo tipo di installazione anche in funzione dei carichi. La parte centrale della canna viene invece usata per produrre il parquet pressato con un aggiunta di colle per mantenere adesi gli strati. La parte alta invece viene impiegata per altri prodotti che non hanno bisogno di particolari proprietà meccaniche, come minuteria e bacchette alimentari di diverso genere.

Dopo queste prime fasi di taglio e controllo, i listelli che manterranno il loro colore naturale, vengono immersi in una soluzione di H_2O_2 per una durata complessiva di circa 4-5 ore, ad una temperatura appena inferiore ai 100°C. I listelli che invece necessitano di una colorazione di carattere superficiale, vengono termo-trattati sottoponendoli a due cicli di getti di vapore; il primo della durata di circa due ore ad una temperatura di 140° C, il secondo della durata di cinquanta minuti ad una temperatura di circa 90° C ^[30]. Lo scopo di questi due trattamenti è anche quello di eliminare zuccheri e possibili parti commestibili per insetti e batteri e limitare così la possibilità di deterioramento nel tempo. Dopodichè i listelli vengono climatizzati ^[2.8] e raffreddati per circa una settimana, conferendo loro la giusta umidità, sino ad arrivare ad un minimo di 10% in peso. La fase successiva è l'essiccazione dove vengono lasciati riposare i listelli per alcuni giorni in modo che si stabilizzino ulteriormente e si sviluppino le caratteristiche termo-igrometriche dell'ambiente circostante.

La fase successiva riguarda una selezione ulteriore dove, attraverso criteri di uniformità, colore e tessitura, i listelli migliori vengono separati da quelli che non rispettano questi standard e possono così continuare il processo.



[2.8] PROCESSO DI CLIMATIZZAZIONE DEL BAMBÙ, FONTE: <https://www.pavibambo.com>



[2.9] PROCESSO DI BISELLATURA E FORMATA DEL PANNELLO, FONTE: <https://www.pavibambo.com>

[30] <https://www.pavibambo.com/parquet-pavibambo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-classico>

[31] <https://www.pavibambo.com/parquet-pavibambo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-classico>



[3.0] PROCESSO DI ESSICCAMENTO E RIPOSO, FINCA YARIMA, PEREIRA



PANNELLO
EFFETTO
CARBONIZZATO

PANNELLO
EFFETTO
NATURALE



[3.1] OPERAZIONE DI SPLITTAGGIO E TAGLIO DEI CULMI MANUALE FINCA YARIMA, PEREIRA

[3.2] <https://www.pavibamboo.com/parquet-pavibamboo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-classico>

Successivamente a questa fase selettiva, i listelli lavorati sono pronti per essere incollati insieme e sottoposti a pressatura idraulica per una decina di minuti. Il risultato di questa lavorazione meccanica è una composizione orizzontale oppure verticale di pannelli orientati nello stesso verso e con caratteristiche estetiche praticamente medesime [31]. I listelli scartati nella selezione, non vengono abbandonati o gettati, ma costituiranno anch'essi pannelli ma di fattura e valore inferiore poiché troppo eterogenei. Prima di procedere con la laminazione delle assi, i listelli ed i culmi riposano ancora per almeno una settimana accatastati o sollevati da terra [3.0]; ciò conferirà loro la stabilità ottimale per la successiva lavorazione con la macchina profilatrice. Trascorso il tempo di riposo vengono tagliate le teste irregolari, in modo che le tavole abbiano la lunghezza desiderata e le si lavora il fondo con macchine utensili per formare e incidere la bisellatura sagomata [2.9].

La superficie del pannello è quasi definita, ma in alcune tipologie di pannelli offerti sul mercato è possibile trovare una superficie ruvida e sabbiosa, che conferisce un'estetica particolare e rustica al prodotto finito. Questa sabbatura si effettua sulle assi con un macchinario a getto continuo, insieme ad una colla stesa precedentemente che garantisce la presa e l'adesione dei granuli. Dopodiché le assi vengono impermeabilizzate sul fondo e sui lati con una soluzione di prodotti chimici; questo è un passaggio che aiuta a prevenire l'assorbimento dell'umidità dai lati dell'asse e assicura una durata temporale più estesa nel tempo. Nel caso dei listelli naturali, il pannello è ormai finito ed è pronto per essere imballato e spedito; nell'ipotesi invece del pannello laminato, la lavorazione successiva è quella di gommatura a caldo e sovrapposizione dello strato resistente all'umidità [32].

Tutte le fasi di produzione del parquet sono controllate dalla regolazione dell'umidità relativa del legno alla formatura, in specifiche camere di essiccazione per la gestione di tutto il processo nei minimi dettagli.

Un ulteriore impiego e utilizzo del bambù come materiale e come componente, è nel campo dei parquet a incasso. Questo tipo di lavorazione è diverso dalla produzione di laminati e pannelli sottili;

in questo caso il bambù non viene tagliato molte volte. Il processo, che verrà descritto successivamente in ogni fase, mira ad ottenere un prodotto con spessore maggiore rispetto al laminato e contiene materiale di qualità superiore.

La lavorazione parte dal taglio del culmo e a seconda del tipo di risultato che si vuole ottenere, si passa al fusto stagionato ed essiccato;

si preleva il culmo di bambù dalla piantagione, generalmente piante con età compresa tra i 4 e i 5 anni, con altezza di circa 15-20 metri e diametro compreso tra i 25 ed i 30 cm; questo viene poi suddiviso in ceppi cavi della stessa misura. Successivamente vengono tagliati i culmi sul lato lungo tramite una tecnica che si chiama “splittaggio”^[3.1], andando ad ottenere dei listelli singoli a forma di mezzaluna liscia.

In quest’operazione vengono selezionate le mezzelune che presentano le caratteristiche migliori e che mantengono gli spessori adeguati per le successive fasi di pressatura e assemblaggio. Da questo materiale, si ricavano dei lunghi listelli leggermente inflessi; nella fase di splittaggio vengono asportati anche tutti i nodi interni, andando a creare un prodotto liscio e uniforme. Per le pavimentazioni in parquet viene generalmente utilizzata la parte centrale della canna, mentre la parte bassa viene utilizzata per il bambù classico e la parte alta, la quale presenta pareti troppo sottili, viene impiegata per altri prodotti.

A questo punto, i listelli di colore naturale, vengono trattati in una soluzione di H₂O₂ per quattro ore circa ad una temperatura vicina ai 100°C; i listelli che viceversa assumeranno il colore carbonizzato vengono vaporizzati sottoponendoli a due cicli di getti di vapore come nel procedimento dei laminati. La fase di climatizzazione è la medesima anche per questo passaggio, ad eccezione della tempistica che in questo caso si protrae per un tempo maggiore. Segue l’essiccamento ed il riposo per alcuni giorni in posizione verticale a temperatura ed umidità costanti^[33].

I listelli destinati a diventare parquet, vengono quindi spezzati e rotti sul lato lungo, andando a formare bacchette sottili molto lunghe. Una volta ottenuta la lunghezza desiderata i listelli vengono pressati e poi



[3.2] BLOCCO DI BAMBÙ DOPO
LA FASE DI PRESSATURA, FONTE:
<http://www.bambuseto.it>

[33] <https://www.pavibamboo.com/parquet-pavibamboo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-pressato>

^[34] <https://www.pavibamboo.com/parquet-pavibamboo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-pressato>

trattati con colla di diverso genere. Questa procedura di essiccazione, taglio, pressatura ed incollaggio avviene più volte nella lavorazione, sino ad ottenere lo spessore desiderato. Una volta terminato questo processo viene controllato il livello di umidità del legno che deve mantenersi tra 10 e 15%. Dopo l'uscita dall'essiccatoio i listelli vengono selezionati per colore e in seguito mandati nella pressatrice idraulica a freddo e trasformati in blocchi di bambù a sezione rettangolare ^[3.2]. I blocchi di densità alta vengono subito scaldati a una temperatura superiore ai 90°C e poi successivamente raffreddati; viene ripetuto questo procedimento per circa mezza giornata fino a quando i blocchi non ottengono colore, umidità e densità adeguate. Il processo è quasi terminato ed i blocchi vengono lasciati riposare all'aria aperta per circa 2 settimane ^[34]. A questo punto i blocchi devono essere dimensionati e sagomati, vengono quindi divisi in tavole con dei macchinari speciali poiché presentano un grado di durezza molto alta. La sagomatrice forma l'angolo di incastro e crea la bisellatura per la giustapposizione dei blocchi in opera. In seguito le assi vengono impermeabilizzate sul fondo e sui lati con una soluzione a base chimica che aiuta a prevenire l'assorbimento dell'umidità dai lati dell'asse e assicura una durabilità maggiore al pavimento. In alcuni prodotti viene applicata una cera speciale per garantire un effetto lucido e permanente nel tempo che definisce l'ultimo passaggio prima dell'imballaggio e la spedizione del parquet.

2.8_ Bambù come materiale da costruzione

Uno dei principali utilizzi del bambù, più specificamente di alcune specie, è senza dubbio come materiale da costruzione. Nello specifico, come anticipato nei paragrafi precedenti, è stato utilizzato sin dai primi accampamenti rurali della Colombia come materiale strutturale; in particolare come elemento di sostegno di copertura e pareti nelle abitazioni campane diffuse in tutto il territorio. Questo tipo di materiale, definito “acciaio naturale” presenta, se utilizzato come tale, potenzialità di carattere meccanico e fisico, tali da essere paragonato alla malta cementizia, all'acciaio e comparato con diverse tipologie di specie legnose. Per questo è stato largamente utilizzato dalle popolazioni nella tradizione, oltre che per la sua reperibilità sul territorio e la sua relativa facilità di lavorazione ed impiego. All'interno dell'edilizia Colombiana, ma anche in quella internazionale, possiamo trovare esempi di diverso genere e applicazione, che utilizzano la guadua come materiale strutturale.

La lavorazione tipica per ottenere prodotti dedicati a questa funzione non si discosta tanto da quella dei prodotti per pavimentazioni precedentemente indicati, sino al momento del taglio ^[35]. In questa fase i culmi interi di bambù destinati ad usi strutturali, vengono lavorati separatamente. Questo perchè necessitano di un controllo più dettagliato in quanto devono sostenere carichi e sollecitazioni maggiori rispetto ad altri elementi. I culmi sono esaminati singolarmente in appositi stabilimenti e trattati per migliorare la resistenza e la durezza superficiale; i trattamenti proteggono anche da attacchi batterici e marciscenze di origine biologica che porterebbero ad un collasso ed un cedimento della struttura. Questi trattamenti possono essere svolti anche in condizioni più tradizionali ^[3.4], mediante immersione in vasche a bagno di sali, acido borico e acqua calda ^[3.3] e mantenuti immersi per durata variabile a seconda della specie ^[36]. Per questo motivo il bambù destinato ad utilizzi strutturali, dopo i primi passaggi viene trattato separatamente e attraversa un processo con trattamenti antibatterici. Ad



[3.3] TRATTAMENTO IN VASCA A BAGNO DI SALI E ACIDO BORICO, FINCA YARIMA PEREIRA



[3.4] TRATTAMENTO DI IMMERSIONE E STAGIONATURA RURALE, FINCA YARIMA PEREIRA

[35] <http://www.inbar.int>

[36] PROF. JEAN-MARC TULLIANI APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 12, *Il bambù, DEL CORSO DI "SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA-REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"*



[3.5] FORNO- AUTOCLAVE PER TRATTAMENTO DENSITY-THERMO, FONTE: APPUNTI PROF. JEAN-MARC TULLIANI



[3.6] FASCE DI BAMBÙ PREDISPOSTE AL TRATTAMENTO, FONTE: *appunti prof. Jean-Marc Tulliani*



[3.7] FASCE DI BAMBÙ ESSICcate E TRATTATE NATURALMENTE, FINCA YARIMA, PEREIRA

[37] <http://www.inbar.int>

[38] APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 12_ IL BAMBÙ.

[39] JULES J.A. JANSSEN, *-designing and building with bamboo*, TECHNICAL REPORT NO 20, INBAR PUBLICATION, 2000.

[40] <http://www.moso.eu>

alcuni culmi tagliati viene applicato un processo di “carbonizzazione” al vapore in autoclave ^[3.5], in modo da eliminare gran parte degli zuccheri contenuti all’interno del materiale ^[37], oppure una fase di essiccamento al sole naturale senza trattamenti e senza l’utilizzo di macchinari ^[3.7]. Questo processo viene spesso eseguito con macchinari a pressione che permettono al vapore surriscaldato, miscelato con una soluzione chimica, di penetrare a fondo nei nodi; tramite questo passaggio in pressione, la colorazione superficiale del bambù si modifica e tende a scurirsi leggermente, avvicinandosi ad un giallo pallido e talvolta ad un marrone caramello ^[3.6]. Il bambù che non riceve questo tipo di trattamento con ebollizione ossigenata, viene classificato in classe 5 secondo la norma EN 350, ovvero per utilizzi non strutturali ^[39]. Esiste un altro tipo di trattamento, chiamato “Density-Thermo” ^[40]; al termine di questa lavorazione, la stabilità del bambù aumenta di più del 50% parallelamente alla durabilità che raggiunge la miglior classe possibile, la classe 1. Con questa caratteristica e questo trattamento il bambù può addirittura essere immerso in acqua. La pressione della strumentazione durante il trattamento, aumenta la densità del materiale da 650-700 Kg/m³, a circa 1200 Kg/m³ ^[38].

F9_ Architettura e forma L'abitazione dell'Eje Cafetero



Per poter parlare di un'abitazione e progettare una casa sul territorio Colombiano, è stata studiata la tipologia che più ha utilizzato

la guadua nella storia della Colombia: la casa rurale di campagna. Più di altre zone, la cintura che circonda le provincie di Pereira, Manizales e Ibaguè, attorno al “Parque Nacional Natural Los Nevados”, presenta una predisposizione alla crescita naturale della Guadua Angustifolia. In questa zona la reperibilità del materiale è sempre stata facile e la sua applicazione nella cultura, abbastanza diffusa. La zona “Cafetera” che insiste su quest'area, è diventata da secoli un luogo dedicato alla produzione del caffè. Per questo motivo l'area delle coltivazioni ancora oggi è molto estesa ed è arrivata nel tempo ad estendersi e concentrarsi anche su altri fattori produttivi; il triangolo così formato da queste tre cittadine oggi è un fulcro produttivo a tempo pieno. Le stesse provincie hanno sempre necessitato di luoghi e abitazioni legate alla produzione, come già nei tempi del periodo pre-coloniale nelle case legate al campo e all'agricoltura ^[1]. Così, dallo sviluppo delle prime abitazioni pre-montane, la produzione si è spostata al centro della pianura e dell'altipiano formando così accampamenti e abitazioni per nuclei famigliari. Proprio in questa zona il bambù spontaneo è stato largamente utilizzato e impiegato nelle costruzioni; ancora oggi si trovano segni di questo tipo di architetture. Grazie a questa

ricchezza e disponibilità oggi sorgono alcune aziende e industrie legate alla produzione, alla lavorazione ed al trattamento della guadua. Alcune di esse producono ed esportano in tutto il paese prodotti di ogni genere, dall'elemento strutturale sino alle pavimentazioni ed agli oggetti per interni ed esterni.

L'abitazione cafetera presenta tratti architettonici derivanti dalla tradizione e dal periodo coloniale. Come molte abitazioni colombiane presenta generalmente una distribuzione di spazi che legano interno ed esterno tramite zone porticate e corridoi esterni. Il patio, come in molte zone della tradizione Colombiana, diventa un elemento chiave di tutta l'architettura dell'abitazione; lo si ritrova spesso con diversi orientamenti ed inclinazioni, utilizzato in diverse fasce orarie e con differenti scopi. L'abitazione si completa con l'uso generale di tegole in terracotta nella copertura, legno nelle colonne e guadua nelle pareti e nei sostegni ^[2]. La stessa guadua e l'uso del portico come elemento architettonico hanno modificato la forma dell'edificio nel tempo, legando sempre più il tema dello spazio aperto

^[1] SALDARRIA ROA, ALBERTO, “ *hábitat y arquitectura in colombia: MODOS DE HABITAR DESDE EL PREHISPÁNICO HASTA EL SIGLO XIX*, UTADAO, BOGOTÀ, APRIL 2016

^[2] MUÑOZ VELOZA, MÓNICA ALEXANDRA “*la canapa in edilizia: uso della canapa nei componenti edilizi per lo sviluppo di un modulo abitativo rurale nel dipartimento del cauca-colombia*”; REL. ELENA PIERA MONTACCHINI ; CORREL. LORENZO SAVIO, TORINO, 2017

con l'utilizzo di questo materiale. La relazione tra casa e ambiente esterno indica un adattamento delle condizioni climatiche, alla topografia ed al paesaggio. Questa considerazione sulla tipologia architettonica ha una sua valenza nel territorio



[1.0] Aule Università di Pereira realizzate in Bambù



[1.1] Piantagione di caffè

cafetero poichè presenta diversi tratti montani e relativamente pendenti. Lo stesso scopo che lega l'attività della coltivazione del caffè alla topografia ed al materiale sono elementi che danno forma

alla casa. Vi sono poi elementi di identità personale che mostrano come nell'ordinario e nel modello generale ci sia comunque una ricerca di arredamento del contorno e personalizzazione del territorio con elementi arborei, materiali, forme e colorazioni.

Un elemento interessante nell'abitazione tipo della regione cafetera, è quello che lega la forma architettonica al clima ed alla topografia [1.1]. La temperatura media generalmente non supera i 19°C con una precipitazione di circa 2000 mm l'anno e le pendenze del territorio variano tra i 1100 ed i 1950 metri circa con inclinazioni a volte rilevanti. In molti casi l'abitazione si apre su due fronti ricavando stanze molto ventilate e aperte su portici coperti da falde a diversa inclinazione [3]. Questa distribuzione allungata è la manifestazione della risposta al clima e alla topografia poichè in qualsiasi momento può essere implementata. Questa condizione di abitazione in progressione è un concetto molto diffuso nella regione, sia come tradizione nel modo di abitare che come consuetudine del nucleo familiare. Tradizionalmente la famiglia presenta un nucleo diffuso e allargato; necessita quindi una flessibilità anche nell'architettura e nella possibilità di espandere la casa senza stravolgere la struttura. L'utilizzo dello spazio sotto alla casa, derivato dal sollevamento del piano di calpestio, ha una funzione generalmente micro-climatica e di ventilazione dell'edificio. Questa strategia isola dal terreno e dall'umidità preservando per un tempo

[3] SALDARRIA ROA, ALBERTO, " *hábitat y arquitectura in Colombia: MODOS DE HABITAR DESDE EL PREHISPÁNICO HASTA EL SIGLO XIX*, UTADEO, BOGOTÀ, APRIL 2016

maggiore i materiali. In alcuni casi è utilizzato come deposito attrezzi o come riparo e abitazione per animali ^[4]. Alcune abitazioni utilizzano il “bahareque” come tecnologia di isolamento per pareti, rafforzando così l’inerzia termica della casa.



^[1,2] Casa nella regione cafetera

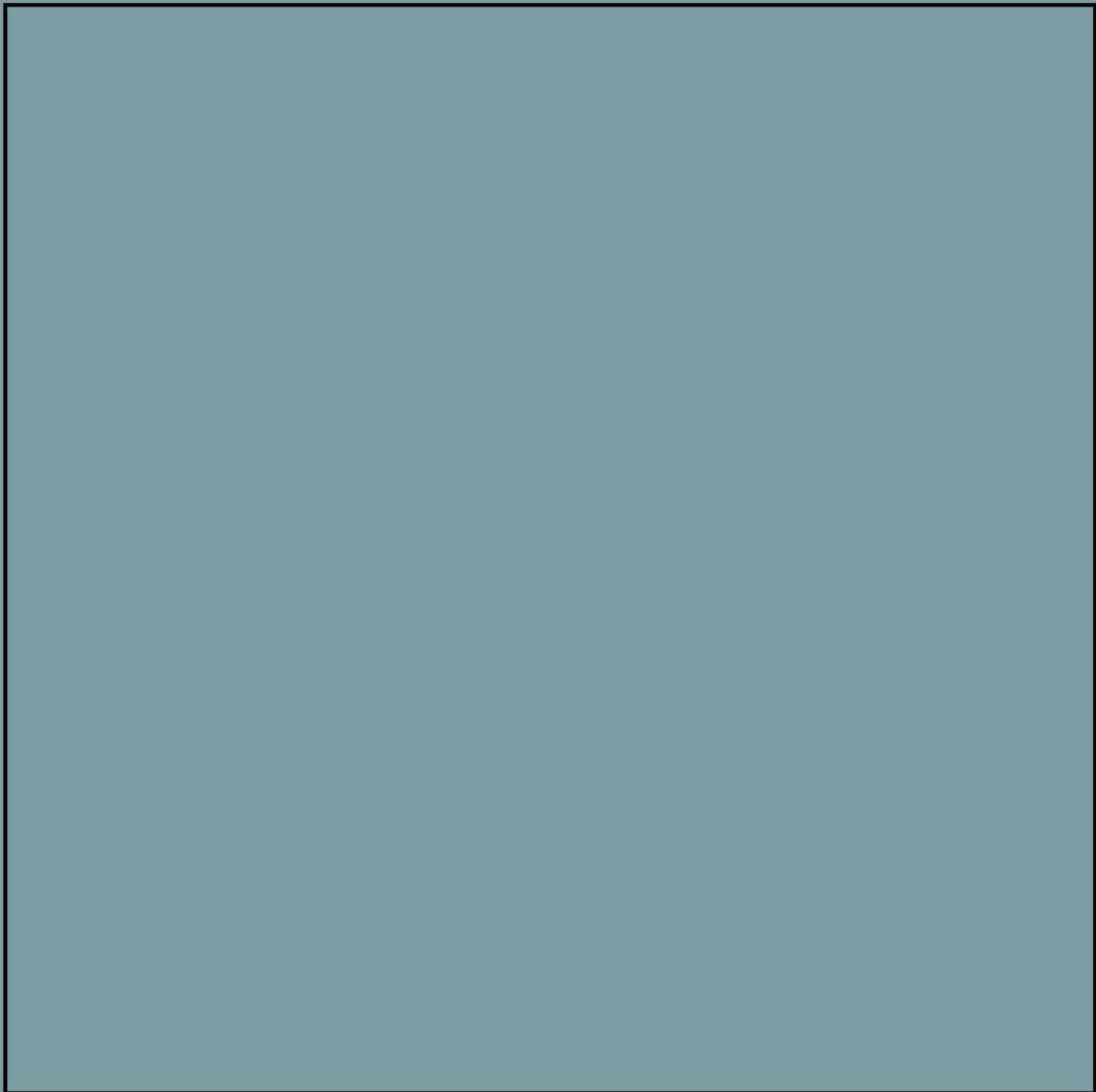
La disposizione interna dell’abitazione e la divisione degli spazi vengono dettati dalle attività quotidiane. Nella regione del caffè, per motivi pratici, è usuale costruire abitazione limitrofe accessorie a quella dove si svolge la vita quotidiana^[1,0]. Generalmente la distribuzione allungata non permette di creare zone centrali di snodo fra tutte le altre funzioni, ma consente di collegarle tramite il portico esterno, spesso elemento per accedere alle abitazioni. L’uso dello spazio ne identifica un’attività predominante escludendo le altre. La maggior parte delle abitazioni sono separate e divise con pareti interne ed alcune di esse si presentano più luminose e spaziose di altre. Il ruolo della stanza da letto nella casa cafatera è importante. Spesso la zona notte non ha una direzione specifica ma è divisa fra genitori e figli e ospiti. La stessa sala da pranzo spesso non esiste, ma la sua funzione viene svolta dai corridoi o dai ballatoi esterni. Quest’ultimo si utilizza per molte delle funzioni giornaliere, come

la mescola e la selezione dei chicchi di caffè.

Come anticipato nella casa cafetera vi sono molti spazi esterni all’abitazione accessori e con funzioni diverse. Primo fra tutti è il locale di deposito, spesso custodito vicino alla casa patronale; il locale attrezzi e i luoghi di essiccazione e lavorazione. Ognuno di essi necessita di una quantità di luce differente e diverso volume e ricambio d’aria. Per questo motivo la grandezza degli spazi dei locali si presenta in modo diverso e la stessa percezione è differente.

La piantagione solitamente si trova vicino o nei pressi della casa principale. In questo modo è sempre costante il controllo su di essa. La vicinanza è importante quanto la sicurezza e spesso la piantagione di caffè presenta recinzioni e delimitazioni dello spazio.

^[4] MUÑOZ VELOZA, MÓNICA ALEXANDRA “*la canapa in edilizia: uso della canapa nei componenti edilizi per lo sviluppo di un modulo abitativo rurale nel dipartimento del cauca-colombia*”; REL. ELENA PIERA MONTACCHINI ; CORREL. LORENZO SAVIO, TORINO, 2017



2.9_ Applicazioni in ambito architettonico

L'applicazione del bambù in ambito architettonico non è una novità. La si può ritrovare in diversi casi studio a manifestazione delle sue potenzialità più svariate. Questo "acciaio vegetale" lo si può ritrovare nelle architetture dislocate in quasi tutte le parti del mondo, ma i luoghi dove viene più impiegato sono senza dubbio l'America latina e l'Asia. Molti architetti di fama internazionale hanno utilizzato nelle loro opere architettoniche questo materiale, da Isozaki a Piano. L'utilizzo del bambù è poi aumentato negli ultimi 25-30 anni, grazie a ricerche e studi sulle proprietà e sulle caratteristiche incredibili che questo materiale possiede. Questi stessi studi hanno condotto all'impiego del bambù in diverse architetture ed hanno introdotto lavorazioni sempre più sostenibili e con basso consumo di energia, prevedendo il sempre minor impiego di macchinari pesanti e sagomatrici industriali, che diversamente dalle lavorazioni tradizionali richiedono un consumo di energia maggiore. La ricerca di lavorazioni attente al tipo di macchinari impiegati e di prodotti utilizzati, porta alla creazione di un prodotto sempre più sostenibile, che utilizza minore quantità di energia e produce meno gas tossici liberati nell'atmosfera. Lo stesso utilizzo del materiale, grazie alla sua flessibilità di impiego, richiede lavorazioni differenti a seconda del comportamento che dovrà ottenere in fase di messa in opera. Gli stessi padiglioni espositivi che hanno elementi evocativi con forme particolari, richiedono passaggi di stesura e incollaggio del bambù sempre più complessi; la capacità flessionale del materiale però aiuta questa condizione, presentando la possibilità di piegare le aste senza provocare danni o cedimenti. Esistono applicazioni di queste tecnologie in diversi casi studio del mondo orientale ed in alcuni padiglioni espositivi i quali hanno utilizzato il bambù come materiale da costruzione ^[41].

Nel mondo occidentale vi sono poi applicazioni differenti dal mondo orientale per quanto riguarda la gestione dei giunti; nel primo possiamo trovare una prevalenza di giunti di tipo meccanico per motivi di

^[41]CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, "il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive", LAVERNA, NAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008.



[3.8] PADIGLIONE ZERI,
 FONTE: CÀRDENAS LAVERDE,
 MAURICIO, *“il bambù come materiale da costruzione”*



[3.9] CHIESA TEMPORANEA A PEREIRA,
 FONTE: CÀRDENAS LAVERDE,
 MAURICIO, *“il bambù come materiale da costruzione”*



[4.0] SOE KER TIE HOUSE, THAILAND,
 FONTE, MIREIA CASANOVAS
 SOLEY, *“bambu”* ARCHITETTURA
 BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS,
 GENNAIO 2011

manodopera e di reperibilità del materiale; nel secondo invece ed in America latina, la possibilità di avere manodopera a costi più bassi e il rischio di danneggiamento dei culmi in fase di trasporto e costruzione, hanno portato ad una lavorazione ed una modellazione in loco. Questo viene dettato anche dal fatto che nel caso di danneggiamento del culmo, la sostituzione nei paesi esportatori del prodotto, sia più facile e si possa realizzare in tempi più contenuti. La possibilità di rottura di alcuni culmi durante la lavorazione, nonostante i trattamenti di indurimento, rimane contenuta anche se molte volte nella sagomatura del giunto si presentano fratture del materiale anche involontarie. Per questo motivo si cerca per quanto possibile di riciclare anche alcuni elementi e riutilizzarli in architetture successive o destinarli ad altri utilizzi. Il tema della reversibilità dell'intervento ha portato molte architetture a scegliere il giunto in funzione della durata; la flessibilità nell'ancoraggio permette al bambù di essere fissato con supporti metallici, piastre speciali in acciaio, giunti naturali a “bocca di pesce” o in alcuni casi anche fissato con corde. Nei casi studio citati vi sono architetture in ambito Colombiano e internazionale, padiglioni effimeri e architetture solide costruite per durare nel tempo.

Primo fra tutti è il Padiglione Zeri [3.8] collocato a Manizales in Colombia, realizzato dall'architetto Simon Velez nell'anno 2000. In questa architettura troviamo l'applicazione del bambù e di altri materiali come acciaio e cemento; l'utilizzo e la scelta di affiancare anche questi due materiali non è casuale, infatti l'architetto cerca di descrivere la tipologia costruttiva tradizionale ponendo l'accento sulle potenzialità di quella nuova, il bambù. la specie di bambù utilizzata per questo padiglione è la Guadua Angustifolia, specie diffusa in gran parte del territorio Colombiano e largamente utilizzata nella tradizione costruttiva [42]. Il secondo caso studio analizzato riguarda la Chiesa temporanea del medesimo architetto collocata temporaneamente a Pereira in Colombia [3.9]. Il luogo di culto temporaneo, in sostituzione alla cattedrale della stessa città per motivi di restauro, copriva una superficie di circa 700 mq e venne realizzata in appena 5 settimane [43]. Questa costruzione ha

ispirato diverse architetture successive grazie all' applicazione ricurva della guadua. Una terza soluzione architettonica riguarda il mondo orientale; abitazioni temporanee effimere realizzate in breve tempo per necessità verso delle popolazioni povere ^[4.0]; questa tipologia di abitazioni a basso costo potrebbe essere quasi realizzata interamente in auto-costruzione. Non richiede particolare impiego di macchinari e si può installare in diversi posti. Il bambù anche in questo caso ne fa da protagonista; questa tipologia di abitazione infatti è realizzata quasi interamente in culmi solidi strutturali. Rimanendo sempre in oriente, troviamo un' architettura dell'architetto Kuma, realizzata in Cina. Realizzata in un sito con diverso dislivello e difficoltà di pendenza, l'abitazione in bambù si erge su una collina di pietra. La struttura di bambù si adatta grazie alla sua diversità di taglio e riesce a creare una struttura pianeggiante. Le fondamenta dell'abitazione presentano setti di bambù di maggiore spessore affiancati e su di essi si poggia un tavolato ligneo, in alcuni punti realizzato in cemento con cassero a perdere ^[44]. La presenza dell'acqua in questa architettura, acquista un ruolo importante fungendo alcune volte anche da specchio microclimatico ^[4.1].

Il caso studio successivo riguarda una scuola auto-costruita da alcune famiglie in Bangladesh ^[4.2], per migliorare il livello di istruzione medio e garantire un futuro ai propri figli. Gran parte della tradizione vernacolare legata all'Asia meridionale, utilizza la terra e il bambù come materiale, tuttavia, le tecniche di costruzione sono talvolta approssimative e molti edifici mancano di fondamenta e di protezione contro l'umidità. Tali edifici richiedono una manutenzione regolare, sono spesso soggetti a danni e durano in media soltanto pochi anni. Gli obiettivi di questo progetto sono quelli di migliorare la qualità della vita nelle zone rurali e contrastare la continua migrazione della popolazione verso le città. Il potenziale principale per lo sviluppo di edifici nelle aree rurali è il basso costo del lavoro e le risorse materiali disponibili localmente come terra e bambù. Una delle strategie principali del progetto di scuola comunitaria è quella di sviluppare conoscenze e abilità all'interno della

^[42] ^[43] CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, "Il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive", LAVERNA, MAPOLI, SISTEMI EDITORIALI, 2008.



^[4.1] HOTEL BAMBOO WALL, CHINA, FONTE, MIREIA CASANOVAS SOLEY, "bambu" ARCHITETTURA BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS, GENNAIO 2011



^[4.2] HAND-MADE SCHOOL DINAJPUR, BANGLADESH, FONTE, <https://www.archdaily.com>



[4.3] VIETNAM PAVILLON AT MILANO EXPO, FONTE, MIREIA CASANOVAS SOLEY, “*bambu*” ARCHITETTURA BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS, GENNAIO 2011



[4.4] MASON LANE FARM, UNITES STATES, FONTE, <https://www.archdaily.com>

[44] MIREIA CASANOVAS SOLEY, “*bambu*” ARCHITETTURA BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS, GENNAIO 2011

[45] <https://www.archdaily.com/51664/handmade-school-anna-heringer-eike-roszag>

[46] MIREIA CASANOVAS SOLEY, “*bambu*” ARCHITETTURA BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS, GENNAIO 2011

popolazione locale in modo che possano utilizzare al meglio le risorse disponibili ^[45].

L'architettura della nuova scuola fornisce un'istruzione con diversi tipi di spazi e usi per supportare l'approccio all'insegnamento e all'apprendimento in modo pratico e partecipato. Al piano terra con le sue spesse mura realizzate in bambù e fango, vi sono tre aule, situate ciascuna con il proprio accesso aperto a un sistema di “caverne” di forma organica sul retro della classe. Il piano superiore è uno spazio comune aperto caratterizzato da un forte contrasto luminoso; le aperture nelle sue pareti di bambù offrono ampie vedute sui dintorni e la possibilità di attività in movimento. La luce e le ombre prodotte dalle strisce di bambù giocano sul pavimento di terra e contrastano con i materiali colorati sul soffitto. Il piano superiore è una costruzione a telaio di travi di bambù a quattro strati con elementi verticali e diagonali disposti ad angolo retto rispetto all'edificio. La fine dei telai alle estremità dell'edificio e la scala, servono anche a irrigidire la struttura e fornire un grado di controvento. Una serie di travi di bambù a metà della struttura del telaio sottostante, fornisce supporto per la costruzione del tetto in lamiera ondulata, regolata e pendenzata per fornire uno scolo sufficiente.

Il successivo caso studio riguarda il Padiglione del Vietnam esposto in occasione del Expo a Milano ^[4.3]. Il Padiglione intitolato “Acqua e fiori di loto”, creava una forma suggestiva soprattutto grazie alla sua struttura architettonica decisamente teatrale, che ricreava una scena tipica: quella di uno stagno disseminato di statue di animali e divinità da cui emergono fiori di loto, proprio come in una foresta ^[46]. Sulla cima di questi fiori conici era presente anche una fitta vegetazione. L'intero padiglione era completamente ricoperto di canne di bambù. Questo forte simbolo di rinascita che contraddistingue il padiglione è stato progettato per sottolineare non solo l'impegno del Vietnam a proteggere attivamente l'ambiente e le sue risorse idriche, ma anche la sua profonda connessione e il grande rispetto per la natura.

Cambiando parte del mondo si arriva negli Stati Uniti d'America, dove l'applicazione del bambù si traduce nel caso analizzato, in un locale

di deposito per attrezzi, fieno e paglia ^[4.4]. La Mason Lane Farm, così chiamata, è un nuovo complesso per la manutenzione e il rifornimento di attrezzature agricole, lo stoccaggio ed il deposito stagionale anche di cereali. Il progetto è stato presentato per la certificazione LEED Gold Level ed è degno di nota come il primo nel suo genere per l'utilizzo della certificazione in un progetto agricolo. Attraverso la semplicità delle strutture agricole regionali, in accordo con le priorità del cliente per la gestione responsabile della terra, il complesso agricolo utilizza approcci sostenibili semplici e passivi che si basano specificamente sulla comprensione del clima regionale e l'integrazione con il paesaggio. Per ragioni economiche e facilità di manutenzione, le strategie di costruzione sostenibile sono decisamente "low-tech", favorendo metodi di costruzione convenzionali e materiali ordinari su sistemi specializzati ^[47]. L'edificio denominato "Barn-B" è un grande capannone coperto rivestito da una griglia a traliccio di bambù raccolto localmente a soli 35 miglia dal sito del progetto. Considerata come "un'erba", il bambù richiama formalmente il fieno accatastato nel fienile, fornendo anche una pelle traspirante che consente una ventilazione naturale ^[48]. Il caso studio analizzato successivamente è il Carabanchel Social Housing localizzato nella parte a sud di Madrid ^[4.5]. L'architettura si traduce in un parallelogramma 100 x 45 m, orientato nord-sud che si estende a ovest con un nuovo parco urbano. Le unità diventano una sorta di "tubi" lunghi 13,40 m circa che collegano entrambe le facciate ed evitano qualsiasi tipo di struttura nelle partizioni tra gli appartamenti ^[49].

Le unità abitative sono aperte a due giardini diversi per ogni orientamento e sono completamente vetrate nelle facciate. Le terrazze sono chiuse poi con feritoie di bambù montate su telai pieghevoli che forniscono la protezione necessaria dalla forte esposizione al sole est-ovest, aumentando la sicurezza delle unità e aprendosi interamente ai giardini laterali quando lo si desidera.

Negli ultimi anni si è parlato molto di esplorare il potenziale delle tipologie residenziali personalizzate e la possibilità di un'apparizione



[4.5] CARABANCHEL SOCIAL HOUSING
MADRID,
FONTE, <https://www.archdaily.com>



[4.6] PASSIVE HOUSE, BESSACOURT
FRANCE,
FONTE, <https://www.archdaily.com>

[47] [HTTPS://WWW.ARCHDAILY.COM](https://www.archdaily.com)
[48] MIREIA CASANOVAS SOLEY,
"bambu" ARCHITETTURA
BIOClimATICA DEL BAMBÙ, LOGOS,
GENNAIO 2011

[49] <https://www.archdaily.com>



[4.7] GERMAN CHINESE HOUSE,
SHANGHAI, FONTE, MIREIA
CASANOVAS SOLEY, “*bambu*”
ARCHITETTURA BIOCLIMATICA DEL
BAMBÙ, LOGOS, GENNAIO 2011

[50] <https://www.archdaily.com>

[51] <https://www.archdaily.com>

[52] MIREIA CASANOVAS SOLEY,
“*bambu*” ARCHITETTURA
BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS,
GENNAIO 2011

differenziata delle unità in modo che gli abitanti avessero l'opportunità di acquisire una forma di identificazione personale con le loro residenze. Anche se l'approccio è legittimo e interessante, gli esperimenti sviluppati si sono evoluti in differenziazioni piuttosto arbitrarie dove alcune di queste realtà tendono a diventare identità puramente colorate e cosmetiche ^[50]. Il rischio di questo approccio è di cadere in una sorta di ideologia provinciale in cui gli abitanti urbani contemporanei guardano alle loro case come metodo per essere diversi e specifici, mentre in realtà uno dei vantaggi della vita metropolitana risiede nella possibilità di essere anonimi, di perdere il tipo di identificazione rurale o borghese tra la casa e il suo abitante.

Esempio analogo per l'applicazione del bambù in facciata è la Passive House francese ^[4.6]. Esteticamente questa casa è una replica astratta di una casa tradizionale. Il progetto di Karawitz Architecture rivela un'architettura sensibile al doppio fronte, chiusa al Nord per limitare la perdita di energia e aperta al Sud per beneficiare della luce solare naturale ^[51]. Questo progetto è stato etichettato come la migliore casa a basso consumo in Francia e prima casa nella regione parigina a ricevere la certificazione europea PHI “Passiv Haus Institut” ^[52]. Una seconda pelle a vista in bambù non trattato avvolge lo scheletro in pannelli di legno massiccio. Questo rivestimento, che diventa grigio con il tempo, è stato ispirato dai tipici granai di questa regione. Persiane identiche coprono grandi finestre panoramiche a sud, creano luce e ombra durante il giorno o la notte. L'unico elemento in calcestruzzo è la lastra di fondazione su cui insiste tutta l'abitazione; l'intera struttura della casa è assemblata con pannelli molto grandi di legno massiccio prefabbricati in laboratorio e trasportati direttamente in sito.

Un'applicazione differente dall'estetica esteriore ma collegata a componenti strutturali, riguarda il Padiglione tedesco a Shanghai. Progettata da Markus Heinsdorff, la “Casa tedesco-cinese” ^[4.7] è un esempio interessante per l'uso di materiali da costruzione naturali. È l'unico edificio a due piani presentato all'Expo di Shanghai le cui strutture portanti sono in bambù. In Cina il bambù gode di una ricca

tradizione come materiale da costruzione e Heinsdorff ha reso questo materiale il segno distintivo di questo padiglione. Come materiale da costruzione, il bambù è particolarmente rispettoso dell'ambiente ed efficiente nella gestione delle risorse.

“Non c'è quasi nessun altro materiale che sia elastico e allo stesso tempo duro e solido come il bambù. Il bambù possiede anche un fascino unico”^[53].

Il padiglione è una costruzione di circa 330 m² distribuita sui due piani. Per la costruzione di sostegno del tetto, l'architetto ha utilizzato canne di una specie particolare di bambù, reperibile nella Cina meridionale chiamato “Julong”, lunghe 8 m. Prima della costruzione vera e propria, il bambù è stato trattato con una sostanza chimica resistente alla fiamma ed al calore e ha ricevuto una certificazione per la resistenza al fuoco. All'interno dell'edificio l'artista ha lavorato con segmenti di bambù laminati a colla e per molti giunti sono state utilizzate nuove tecniche di connessione e finitura, sviluppate appositamente per questo progetto. I giunti di collegamento sul tetto sono realizzati in acciaio e sorreggono la copertura insieme la struttura portante in bambù. Sulla facciata dell'edificio poi sono stati applicati film di “Etfè” traslucidi, per creare un effetto luminoso. L'edificio inoltre è ecologico e mobile; può essere infatti smontato e rimontato altrove, insieme a tutti i materiali completamente riutilizzabili o riciclabili. I componenti e i mobili incorporati nell'architettura sono stati realizzati su misura, pratici, futuristici e confortevoli ed anche in questo caso sono stati applicati i principi di sostenibilità; l'uso minimo di risorse e l'uso di materiali rispettosi dell'ambiente.

L'ultimo caso studio analizzato che presenta il bambù come materiale utilizzato è il terminal T4 dell'aeroporto Madrid- Barajas^[4.8]. Il nuovo terminal si trova a 3 km a nord del precedente (terminal T1, T2 e T3). L'edificio è articolato in più volumi: l'area parcheggio veicoli è composta da 6 moduli funzionalmente indipendenti, ma visivamente unificati per mezzo del rivestimento esterno e di un tetto verde complessivamente di 56.000 m². Il Terminal passeggeri è invece caratterizzato da tre moduli



[4.8] TERMINAL 4 AEROPUERTO
MADRID-BARAJAS,
FONTE, <https://www.archdaily.com>

[53] <https://www.archdaily.com>

[54] [HTTPS://WWW.ARCHDAILY.COM](https://www.archdaily.com)

[55] MIREIA CASANOVAS SOLEY,
“*bambu*” ARCHITETTURA
BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS,
GENNAIO 2011

lineari che soddisfano diverse funzioni in base ai flussi di passeggeri di arrivo o partenza; la ricezione dei passeggeri, l’ imbarco, lo sbarco ed il ritiro bagagli ^[54]. Questi moduli sono separati gli uni dagli altri dai cosiddetti “cannoni”, grandi fessure di luce attraverso le quali si ottiene l’illuminazione naturale sino ai livelli inferiori dell’edificio. Pertanto, questi canyon fanno parte della strategia ambientale globale di illuminare naturalmente dall’alto e ridurre il consumo di energia e, di conseguenza, i costi di manutenzione e conservazione ^[55]. I canyon si trovano negli spazi dove si registrano più movimenti dei passeggeri, sia tramite il flusso nelle scale che mediante rampe o ascensori. Tutti i blocchi indipendenti sono rivestiti per tutta la luce della copertura in bambù, trattato e verniciato. La sua leggerezza e la sua flessibilità permette di coprire queste grandi luci e di creare un effetto di colore, materico e di riflessione tramite la formazione di “onde”.

Lo studio di questi casi studio e delle applicazioni del bambù in tutto il mondo, mi ha permesso di capire la reale capacità estetico-funzionale di questo materiale. Allo stesso modo mi è stato di grande ispirazione per iniziare la progettazione, consapevole degli effetti nel campo architettonico e sociale, soprattutto applicando questa tecnologia in luogo dove il bambù cresce naturalmente ed è quindi di facile reperibilità.

F10_ “Sombrero y Zapatos”; Finca Yarima, Pereira

P

ereira è una città della Colombia, situata nel dipartimento di Risaralda. Si trova a circa 250 km ad ovest di Bogotá ed è

raggiungibile in circa un'ora di volo. In questo comune risiede una popolazione di circa 428.000 abitanti, dislocati nel centro cittadino ed, in gran parte, nelle campagne e nelle piantagioni circostanti. La città stessa è immersa in aree verdi, con coltivazioni di caffè, guadua, ananas, mango e banane. Il clima della città e del suo dintorno, permette la crescita naturale della guadua in condizioni termo-igrometriche perfette; la stessa altitudine consente la coltivazione soprattutto di caffè, ragione per cui la regione viene definita capitale dell'Eje Cafetero.

L'esperienza fatta a Pereira, precisamente nella

tenuta Yarima appena qualche minuto di auto fuori dalla cittadina, mi ha permesso di vedere e toccare con mano le fasi di tutto il processo che intercorre tra la nascita della guadua, siano alla sua installazione in opera. “Yarima Guadua EU” è un'azienda incentrata nella produzione, nella lavorazione e nella vendita di Guadua angustifolia conservata, secondo un criterio sostenibile; il suo



[1.0] Tenuta Yarima, Bosco di Guadua, Pereira



obbiettivo nel campo edile è cercare di fornire un materiale da costruzione versatile e di alta qualità. Inoltre la sua missione è di essere socialmente leale nei confronti dei suoi collaboratori, preoccupandosi dell'ambiente e della natura, tanto quando delle condizioni di lavoro. Per questo motivo ha ottenuto

[1] <http://www.yarimaguada.com/nosotros.html>



[2.0] Processo di selezione degli individui

la certificazione forestale FSC, essendo parte del gruppo che prende in considerazione i temi della sostenibilità economica, ambientale e sociale, legati alla produzione di questo materiale [1].

La nascita della “Guadua angustifolia Kunth” avviene naturalmente senza piantagioni o coltivazioni in diversi ettari di terra (26 ha.) in

suo possesso [1.0], tramite il ricircolo continuo in rotazione triennale; le condizioni di precipitazioni favorevoli ambientali risultano essere comprese tra 2400 e 2600 mm annuali, un altitudine di 1150 m.s.l.m. ed un temperatura media di 24°C. La densità della foresta risulta essere di 5.693 individui per ettaro, classificandosi nella fascia più indicata per lo sviluppo; questa caratteristica del coltivo, influisce nella crescita poichè la quantità di luce entrante nella piantagione è essenziale per la velocità di sviluppo della pianta e quindi della maturazione.

Le caratteristiche fisico-meccaniche in questa tipologia di specie, risultano essere ottimali per l'uso nelle costruzioni, in quanto risultano essere particolarmente indicate per questo tipo di applicazione.

Il taglio viene eseguito nel rispetto della pianta e della sua crescita temporale necessaria per



[3.0] Culmi tagliati e trasportati, pronti per il lavaggio a pressione

maturare le prestazioni.

La prima fase avviene proprio qua, all'interno degli ettari di terra, nella quale vengono selezionati gli individui adatti al taglio; tramite un processo di selezione ^[2.0] puramente qualitativa, dove la guadua viene tagliata ad un'altezza di circa 5-6 cm dalla base, nel punto medio dell'internodo.



[4.0] Lavaggio a pressione dei culmi tagliati, fonte: <http://www.yarimaguada.com/productos.html> Finca Yarima; Pereira

La dimensione massima lavorata corrisponde ai 6 metri, e possono essere realizzati anche manufatti di dimensioni minori.

Il diametro della guadua dipende essenzialmente dall'esemplare precedente al taglio, in quanto assume sin dai primi metri il diametro finale. Nella fase acuta l'individuo cresce con una velocità di



[6.0] Immersione dei culmi nella vasca. Fonte: <http://www.yarimaguada.com/productos.html> Finca Yarima; Pereira



[5.0] Strumento utilizzato per la foratura dei nodi



[7.0] Processo di asciugatura dei culmi

circa 20-25m in 5-6 mesi e matura poi le proprietà una volta raggiunta la luce al di sopra delle fronde circostanti. Il periodo del taglio avviene mensilmente nella fase lunare calante con una produzione complessiva di 250-300 individui. I culmi tagliati vengono curati e controllati durante tutto il loro sviluppo e periodicamente vengono



[8.0] Processo di essiccazione del materiale



[9.0] Selezione degli esemplari



[10.0] Culmi tagliati per la realizzazione di pavimenti



[11.0] Culmi tagliati per la realizzazione di rivestimenti

definiti in modo da permettere la crescita dei “figli” nel dintorno del culmo tagliato.

Si prosegue nel processo raccogliendo e pulendo dai rami i culmi, trasportandoli [3.0] poi nell’azienda a poche centinaia di metri per i trattamenti naturali. Gli stessi residui vengono lasciati ai piedi del culmo tagliato in modo che il processo di decomposizione

aiuti la crescita dei successivi esemplari.

Arrivati nel deposito i culmi vengono lavati tramite idro-pulitrice a pressione con acqua pluviale ^[4.0] raccolta in serbatoi, per togliere i muschi e le impurità presenti sulla parete più esterna.

Successivamente avviene il processo di foratura interna dei nodi ^[5.0], necessaria per far permeare in profondità il liquido a base di sali di boro. Il processo viene realizzato interamente a mano tramite la rotazione di una barra di ferro che penetra in profondità, generando il foro necessario alla permeazione del prodotto. A seguito di questa fase avviene un periodo di riposo non molto lungo in deposito.

I culmi pronti vengono quindi immersi in una vasca contenente un bagno di sali di boro al 5%, elemento che non si trova libero in natura ^[6.0]. Per far sì che i culmi vengano immersi totalmente vengono posizionati dei pesi a contatto sopra di essi per una durata complessiva di 5 giorni. Una volta estratti i culmi dalla vasca a immersione, vengono posizionati al sole in posizione quasi verticale ^[7.0] per un massimo di 8 giorni, tempo nel quale vengono girati più volte per evitare bruciature superficiali e migliorare inoltre lo scolo delle acque.

Superata questa fase, i culmi vengono accatastati e posti ad essiccare ^[8.0] per il tempo più lungo di tutta la lavorazione, corrispondente a 4 mesi, periodo nel quale il materiale raggiunge il 15-20% di umidità media grazie alla ventilazione ed alla temperatura. In questa fase il materiale cambia la sua colorazione naturalmente e raggiunge il suo caratteristico beige chiaro. In questo periodo i culmi vengono osservati ed a seconda della dimensione diametrica e della lunghezza degli inter-nodi, vengono selezionati gli

esemplari più adatti alle diverse destinazioni d'uso ^[9.0]. Gli individui che presentano una distanza inter-nodale minore risultano essere più adatti all'utilizzo nel campo edile; viceversa gli altri possono essere impiegati per interni, pavimenti ^[10.0], rivestimenti ^[11.0], soffitti, mobili e molto altro. Il diametro indicato per le costruzioni dipende dal



^[12.0] Giunti a bocca di pesce e tramite legature

tipo di carico e dalle condizioni legate all'ambiente di installazione; da questo sopralluogo ho compreso come la grandezza ed il diametro della guada non sia direttamente collegato alla sua resistenza e di conseguenza non tutti gli esemplari diventano idonei a questa applicazione. Per esempio gli esemplari con diametro maggiore spesso presentano prestazioni inferiori rispetto ad esemplari con diametro minore. Questo si verifica poiché le fibre trattengono quantità diverse di acqua e sostanze che rendono il materiale più debole. Il principio rispecchia spesso le fibre muscolari, dove



[13.0] “Sombbrero”, falda di copertura a protezione della guadua



[14.0] “Zapatos”, sollevamento da terra anti umidità

un tessuto grande non sempre corrisponde ad una forza maggiore.
Per questo motivo gli individui selezionati per

le strutture portanti vengono osservate in modo da garantire la maggiore resistenza e le migliori prestazioni in fase di carico. La guadua della tenuta Yarima è stata valutata e studiata a fondo, sino alla quantificazione dei valori caratteristici specifici dei suoi esemplari.

Le prestazioni però, non vengono solo influenzate dal trattamento, ma bensì anche dal luogo di inserimento e soprattutto dal progetto. Come il titolo di questo focus descrive, il disegno e il progetto sono fondamentali nella durabilità del materiale nel tempo. I due principali accorgimenti al momento dell'installazione sono lo sporto in copertura, “sombbrero” (cappello) ^[13.0], per evitare che l'acqua venga a contatto con il materiale ed il sollevamento del medesimo “zapatos”(scarpe) ^[14.0], dal piano di calpestio per lo stesso motivo; come specificato durante il sopralluogo a Pereira, la progettazione ricopre un ruolo chiave e questi due elementi architettonici fanno sì che la guadua con applicazione edile sia duratura nel tempo. Il luogo di installazione, come detto precedentemente, risulta talvolta essere rilevante. Nel caso del progetto a Cartagena De Indias, l'installazione non risulta essere un problema e la guadua, secondo i tecnici, risponde in modo efficace al clima ed alle condizioni di questa fascia costiera. Un ulteriore tema fondamentale nelle costruzioni con la guadua sono i giunti meccanici; questo materiale consente molteplici soluzioni di giunzione grazie alla sua facile lavorabilità e installazione in diverse situazioni. I principali giunti sono a “bocca di pesce” o principalmente legati alla sua idea tecnologica; altri vengono gestiti tramite legatura o fissaggi con piastre ed altri ancora tramite perni e perforazioni in spessore ^[12.0].

La tenuta Yarima inoltre, rispecchia le lavorazioni e gli standard della certificazione FSC e CARDER Risalda, che le permettono di essere considerata produttrice di materiale sostenibile ^[15.0].



[15.0] Certificati FSC e CARDER, Risalda

| | Tenuta completa | | | Tenuta 1 | | | Tenuta 2 | | | Tenuta 3 | | |
|----------------------------------|-----------------|--------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|
| | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo |
| Culmi totali | 4910 | 2700 | 8400 | 5129 | 2700 | 7000 | 5943 | 4200 | 8400 | 3657 | 2900 | 4000 |
| Culmi vivi | 4433 | 2400 | 7500 | 4500 | 2400 | 6000 | 5329 | 3500 | 7500 | 3471 | 2800 | 4000 |
| Intensità (Culmo/ha/anno) | 840 | 440 | 1460 | 877 | 480 | 1400 | 891 | 580 | 1460 | 751 | 440 | 1200 |
| Volume (mq/ha/anno) | 20,01 | 6 | 46 | 29 | 18 | 46 | 18 | 9 | 33 | 13 | 6 | 18 |
| Intensità (%) | 18 | 10 | 32 | 18 | 12 | 27 | 15 | 10 | 20 | 21 | 12 | 32 |

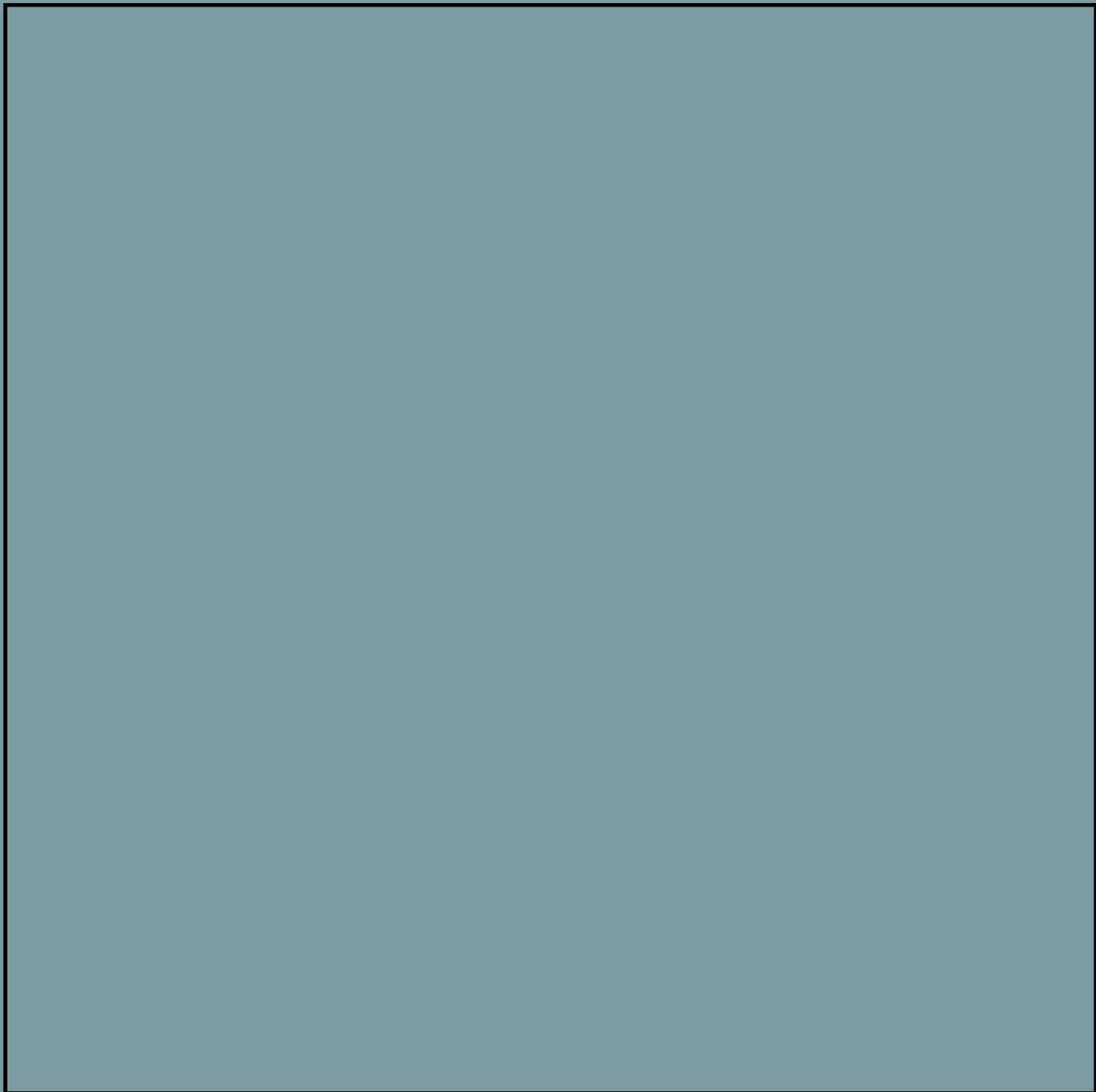
Tabella riassuntiva dati statistici riferiti a offerta e produttività

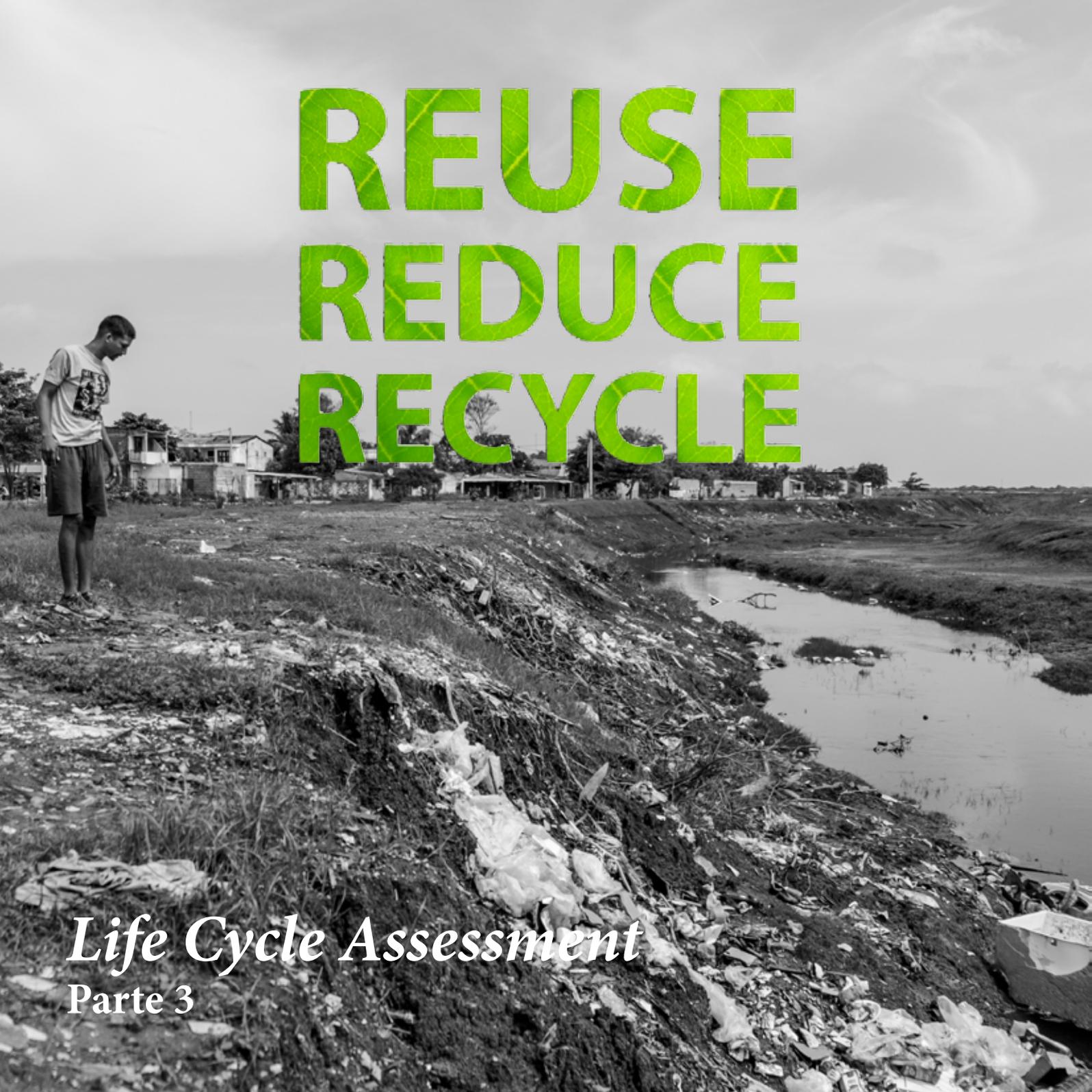
| | Tebuta completa | | | Tenuta 1 | | | Tenuta 2 | | | Tenuta 3 | | |
|---------------------------------------|-----------------|--------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|
| | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo |
| Lunghezza (m) | 22,7 | 14,8 | 30,1 | 23,7 | 19,1 | 27,2 | 23,0 | 15,5 | 30,1 | 21,4 | 14,8 | 24,8 |
| Diametro (cm) | 11,1 | 7,0 | 23,9 | 11,6 | 9,5 | 23,9 | 11,4 | 7,8 | 13,4 | 10,3 | 7,0 | 12,5 |
| Numero di interno di per culmo | 77,7 | 46,0 | 96,0 | 80,0 | 66,0 | 94,0 | 80,9 | 61,0 | 96,0 | 72,3 | 46,0 | 89,0 |
| Lunghezza interno do (cm) | 29,3 | 23,7 | 36,0 | 29,7 | 26,0 | 36,0 | 28,4 | 23,7 | 32,8 | 29,7 | 27,3 | 32,9 |
| Spessore parete (cm) | 1,7 | 1,1 | 3,1 | 2,1 | 1,4 | 3,1 | 1,6 | 1,2 | 1,9 | 1,5 | 1,1 | 2,0 |
| Volume netto (mq) | 0,023 | 0,007 | 0,073 | 0,035 | 0,016 | 0,073 | 0,018 | 0,007 | 0,027 | 0,016 | 0,007 | 0,027 |

Tabella riassuntiva dati statistici riferiti dimensioni dei culmi

| | Tebuta completa | | | Tenuta 1 | | | Tenuta 2 | | | Tenuta 3 | | |
|--|-----------------|--------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|----------|--------|---------|
| | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo | Medio | Minimo | Massimo |
| Resistenza a compressione (Mpa) | 30,0 | 19,3 | 42,4 | 30,0 | 19,3 | 39,0 | 31,5 | 22,2 | 42,4 | 28,6 | 22,8 | 38,6 |
| Resistenza al taglio (Mpa) | 3,0 | 1,4 | 6,7 | 3,0 | 1,7 | 4,2 | 3,0 | 2,3 | 4,2 | 2,9 | 1,4 | 6,6 |
| Durezza carico di punta | 60,1 | 46,5 | 67,3 | 58,6 | 46,5 | 67,3 | 60,9 | 57,8 | 63,8 | 60,7 | 55,2 | 64,0 |
| Curvatura (%) | 3,8 | 0,0 | 10,1 | 3,5 | 0,0 | 5,8 | 3,7 | 1,5 | 6,5 | 4,3 | 1,3 | 10,0 |
| Lignina (%) | 26,8 | 20,5 | 31,4 | 24,9 | 20,5 | 29,0 | 27,9 | 24,3 | 31,0 | 27,6 | 24,2 | 31,3 |

Tabella riassuntiva dati statistici riferiti a resistenza meccanica





REUSE REDUCE RECYCLE

Life Cycle Assessment
Parte 3

3.1_ Introduzione

^{[1][2]}ROBERTO GIORDANO, “*i prodotti per l’edilizia sostenibile. la compatibilità ambientale dei materiali nel processo edilizio*”, NAPOLI, SISTEMA EDITORIALE ESSELIBRI SIMONE, 2010.
^[3] https://it.wikipedia.org/wiki/life_cycle_assessment

La terza parte della tesi si sviluppa nel campo dell’analisi del ciclo di vita. Questa metodologia di calcolo, chiamata più propriamente Life Cycle Assessment, si esegue laddove venga richiesto o si desideri conoscere l’impatto ambientale di un prodotto, un materiale o più semplicemente di un’attività umana. “L’analisi del ciclo di vita,[...] costituisce uno dei principali riferimenti per molti dei metodi di valutazione della compatibilità ambientale dei prodotti da costruzione” ^[1].

L’analisi L.C.A. è un metodo di valutazione di un insieme di interazioni che un prodotto, un servizio o un’attività ha nei confronti dell’ambiente e l’impatto ambientale che scaturisce da tali interazioni positivamente o negativamente. Durante questa valutazione vengono per tanto presi in considerazione aspetti legati all’intero ciclo di vita, includendo le fasi antecedenti la produzione (estrazione e lavorazione delle materie prime), la produzione, la distribuzione del prodotto, l’uso, il riciclaggio e, dove possibile, la dismissione finale. “Attraverso un’analisi del ciclo di vita è possibile, pertanto, pervenire a una valutazione delle prestazioni energetico-ambientali durante una o più fasi del ciclo di esistenza di un prodotto, di un componente o di un elemento tecnico” ^[2]. La procedura L.C.A. è standardizzata a livello internazionale dalle norme UNI EN ISO 14040 e 14044:2006 ,Gestione ambientale, Valutazione del ciclo di vita, Principi e quadro di riferimento; ISO 14041 per quanto riguarda obiettivi, campo di applicazione e inventario; ISO 14042 per le relazioni con gli impatti ambientali; ISO 14043 per quanto riguarda l’interpretazione dei risultati; ISO 14044 definisce la valutazione del ciclo di vita secondo delle linee guida^[3].

Inoltre all’interno dell’analisi, la proposta di progetto vuole definire e calcolare l’impronta ecologica (Carbon Footprint) che essa ha nei confronti dell’ambiente.

“La carbon footprint è una misura che esprime in CO2 equivalente, il totale delle emissioni di gas ad effetto serra associate direttamente o indirettamente ad un prodotto, un’organizzazione o un servizio.

In conformità al Protocollo di Kyoto, i gas ad effetto serra da includere sono: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs)^[4]. Per poter identificare e comparare univocamente questa relazione tra i gas responsabili dell'effetto serra, è stata scelta la CO₂ come unità funzionale pari a 1, a cui ricondurre i valori del potenziale degli altri gas in tCO₂e (tonnellate di CO₂ equivalente).

La misurazione della Carbon Footprint di un prodotto, di un processo o di un'attività umana, necessita l'individuazione e la quantificazione dei consumi di materie prime e di energia durante tutte le fasi del ciclo di vita prese in considerazione all'interno dei margini di sistema. Le misure cercano anche di migliorare l'impatto delle lavorazioni sui materiali, premiando con criteri standardizzati le imprese che adottano un sistema di lavoro e un processo economicamente, socialmente e ambientalmente sostenibile ^[5].

Tali principi alla base delle lavorazioni, sono identificabili tramite etichettature e simbologie legate ai prodotti ed ai produttori; in questo modo risulta più facile l'identificazione dei marchi che rispettano queste normative rispetto ai criteri ambientali. Le normative di riferimento per questo tipo di selezione, legata ai prodotti, sono 3 e ognuna di esse valuta un aspetto specifico:

Tipologia I, ISO 14024 che fornisce un'etichettatura tipo "Ecolabel". Questa etichetta è uno strumento di adesione volontaria concesso a prodotti o servizi che rispettino gli standard imposti dalla normativa e considerino un percorso dalla "culla alla tomba". Ogni categoria di prodotto è valutata sulla base del ciclo di vita completo, considerando anche lo smaltimento di imballaggi ed i consumi nella produzione.

Tipologia II – ISO 14021 comprende dichiarazioni, simboli e grafici riguardanti i prodotti. Descrive inoltre i termini utilizzati comunemente nelle asserzioni ambientali e fornisce le qualifiche per il loro utilizzo.

Tipologia III – ISO 14025 prevede lo studio e l'analisi del ciclo di vita per arrivare alla creazione di una dichiarazione ambientale di prodotto. Questa norma non definisce un valore minimo o massimo da rispettare

^[4] <http://www.minambiente.it>

^[5] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, ROBERTO GIORDANO, CORRADO CARBONARO, APPUNTI E SLIDE DELLE LEZIONI, *Life cycle assesement (Lca)*, DEL WORKSHOP INTRODUTTIVO ALLE LAUREE MAGISTRALI, ECO-PRODOTTI EDILIZI

ma identifica i caratteri e le modalità da eseguire per la creazione di un E.P.D. (Environmental Public Declaration). Tali informazioni hanno carattere esclusivamente informativo, non prevedendo modalità di valutazione, criteri di preferibilità o requisiti minimi che la prestazione ambientale debba rispettare.

F11_ L'impatto dei materiali e dell'atteggiamento



La sostenibilità è un concetto olistico ampio che corrisponde a uno “sviluppo in grado di soddisfare i bisogni della generazione

presente, senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri”. (Rapporto Brundtland_ 1987)

Con questa frase si identifica un concetto molto ampio legato ad una serie di ambiti e comprende la totalità delle attività umane, con il proposito di definire univocamente l'atteggiamento positivo nei confronti dell'ambiente, ponendosi come obiettivo la preservazione e la qualità del patrimonio e delle riserve naturali. Nella totalità delle attività umane vengono considerate anche quelle legate alla produzione di fabbricati e di abitazioni; da qui la definizione di edificio sostenibile: “sistema in grado di mantenere costanti le proprie prestazioni nel tempo con un ridotto consumo energetico e di materiali”. L'impatto odierno del settore delle costruzioni, corrisponde a circa il 10% dell'economia mondiale. Con 1/6 del prelievo di acque dolci del mondo, 1/4 del raccolto di legname mondiale e quasi 1/3 del flusso totale di materiali ed energia, il settore edilizio detiene uno dei primati del maggior consumo di risorse^[1]. Ogni anno circa 3 miliardi di tonnellate di materiale, tra cui materie prime nuove, vengono trasformate in pareti, isolanti, fondazioni, finiture e interni. Ogni anno vengono prodotti 20 milioni di tonnellate

di CIs; per tanto ogni persona sulla terra si porta dietro circa 3 tonnellate di cls che vengono sparse e ripartite sul suolo terrestre. Tutto questo produce a livello ambientale un consumo di risorse e inquinamento di aria, acqua e terra che arriva ad essere un problema a scala mondiale.

Ogni anno il pianeta terra è in grado di generare delle risorse capaci di soddisfare il fabbisogno delle popolazioni; questo consente all'uomo di vivere sul pianeta. Anche la terra però ha una capacità produttiva limitata oltre la quale il suolo viene sfruttato più di quanto abbia il tempo di rigenerarsi. Il tempo di rigenerazione quindi viene scandito dall' “Earth Overshoot Day”, ovvero giorno del sorpasso, oltre il quale l'uomo vive a credito dalla terra, sfruttando le risorse e danneggiando in modo irreversibile il pianeta. Nel 2018 questa data è stata il 1 Agosto ed ogni anno diminuisce il tempo dall'inizio; per soddisfare l'atteggiamento

[1] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 1, *Introduzione al corso sostenibilità di processi e materiali*, DEL CORSO DI SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA, REQUISITI DEGLI “EDIFICI VERDI” E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE”

[2] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, ROBERTO GIORDANO, CORRADO CARBONARO, APPUNTI E SLIDE DELLE LEZIONI, *Life cycle assesement (Lca)*, DEL WORKSHOP INTRODUTTIVO ALLE LAUREE MAGISTRALI ,ECO-PRODOTTI EDILIZI

dell'uomo sono stati calcolati essere necessari 1,67 pianeti terra.

Un tema differente è invece l'inquinamento. Ogni materiale fa' la sua parte in termini ambientali e non è corretto generalizzare considerandoli una famiglia intera; ci sono materiali sulle terra presenti in quantità maggiori rispetto ad altri, e materiali che necessitano lavorazioni maggiori per arrivare ad essere prodotti finiti. Per esempio la richiesta dell'acciaio nel mondo è un milione di volte più alta di quella del platino^[2]. Gli obiettivi dell'architettura sostenibile sono quindi legati



^[1.0] Immagine dei rifiuti plastici nell'oceano, fonte: APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 1_ "introduzione al corso sostenibilità di processi e materiali"

non solo all'integrazione del fabbricato all'interno del paesaggio ma anche rispetto all'utilizzo responsabile dei materiali e a tutto il loro ciclo di vita. Per esempio i metalli sono riciclabili all'infinito se separati precedentemente; l'acciaio e le sue leghe riducono dal 50% al 70% l'energia e l'inquinamento se riciclati, mentre l'alluminio ha

una riduzione dell'85% dell'energia (oggi il 48% dell'alluminio proviene dal riciclo). La Bauxite ha una bassa temperatura di fusione (650°C), di conseguenza si applica il 15% di energia riciclando e rifondendo rispetto a crearne di nuovo^[3].

Con i materiali riciclati si possono produrre dei prodotti nuovi come per esempio una caffettiera può essere ottenuta dal riciclaggio di 37 lattine ordinarie.

Le materie plastiche sono anch'esse riciclabili nella maggior parte dei casi, tranne per alcune cause di difficoltà di separazione delle tipologie, rispetto ad additivi, rivestimenti e coloranti i quali ne rendono difficile il riciclo. Alcune delle plastiche riciclabili sono il PET (polietilene tereftalato) e il PVC (polivinilcloruro) che sono Polimeri appartenenti alla famiglia dei "Termoplastici". Il riciclaggio dei prodotti plastici però presenta anche degli inconvenienti, come ad esempio il numero di volte che possono essere riciclati; i materiali plastici perdono di proprietà meccaniche e hanno un brutto aspetto in quanto perdono di lucidità e trasparenza dopo circa il terzo riciclo^[4]. Nel 1997 Charles Moore scrive "Il Settimo continente"; nel suo testo egli descrive il fenomeno verificatosi nel Nord dell'Oceano Pacifico^[1.0].

Il 10% delle materie plastiche prodotte nel mondo finiscono in mare, più precisamente negli oceani. Nell'oceano Pacifico del nord sono presenti 18.000 pezzi di plastica al km², l'equivalente di

^{[3][4]} PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 1, *Introduzione al corso sostenibilità di processi e materiali*, DEL CORSO DI SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA, REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"



[2.0] "Isola di plastica" nel mare dei Caraibi, fonte: <http://www.repubblica.it>



[4.0] "Isola di plastica" nel mare dei Caraibi, fonte: <http://www.repubblica.it>



[3.0] "Isola di plastica" nel mare dei Caraibi, fonte: <http://www.repubblica.it>



[5.0] "Isola di plastica" nel mare dei Caraibi, fonte: <http://www.repubblica.it>

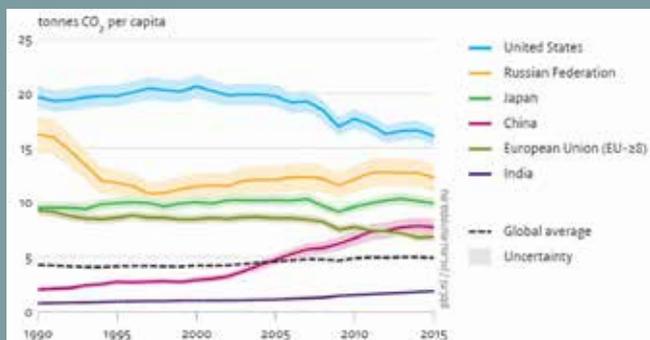
5 kg di plastica per ogni kg di plancton. I rifiuti in mare col tempo si appesantiscono e in poco tempo si inabissano sul fondale. Alcune parti delle plastiche galleggianti si frammentano sotto l'azione dei raggi ultra violetti e dell'acqua salata, mentre altre si depositano. Questi polimeri frammentati col passare del tempo, si integrano nella catena alimentare e vengono ingeriti da tutta la fauna marina. Il 35% dei pesci pescati nel

[5][6] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, ROBERTO GIORDANO, CORRADO CARBONARO , APPUNTI E SLIDE DELLE LEZIONI, *Life cycle assesment (Lca)* ,DEL WORKSHOP INTRODUTTIVO ALLE LAUREE MAGISTRALI ,ECO-PRODOTTI EDILIZI

[7] <http://www.repubblica.it>

Nord dell'Oceano Pacifico ha ingerito plastiche ed alcuni ritrovamenti mostrano come l'ingerimento provochi morte e contaminazione della prole ^[5].

La plastica, a seconda della sua natura, varia sul tempo di decomposizione, a partire dalla plastica biodegradabile la quale impiega circa 2 mesi a decomporsi, gli accendini 100 anni, una borsa 400 anni, il polistirene 1000 anni e infine uno pneumatico non si decomporrà mai in periodo sufficientemente comparabile nello stesso ordine di grandezza ^[6].



^[6.0] Grafico della produzione di tCO₂ pro-capite, fonte: http://edgar.jrc.ec.europa.eu/news_docs/jrc-2016-trends-in-global-co2-emissions-2016-report-103425.pdf

Il 25 Ottobre del 2017 un articolo del quotidiano “Repubblica” ^[7] mi ha fatto soffermare e riflettere sul tema della materie plastiche nel mondo. L'articolo iniziava con una domanda fatta da parte di Caroline Power, ricercatrice e fotografa: ”Pensate mai a dove finisce la plastica che usiamo tutti i giorni?” Successivamente sono state pubblicate alcune immagini del rischio ambientale causato dall’”isola di Plastica”^[2.0] nei pressi del mare Caraibico.

-“Quella di Caroline Power non è una semplice

domanda ma un invito a riflettere sulle responsabilità di ognuno circa la produzione di rifiuti e l'inquinamento che ne deriva. Qualche giorno fa la fotografa navigava al largo di Roatàn, un'isola tropicale del Mar dei Caraibi al largo delle coste dell'Honduras, quando si è trovata ad assistere a uno spettacolo spaventoso: uscita per una gita in barca si è imbattuta in una vera e propria isola di plastica ^[3.0]. Bottiglie, buste, contenitori. Chilometri di rifiuti galleggianti ^[4.0] [...] si estendevano davanti ai suoi occhi. Caroline ha documentato lo scempio e ha pubblicato le fotografie sul suo profilo Facebook denunciando ciò che accade ^[5.0] in quello che un tempo era considerato un vero e proprio paradiso incontaminato [...]” ^[8].

Il contributo generale, nel campo del riciclato, è alto per i metalli e basso per i polimeri. Per questo risulta importante conservare i componenti e se possibili reimpiegarli anche nello stesso campo di applicazione tramite disassemblaggio.

I danni a livello ambientale però non sono solo legati al riciclaggio; purtroppo gli inquinanti impattano negativamente il pianeta già nella fase di produzione. Gli effetti chimico-fisici a livello mondiale sono devastanti; basti pensare alla distruzione delle foreste a causa delle piogge acide o al più famoso effetto serra. I principali

^[8]http://www.repubblica.it/ambiente/2017/10/25/foto/inquinamento_honduras_un_mare_di_plastica-179307240/1/#1

^[9] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 1, *Introduzione al corso sostenibilità di processi e materiali*, DEL CORSO DI SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA, REQUISITI DEGLI “EDIFICI VERDI” E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE”

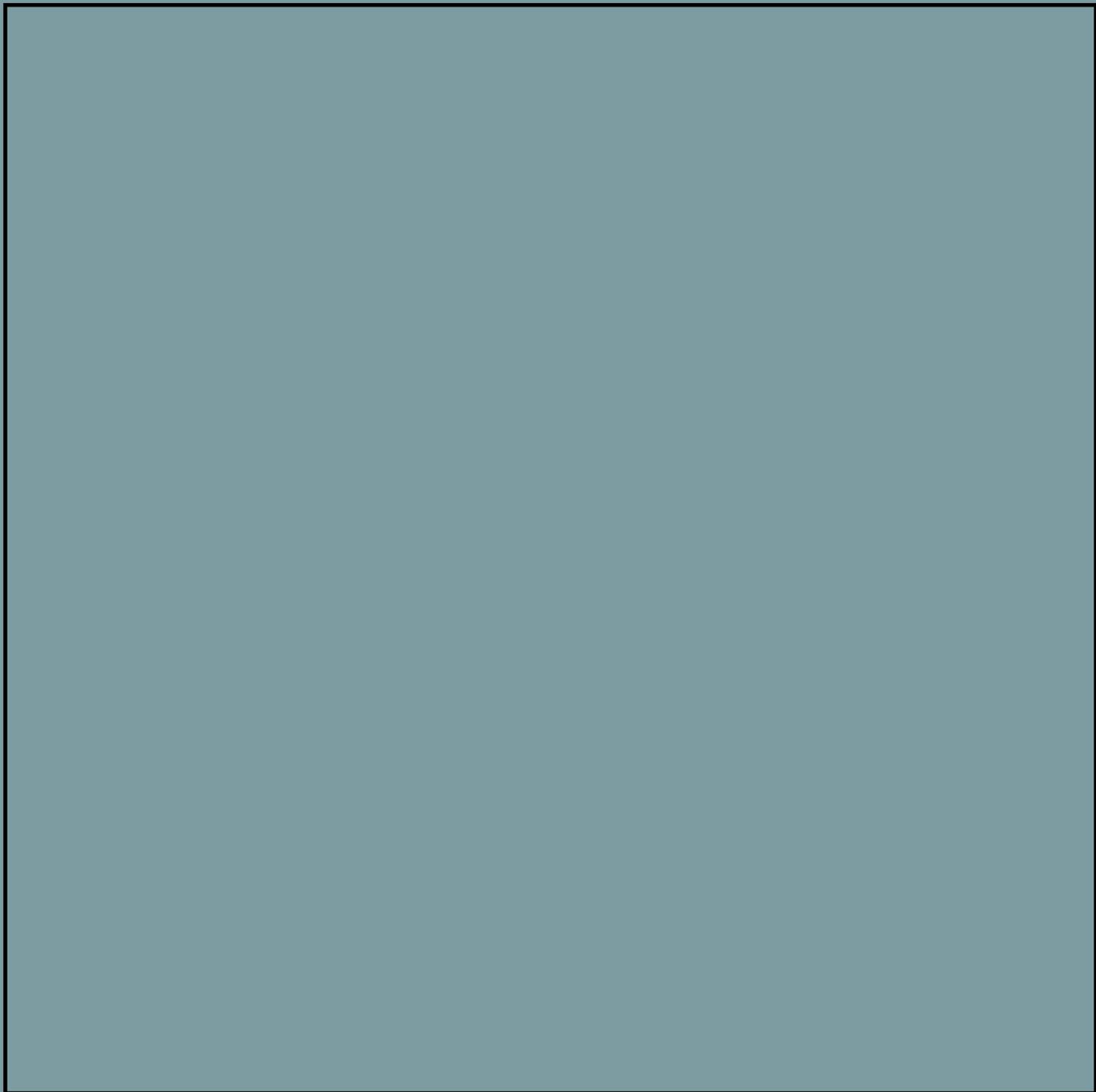
gas responsabili di quest'ultimo sono l'anidride carbonica CO₂, il metano CH₄, l'ossido nitroso N₂O, gli idrofluorocarburi HFC, gli idrocarburi perfluorati PFC e l'esasfluoruro di zolfo SF₆. Per convenzione mondiale vengono ricondotti i valori di danni ambientali in termini di CO₂ equivalente rispetto alle miscele di gas, in maniera da poter effettuare una comparazione; per esempio il gas metano (CH₄) in termini di GWP (Global Warming Potential) è superiore di 11 volte la CO₂, oppure la famiglia dei HCFC di addirittura due ordini di grandezza^[9].

Secondo uno studio effettuato sulla produzione di CO₂ nel mondo che considera la maggior parte dei settori colpevoli di tale produzione, si possono vedere come i diversi stati nel mondo contribuiscano con un diverso peso alla produzione ed al rilascio di CO₂ equivalente nell'atmosfera. In questo grafico^[6.0] si può vedere come, nonostante la soglia minima a cui ci si dovrebbe avvicinare, l'atteggiamento generale pro-capite riferito agli individui di alcuni paesi, sia di gran lunga maggiore rispetto ad altri. La stessa Unione Europea ha migliorato con il tempo lo standard medio dal 1990 al 2015 e si auspica una continua crescita su questo tema sino ad arrivare alla soglia limite. Questa produzione di CO₂ non porta soltanto problemi a livello di salute e inquinamento ambientale, ma è una delle principali cause dell'aumento delle temperature medie sul pianeta terra. Questo fenomeno porta allo scioglimento dei ghiacci ed ad una serie di fenomeni collegati ad esso devastanti. Per esempio lo stesso innalzamento dei mari che due volte l'anno sommerge il sito di progetto è portato dal cambiamento climatico della fascia tropicale che ne risente maggiormente. Nel 2015 la Conferenza

delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNCCC, United Nations Convention on Climate Change) definisce la soglia massima di aumento della temperatura media del pianeta a 2°C entro il 2020, soglia oltre il quale i danni ambientali potrebbero essere irreversibili^[10].

Perciò diventa un dovere singolare di ognuna persona tenere e mantenere un atteggiamento sostenibile nei confronti del pianeta e collaborare al miglioramento di questo aspetto ognuno attraverso le proprie possibilità e competenze. Il progetto architettonico nasce da questo, dall'idea di essere architettura integrata prima di tutto in un eco-sistema, rispettosa dell'ambiente e per quanto possibile capace di migliorare la condizione attuale.

^[10] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 1, *Introduzione al corso sostenibilità di processi e materiali*, DEL CORSO DI SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA, REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"



3.2_ Definizione di scopi e obiettivi

Il primo passo per iniziare un'analisi LCA è quello di definire scopi ed obiettivi legati alla quantità e alla qualità di informazioni che saranno utilizzate durante tutto il processo. La normativa di riferimento rispetto a questo tipo di analisi è la ISO 14041.

Lo scopo principale di quest' analisi è quello di definire numericamente tramite indicatori, il valore di impatto ambientale rispetto alle componenti legate alla proposta di progetto, da quando viene prelevato il materiale nel sito di raccolta sino alla sua ipotesi di riciclaggio, riuso o smaltimento, secondo un approccio "from cradle to grave" (dalla culla alla tomba). All'interno del bando di concorso del Solar Decathlon viene indicata l'ipotesi di manutenzione ordinaria delle componenti secondo una frequenza più o meno ampia a seconda della necessità; in questo modo l'analisi considera anche nei suoi margini di sistema, una possibile revisione o sostituzione parziale di alcune delle componenti^[6]. Il campo di applicazione riguarda la Colombia, più precisamente la zona di progetto in Cartagena De Indias nel quartiere in via di sviluppo di El Pozon con un sistema di auto-costruzione o costruzione partecipata che utilizzi materiale locale o comunque proveniente dai più vicini centri di produzione. Il tempo dell'analisi fa riferimento, come termine ultimo, a dati reperiti nell'anno 2017-2018 ed elaborati per eseguire il calcolo con termine nel settembre del 2018. L'analisi inoltre riconduce i suoi valori all'unità funzionale di 1m² di superficie rispetto alle stratigrafie dei componenti presi in considerazione.

Il progetto di Vivienza sociale inoltre nasce anche nel rispetto delle condizioni attuali in cui vive la maggior parte delle persone nel quartiere e alle condizioni di lavoro per la produzione dei materiali. Per questo nell'obiettivo diventa essenziale considerare anche la sostenibilità sociale della proposta, in quanto cerca di essere il più rispettosa e integrata possibile.

^[6] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, ROBERTO GIORDANO, CORRADO CARBONARO, APPUNTI E SLIDE DELLE LEZIONI, *Life cycle assesement (Lca)*, DEL WORKSHOP INTRODUTTIVO ALLE LAUREE MAGISTRALI ,ECO-PRODOTTI EDILIZI

3.2.1_ *Confini del sistema*

Il sistema analizzato, come anticipato, cerca di considerare aspetti legati a tutta la fase di produzione; più precisamente, dove possibile, partendo dal luogo di provenienza della materia prima, alla lavorazione, al trasporto in sito, al montaggio, alla fase di esercizio, alla manutenzione ordinaria, sino alla fase di riuso, riciclo o smaltimento in appositi centri specializzati. Per ogni componente è stato indicato il grado di approfondimento dell'analisi e la qualità della precisione dell'informazione.

Così come previsto dal bando di gara, la scelta dei materiali considera sin dall'inizio, la facilità di reperibilità, la distanza dal luogo di progetto, le condizioni di messa in opera e mantenimento nel tempo in condizioni ottimali, la possibilità di riuso del materiale o la disponibilità di riciclaggio del medesimo, cercando di evitare prodotti tossici o in qualche modo dannosi per l'uomo e per l'ambiente.

Più precisamente il concorso richiede l'applicazione di 5 punti fondamentali, quali:

- 1) Scelta dei materiali: descrivere i materiali da costruzione selezionati, facendo specifico riferimento alla presenza o all'assenza di materiali rinnovabili, riciclabili, riutilizzabili e possibili sostanze tossiche identificandole. Ciò include il calcolo dell'impronta ecologica (Carbon Footprint) associato al ciclo di vita di materiali utilizzati sul prototipo "Cradle to Cradle" (dalla culla alla culla), compresa la fase di utilizzo della casa in una prospettiva a lungo termine.
- 2) Descrizione dell'involucro: Descrizione delle caratteristiche legate all'involucro: design e composizione in modo da ridurre le richieste di energia.
- 3) Piano di manutenzione: descrizione dei compiti necessari e la frequenza in cui risulta necessaria la manutenzione della casa o dei componenti.
- 4) Energia incorporata: calcolo dell'energia incorporata nei materiali utilizzati nel progetto, in modo da stabilire un valore di energia

rapportato al m².

5) CO₂ incorporata: calcolo della CO₂ equivalente incorporata nei materiali del progetto, che consenta di stabilire un valore di CO₂ rapportato al m² [7].

I prodotti utilizzati quindi derivano da una selezione su larga scala, secondo criteri legati al sito di progetto, alla facilità di realizzazione e lavorazione e secondo produttori che garantiscano gli standard sopra citati per quanto riguarda la qualità del prodotto e di tutto il suo processo.

Lo studio viene condotto nei confronti del concorso e destinato al pubblico interessato alla visione della possibile soluzione proposta. I risultati potranno inoltre essere confrontati rispetto alle diverse soluzioni proposte per comparare e confrontare i valori e capire quale delle proposte possa rispondere meglio ai requisiti.

3.3_ *Analisi dell'inventario*

L'analisi dell'inventario consiste nella quantificazione dei materiali oggetto di studio impiegati nella fabbricazione e in tutte le loro modalità di lavorazione, in particolare le relazioni e le interazioni che il materiale presenta con i processi in tutte le loro fasi. Inoltre secondo la ISO 14041 viene proposto un primo "flowchart" approssimato delle fasi di lavorazione e delle attività necessarie ad esse correlate, come trasporti, altri prodotti impiegati e movimentazione mezzi. Il materiale più approfondito per quest'analisi è la Guadua, oggetto di studio secondo un'analisi "cradle to cradle", grazie al sopralluogo effettuato a Pereira che ha permesso di intendere la reale procedura ed il processo di lavorazione totale di questo materiale, sino al suo smaltimento [8]. L'analisi d'inventario, come molte altre attività della L.C.A., risulta essere un metodo cumulativo ed iterativo; questo significa che man mano che aumentano il numero di informazioni presenti nel sistema durante la fase di raccolta dati, il flow-chart viene progressivamente rivisto ed rielaborato, implementando la mappatura del sistema. I dati

[7] SOLAR DECATHLON 2019 "Draft Rules" LATIN AMERICA E CARRIBEAN, VERSION 1, CALI 2019

[8] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, ROBERTO GIORDANO, CORRADO CARBONARO, APPUNTI E SLIDE DELLE LEZIONI, *Life cycle assesement (Lca)*, DEL WORKSHOP INTRODUTTIVO ALLE LAUREE MAGISTRALI ,ECO-PRODOTTI EDILIZI

da raccolti possono essere di origine numerica, descrittiva e qualitativa; quelli di tipo numerico sono dati di input e output su tutte le attività analizzate, come per esempio legati alle materie prime o all'energia impiegata nel processo, oppure input ausiliari di tipo fisico come l'uso del suolo o emissioni in ordine ambientale (aria, acqua, suolo o nel campo acustico). Inoltre risulta opportuna la conoscenza di ulteriori aspetti legati ai processi, direttamente connessi e non separabili, come pesi e prezzi dei prodotti, distanze, strade e mezzi di trasporto con relativi consumi energetici ed emissioni nell'ambiente ^[9].

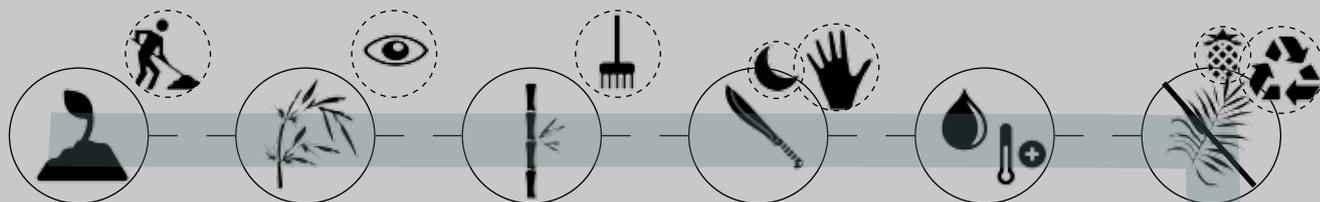
I processi di lavorazione inoltre richiedono una tecnologia sempre all'avanguardia per mantenere uno standard di produzione ed è quindi necessario conoscere i macchinari ed il loro stato di manutenzione piuttosto che l'effettiva produttività e rendimento. E' sempre auspicabile una conoscenza diretta del processo di lavorazione, ma in assenza di esso si può far riferimento alle banche dati, a motori di ricerca scientifici, a contatti o a professionisti del settore, capaci di fornire le informazioni necessarie allo svolgimento della procedura.

Il tema energetico viene inoltre preso in considerazione in quanto, in una L.C.A. vengono revisionate la provenienza e la fonte della risorsa; per esempio l'utilizzo di macchinari e di strumentazione capace di reperire energia da fonti rinnovabili, migliora il valore e la qualità del prodotto in questa sezione, rispetto ad una strumentazione che utilizza energia da fonti non rinnovabili (NONREN).

Le materie prime estratte per realizzare il prodotto finito, possono essere impiegate nel prodotto stesso oppure essere usate per finalità energetiche; alcune materie prime (ad es. combustibili fossili, legno e colture) che vengono utilizzate nei prodotti, portano un contenuto di energia intrinseca usualmente chiamato "feed-stock energy", secondo la norma ISO 14041 del 1998 ^[10]. Nel caso della guada, a fine vita, uno degli scenari possibili risulta essere la combustione e quindi il reintegro di energia tramite feed-stock per le lavorazioni di seccatura tramite forno con trattamento termico sotto pressione.

3.4_ Analisi della produzione e del ciclo di lavorazione dei componenti

Analisi dell'inventario della Guadua; Finca Yarima Pereira



R o t a z i o n e
triennale nella
coltivazione con
basso indice di
sfruttamento del
suolo

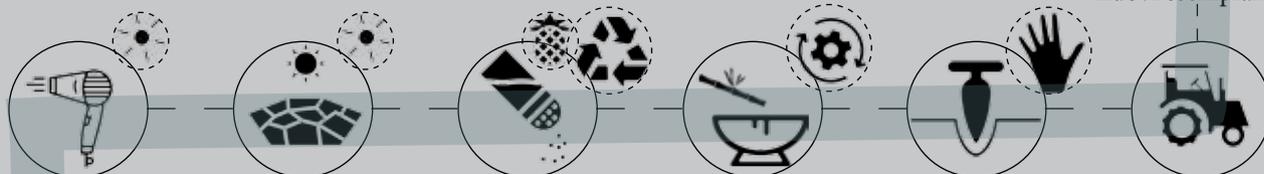
M o n i t o r a g g i o
della qualità
dell'arbusto in
tutto il ciclo di
crescita

P u l z i a e c o n t r o l l o
del sito di crescita
della guadua,
con rimozione di
arbusti infestanti

T a g l i o e s e g u i t o
a mano ogni 3/4
anni di esemplari
maturi; 5 persone
per circa 2 gg.x 8h.
1 volta al mese con
luna calante.

B i l a n c i a m e n t o
termoigrometrico
eseguito in loco
dopo il taglio
adagiando i culmi
a terra per alcuni
giorni.

R i m o z i o n e
di foglie e
triturazione dei
culmi utilizzandoli
come fertilizzante
nella coltivazione
dell'ananas e
concimazione dei
nuovi esemplari.



A s c i u g a t u r a
per una durata di 4
mesi circa in un
deposito aperto
e coperto per
raggiungere il 15-
20% di umidità
relativa.

E s s i c c a m e n t o
al sole per una
durata di 5 giorni
in cui si fa roteare
il culmo per
evitare bruciature.

R e c u p e r o d e i
sali in superficie
per trattamento
e coltivazione
dell'ananas.

I m m e r s i o n e
in un bagno di sali di
boro al 5% della
massa per un
totale di 100 kg
per circa 55 culmi
immersi alla volta

F o r a t u r a d e i
culmi a mano in
lunghezza tramite
un apposito
s t r u m e n t o
metallico.

T r a s p o r t o d e i
culmi a 600 mt
con un trattore.
250/300 culmi per
mese per un totale
di 5 viaggi a mese.



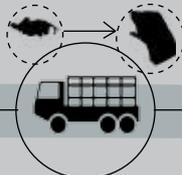
Taglio e selezione dei culmi a mano o con l'utilizzo di una motosega, per rimozione delle parti danneggiate.



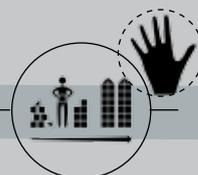
Spaccatura a mano del culmo di guadua per la realizzazione dei pannelli piani.



Trasporto dei residui della guadua sul sito di raccolta per concimare naturalmente la piantagione. (600 mt) x 1 viaggio



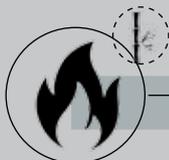
Trasporto dei culmi di 6mt di lunghezza pronti sul sito di progetto a Cartagena De Indias a 840 km con camion di taglio medio per trasporti ordinari.



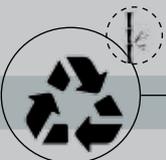
Fase di autocostruzione o costruzione partecipata, svolta a mano.



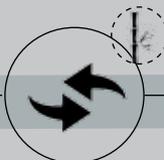
Costruzione e fase di esercizio del materiale per un durata ipotizzata di 20-30 anni in condizioni ideali.



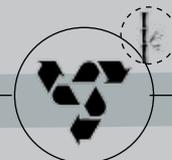
Feedstock energy; utilizzo della guadua nel campo della combustione industriale per le lavorazioni termiche.



Riciclaggio del materiale come residuo biologico.



Cambiamento di destinazione d'uso dello stesso materiale a fine vita e utilizzo per altre funzioni (arredo, interni, mobili etc..)



Riuso dei componenti con la stessa destinazione d'uso e secondo le stesse modalità con piccole modifiche.



Fase di smontaggio post-esercizio e recupero dei componenti.

Analisi dell'inventario della Terra Cruda; Cartagena De Indias



Deposito di materiale nei pressi dei fiumi e delle rive costiere.



Sedimentazione di ghiaia e rocce di piccole dimensioni trasportate a valle



Sedimentazione di sabbia nei pressi delle coste e dei margini fluviali.



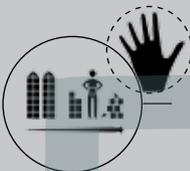
Sedimentazione di limo nei pressi delle coste e dei margini fluviali.



Sedimentazione di argilla in depositi vicino ai fiumi. L'argilla è presente nei pressi del sito di progetto.



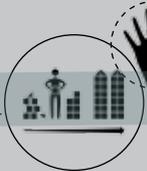
Trasporto delle componenti separate sul luogo di progetto a circa 1 km di distanza



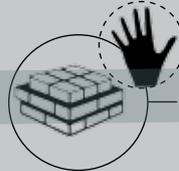
Fase di smontaggio post-esercizio e recupero dei componenti.



Costruzione e fase di esercizio del materiale per un durata ipotizzata di 20-30 anni in condizioni ideali.



Fase di autocostruzione o costruzione partecipata, svolta a mano.



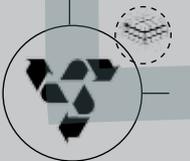
Riempimento della parete portante realizzato a mano.



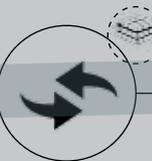
Mescola manuale delle componenti con il giusto dosaggio di ognuna.



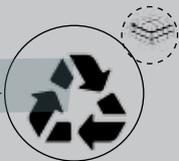
Aggiunta di acqua all'impasto a mano.



Riuso dei componenti con la stessa destinazione d'uso e secondo le stesse modalità con piccole modifiche.



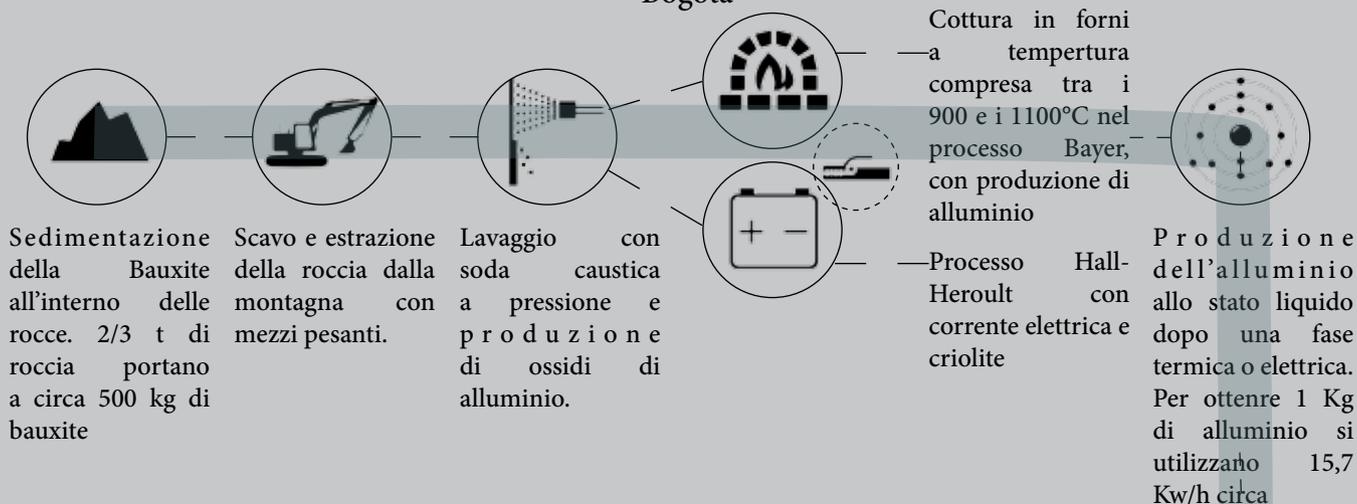
Cambiamento di destinazione d'uso dello stesso materiale a fine vita e utilizzo per altre funzioni (argilla espansa)



Riciclaggio del materiale come residuo biologico.

Analisi dell'inventario dell'alluminio;

Bogotà



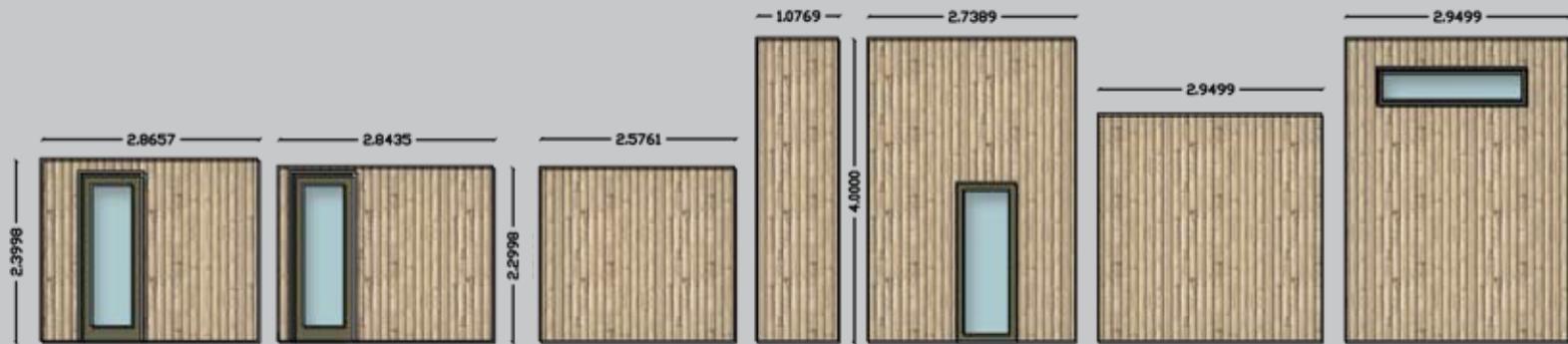
3.5_ Analisi dei componenti dell'abitazione

L'analisi di inventario si estende e continua all'interno dei componenti facenti parte dell'abitazione. Sono stati divisi ed esplosi gli elementi rispetto al nucleo centrale e quantificati rispetto ai materiali che contengono ed alle componenti impiegate. Le pareti di tamponamento sono state analizzate singolarmente in dimensione e materiale; in questo modo è stato possibile differenziarle da quelle di partizione interna e quantificare il valore dei materiali contenuti. Lo stesso lavoro è stato compiuto per le diverse stratigrafie di copertura, fondazione e nelle logge esterne. Per quanto riguarda i materiali, sono stati considerati i processi di guadua, metalli, legno e calcestruzzo non armato. Questi sono stati impiegati nella produzione della quasi totalità dell'abitazione con diverse tecnologie di montaggio. Il riassunto ed il conteggio delle quantità impiegate per tale architettura è stato raccolto in un foglio di calcolo al fine di concepire la massività dell'opera e l'impatto tramite diversi materiali. Come si evince da questa analisi, la guadua è il materiale che si presenta nella maggior parte delle applicazioni, grazie anche alla sua flessibilità di impiego; la seconda risulta essere la terra cruda, in quanto materiale utilizzato come riempitivo delle pareti perimetrali. La soluzione verde in copertura, insieme al calcestruzzo in fondazione, ricoprono anch'essi una parte considerevole rispetto alla superficie totale. Infine troviamo i materiali metallici, angolari, viti, bulloni e giunti impiegati per il fissaggio delle componenti. L'utilizzo di viti auto-perforanti, angolari e bulloni, permette il recupero delle componenti a fine esercizio e l'impiego di questi materiali nel campo dell'edilizia per un secondo utilizzo, oppure permette la riciclabilità ed il riuso. La disassemblabilità delle componenti dell'architettura è stata sin dal principio una linea guida sugli obiettivi che hanno condotto alla scelta di questi materiali, alla loro tecnologia ed alla loro contierizzazione. L'analisi L.C.A. considera anche questi aspetti attribuendo valore alle componenti capaci di disassemblarsi e potersi quindi riutilizzare o destinare ad altri usi.

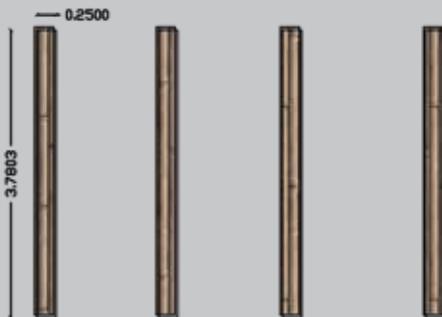
| Guadua Pali | | | | | | |
|---------------------------|---------------|---|-------------|-----------------|-------------|-------------|
| Dimensione | Quantità (n.) | Utilizzo | Altezza (m) | Superficie (mq) | Volume (mc) | Totale (n.) |
| Ø 15 cm | 16 | Basamento nodo a terra | 9 | | | |
| Ø 8 cm | 26 | Portici e logge coperte | 1,9 | | | |
| Ø 8 cm | 16 | Per pilastri centrali + basamento (4x16 x0,5cm) | 3,5 | | | |
| Ø 8 cm | 10 | Per mezzanino | 2,3 | | | |
| Guadua Pareti | | | | | | |
| 53,19 mq | 2 | Copertura fronte retro pareti, 106,38 (425,52 mq- 21,34 serramenti= 404,18) | 4 | 404,18 | - | 143,32 |
| Guadua Pavimenti | | | | | | |
| 72+23=95 mq | 2 | Rivestimento pavimenti per due strati | - | 95 mq x 2 /2,82 | - | 37 |
| Guadua Pavimenti rinforzo | | | | | | |
| Ø 8 cm | 28 | Rivestimento pavimenti | 9 | 72 | - | 28 |
| Guadua Copertura | | | | | | |
| 88,3 mq | 1 | Intradosso copertura - sup. velux= 88,3- 1,92= 86,38 mq | - | 86,38 | - | 30,63 |
| Terra cruda | | | | | | |
| 36,34 ml | 1 | Riempimento interno delle pareti portati perimetrali | 4 | 145,36 | 19,3 | - |
| Serramenti | | | | | | |
| 1,8 mq | 2 | Finestre allungate | | 3,6 | | 21,34 mq |
| 1,6 mq | 4 | finestre allungate | | 6,4 | | |
| 2,77 mq | 1 | Porta di uscita loggia posteriore | | 2,7 | | |
| 1,68 mq | 2 | Porte di ingresso | | 3,36 | | |
| 1,2 mq | 4 | Finestre alte | | 4,8 | | |
| 0,48 mq | 1 | Finestra alta | | 0,48 | | |
| 1,92 mq | 1 | Velux coperura | | 1,92 | | 1,92 |
| Elementi in legno | | | | | | |
| 36,34 mq | 2 | Contenimento terra cruda sopra e sotto | 0,15 | 10,9 | 2,18 | |
| Elementi in alluminio | | | | | | |
| 8,9 ml | 1 | Canale di gronda con staffature | | 8,9 | | |
| 5,4 ml | 1 | Griglia di ventilazione | | 5,4 | | |
| Copertura leggera verde | | | | | | |
| 88,3 mq | | Tetto verde leggero "Sedum" a celle indipendenti | 0,10 | 88,3 | | |
| Pannelli Fotovoltaici | | | | | | |
| 0,8 mq | 10 | Copertura fotovoltaica per energia elettrica | 0,05 | 8mq | | |
| CLS | | | | | | |
| 30x20 più sottofondo | 16 | Fondazioni in cls puntuali + pilastri patii | | | 1 | |



Pareti portanti perimetrali scala 1:100



Pareti di partizione interna scala 1:100



Culmi di guadua portanti scala 1:100

3.6_ *Matrice di analisi*

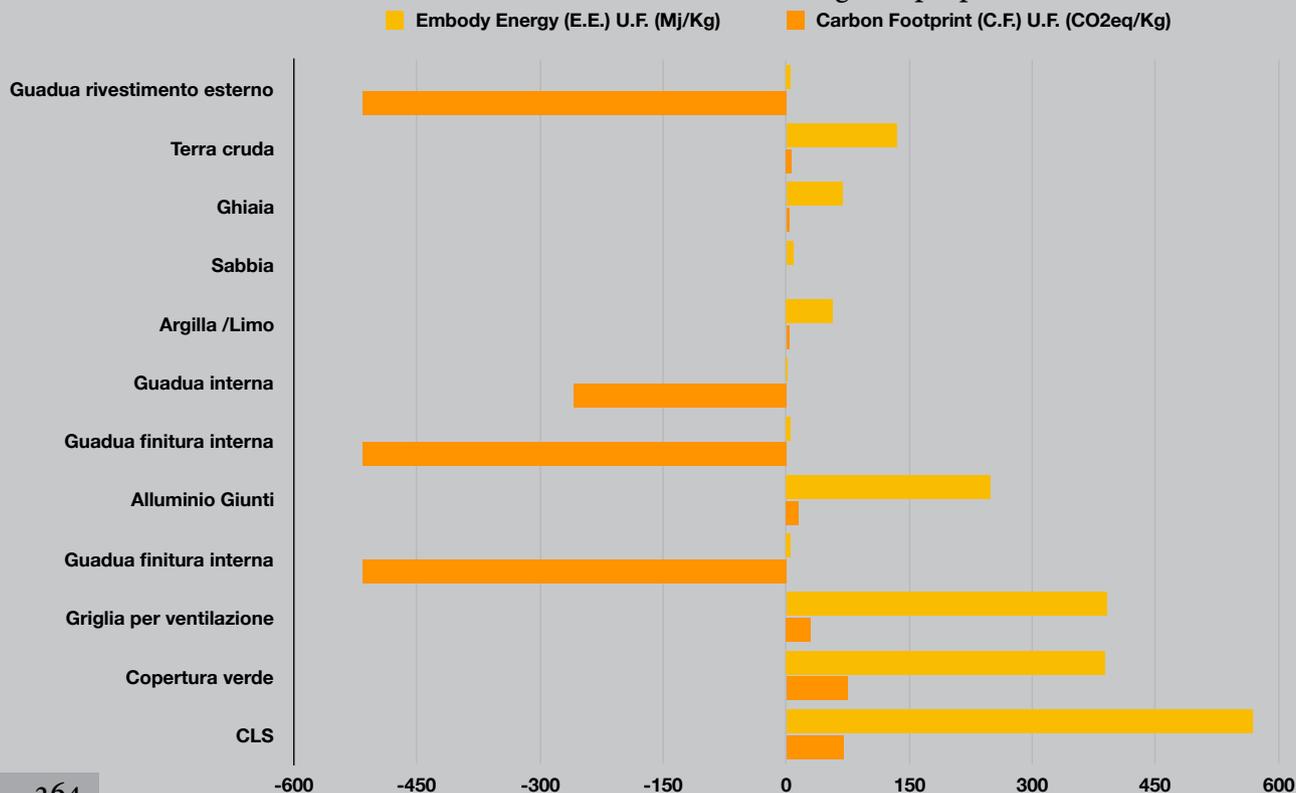
Nella matrice di analisi per una valutazione LCA vengono proposte le stratigrafie che compongono l'architettura, basando come unità funzionale (U.F.) Il m² considerando anche alcuni componenti integrati. In questo caso le stratigrafie oggetto di studio fanno riferimento alle pareti di chiusura verticale, alle fondazioni ed alla copertura; in questo modo vengono considerati tutti i materiali differenti presenti nelle diverse componenti dell'abitazione. Il primo passo per la definizione delle matrici è caratterizzato dall'elencazione dei componenti della stratigrafia, suddividendoli, per quanto possibile, cercando di ricondurli ad una materia prima di partenza. Attraverso l'esperienza diretta, alcune banche dati (ICE,NZ etc...) ed alcune dispense è stato possibile calcolare e ricavare tramite un'accurata ricerca, il valore unitario degli indicatori Embodied Energy (E.E) e Carbon Footprint (C.F.) dei materiali rapportati all'unità funzionale. Stabilita l'unità funzionale si è continuato poi nell'analisi secondo la quantificazione dello spessore incidente e del peso delle singole componenti; attraverso questo passaggio è possibile ottenere il valore degli indicatori espressi al m² di superficie per ogni componente ed esprimere quindi il risultato dell'analisi individualmente per ogni materiale che compone la stratigrafia^[9].

$$E.E. U.F. (MJ/Kg) = D (Kg/m^3) \times S (mm) \times C.E.D. (MJ/Kg)$$

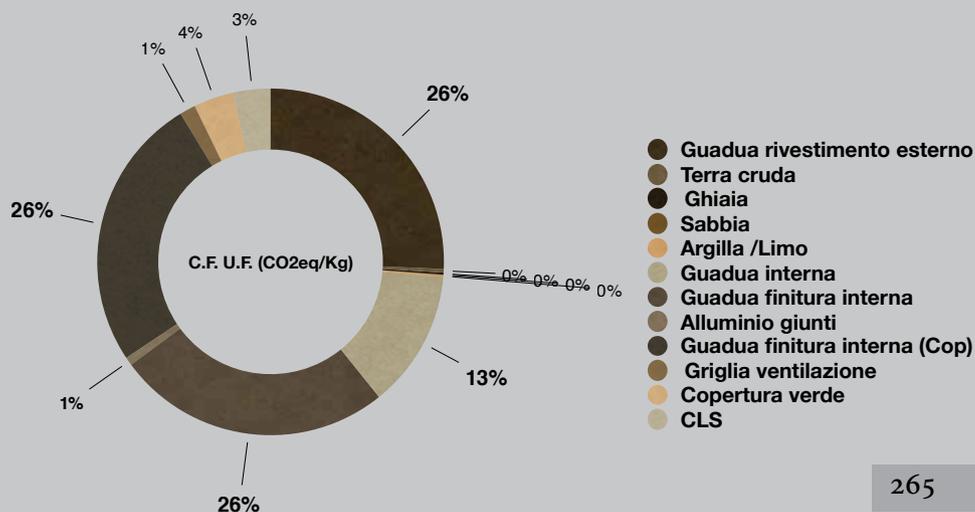
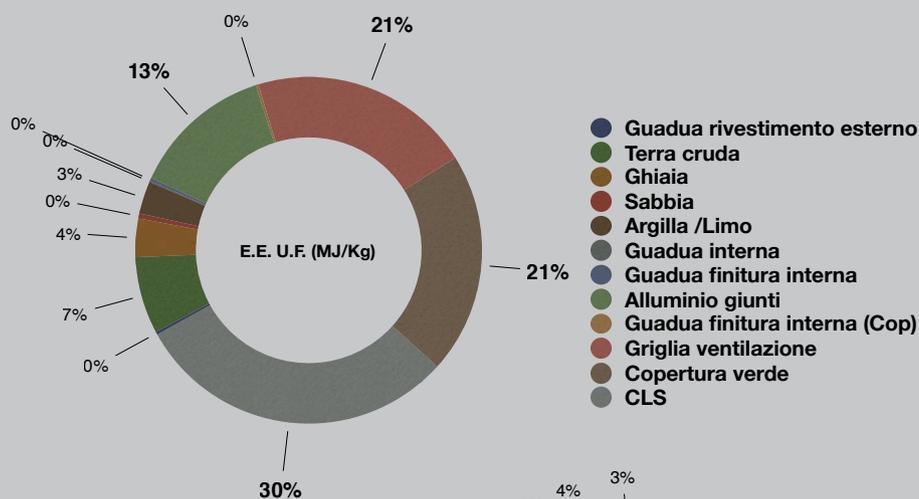
3.7_ Confronto e valutazione degli impatti

| Stratigrafia parete | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------|-------------------------|-------|-------|----------------------------|----------------------------------|
| | CED (MJ/Kg) | GWP(CO2eq/Kg) | Feedstock Energy (MJ/kg) | Fonte | Spessore (m) | U.F. (unità funzionale) | Kg/mc | Kg/mq | Emboby Energy U.F. (MJ/Kg) | Carbon Footprint U.F. (CO2eq/Kg) |
| Guadua rivestimento esterno | 0,35 | -36,9 | 17 | DIRETTA/ TESI | 0,02 | 1mq | 700 | 14 | 4,9 | -516,6 |
| Terra cruda (sabbia, limo, argilla, ghiaia) | 0,45 | 0,023 | | SLIDE | 0,15 | 1mq | 2000 | 300 | 135 | 6,9 |
| Ghiaia | 0,3 | 0,017 | | ICE | 0,15 | 1mq | 1500 | 225 | 67,5 | 3,825 |
| Sabbia | 0,1 | 0,005 | | ICE | 0,05 | 1mq | 1750 | 87,5 | 8,75 | 0,4375 |
| Argilla/limo | 3 | 0,22 | | ICE | 0,01 | 1mq | 1900 | 19 | 57 | 4,18 |
| guadua interna (pali) | 0,35 | -36,9 | 17 | DIRETTA/ TESI | 0,01 | 1mq | 700 | 7 | 2,45 | -258,3 |
| Guadua finitura interna | 0,35 | -36,9 | 17 | DIRETTA/ TESI | 0,02 | 1mq | 700 | 14 | 4,9 | -516,6 |
| Alluminio giunti | 184 | 11,5 | | ICE | 0,0005 | 1mq | 2700 | 1,35 | 248,4 | 15,525 |
| Stratigrafia Copertura | | | | | | | | | | |
| Guadua finitura interna | 0,35 | -36,9 | 17 | DIRETTA/ TESI | 0,02 | 1mq | 700 | 14 | 4,9 | -516,6 |
| Griglia per ventilazione | 25 | 1,91 | | ICE | 0,002 | 1mq | 7800 | 15,6 | 390 | 29,796 |
| Copertura verde | 3,7 | 0,717 | | DIRETTA/ TESI | 0,05 | 1mq | 2100 | 105 | 388,5 | 75,285 |
| Fotovoltaico | | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| Acciaio galvanizzato | 27,3 | 1,8 | | DISPENSA | 0,01 | 1mq | 7860 | 78,6 | 2145,78 | 141,48 |
| Acciaio inossidabile | 62,1 | 6,2 | | DISPENSA | 0,01 | 1mq | 7860 | 78,6 | 4881,06 | 487,32 |
| Rame | 57 | 3,3 | | DISPENSA | 0,01 | 1mq | 8920 | 89,2 | 5084,4 | 294,36 |
| Poliuretano solido | 105 | 3,4 | | DISPENSA | 0,01 | 1mq | 180 | 1,8 | 189 | 6,12 |
| Alluminio | 28 | 1,3 | | DISPENSA | 0,01 | 1mq | 2700 | 27 | 756 | 35,1 |
| Fondazioni | | | | | | | | | | |
| CLS | 1,16 | 0,143 | | ICE | 0,2 | 1mq | 2450 | 490 | 588,4 | 70,07 |

[9] Matrice di analisi L.C.A. sulle stratigrafie proposte



I grafici di valutazione e confronto rispetto ai risultati ottenuti dalla matrice di calcolo sulle stratigrafie proposte, descrivono con indicatori di E.E. e C.F. il reale impatto secondo l'unità funzionale di 1m². Da questi risultati si evince come i materiali metallici ed il calcestruzzo non armato insieme alle tecnologie ausiliarie, risultino essere più impattanti, mantenendosi comunque relativamente contenuti. La guadua, presente invece nella stratigrafia in quantità percentuale maggiore rispetto agli altri, mantiene un livello energetico e di inquinamento più basso, grazie al tipo di lavorazione ed al ciclo di vita che presenta; nel suo caso il fattore che incide maggiormente risulta essere il trasporto con mezzi ordinari.



3.8_ Certificazioni e dichiarazioni E.P.D.



Hacienda Yarima
Vía Cerritos N° 16
El Tigre_ Pereira
Colombia



G.A.T.A
GRUPO DE INVESTIGACIÓN
EN GESTIÓN DE
AGROECOSISTEMAS
TROPICALES ANDINOS



COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación

ALUCOBOND®



THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM

Bogotá
Medellin Hightway km 3.4
Metropolitan Enterprise Centre
Bodega 30, Modulo 2
Cota-Colombia



Declaration number: EPD-3AC-
20140108-IBG1-EN
Issue date: 06.08.2014
Valid to: 05.08.2019



rothoblaas



LEED

LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN



Carrera 60 D Bis N.
97-74
CO- 111211 Bogotá
Colombia



3.9_ Valutazione finale

^[11] PROF. JEAN-MARC TULLIANI, ROBERTO GIORDANO, CORRADO CARONARO, APPUNTI E SLIDE DELLE LEZIONI, *Life cycle assesement (Lca)*, DEL WORKSHOP INTRODUTTIVO ALLE LAUREE MAGISTRALI ,ECO-PRODOTTI EDILIZI

L'analisi L.C.A. ha permesso di valutare in termini ambientali l'impatto della proposta di progetto; tale strumento, tramite il suo metodo applicativo, ha dimostrato come i materiali abbiano un diverso contributo sull'eco-sistema e sul paesaggio, non solo da punto visto estetico e compositivo.

L'interpretazione ed il trattamento dei risultati sono regolati dalla norma ISO 14043. In questa norma si trovano indicazioni riguardo all'analisi dei risultati in termini di incertezza, di precisione, di coerenza, e di trasparenza dei dati. Tramite la fase di interpretazione e revisione dei dati ottenuti, è possibile proporre un miglioramento laddove sia necessario e le condizioni progettuali lo consentano. La miglioria deve avvenire nel campo dei limiti di sistema dell'analisi e tenere in considerazione gli aspetti legati all'architettura; per tanto deve essere un miglioramento che non vada a danneggiare o modificare la proposta di progetto in ambiti non strettamente connessi all'analisi.

Gli studi sull' incertezza dei dati riguardano il controllo della "gravità", individuando dati che hanno contribuito maggiormente alla crescita o alla diminuzione dei valori di uno o più indicatori, individuando per tanto i più significativi.

I controlli di completezza riguardano la quantità di dati raccolti ai fini dello studio; è necessario revisionare possibili dati mancanti. Nell'analisi è opportuno giustificare le scelte effettuate attraverso la verifica degli impatti tramite gli indicatori, identificando i pesi che i dati mancanti hanno portato sul risultato finale.

L' analisi della sensibilità permette di identificare come i risultati siano stati influenzati dalla modifica rispetto al L.C.I. (Life Cycle Inventory).

I controlli di coerenza vengono eseguiti laddove la sicurezza dell'informazione sia opinabile e quindi sia necessario un secondo controllo rispetto alla correttezza dei dati ed alla veridicità della fonte

^[11].

In conclusione, dopo aver effettuato questi controlli rispetto ai dati di Output della matrice di calcolo, l'analisi identifica l'impatto dell'elemento studiato definendo quanto esso possa contribuire in positivo o in negativo all'inquinamento ambientale di un eco-sistema.

Conclusioni

L'esperienza di tre mesi svolta in Colombia mi ha permesso di conoscere e studiare dall'interno una realtà nuova. Ha permesso di portare a termine il mio percorso universitario con l'idea di applicare i concetti appresi in questi anni e condensarli nella progettazione integrata sostenibile del concorso di architettura a Cartagena De Indias. Il progetto proposto nasce dall'architettura studiata nel percorso quinquennale di studi compiuti e si traduce nella risposta sociale descritta nelle pagine precedenti. L'area corrisponde ad un quartiere socialmente difficile, dove in troppi casi l'architettura in senso stretto arriva dopo le necessità primarie. Questo è il concetto appreso dal sopralluogo, il quale ha dato una svolta al mio modo di progettare ed alla concezione degli spazi che mi portavo dietro. La prima parte della tesi si è sviluppata quindi attorno al progetto su diverse scale, facendo riferimento al concorso Solar Decathlon con la proposta progettuale del Politecnico di Torino e dell'università Javeriana di Bogotá; il progetto parte da un'analisi a scala urbana per approfondire poi la proposta tramite un approccio a scala di quartiere, arrivando sino alla scala architettonica e tecnologica. In questo modo si è cercato di raccontare nel suo complesso la realtà della città e tradurla in un'architettura.

La seconda parte della tesi invece racconta la scelta di utilizzo di materiali locali, quali guadua, e terra cruda, nel rispetto della tradizione che ha percorso i secoli della cultura colombiana. L'esperienza a stretto contatto con il materiale ha permesso di capire la realtà della lavorazione e le effettive capacità e prestazioni nel campo delle applicazioni edili. Proprio da questa ultima parte si aggancia il capitolo terzo, nel quale l'approccio tecnico si traduce nella valutazione del ciclo di vita dei componenti, analisi del processo di produzione e quantificazione con indicatori dei risultati di consumo energetico e impatto ambientale.

Nel suo complesso il progetto di tesi cerca di toccare le tematiche legate, per quanto possibile, al tema dell'architettura sostenibile.

Le risposte di fattibilità ottenute durante l'esperienza, per quanto riguarda

la produzione e la lavorazione del materiale, sono state positive ed hanno aperto la possibilità di realizzazione dell'architettura stessa come oggetto per il concorso. Inoltre potrebbe essere interessante realizzare il progetto tramite gruppo di lavoro direttamente sul campo, in modo da prendere coscienza di un tipo di lavorazione partecipata a basso costo, molto pratica e sensibile in contesti come quello raccontato. La relativa facilità di assemblaggio e disponibilità di materiale permetterebbero una durata contenuta della realizzazione ed una facile replicabilità dell'architettura stessa.

In conclusione, per quanto riguarda la mia esperienza, posso dire di non aver solo condensato le mie conoscenze in una tesi di laurea, ma avere da essa imparato concetti nuovi che porterò per sempre con me in quella che un domani spero sia la mia professione.

Interviste

Ricardo Sanchez

L: *Bene, perfetto... allora la prima domanda è.. come nacque El Pozon e in quali condizioni?*

R: *Non sono sicuro di come nacque però normalmente come nacquero quasi tutte le invasioni attorno alla “Cienega de la Virgen” per quelli che ora si chiamano “desplados” (smobilitati) e prima si chiamavano immigrati che provenivano dalla campagna per diverse ragioni... [...] nacque perché la gente non poteva più stare nei propri luoghi d'origine e nei paesi e vennero a Cartagena De Indias cercando zone in cui la terra fosse gratis, e la terra gratis è quella che stava sotto la linea di inondazione*

L: *Chiaro*

R: *Questo è il concetto*

L: *Quali sono le principali cause di questa condizione attuale di povertà?*

R: *El Pozon è molto antica come invasione perché è un'invasione che può avere più di 30 anni; io credo quindi non si può parlare tanto di povertà nel Pozon perché ha molto commercio... ha un commercio, ha una via propria [...] Nel Pozon non si sta parlando di condizione di povertà ma di contorno dove sta finendo di riempirsi.*

L: *Il centro del quartiere sta meglio?*

R: *Si chiaro, c'è uno sviluppo commerciale fantastico iniziato da tempo.*

L: *Ci sono attrezzature e servizi?*

R: *Bene questo è un altro argomento, perché le attrezzature non le hanno fatte loro stessi mentre il commercio si [...] Quindi ci sono servizi? Si ci sono alcuni servizi... Sono sufficienti? non credo.*

L: *Si ho capito [...] c'è interesse nel collegare queste parti della città come il quartiere con il centro o non c'è interesse?*

R: *Si, c'è molto interesse, chiaro che si, oltre al fatto che El Pozon è ubicato strategicamente dove la via perimetrale, quella che abbiamo visto, continua con il bordo della Cienega de la Virgen e continua fino ad arrivare alla Boquilla così che El Pozon è in un sito privilegiato quando questo succederà.*

L: *Chiaro, una domanda sopra il senso di appropriazione: Perché le*

persone non si spostano verso un altro posto visto che c'è questo problema di inondazione?

R: *Per quello che ti stavo spiegando, perché le terre di altri posti hanno proprietari e loro stanno cercando terre gratis o quasi gratis, quindi non vanno in un posto dove pagano la terra perché questo è un altro problema, quelle non sono terre gratis. Le terre gratis sfortunatamente sono nell'estuario che è il posto dove il sistema di acque inizia a funzionare per equilibrare le inondazioni e occupando questo territorio, stanno occupando l'estuario che è quello che fa resilienza contro l'acqua [...] il concetto è che è gratis (questo spazio).*

L: *Si chiaro [...] Com'è lo sviluppo del nucleo familiare generico e di quante persone si compone più o meno? E' come una famiglia, le persone che vivono lì hanno figli dopo...?*

R: *Si... è un nucleo familiare... dipende un po' anche dalla regione da cui vengono, se sono abitanti vecchi del Pozon, se sono una famiglia comune latino americana, se sono abitanti che vengono da posti isolati e mantengono un nucleo familiare che continua a crescere... adesso ci sono anche venezuelani nel Pozon, però non molti, pochi ma ci sono... [...] in tutti i casi dipende da dove vengono perché si mantengono in gruppi, però è un nucleo familiare normale*

L: *Quindi c'è una mistificazione delle etnie forte?*

R: *Si chiaro*

L: *Per ultimo la domanda più difficile.. come si può risolvere questa condizione?*

R: *Bene ...ci sono molte condizioni non so quale mi stai chiedendo con esattezza perché c'è la condizione dell'inondazione e c'è una condizione anche sociale...*

L: *Tutte e due..*

R: *Allora le inondazioni con i canali che stanno costruendo, stanno costruendo canali grandi, in cui l'acqua abbia dove andare, perché nel Pozon, come dice il nome pozzo- "Pozon", si costruì poco a poco in una zona di inondazione e [...] si sta facendo un canale che è quello che ti ho fatto vedere, consente che quando arriva più acqua, l'acqua del Pozon*

possa correre così fin là, fino ancora a quelli che stanno all'interno della linea di inondazione... ossia costruire canali è una soluzione [...] Secondo, garantire che nell'attuale Pozon e nel bordo della Cienega de la Virgen, si mantenga il "Playon" (spiaggia spugnosa) per la resilienza contro l'acqua ossia l'estuario, ossia quello che abbiamo visto, la "spugna" e che si mantenga intatta; questo è il tema idraulico, questo è un tema di ingegneria idraulica. [...] secondo punto c'è anche l'occupazione del territorio. Il secondo punto è un tema sociale. El Pozon è interessante come macro-comunità perché loro stessi hanno ottenuto questo canale e diciamo... una qualità di vita urbana con il loro proprio commercio. Loro hanno un commercio nel Pozon dove la gente non ha bisogno di uscire perché c'è tutto quello di cui hanno bisogno... ci sono banche, ci sono tutti i tipi di bene, spazi Sportivi. Dopo arriva l'inversione sociale dello stato e della città di Cartagena de Indias, del distretto di Cartagena De Indias, dove attraverso molti anni, ha ottenuto la possibilità di usufruire di spazi sportivi attrezzati, servizi comunitari... ovviamente come in tutte le comunità che stanno crescendo vanno a crearsi servizi insufficienti però c'è bisogno di continuare a stimolare che questo accada.

L: *Perché non si costruisce nell'altra parte del quartiere, più a ovest?*

R: *dall'altra parte del canale?*

L: *Si*

R: *Perché è un territorio privato, quindi sicuramente si può costruire però sarebbe illegale, quindi servirebbe che il piano di ordinamento territoriale (POT) includesse questa zona come area di espansione urbana; bisogna da vedere se oggi giorno sia area di espansione sub-urbana. Lo stesso proprietario potrebbe svilupparla se vuole... però è più interessante per loro, come miglior soluzione, farla come area di espansione urbana che come area di espansione sub-urbana.*

El Pozon ha molti servizi ed è strategicamente posizionato quando completeranno la via che la unirà a Barranquilla che la collegherà municipalmente... e quando questo succederà e si andrà a pianificare di nuovo e si andrà a includere in qualsiasi disegno urbanistico o di altro, sarà un vantaggio, sarà buono perché è ben posizionato. Quando costruirono el

Pozon fu fuori dalla città, adesso invece la città è arrivata fin lì... quindi perché non si costruisce dall'altro lato? Perché è terra privata e se qualcuno vuole costruire deve comprarla.

Jose Maria Buchelli

*J: Dei 48 milioni di persone, 23 sono sulla soglia di povertà
Perché nasce el Pozon ? Nasce per un ritardo storico principalmente derivato da un fattore combinato di violenza e povertà, povertà rurale; visto che non posso vivere in campagna e lo stato non provvede, io mi smobilito vicino alla città*

Lucha Mejia

L: Perché è meglio utilizzare il bambù per le costruzioni? Perché dovrebbe essere meglio del calcestruzzo o del laterizio ?

M: A me sembra che è molto meglio usare bambù, o meglio guada nel caso nostro, perché è un materiale sostenibile, è un materiale che rispetta molto di più l'ambiente se si lavora in modo sostenibile.

E' un materiale molto più economico nonostante serva più manodopera, però allo stesso tempo si stanno consumando meno materiali costosi come calcestruzzo, ferro o altri materiali.

E' leggero, è termico, è acustico per una zona con tanta sismicità come nel caso della Colombia; è un materiale che resiste ai movimenti sismici, e nel caso estremo in cui cada la casa, il materiale resiste, le persone escono vive e possono costruire con lo stesso materiale che hanno lì.

E' un materiale che cattura la CO2 in modo che voi possiate avere questa costruzione in guada catturando la CO2 e intrappolandola; questo è importantissimo, inoltre si utilizza molto [...] se uno compara una struttura di guada con una struttura in ferro e calcestruzzo, l'oltraggio ambientale che è stato fatto dietro questo ferro e questo calcestruzzo è "barbaro", è altissimo, di fronte all'impatto ambientale che genera la produzione della guada.

L: Quindi il lavoro che tu fai è più naturale perché metti il materiale ad asciugare senza lavorazioni con il forno e altro...

M: Sì noi facciamo tutto il processo di sfruttamento della foresta di guadua in forma ambientale; abbiamo una certificazione internazionale che è quella FSC; questa certificazione è basata su 3 pilastri fondamentali, che sono: Ambientalmente sano, Socialmente giusto ed Economicamente fattibile. E sopra questi 3 pilastri, l'impatto ambientale è super basso. Noi non stiamo aggredendo la piantagione di guadua naturale, in modo dannoso, non lo aggrediamo [...] I servizi ambientali dopo la raccolta continuano allo stesso modo, tutti i servizi ambientali che si fanno nella piantagione di guadua, continuano così dall'inizio della raccolta. Lo facciamo in un modo che sia produttivo e protettore, e questa è l'esigenza e quello che si può fare.

L: Questo è importante perché anche rispetto a quello che mi hai spiegato questo mattina, ovvero se tu fai una lavorazione nel forno e vai a mettere una guadua di un diametro e di un'altro diverso, che ha uno spessore di parete diverso, e poi vai ad asciugare il tutto, noterai che uno è bruciato e l'altro no.

M: Sì chiaro, mi sono dimenticata che mi hai chiesto. Tutta la gestione della post-produzione della guadua, cerchiamo di farla anche nel modo ambientalmente più sano.

Noi portiamo e carichiamo la guadua dalla parte interna della piantagione al bordo della piantagione a mano, non ci sono utilizzi di macchinari pesanti; successivamente lo portiamo con un trattore per un tragitto corto come voi avete visto dalla piantagione a qua.

L: Cinque minuti

M: Sì è molto vicino, sono cinque minuti più o meno, e questo diciamo che è uno dei costi che abbiamo come derivato del petrolio che è il carburante del trattore, ma è molto poco. Arriviamo a questa guadua si lava con acqua piovana; noi raccogliamo l'acqua da tutti i tetti e la immagazziniamo; abbiamo una vasca di immagazzinamento e con questa acqua piovana laviamo. Facciamo una pre-asciugatura al sole e dopo all'aria; a noi sembra che oltre...[...] l'asciugatura della guadua in forni, aggiungere qualcosa a

quello che vogliamo fare di ambientalmente sano, con un consumo enorme di combustibile che non avrebbe senso. Noi non arriveremmo all'idea di sostenibilità; l'idea è di utilizzare l'aria e il sole.

L: *Si che sono gratis... Per realizzare un'abitazione a Cartagena De Indias quale è il lavoro da apportare? Ha bisogno di qualche lavorazione la guada o vanno bene le lavorazioni normali come l'asciugatura ed il lavaggio? Ha bisogno di una protezione per il sale o qualcos' altro?*

M: *Io penso che nel costruire in qualsiasi parte ci siano gli stessi parametri, preservazione contro insetti mangiatori di legno, come funghi, termiti [...] insomma che sia molto ben preservata. Nel nostro caso lo facciamo con sali di boro per immersione. Protezione dall'umidità e dal sole diretto con il progetto. Questo mi sembra debba essere uguale nella costa atlantica, nella costa pacifica, nel centro del paese; mantenerla secca, protetta dai raggi UV diretti e contro mangiatori di legno.*

L: *Quindi per proteggerla è importante mettere un "cappello" e delle "scarpe" ?*

M: *Esatto, scarpa e cappello, chiaro... fare uno sporto della falda grande è importante, in modo che l'acqua non goccioli molto e porti umidità. [...] Voi mi potete Dire... "no ma tu tieni la guada sopra un piedistallo di 50 centimetri", però se hai uno sporto di falda di 20 centimetri l'acqua cade da sopra e ti va a bagnare tutto questo allo stesso modo...*

L: *Quindi il progetto è fondamentale*

M: *Il progetto è Fondamentale per proteggere dall'umidità [...] Per lo più dai mangiatori di legno e meglio un miglior taglio ed un processo eccellente in tutte le fasi, ma se poi si lascia inumidire la guadua, o il bambù in generale, non si può fare più nulla, marcisce punto, non c'è scelta.*

L: *Chiaro, e per avere un'idea di quanto può costare una struttura più o meno, quale è il costo di un processo per ottenere un prodotto di guadua strutturalmente buono, che si può utilizzare nelle costruzioni?*

M: *Guarda, noi vendiamo per metro lineare, la guadua che voi avete visto nel deposito oggi, asciuga e pronta, al metro così è a 5300 pesos al metro lineare (1,527 euro)..*

L: *E più o meno il calcestruzzo è maggiore o minore?*

M: Vediamo se io confronto 5300 per 6 (metri) ,per quanto sia non so, poi tu moltiplichi dopo

L: 35.000-36.000 più o meno

M: Bene 35000 pesos, una barra di 6 metri, io non so quanto valga, credo che possa valere molto di più una colonna di calcestruzzo di 6 metri, con all'interno ferro, cemento [...] lei (la guada) ha già tutto lì...

L: Inoltre tutto il lavoro che sta dietro al prodotto...

M: Esattamente

L: Bene, e quali sono i residui derivati dalla pianta della guada? C'è qualcosa che si lascia?

M: Guarda... se uno analizza i residui di quello che si è fatto, come l'abbiamo visto questa mattina nella piantagione, tutto si ritaglia in piccoli pezzi all'interno della stessa piantagione e diventa terreno verde. Sono le estremità della guadua, la punta più alta della guadua, e altri pezzi che per difetti non si vendono, questi sarebbero residui assolutamente disponibili, che non hanno nessun tipo di impatto ambientale. Anche nella vasca dove si fa la preservazione, si generano dei sedimenti di questi sali (di boro). Quando si abbassa il livello, noi periodicamente togliamo questo liquido in una vasca esterna e togliamo il sedimento; lo togliamo con delle pale, un piccolo sedimento che rimane come del Fango. Sono sali di boro sedimentati e materia organica perché ogni tanto cade qualche sporcizia della guadua, nonostante il lavaggio, noi togliamo questo sedimento lo impacchettiamo in una tanica e lo lasciamo seccare. Dopodiché lo applichiamo come fertilizzante alle piantagioni di frutta che ci sono qua vicino sempre nella tenuta. Utilizziamo questo boro come elemento minore di cui si ha bisogno per fare la fertilizzazione delle coltivazioni di mandarino, di ananas [...] si tratta di sfruttare questo residuo che potrebbe essere, alcune volte poco sano a causa dell'alta Salinità. Però cerchiamo di farlo con tutta l'accuratezza e applicarlo con questo stesso metodo qui nella piantagione.

Carlos Hernandez Correa

L: *Come nasce il quartiere e adesso quali sono le cause principali di questa condizione attuale di povertà?*

C: *Praticamente questo quartiere che si trova nella periferia di Cartagena De Indias, presenta questa condizione di gente che, per distinte motivazioni, viveva in campagna e iniziò a migrare verso la città, come successe in diversi momenti in Colombia. Questa migrazione ha generato questo tipo di situazione informale, di quartieri che poco a poco si consolidano in diversi settori.*

In questo caso molto vicino alla Cienaga de la Virgen dove, con molte difficoltà di comunicazione con la città e in forma molto precaria di occupazione del territorio, loro hanno iniziato a viverci.

E va crescendo in un modo abbastanza importante, qualche volta più di altre, e poco a poco si trasforma in un quartiere consolidato [...] diciamo che con una popolazione altissima e con molti problemi, il governo inizia, insieme alla città, a prestargli attenzione e inizia a collocare certe infrastrutture primarie, sistemare alcune vie, mettere qualche servizio...

L: *Quindi c'è interesse a collegare questo quartiere con il centro cittadino?*

C: *Si questa è una realtà, il quartiere occupa una zona molto importante e c'è bisogno di collegarlo e integrarlo alla città definitivamente.*

La domanda è... come continuerà a crescere questo quartiere? Perché se continua a crescere avanzando così verso la "Cienega de la Virgen" va a generare un problema ambientale serio perché è una zona con alto rischio di inondazione.

L: *Chiaro, una domanda ancora sul senso di appropriazione.*

Perché le persone non si spostano in un altro posto se ce questo problema nel quartiere di inondazione e povertà?

C: *Perché non hanno un altro modo e un altro posto dove andare.*

Nella città ci sono molti siti come questo [...] sono molto complicati e complessi perché l'urbanistica non è Arrivata. Per questo motivo i quartieri iniziano a riempirsi con un sistema di riempimento che credono vada a risolvere il problema nel tempo, e che dopo il governo provi a trovare una

soluzione; però sono problemi di fondo.

L: C'è un senso di appropriazione nella cultura del quartiere, come costruiscono la loro casa? E' una condizione familiare o è solamente perchè non hanno altre possibilità di spostarsi in un altro posto?

C: Diciamo che è un posto di transizione fra l'urbano e il rurale.

Siccome loro vengono da una condizione rurale per la maggior parte si vanno a mettere in questo luogo dove tuttavia si sentono in campagna e dove hanno la possibilità di andare a fare la propria casa che ogni tanto si va a ridurre sempre più; all'inizio possono avere spazi maggiori dove racchiudere, coltivare etc... però poco a poco l'urbanizzazione cresce e questo posto di coltivazione sparisce e si trasforma in un posto di tutte case e di attività [...] Una grande quantità di attività commerciali che dipende anche dal loro sistema di lavoro, di educazione che così genera le scuole, e così si genera una specie di città diciamo, molto precaria e con molti problemi però finalmente loro si sentono in un posto che hanno costruito loro Stessi. Per tanto c'è un' appropriazione abbastanza importante per loro. Non vogliono spostarsi da lì nonostante tutti i problemi che hanno [...] Se tu vai a parlare con loro ti rendi conto che la maggioranza ti dice: "Noi siamo di qua. Vogliamo rimanere etc.." "Noi arriviamo dalla campagna, i nostri padri e quindi..."

L: Quindi non vogliono spostarsi in un altro posto, chiaro.

L: Come si sviluppò il nucleo familiare generico e quante persone include?

C: E' molto specifico, [...] non è generale, ogni famiglia ha le sue particolarità. Però molti di loro hanno una famiglia aperta. Sono persone con molte necessità e ricorrono alla mistificazione e alle relazioni per risolvere i problemi [...]

Quindi le famiglie sono, famiglie molte volte di persone sparse, una madre, un figlio, o più figli... in tre o il nonno che di solito finisce per tornare di nuovo lì e si ferma, o uno zio ...

Iniziano a costruire una casa e a fare case come famiglie che in alcuni casi, dopo occupano un terreno a lato e fanno di nuovo un'altra Casetta. Iniziano a costruirsi una strada o un luogo di gente che si conosce più o meno e si aiuta.

L: Infine come ti sembra sia possibile risolvere questa condizione di povertà e di mancanza di servizi? C'è inoltre il problema dell'inondazione, come si può risolvere questa condizione?

C: Io direi che molto difficilmente [...] Già questi sono casi durati molti anni e diventano come delle realtà per le quali si cerca di trovare soluzione con costi altissimi perchè portare le infrastrutture in questi posti non è facile. Portare l'acqua o portare il sistema fognario [...] In generale quello che succede quando si porta il sistema fognario o si porta l'acqua e che vengono portati in modo precario e con soluzioni che molte volte finiscono per contaminare ancora di più.

Questi luoghi hanno un valore, soprattutto ambientale; in questo caso, la "Cienega de la Virgen", la stanno occupando e distruggendo..

L: Per l'ambiente delle mangrovie?

C: Chiaro... e dopo gettano i rifiuti allontanandoli nei canali che portano e connettono il sistema alla "Cienega" [...] Con il tempo stanno migliorando la loro condizione di vita, dal molto precario, al meno precario; però si abitua anche, e allo stesso tempo generano la loro propria vita dentro questa situazione di precarietà assoluta o di povertà totale.

Può succedere che passi un anno senza avere acqua o possono passare anche molti Anni. I servizi non arrivano mai per causa dei problemi che ci sono lì, inondazione, cambiamento del territorio dal punto di vista dell'acqua etc... E' quindi molto difficile risolvere i problemi e molto costoso portare le installazioni idrauliche agli isolati, in generale a questo posto, a molte zone dove definitivamente non si può arrivare.

Ad altre zone si arriva con costi altissimi e si stanno generando consolidazioni maggiori rispetto ad una parte del quartiere. Il quartiere è molto grande e ti renderai conto quando andrai; presenta situazioni diverse. Una parte è già "normalizzata" come si dice qua, quartieri che si "normalizzano" e dove arrivano servizi di elettricità, acqua e di fognatura [...] molto insufficienti però arrivano.

L: Perchè in una parte di questo quartiere c'è l'acqua e in un'altra parte non c'è?

C: No esatto... c'è una parte dove è stata portata da molti anni e puoi

vedere che hanno tutto.

L: *Le connessioni sono illegali?*

C: *No sono già legalizzate ed i proprietari hanno già anche alcune proprietà e sono legalizzate [...] è tutto un processo*

L: *La proprietà delle case e anche legalizzata [...]?*

C: *Si ci sono proprietari con lotti propri e case proprie... formalizzate diciamo.*

L: *Questa condizione si può quindi sviluppare anche nella arte di progettazione che andiamo a progettare come la legalizzazione dei proprietari?*

C: *Si è assolutamente necessaria.*

Ringraziamenti

Credo che una tesi non sia solo frutto del lavoro di un candidato.

Voglio ringraziare i miei relatori, il professor Roberto Giordano e la professoressa Luz Mery Rodelo Torres nella lontana Colombia, insieme al mio corelatore Carlos Hernandez Correa, coloro che mi hanno permesso di realizzare questo lavoro di tesi in modo del tutto esemplare con professionalità e competenza, facendomi appassionare ogni giorno di più alla per me nuova realtà latina, mettendomi a disposizione tutti gli strumenti necessari. Grazie davvero.

Un ringraziamento particolare va a tutti i professionisti che ho avuto il piacere di conoscere e incontrare nei mesi all'estero ed in quelli qui in Italia. In particolare Ricardo Sanchez, il quale voglio ringraziare personalmente per la sua franchezza e la sua semplicità. Un grazie di cuore va alla mia amica Lucha Mejia, professionale e ospitale, con la quale spero presto di lavorare ancora nel mondo della Guadua, al ricercatore Lorenzo Savio per i consigli e l'esperienza donatemi.

Un ringraziamento va allo studio Bermudez di Bogotà e allo studio Cardenas di Milano, in particolare all'architetto Daniel, a suo figlio Diego e a Mauricio, per la disponibilità e per la professionalità dimostratemi.

Un ringraziamento speciale è rivolto al professor Pedro Sanchez dell'università Javeriana di Bogotà.

Grazie.

Bibliografia

ABITAZIONE/CULTURA DELL'ABITARE

Testi

LUIS FLOREZ, *Lexico de la casa popular urbana en bolivar Colombia*.
BOGOTÀ 1962

CLAUDI DE SAINT MIHIEL CLAUDIO, *Strategie integrate per la
progettazione e produzione di strutture temporanee per le emergenze
insediative*, GARZANTI, MILANO 1973.

MICHAEL Y. SEELING, *The architecture of self-help communities. The
first international design competition for the urban environment of
developing countries*, 1974

LATINA CORRADO, *Sistemi abitativi per insediamenti provvisori*, BEMA
EDITRICE, MILANO 1988.

ALEOTTI LUCIANI ET.AL, *La terra. Geografia generale*, GARZANTI,
MILANO 1997.

FOTI MASSIMO (A CURA DI), *Tecnologie povere per l'emergenza*, AGAT
EDITRICE, TORINO 1999

CAVALLARI LUIGI (A CURA DI), *Abitare e costruire in emergenza.
Tecnologie per l'adeguamento dell' habitat provvisorio*, SALA EDITORI,
PESCARA, 2003.

PACO ASENZIO, *Case Prefabbricate. Architetture adattabili, modulari
smontabili, leggere e mobili*, LOGOS, MODENA 2004.

BOLOGNA ROBERTO, CARLO TERPOLILLI (A CURA DI), *Emergenza del progetto. Progetto d'emergenza. Architetture contemporaneità*, MOTTA, MILANO 2005.

ANZALONE MARCELLA, *L'urbanistica d'emergenza, progettare la flessibilità degli spazi urbani*, ALINEA, FIRENZE 2008.

CRISTINA BENEDETTI, *Costruire in legno; edifici a basso consumo energetico*, BOZEN, BOLZANO UNIVERSITY PRESS, 2009

CLARA MASSOTTI, *Manuale di architettura di emergenza temporanea*, SISTEMA EDITORIALE ESSELIBRI SIMONE, NAPOLI 2010.

MARIA DEL CARMEN BORREGO PLA, *Cartagena de indias. La andatura de una vida bajo la Colombia*, EL ANCORA EDITORE, 2010

MATTIOLI LORENZO, *Abitare? emergenza! Organismi edilizi a conformazione variabile. L'unità minima*, ARACNE, 2011.

DAVID GOUVERNEUR, *Planning and design for future informal settlement. Shaping the self-constructed city*, 2014

MARIA JOSE LLORENTE JIMENEZ, *Informe de investigacion el pozon, un acercamiento a los procesos de surgimiento y apropiacion del territorio desde las voces de sus actores como estrategia de reconocimiento de las narrativas locales; estudio de caso: barrio El Pozon, sector primero de mayo de la ciudad de Cartagena de indias*. FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN, ANO 2014

MARCO FOREO P., *Breve historia de Cartagena*. ARIEL, GRUPO PLANETA, 2016

SALDARRIA ROA ALBERTO, *Hábitat y arquitectura in Colombia. Modos de habitar desde el prehispánico hasta el siglo XIX*, UTADEO, BOGOTÀ, 2016

CARLOS BELL LEMUS, *El caribe colombiano. Guida de arquitectura y paisaje*, BARRANQUILLA SEVILLA, AECID, UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO, 2017

ANNALISA DAMERI, ROBERTO GIORDANO, SILVIA GRON, PAOLO MELLANO, LUZ MERY RODELO TORRES, CLAUDIO JOSÈ ROSSI GONZALEZ, *The culture of the city. La cultura della città*, POLITECNICO DI TORINO, TORINO, 2018

Tesi

COGLIOLO, SIMONA, *Case Temporanee. Le condizioni dell'abitare tra emergenza e contemporaneità*, REL. NUCCIA COMOGLIO MARITANO, RICCARDO BALBO, POLITECNICO DI TORINO, FACOLTÀ DI ARCHITETTURA 2, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA, TORINO 2007.

Report

P. ERLADER, *Protezione dall'umidità. Documenti della lezione tenuta alla lvb bolzano*, MASTER CASA CLIMA 2007/2008

Normativa di riferimento

DECRETO MINISTERIALE 1444/68, *Standard urbanistici ed edilizi*.

D.M. 5 LUGLIO 1975 (MODIFICAZIONI ALLE ISTRUZIONI MINISTERIALI 20 GIUGNO 1896), *Altezza minima ed ai requisiti igienico sanitari principali dei locali d'abitazione*.

DECRETO MINISTERIALE 14 GENNAIO 2008, *Norme tecniche per le costruzioni. Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni.*

SOLAR DECATHLON 2019, *Draft Rules. Latin America e Carribean, Cali December 2019, Version 1*

Sitografia

<https://www.ifad.org/web/operations/country/id/Colombia>
www.adnkronos.com/IGN/News/ www.architetturaecosostenibile.it/materiali
www.inambiente.it/inblog
www.legambiente.it
www.protezionecivile.it/jcms
www.strutturedilegno.it/uploads/progetti/pdf/CLEA.pdf
www.teatronaturale.it
www.triennale.it/triennale/sito_html/munacasapertutti/home.html
www.trimedpro.com
<http://midas.cartagena.gov.co>
<http://www.sibColombia.nei/biodiversidad-en-cifras>
<http://jspui/bitstream/11227/1145/1/.pdf> (articolo Universidad de science social)
<https://barriosdelcaribe.wordpress.com/2012/12/04/el-pozon-entre-fango-y-pavimento>
<http://barrioelpozon.blogspot.com.co/2008/07/fundamentos-historicos-de-el-pozn.html>
https://it.wikipedia.org/wiki/Cartagena_de_Indias
<http://www.unimondo.org/Paesi/Americhe/America-meridionale/Colombia/Flora-e-fauna>
<https://it.climate-data.org/location/3213>
<https://www.indexmundi.com/map>
<http://www.plan4c.com/docs/.pdf>

DISPENSE

PROF. JEAN-MARC TULLIAN APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 13, *La paglia come materiale da costruzione*, DEL CORSO DI “SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L’ARCHITETTURA- REQUISITI DEGLI “EDIFICI VERDI” E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE” I

PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 14, *La terra cruda*, DEL CORSO DI “SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L’ARCHITETTURA- REQUISITI DEGLI “EDIFICI VERDI” E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE”

BAMBÙ

Testi

MINKE, GERNOT, *Building with bamboo design and technology of a sustainable architecture*, 1937

E.DIESTE,H.ELIASH,C.GONZÀLEZ LOBO,R.GUTIÈRREZ, J.MOSCATO,E.SAN MARTIN, *Architettura e società. L'america latina nel xx secolo*, JACA BOOK, 1996

CÀRDENAS LAVERDE, MAURICIO, *Il bambù come materiale da costruzione. Caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*, LAVERNA SISTEMI EDITORIALI, NAPOLI, 2008.

MIREIA CASANOVAS SOLEY, *Bambu'*, ARCHITETTURA BIOCLIMATICA DEL BAMBÙ, LOGOS, 2011

OSCAR HIDALGO LOPEZ, *Bamboo. the gift of the gods*, BOGOTA, 2016

Tesi

FLORA C., *Coperture per abitazioni a basso costo*, TESI DI LAUREA, POLITECNICO DI TORINO, FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, TORINO 1995

CONTE A. *Le coperture a basso costo in materiale vegetale*, TESI DI LAUREA, POLITECNICO DI TORINO, FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, TORINO 1998

CRESTO G., *L'uso di materiali vegetali nelle abitazioni a basso costo, il bambù. Tradizione e prospettiva*, TESI DI LAUREA; POLITECNICO DI TORINO, FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, TORINO 1999

MONDELLO, RICCARDO, *Il bambù' come materiale da costruzione*, REL. FOTI MASSIMO, POLITECNICO DI TORINO, 2 FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, 2003.

CAPURSO FULVIO, *Il bambù, un materiale da costruzione alternativo. il caso di guadua*, REL. CROSET, PIERRE ALAIN E BISTAGNINO LUIGI, POLITECNICO DI TORINO, 1 FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA, 2006.

CASU GABRIELE E DE NUNZIO GIUSEPPE, *Costruire con il bambù. Prototipo di abitazione a basso costo per le aree marginali di guayaquil*, REL. MARITANO DELFINA, POLITECNICO DI TORINO, 2 FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA, 2007.

NARDUCCI MORARD ULLIC E QUAGLINO GIOVANNI, *Il bambù. soluzione ad alta tecnologia vegetale*, REL. MARITANO COMOGLIO DELFINA, POLITECNICO DI TORINO, 2 FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA, 2007.

SAVARESE ROSARIA JESSICA, *Pannelli industrializzati in bambù in cina. La strada verso la sostenibilità*, REL. COMOGLIO MARITANO NUCCIA,

POLITECNICO DI TORINO, 2 FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA, 2008.

PIZZIMENTI CLAUDIA, *Il progetto tecnologico del bambú. Utilizzo di pannelli di bambú in moduli abitativi di emergenza e caratteristiche ambientali*, REL. ORIO DE PAOLI; CORREL. IRENE CALTABIANO, ROBERTO GIORDANO, POLITECNICO DI TORINO, FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA, 2011

MUÑOZ VELOZA, MÓNICA ALEXANDRA, *La canapa in edilizia. Uso della canapa nei componenti edilizi per lo sviluppo di un modulo abitativo rurale nel dipartimento del Cauca Colombia*, REL. ELENA PIERA MONTACCHINI ; CORREL. LORENZO SAVIO, TORINO 2017

Riviste

CASA & CLIMA, “*Rivista sull’efficienza energetica e i comfort abitativo n.14*”, SETTEMBRE 2008.

SCIENCEDIRECT (ELSEVIER B.V.), “*Experimental evaluation of physical and mechanical properties of glue laminated guadua angustifolia kunth: an inventory of guadua, bambú in the coffee region of colombia*”, 30 DEC. 2014

Report

JJA.JANSEN, “*Mechanical properties of bamboo (forestry sciences)*” KLUWER ACADEMY PUBLISHERS, BOSTON,1991

WALTER LIESE, “*The anatomy of bamboo culms*”, TECHNICAL REPORT NO 18, INBAR PUBLICATION, 1998.

JULES J.A. JANSSEN, “*Designing and building with bamboo*”, TECHNICAL REPORT NO 20, INBAR PUBLICATION, 2000.

ZHANG QISHENG, JIANG SHENXUE, TANG YONGYU, “*Industrial utilization on bamboo*” TECHNICAL REPORT NO 26, INBAR PUBLICATION, 2002.

PABLO VAN DER LUGT, GEERTJE OTTEN, “*Bamboo product commercialization in the european union an analysis of bottlenecks and opportunities*”, TECHNICAL REPORT NO 29, INBAR PUBLICATION, 2007.

PABLO VAN DER LUGT, JOOST VOGTLANDER, HAN BREZET, “*Bamboo, a sustainable solution for western europe. Design cases, lcas and land-use*”, TECHNICAL REPORT NO 30, INBAR PUBLICATION, 2009.

ZHENG KAI MSC , CHEN XUHE PHD, “*Potential of bamboo-based panels serving as prefabricated construction materials*”

Sitografia

www.americanbamboo.org

www.bamboocreations.co.za/bamboo

www.bamboo-inspiration.com/index.html

www.bambooworks.com

www.bambubrasileiro.com

www.edizioniambiente.it/eda/catalogo/libri/187

www.emissionizero.net www.inbar.int 196

www.moso.it www.terradilanga.com www.zeri.org

<http://www.bambudeColombia.com>

http://gruposims.com/03_nivel_riesgo_Colombia.html

<http://www.cure-naturali.it>

<http://www.lize-shop.it/it/fibre-naturali/bamboo>

<https://vestirebio.it/blog-articoli-biologici-prodotti-naturali>

<http://www.bambudesign.it>

<https://www.pavibamboo.com/parquet-pavibamboo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-classico>

<https://www.pavibamboo.com/parquet-pavibamboo/lavorazione/fasi-di-lavorazione-e-tecnologia-del-bamboo-pressato>

<http://www.inbar.int>

<http://www.moso.eu>

<http://www.bambusetto.it/il-bambu/trattamenti/>

<https://www.archdaily.com/51664>

<https://www.archdaily.com>

<http://www.yarimaguada.com/nosotros.html>

Dispense

PROF. JEAN-MARC TULLIANI APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 12, *Il bambù*, DEL CORSO DI “SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L’ARCHITETTURA- REQUISITI DEGLI “EDIFICI VERDI” E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE”

ING. GIAMPAOLO MUNAFÒ, SLIDE DELLA CONFERENZA ORGANIZZATA DA INGEGNERIA SENZA FRONTIERE, *Costruire con la terra cruda. la terra cruda nelle costruzioni: sistemi costruttivi antichi e moderni e tipologie costruttive*, PISA

Normativa

NSR 10, TITULO G, *Estrucutras de madera y estructura en guadua*, COLOMBIA, 1977

VALUTAZIONE AMBIENTALE

Testi

VANNI BADINO, GIAN LUCA BALDO, *Lca istruzioni per l'uso*, ESCULAPIO, BOLOGNA 1998.

GIANLUCA BALDO, VANNI BADINO, *La life cycle assessment. Uno strumento di analisi energetica e ambientale*, IPASERVIZI, MILANO 2000

RICCARDO BORLENGHI, *Guida alle norme ISO 14000: i sistemi di gestione ambientale, l'audit ambientale, il labelling, la valutazione del ciclo di vita (lca), la valutazione delle prestazioni ambientali (epe), i sistemi integrati di gestione*, HOEPLI, MILANO 2003.

GIANLUCA BALDO, MASSIMO MARINO, STEFANO ROSSI, *Analisi del ciclo di vita lca*, EDIZIONI AMBIENTE, MILANO 2008.

ROBERTO GIORDANO, *I prodotti per l'edilizia sostenibile. La compatibilità ambientale dei materiali nel processo edilizio*, SISTEMA EDITORIALE ESSELIBRI SIMONE, NAPOLI 2010.

Tesi

MASSIMILIANO CORNINO, *Valutazione ambientale con metodologia lca della produzione di laterizi*, REL. GIOVANNI BADINO, GIOVANNI ANDREA BLENGINI, POLITECNICO DI TORINO, CORSO DI INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO, DICEMBRE 2005.

FABRIZIO CALOSSO, *L'impiego dei combustibili alternativi nella produzione del cemento. analisi ambientale con metodologica*, REL. GIOVANNI BADINO, GIOVANNI ANDREA BLENGINI, POLITECNICO DI TORINO, CORSO DI INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO, SETTEMBRE 2006.

Normativa di riferimento

SOLAR DECATHLON 2019 “Draft Rules” LATIN AMERICA E CARRIBEAN, VERSION 1, CALI 2019

UNI EN ISO 14040:2006 , *Gestione ambientale - saluzione del ciclo di vita - principi e quadro di riferimento*

UNI ISO 14041: 1998, *Obiettivi, campo di applicazione e inventario*

UNI ISO 14042, *Relazioni con gli impatti ambientali*

UNI ISO 14043, *Interpretazione dei risultati*

UNI EN ISO 14044:2006, *Gestione ambientale. Valutazione del ciclo di vita , requisiti e linee guida*

UNI 11277:2008, *Sostenibilità in edilizia. Esigenze e requisiti di eco-compatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione*

Report

ROBERTO GIORDANO, *Il ruolo dei materiali dell’involucro edilizio tra certificazione di progetto e nuove direttive nel settore dell’efficienza energetica*, IN TORINO VERTICALE, ATTI E RASSEGNA TECNICA.

ROBERTO GIORDANO, *I materiali ecocompatibili. Quadro normativo metodologico e strumenti di progetto*, IN RUBINO L. (A CURA DI) QUADERNI DI BIOARCHITETTURA, EDIZIONI AMBIENTE, MILANO

Dispense

PROF. JEAN-MARC TULLIANI, ROBERTO GIORDANO, CORRADO CARBONARO , APPUNTI E SLIDE DELLE LEZIONI, *Life cycle assesement (Lca)* ,DEL WORKSHOP INTRODUTTIVO ALLE LAUREE MAGISTRALI ,ECO-PRODOTTI EDILIZI

PROF. JEAN-MARC TULLIANI, APPUNTI E SLIDE DELLA LEZIONE 1, *Introduzione al corso sostenibilità di processi e materiali*, DEL CORSO DI SOSTENIBILITÀ DI PROCESSI E PRODOTTI NEI MATERIALI PER L'ARCHITETTURA, REQUISITI DEGLI "EDIFICI VERDI" E MATERIALI COSTRUTTIVI A BASSO IMPATTO AMBIENTALE"

Sitografia

www.solardecathlonlac.com

www.qualityi.it/lca.htm

<http://architetturaxcostruire.lacasagiusta.it/> www.wikipedia.org/wiki/

[Dichiarazione_ambientale_dei_prodotti_da_costruzione](http://www.wikipedia.org/wiki/Dichiarazione_ambientale_dei_prodotti_da_costruzione)

<http://www.itaca.org>

<http://www.environdec.com/it/>

https://it.wikipedia.org/wiki/life_cycle_assessment

<http://www.minambiente.it/pagina/cose-la-carbon-footprint>

